



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE SISTEMA DE GENERACIÓN  
UNDIMOTRIZ PARA SUMINISTRAR ENERGÍA  
ELÉCTRICA AL TERMINAL PORTUARIO  
LAMBAYEQUE, 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR**

**USMIRO COELLO NEIRA**

**ASESOR**

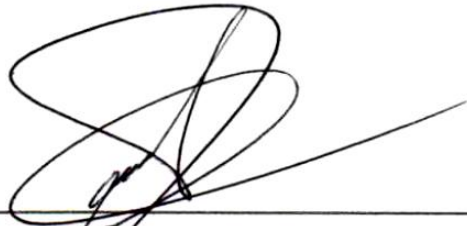
**ING. LUIS ALBERTO RAMOS MARTINEZ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS  
ELECTROMECAÑICOS**

**PERÚ - 2017**

**PAGINA DEL JURADO**



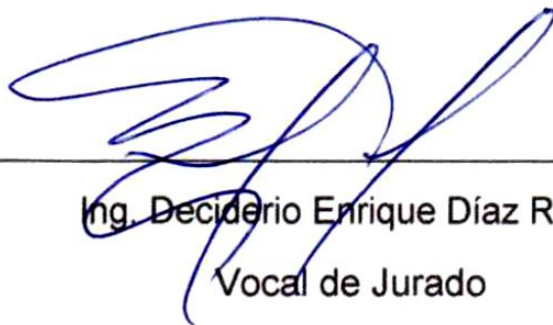
---

Ing. Fredy Dávila Hurtado  
Presidente de Jurado



---

Ing. James Skinner Celada Padilla  
Secretario de Jurado



---

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio  
Vocal de Jurado

## **DEDICATORIA**

A Dios enseñarme que compartir su verdadero amor con los demás.

A mis padres Luis y Hermelinda por su amor, apoyo incondicional y confianza en cumplir con este logro profesional.

A mis hermanos y demás familiares en general por el cariño y comprensión el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de mi formación.

Usmiro Coello

## **AGRADECIMIENTO**

Expresar mi mayor gratitud a:

A los docentes por transmitirnos sus conocimientos y su colaboración en nuestra formación académica con su disposición abierta a nuestras consultas nos abrieron las puertas.

A la facultad de ingeniería y todo el equipo que conforma íntegramente a ello por brindarnos la mejor comodidad al estudiante para lograr terminar una meta de nuestra vida.

A mis amigos y demás familiares.

Mil gracias por su apoyo que me brindaron.

Usmiro Coello

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **USMIRO COELLO NEIRA**, con DNI N° 47436649, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingenierías, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo- Diciembre del 2017



---

USMIRO COELLO NEIRA  
DNI: 47436649

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada “**DISEÑO DE SISTEMA DE GENERACIÓN UNDIMOTRIZ PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL TERMINAL PORTUARIO LAMBAYEQUE, 2017**”, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

El autor

## INDICE

PAGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1 Realidad Problemática .....	10
1.2. Trabajos Previos .....	12
1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....	15
1.4. Formulación al Problema .....	34
1.5. Justificación del estudio .....	34
1.6 Hipótesis .....	35
1.7 Objetivo .....	36
II. MÉTODO .....	37
2.1 Diseño de investigación .....	37
2.2 Variables, Operacionalización.....	37
2.3 Población y Muestra .....	37
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	38
2.5 Métodos de análisis de datos.....	38
2.6 Aspectos Éticos .....	39
III. RESULTADOS.....	40
IV. DISCUSIÓN.....	76
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	80
ANEXOS.....	84

## RESUMEN

Referirnos al término generación, implica describir un sistema o conjunto de sistemas que involucren la creación de energía a partir de cualquier fuente motriz, ya sea renovable o no renovable. Cuando acoplamos al término generación, la palabra Undimotriz, nos referimos al sistema que electromecánico que utiliza la fuerza y movimiento de las olas del mar para producir energía; esto es, que después de un proceso o conjunto de sistemas coordinados se obtiene como resultado una determinada cantidad de energía, la cual servirá para cubrir o satisfacer parcialmente la demanda energética de cierto sector.

En este proyecto de tesis, se ha elegido como sector de estudio, el proyecto del Terminal Portuario de Lambayeque, el cual es un plan maestro que se encuentra ubicado en el departamento de Lambayeque provincia de Chiclayo, distrito de Puerto Eten, abarca un área de 70 hectáreas que se sub divide en diversas áreas que conforman al terminal; siendo uno de ellos el Terminal Marítimo, que es donde está orientado nuestro proyecto, para lo cual se ha calculado la Máxima Demanda que necesita y que será proporcionado por nuestro sistema de generación undimotriz propuesto, el cual usará el potencial energético undimotriz proveniente del litoral de Puerto Eten y lo transformará mediante un sistema de generación electromecánico en energía aprovechable.

Como resultado final de esta investigación, se presentarán cuadros de análisis multivalentes de datos hidrofisicos obtenidos de la Marina de Guerra e IMARPE, así mismo, se detallarán algunos planos de diseño del sistema de generación undimotriz, y se propondrá una posible geolocalización del sistema de generación undimotriz.

**PALABRAS CLAVES:** Energía Undimotriz, Máxima Demanda, Energía Eléctrica.



## **ABSTRACT**

Referring to the term generation, it means describing a system or set of systems that involve the creation of energy from any motive source, whether renewable or non-renewable. When we connect to the term generation, the word Undimotor, we refer to the electromechanical system that uses the force and movement of the waves of the sea to produce energy; that is, that after a process or set of coordinated systems, a certain amount of energy is obtained as a result, which will serve to cover or partially satisfy the energy demand of a certain sector.

In this thesis project, the project of the Lambayeque Port Terminal, this is a master plan that is located in the department of Lambayeque, province of Chiclayo, district of Puerto Eten, has been chosen as the study sector. 70 hectares that are sub divided into various areas that make up the terminal; being one of them the Maritime Terminal, which is where our project is oriented, for which the Maximum Demand has been calculated that it needs and that will be provided by our proposed wave generation system, which will use the wave energy potential from the coast of Puerto Eten and will transform it through an electromechanical generation system into usable energy.

As a final result of this research, tables of multivalent analysis of hydrophysical data obtained from the Navy and IMARPE will be presented, as well as some design plans of the wave generation system will be detailed, and a possible geolocation of the generation system will be proposed.

**KEYWORDS:** Undimotor Energy, Maximum Demand, Electric Power.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

#### Internacional

El suministro eléctrico de algunas bahías de **Brasil** proveniente de la red pública no es suficiente para abastecer la demanda energética de la población, esto representa un problema o una limitante energética, y es por ello que el estado del Brasil apuesta por investigaciones en nuevas formas o alternativas energéticas como lo es la energía undimotriz, pues es uno de los recursos naturales más abundante de las costas del Brasil. En esta investigación, se optó por hacer pruebas y ensayos en el Laboratorio de Electrónica de Potencia (ELEPOT) de la COPPUFRJ (Universidad Federal do Rio de Janeiro) en la cual se aplicaron los principios de la dinámica del mar y el principio de transformación energética rotacional, en electricidad. Esta investigación, propone generar una alternativa que dará solución al problema presentado debido al incremento de la demanda energética en los últimos años. (Monteiro, 2009, p. 4).

Debido al crecimiento continuo de la población la demanda energética también se incrementa, en consecuencia la necesidad de implementar nuevas formas alternativas de energía cada vez es más frecuente y necesaria. En **Portugal** se apuesta por investigaciones que permitan determinar la viabilidad de usar el recurso energético marino para producir energía y poder distribuirla entre sus habitantes. La solución que se determinó en este estudio, es que en Portugal es viable el uso de la energía proveniente de las olas del mar a través del uso de dispositivos hidromecánicos, así como el uso del gradiente salino de las corrientes marinas en iluminación (Panta, 2008, p.3).

En el **Salvador**, el tema del suministro energético es muy limitado, y es por esto, que se buscan nuevas alternativas energéticas constantemente. En esta investigación realizada en la playa Mizata del litoral Salvadoreño se pretende viabilizar el aprovechamiento del recurso undimotriz o marino, de tal forma que pueda obtenerse cantidades de energía necesaria para cubrir parcial o totalmente la demanda energética deficiente en la población que vive en los límites del litoral. (Rivas, 2013, p.3).

## **Nacional**

Hace años atrás se viene prestando importancia y atención a nuevas fuentes de energía no convencionales, de tal manera que se logre erradicar paulatinamente al carbón, petróleo y sus derivados por ser considerados fuentes continuas de contaminación ambiental a gran escala. A demás, el crecimiento de la población, comercio, terminales portuarios en diversos países exigen prontas soluciones energéticas de tal modo que pueda abastecer parte del consumo de energía requerida. Es con ello que surgen distintos tipos de alternativa, donde una de ellas es la energía undimotriz, la cual aprovecha las olas del mar para generar energía eléctrica. En el Perú, el puerto más comercial es el denominado Puerto del Callao, en el cual en una primera instancia se planteó un estudio de viabilidad de obtención de energía a través del recurso undimotriz, pero debido a factores políticos y gubernamentales se estancó la investigación. Esta forma de energía promete innumerables beneficios energéticos a un terminal portuario, pues podría cubrir parte de la demanda energética prevista en las áreas de trabajo. (Peña, 2015, p. 6)

En los últimos años, diversas universidades peruanas como la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú), la UDEP (Universidad de Piura) en convenio con la Marina de Guerra del Perú vienen realizando diversos estudios hidrofisicos que permitirán promover el desarrollo de la energía Undimotriz en el norte del país. Esto se debe a que los próximos años se desarrollaran proyectos de gran envergadura en la región Lambayeque que necesitaran de una demanda energética mayor a la actual, lo que precisa buscar nuevas fuentes de energía convencionales que permitan reemplazar parcialmente parte del consumo de energía de la red pública nacional. Entre los departamentos del norte del país, Lambayeque es uno de los privilegiados por contar con Puerto Eten, pues posee una geología marina que permite aprovechar el recurso Undimotriz a mayor escala que otros litorales de los distintos departamentos del país. (Urbina, 2011, p. 9)

## **Local**

El megaproyecto que se ejecutará en los próximos meses, denominado “Terminal Portuario de Lambayeque”, contempla una serie de instalaciones en las cuales se proveerá servicios de exportación de la industria minera, agroindustrial, agrícola, etc., este proyecto se ubica en Pampas de Eten y Pampas Las Delicias – Lagunas, distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque y posee aproximadamente un área de 70 ha. Este proyecto demandará una gran demanda de energía eléctrica, pues al igual que otros puertos a nivel nacional poseerá, maquinarias, grúas, container frigoríficos entre otras tecnologías, por lo que se busca mediante nuevas formas de energías alternativas compensar parte del consumo energético de la red eléctrica nacional, y una de esas formas de energía es la undimotriz, la cual fue planteada junto a otras alternativas energéticas por el consorcio Peruano-Español (Acciona Ingeniería S.A. Sucursal del Perú, Fundación Valencia Port y Oficina de Ingeniería y Servicios Técnicos S.A.) que realizó los estudios de viabilidad del Terminal Portuario de Lambayeque (Ver Anexo 01). (Aprl, 2015, p. 2)

## **1.2. Trabajos Previos**

### **Internacional**

Bert (2014), en su investigación denominada “Potencial Energético de las Mareas para Generar Electricidad”, México, publicada en la Revista Digital Universitaria de Ingeniería de la UNAM, cuyo objetivo general es Evaluar el potencial energético de las cosas de México para la generación de energía. Con fines de investigación, el autor concluye que la energía proveniente de las olas del mar se ha utilizado con mucho éxito en distintos lugares del mundo. Su inversión económica e impacto ambiental ha conducido que no se difunda y se dé a conocer esta tecnología. Sin embargo, en países asiático como es el caso de Corea del Norte, se encuentra en la etapa final la construcción de una central de mareomotriz, la cual es la centras de mayor dimensión a nivel mundial en la actualidad en lo que respecta a infraestructura y generación energética, esto será en Sihwa con 260 MW de energía. Además, al realizar una inspección teórica del potencial energético que se generaría en la cima del Golfo de California,

arrojó como resultado, un equivalente a más de 20 000 MW. En términos unitarios, esto significa 15 MW/km<sup>2</sup>, o su equivalente en año de 8,4 GWh/año.

Morales (2016), en su investigación denominada “Análisis de un Dispositivo Oscilante como Medio de Captación de Energía Undimotriz”, Chile, cuyo objetivo general es la Obtención y análisis de energía generada mediante un conversor undimotriz oscilante bajo la acción incidente de las mares y olas provenientes de la costa chilena, mediante la simulación hidrodinámica de tres prototipos distintos. El autor con fines de investigación concluye que, de los distintos análisis de potencia de los diversos prototipos realizados, se valida la geometría tipo Oyster por sobre las otras dos geometrías propuestas, así mismo, se observaron dos ubicaciones, Puerto Corral y Puerto Montt, como zonas de alto potencial de obtención de energía undimotriz a través de la explotación del recurso en aguas intermedias. Los factores de captura obtenidos por la geometría “Placa Oyster” fueron de 55% - 60%, en los sitios escogidos, con una potencia eléctrica generada que alcanza los 700 kW, lo que constituye un excelente resultado en comparación a otros dispositivos propuestos.

Cavia (2013), en su investigación denominada “Explotación del Potencial de Energía del Oleaje en Función del Rango de Trabajo de los Prototipos Captadores”, España, cuyo objetivo general es clasificar y describir el mecanismo de los instrumentación para la obtención de energía, así como evaluar las limitaciones en cuanto a variación del oleaje y la eficiencia potencial energética, cuantificación de la energía en la costa española y finalmente la evaluación económica y costes del uso de dispositivos de aprovechamiento de la energía de las olas del mar en el litoral español. La autora con fines de investigación concluye describiendo el funcionamiento de las tecnologías presentes en el mercado como son: Archimides wave swing (AWS), Powerbuoy, Aquaboy, Pelamis wave Power, Wave Dragón; así como el análisis y determinación de la limitación en cuanto a la variabilidad del oleaje que resulto siendo 7.6 kW/m en la costa norte, mientras que en el centro resultó de 30 kW/m, la zona sur fue de 16 kW/m, las alturas con una equivalencia de 1m, con periodos de 4<sup>a</sup> 5 segundos. En lo que respecta al factor de inversión económico se

concluyó que resulta parcialmente costoso, ya que se tendría que vender la energía a un costo elevado inicialmente, esto si es la distribución al sector doméstico; es por ello partiendo de una economía a escala, se podría abastecer con un parque de olas de gran magnitud.

## **Nacional**

Ministerio de Energía y Minas (2013), en su resumen ejecutivo presentado el 28 de noviembre del 2014, denominado “Plan Energético Nacional 2014-2025”, Lima, cuyo objetivo general es dar a conocer el plan en los próximos 10 años sobre las políticas y el aprovechamiento de los recursos energéticos de nuestra nación. Este plan concluye en la puesta en marcha de grandes proyectos energéticos teniendo en cuenta las formas y condiciones del uso racional de la energía, el consumo creciente de la energía deberá ser abastecido por recursos energéticos convencionales y no convencionales, tal es el caso de que las energías convencionales involucran al del tipo solar, eólica, geotérmica, y en menor escala, proyectos de inversión en recurso energético undimotriz.

Aita (2015), en la revista denominada “Perú Potencial Energético: Propuestas y Desafíos”, cuyo objetivo es describir y analizar las políticas energéticas a consideradas en el Plan Energético Nacional 2014-2025. Como conclusión el autor expone que se tendrá en cuenta el factor de disminución del uso de recursos convencionales, así como el uso del 27% de recursos energéticos alternativos como las fuentes naturales de producción de energía, esto según recomendación de la Unión Europea en Energía. Haciendo un análisis de la situación energética no convencional, es de muy cierto que la energía undimotriz no es tan conocida como lo son las demás (Eólica, solar, etc.), esto se debe a la poca importancia que se le da a las investigaciones en este campo; es por ello que esta tesis pretende marcar un punto de inicio de futuras investigaciones en el Perú que evaluar la producción de energía haciendo uso del recurso undimotriz, pues este constituye un gran potencial energético.

MINAM manifiesta la importancia que se le debe dar a las investigaciones referentes del aprovechamiento del recurso energético marino, además manifiesta las tres formas de poder hacerlo, ya sea por la energía undimotriz,

mareomotriz o gradiente térmico, así mismo, pone en conocimiento que esta tecnología es relativamente costosa si es que no se cuenta con estudios de viabilidad que determinen el coste beneficio a largo plazo, en otras palabras si se realizan buenos estudios puede llegar a concretizarse proyectos en los cuales se aproveche la energía proveniente de las olas del mar y pueda ser aprovechadas para suplir la demanda energética debido al constante crecimiento poblacional en la que se encuentra nuestro país en la actualidad. (MINAM, 2015).

### 1.3. Teorías Relacionadas al Tema

#### 1.3.1 Energía Renovable

Encontramos diversos tipos de fuentes de energías renovables como son: (Energía Solar, Energía Eólica, Biomasa, Energía Mareomotriz, Energía Undimotriz)

#### 1.3.2 Recurso Energético

##### Energía Undimotriz.

La palabra “Undimotriz” tiene sus raíces en la término onda, el cual se usa tanto en ondas marinas en la zonificación relativamente cerca (Middle), así como la relativamente lejanas (Off shore). Esto se origina por efecto de las ráfagas de viento, pues más masas de aire convergen y generan desplazamientos de masas de aguas de la superficie del mar generando la dinámica de las olas. (Fernández, 2012, p.7-8).

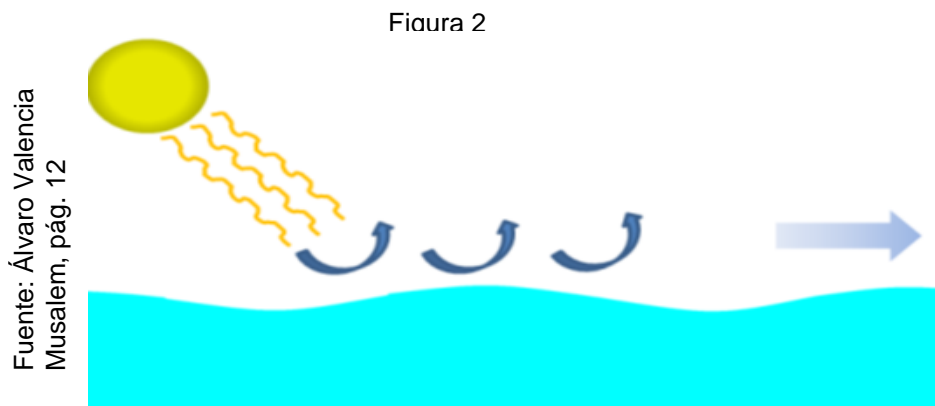
Figura 1

Fuente: Aprovechamiento de la Energía Undimotriz, Mario Pelissero, pág. 15



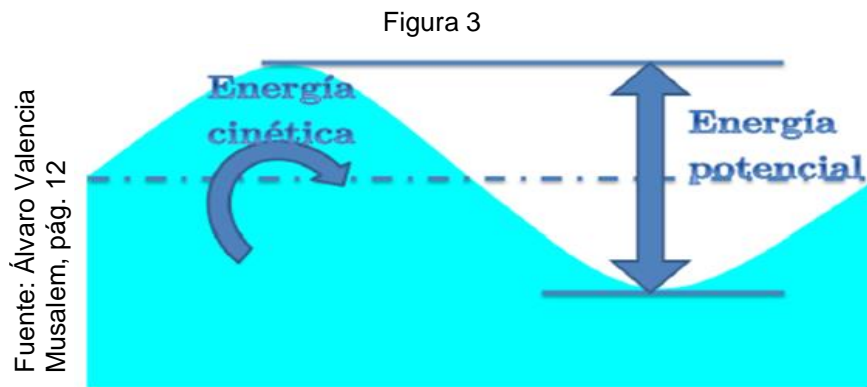
Mapa Energético Mundial Undimotriz en kW/m.

Esta forma de energía también puede definirse como la energía acumulada por los efectos de la energía solar y eólica, pues el sol causa efectos de temperatura y diferencia de presiones en la superficie marina, lo cual origina perturbaciones de los vientos originando los desplazamientos de aguas superficiales a la cual le llamamos olas marinas; estas olas viajan kilómetros de distancia a diferentes alturas, llegando a las costas con una altura promedio de 2m trayendo consigo una gran cantidad de energía potencial. (Petroni, 2005, p.110).



Formación de Olas por efecto de la temperatura y el Viento

Debido a que una ola tiene desplazamiento longitudinal y transversal posee energía cinética debido a la celeridad a que se desplaza, y energía potencial debido a la altura de la cresta que se origina por el desplazamiento de masas de agua, todo esto suma en total una energía mecánica o energía total que se expresa en unidades de vatio por metro ( $w/m$ ) que no es más que la potencia de la ola por metro de frente a la ola. (Petroni, 2005, p.110).



Energía Potencial de una Ola.



Debido al desplazamiento de masas de agua y el efecto de rozamiento causado por las mismas, produce que la ola que se está acercando a la playa, pierda velocidad y longitud de onda; pero en contrariedad, crece en altura ganando energía potencial (Principio de conservación de la Energía). Con esto podemos concluir que la mayor parte de la energía se logra perder a causa de la fricción del fondo marino así como de la turbulencia generada a causa de los desplazamientos de las aguas. (Petroni, 2005, a la costa va p.110)

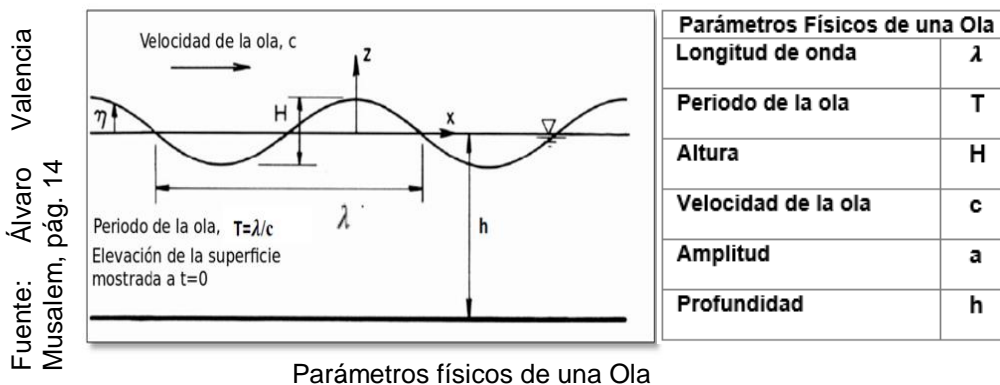
“Una de las ventajas de la energía Undimotriz más importantes de esta forma de energía alternativa es que posee características similares a la producción de energía por medio de centrales hidroeléctricas comunes, es autorrenovables, no contaminante, no ruidosa, no tiene estacionalidad limitante”.(Creus, 2009, p.300)

Una de las limitantes es que poseen una inversión inicial relativamente alta con un tiempo de ejecución en obras de varios años, aunque en los últimos años la tecnología ha permitido facilitar el ensamble de estas centrales. El tiempo de vida útil de la instrumentación usada en equipos de aprovechamiento energético es de aproximadamente 4 años para su instalación y en su estructura es de unos 120 años. Otra desventaja que se le atribuye es que puede causar un impacto a la biota marina del entorno, así como un impacto visual en el paisaje. (Creus, 2009, p.300)

### 1.3.3 Parámetros físicos de una Ola

Como se muestra en figura:

Figura 4



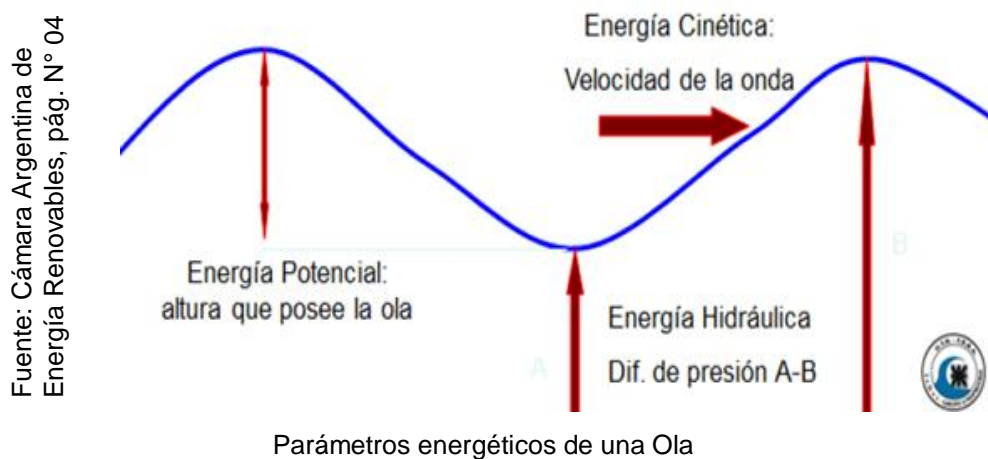
Fuente: Álvaro Valencia Musalem, pág. 14

Parámetros físicos de una Ola

“Como las olas originadas son en magnitud variable, para poder estudiarlas, analizar las y describir su dinámica se recurren a métodos estadísticos o determinísticos, esto es, para la altura generalmente se asume un valor medio de 1/3 de la máxima generada durante el año”.

“En el Perú, varios estudios teóricos e hidrológicos han determinado que en el etapa cronológica de otoño-invierno, la altura o cota significativa en las olas marinas fluctúa entre 0.9 a 1.5 metros de altura; mientras que en primavera-verano, la cota varía entre 0.8 y 2.2 metros, mientras para los oleajes durante tormentas se observan alturas que fluctúan entre 4 y 5 metros”.

Figura 5



### 1.3.4 Dinámica de las olas del mar

Para poder estimar el recurso energético undimotriz es necesario partir de las ecuaciones de la mecánica de los fluidos, pues, estas ecuaciones reinan el movimiento de las aguas, éstas a su vez son originadas por los efectos de los vientos y la radiación solar que genera diferencia de presiones sobre la superficie del agua. (Apel, 1999, p. 192)

Podemos citar para empezar las ecuaciones de continuidad y de Navier-Stokes.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho * v) = 0$$

$$\frac{Dv}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla p_{total} + \nu \nabla^2 v + \frac{1}{\rho} * f$$

$\rho$  = densidad en  $\frac{kg}{m^3}$

$v$  = velocidad expresada en **m/s**

$t$  = tiempo expresado en **s**

$p_{total}$ , = presión Total en **Pa.**

$\nu$  = coeficiente de viscosidad cinética en **Pa.s**

$f$  = conjunto de fuerzas externas expresadas en **N.**

(Rayero, 2015, p. 54)

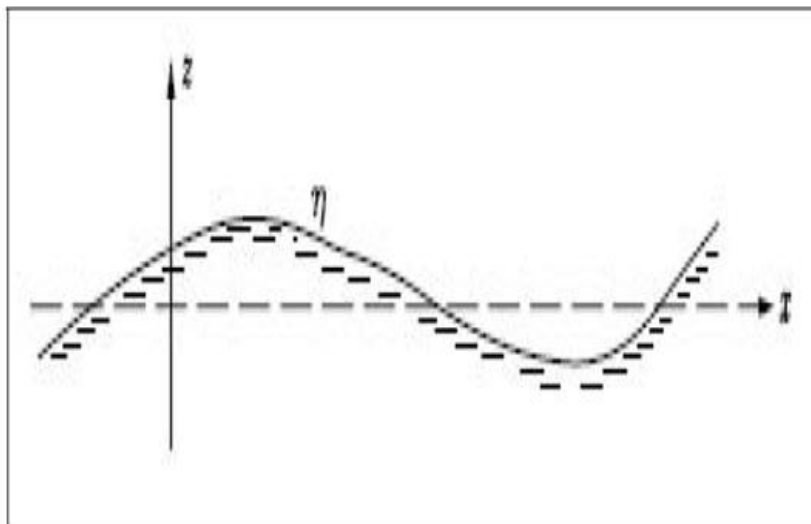
La superficie libre es la interfaz entre el agua y el aire, de ahora en adelante su posición será definida por  $z = \eta(x, y, t)$ , Cabe señalar que se define el eje x en el sentido de avance de la ola y el eje z como el vector que apunta hacia arriba perpendicular al eje x. (Royero, 2015, p. 56)

Ahora, si se considera sólo la fuerza gravitacional  $f = \rho g$ , y presión atmosférica  $p_{total} = p_{atm}$  como presión sobre la superficie del fluido, partiendo de las ecuaciones anteriores, se puede demostrar que sobre una superficie libre  $z = \eta(x, y, t)$ , definida como la interfaz entre el agua y el aire se satisface la ecuación:

$$\left. \frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{1}{2} \nabla \phi \cdot \nabla \phi \right|_{z=\eta} + g\eta = 0$$

Figura 6

Fuente: Hidrodinámica Marina, Faines, pág. 1



Elevación de una Ola.

onde  $\phi$  es la velocidad potencial relacionada con la velocidad del fluido a través de la expresión:

$$\nabla\phi = \mathbf{v}$$

### 1.3.5 Potencial Energético de las olas del mar.

Las olas marinas poseen cinética propia por efectos del viento, así mismo, cada vez que se generan trenes de olas, se forman crestas de masas de agua con la cual aparecen cotas en dichas olas. En primer lugar se considerará el potencial energético que se relaciona con la cota de la onda plana. (Holthuijsen, 2007, p.131)

La siguiente ecuación resume la energía potencial por unidad horizontal de área y está en función de la altura del centro de masa del agua sobre el suelo marino  $(h + \eta)/2$ :

$$E_p(x, t) = \left(\frac{\rho g}{2}\right) * (h + \eta)^2 = \left(\frac{\rho g}{2}\right) * h^2 + \rho g h \eta + \left(\frac{\rho g}{2}\right) * \eta^2$$

Teniendo en cuenta que el incremento del potencial al agua en calma será:

$$E_p(x, t) = \rho g h \eta + \frac{\rho g}{2} * \eta^2$$

Así mismo, la energía potencial promedio por unidad de área para una onda plana, armónica y progresiva se muestra en la siguiente expresión:

$$E_p = \left(\frac{\rho g}{2}\right) * \overline{\eta^2(x, t)} = \left(\frac{\rho g}{4}\right) * |A|^2$$

Las componentes de velocidad horizontal y vertical de las moléculas de agua pertenecientes a la ola están dadas por las ecuaciones de velocidad anteriormente mostradas. A partir de estas ecuaciones es posible calcular la energía cinética de las partículas de agua en la ola. Además, si se integra desde  $z = -\infty$  a  $z = 0$ . (Holthuijsen, 2007, p.131)

$$v_x = \frac{\pi H}{T} e^{kz} \cos(kx - \omega t)$$

$$v_z = \frac{\pi H}{T} e^{kz} \sin(kx - \omega t)$$

$$E_c = \frac{1}{2} \rho (v_x^2 + v_z^2) = \frac{\rho}{2} \omega^2 |A|^2 e^{2kz}$$

$$E_c = \frac{\rho}{2} w^2 |A|^2 \int_{-\infty}^0 e^{2kz} dz = \frac{\rho g}{4} * |A|^2$$

Donde  $v_x$  y  $v_z$  son las velocidades promedio de las partículas de agua expresadas en m/s.

Sumando ambas energías calculadas, se obtiene la siguiente expresión:

$$E_T = \overline{E_c} + \overline{E_p} = \frac{\rho g H^2}{8}$$

Podemos relacionar la longitud de la ola con el periodo de fluctuación de la siguiente manera:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (\text{Holthuijsen, 2007, p.132})$$

“La transferencia o conversión transferible de energía en las olas es conocida como “flujo energético”. Cuando hablamos de olas magnitud pequeña y amplitud pequeña para aguas profundas, hablamos que poseen energía por unidad de longitud de onda”. (Mellor, 1996, p. 109)

$$P = E \left( \frac{c}{2} \right) = E \left( \frac{L}{2T} \right) = \frac{\rho g^2 H^2 T}{32\pi} \equiv H^2 T \left( \frac{kW}{m} \right)$$

Para una ola irregular, donde su altura H es de 2 metros, y su periodo T es de 10 segundos, la expresión de la potencia se reduce a:

$$P = 0.5 H_s^2 * T_z \left( \frac{kW}{m} \right)$$

“Donde  $H_s$  representa el ancho de banda significativa de la ola y  $T_z$  representa el intervalo de tiempo o periodo promedio entre cotas máximas sucesivas. Usamos esta expresión matemática para no sobrestimar la energía potencial generada por la ola, pues, generalmente son de magnitudes irregulares en el océano abierto”. (Mellor, 1996, p. 109)

“El transporte de la energía de las olas por unidad de superficie vertical en una ola plana y armónica en aguas profundas que se propagan en la dirección “x” es igual al promedio temporal de la presión hidrodinámica por la velocidad”. (Holthuijsen, 2007, p.135 )

$$I = \frac{k\rho g^2}{2w} * |A|^2 * e^{2kz}$$

Integramos “I” desde  $z = -h$  hasta  $z = 0$  para obtener la potencia transportada en la ola por ancho de frente de onda:

$$J = \int_{-h}^0 \frac{k\rho g^2}{2w} * |A|^2 * e^{2kz} dz = \frac{k\rho g^2}{2w} * |A|^2 * (1 - e^{-2kh})$$

Para aguas profundas el producto de “k.h” es  $\gg 1$ , entonces la expresión se reduce a:

$$J = \frac{k\rho g^2}{2w} * |A|^2 \text{ kW/m}$$

Cabe resaltar, que H representa la altura o cota de la ola, ésta representa el doble de la amplitud con una frecuencia temporal “w”, la cual viene en función al periodo, la potencia se puede expresar de la siguiente manera:  $P = \frac{\rho g^2}{64\pi} *$

$$TH^2 \frac{kW}{m} \quad (\text{Holthuijsen, 2007, p.135})$$

“Existe una relación entre el transporte de energía “J” (Energía por unidad de tiempo y ancho de frente de onda) y la energía total almacenada “E” (Energía por unidad horizontal de área) define la velocidad de transporte  $v_E$ ”.

$$J = v_E * E$$

Calculando el coeficiente entre J y E, se tiene que:

$$v_E = \frac{J}{E} = \frac{g}{2w} = v_g$$

“Por tanto, la velocidad de transporte de energía de una onda plana y armónica en aguas profundas es igual a la velocidad de grupo”.(Creus, 2009, p. 258)

### **1.3.6 Aspectos energéticos sobre la tecnología del aprovechamiento de las corrientes marinas.**

Conocido y cuantificado el potencial energético del mar, es necesario generar y canalizar dicha energía hasta una central o subestación eléctrica, para esto se debe de elegir el método, instrumentación y equipos más óptimos para la obtención de la energía. La energía puede cuantificarse mediante las ecuaciones hidrodinámicas marinas y canalizadas por métodos estadísticos, por ejemplo para aguas profundas la velocidad de la ola depende de la longitud de onda y la

frecuencia de propagación, siendo proporcional al cuadrado de su amplitud. (Miguélez, 2009, p. 69)

$$E_T = \overline{E_c} + \overline{E_p} = \frac{\rho g H^2}{8}$$

Como es de suponerse, la ola inicia con una amplitud determinada, y conforme va transitando y acercándose a la costa va perdiendo su cota o su altura, para ello tiene que aprovecharse la disminución de su altura mediante “Convertidores Totalizadores”. Para conseguir ello, es necesario disponer o diseñar un mecanismo apropiado en donde se aproveche esta pérdida de energía mediante la transferencia de energía y un almacenador de la misma. (Miguélez, 2009, p. 70)

“Como se mencionó, la superficie marina ofrece una variabilidad en lo que respecta a las amplitudes de olas, las cuales van desde un mínimo valor, hasta una amplitud máxima la cual origina en consecuencia una potencia de máximo valor, para ello el diseño de equipamiento debe de hacerse en función a la máxima potencia generada por el mar, pues la maximización progresiva podría ocasionar repercusiones en la estructura y/o en los generadores de energía. Esta forma de tecnología tiene que ser ubicada en una zona estratégica de tal forma que su diseño supere a las condiciones agrestes de la zona donde se proyecta la construcción de la planta undimotriz, así como las condiciones climatológicas de la zona.” (Miguélez, 2009, p. 70).

### **1.3.7 Clasificación de los Sistemas de Extracción de Energía de las Corrientes Marinas.**

Clasificamos a los dispositivos de acuerdo a la disposición de la energía presente en las olas del mar, así como a las condiciones climatológicas de la zona de ejecución y de acuerdo a la variabilidad del impacto de las olas.

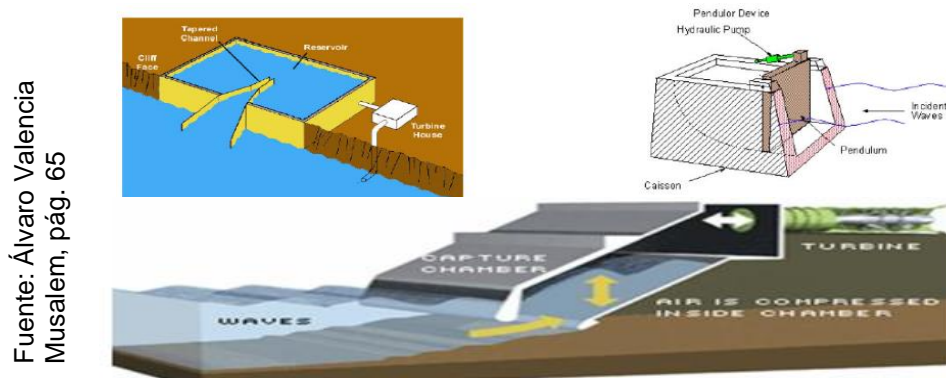
Según su Posición Relativa a la Costa

#### **A. Instalaciones en la Costa (Shoreline)**

“Su accesibilidad es sumamente fácil, lo que facilita su mantenimiento preventivo, sin embargo, necesitan estar fijadas sobre un suelo rocoso de tal

manera que mantenga la inercia en su estructura y no permita el arrastre debido a la socavación del terreno en donde se proyecta instalar, así mismo debe de estar diseñada para que soporte tormentas con von fuerzas de viento superiores a las condiciones de diseño”.(Miguélez, 2009, p. 70-71)

Figura 7



Fuente: Álvaro Valencia Musalem, pág. 65

La imagen de la izquierda es el sistema TAPCHAN, mientras que la figura de la derecha representa un sistema PENDULOR, y en la parte inferior se muestra el dispositivo OWC.

## B. Instalaciones Cerca Del Litoral (Nearshore)

Se instalan particularmente cerca de los 500m del litoral costero, en zonas donde la profundidad estimada con batimetría es de 25 a 30m de profundidad, debido a esta ubicación, están más expuestas a las fuerzas generadas por el oleaje, lo que hace que su diseño sea un poco más complejo. Tienen las mismas ventajas que las instalaciones de la costa pero están expuestas a mayores potenciales de oleaje. El principal inconveniente es que su instalación implica una importante modificación de la costa. (Miguélez, 2009, p. 73-74)

## C. Instalaciones en Alta Mar (Offshore)

Estos proyectos son más numerosos en las instalaciones Undimotrices, pero existe un inconveniente, por su ubicación en alta mar o mar adentro, presentan problemas de anclaje, su acceso es un poco difícil por lo que se encuentran inestablemente sobre la superficie del agua, por lo que la supervivencia de la estructura es de menor fiabilidad, y la conducción de la energía es más complicada y riesgosa. Son de este tipo los equipos Pelamis y Wave Dragón. (Miguélez, 2009, p. 77).



## Según Su Posición Relativa al Oleaje

### A. Totalizadores o terminadores

Estas son localizadas o situadas en forma transversal al flujo o movimiento de las olas, de tal manera que se absorben al máximo la energía de las olas, este sistema hace que la ola incidente pierda el impacto y transfiere su energía potencial al sistema (García, 2007, p. 72)

### B. Atenuadores

Se instalan en forma paralela al impacto de las olas, estos sistemas están dispuestos en forma progresiva, es por ello que se encuentran expuestas a mínimos daños por lo que necesitan de menores fuerzas de anclaje en comparación a los terminadores, es por ello que atenúan, mas no eliminan la ola que incide en ella. (García, 2007, p. 73)

### C. Absorbedores puntuales

Suelen ser de forma cilíndrica, se posicionan indiferentemente a las olas y generalmente van instalados en grupos de forma lineal, estos captan energía de un frente mayor, algo como el efecto antena que es de forma de concentración y convergencia. (García, 2009, p. 73)

Figura 8

Fuente:  
[www.oceanpowertechologies.com](http://www.oceanpowertechologies.com)



Prototipo OPT. Dispositivo absorbedor puntual

### **1.3.8 Principio de conversión energética.**

#### **A. Conversión primaria**

Consiste en convertir el movimiento mecánica en energía, mediante un movimiento unidireccional con una velocidad típica de 2 a 2.2 m/s, este mecanismo se observa en flotadores de sentido vertical y en algunos casos de rotación. (Creus, 2009, p. 281)

#### **B. Conversión secundaria**

Consiste en convertir el movimiento mecánica en energía, mediante un movimiento unidireccional con una velocidad típica de 2 a 2.2 m/s, este mecanismo se observa en flotadores de sentido vertical y en algunos casos de rotación. (Creus, 2009, p. 281)

##### **a) Sistemas mecánicos intermedios**

Estos sistemas son variados, aprovechan la energía mínima generada por el oleaje, pero la principal deficiencia que presentan estos sistemas es su mecanismo eléctrico y su diseño. (Fernández, 2012, p. 124)

##### **b) Sistemas mecánicos puros**

Los más usuales son los del tipo OWC, los cuales aprovechan la oscilación del agua en el interior de una cámara mediante un flotador el cual activa un compresor de aire o un mecanismo hidráulico o alternador en algunas ocasiones. (Fernández, 2012, p. 125)

##### **c) Sistemas con turbinas de aire**

Este sistema utiliza turbinas bidireccionales, estas turbinas también son llamadas turbinas autorectificadas, siendo de este tipo las Wells cuyo rendimiento supera el 50%. (Fernández, 2012, p. 127)

##### **d) Sistemas con turbinas de agua**

Es la más experimentada, dispone de dos recintos a desnivel, o un embalse y otro el medio marino, en este caso el tipo de turbina más usual es del tipo usadas en las hidroeléctricas, la cual dependerá de la altura

o salto hidráulico a usará si como del caudal requerido y velocidad de rotación. (Fernández, 2012, p. 131)

#### **e) Sistemas hidráulicos**

En este sistema el principal fluido es agua o aceite, en el primer caso presenta propiedades térmicas, mientras que el segundo caso presenta propiedades mecánicas mucho mejor en comparación del agua, pero como se sabe el aceite es contaminante en caso de derrame en el medio marino, así como afectaría al rendimiento del sistema. (Fernández, 2012, p. 137)

#### **f) Sistema por arrastre directo**

Corresponde al mecanismo que permite que gire el eje del motor directamente, sin necesidad de estar conectado intermedicamente a un engranaje, pero, debido a sus dimensiones no permite que sea anexado al sistema de tecnología energética ya conocida. (Fernández, 2012, p. 140)

### **1.3.9 Sistemas de Generación de Corriente Eléctrica**

Como se sabe, la variabilidad elevada de la frecuencia con la que se impone el oleaje, su conversión será mucho más eficiente mientras el rango de las velocidades sea mucho mayor con respecto al trabajo del generador, es por ello que es sumamente importante escoger correctamente el equipo y el mecanismo de rotación, ya sea de movimiento contante o variable. Cada tipo de mecanismo posee su propio mecanismo de funcionamiento que va desde una baja potencia y electrónica hasta una compleja electrónica de potencia. (Polinder, 2005, p. 260)

### **1.3.10 Los distintos equipos usados en estos proyectos de producción de energía son:**

#### **A. La máquina de inducción**

“Este es el generador más usado en la actualidad, pues posee un amplio rango de velocidades, es usado junto a un controlador de par y de celeridad

los cuales ajustan la carga de acuerdo a lo necesitado; el más usado es el sistema OWC". (Polinder, 2005, p. 26 2)

## B. Generador síncrono a velocidad variable

“Permite la generación de energía eléctrica con frecuencia y voltaje constante e independiente de la velocidad a la que sean sometidas, por lo que se aconseja este tipo de generador en situaciones a gran escala y cuando se conectan a la red pública nacional”. (Polinder, 2005, p. 262)

### a. Generador eléctrico de corriente alterna

“Encargado de rectificar la corriente continua originada del proceso de conversión de tal manera que la nueva configuración permita obtener velocidades variables controlables”. (Polinder, 2005, p. 263)

### b. Generador lineal

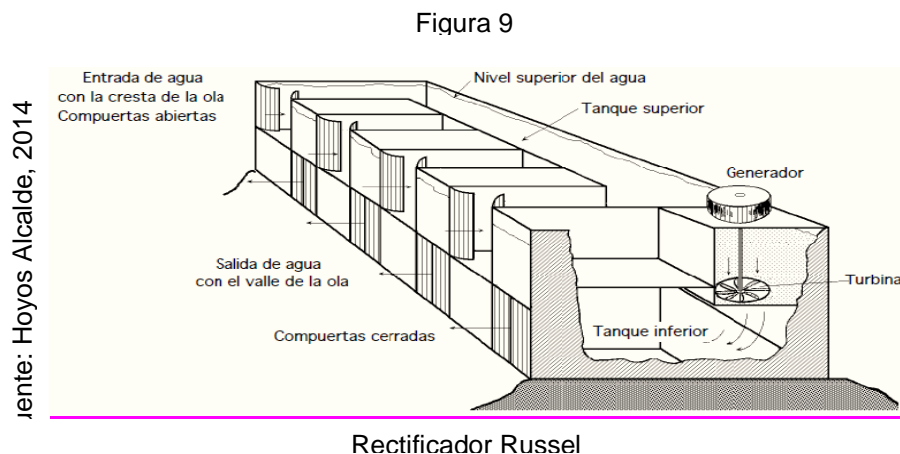
“Extrae en forma oscilatoria como vaivén a velocidad reducida, este proceso es similar a la de un flotador del convertidor o en si defecto, similar a un generador rotativo convencional”. (Polinder, 2005, p. 264)

### 1.3.11 Centrales Undimotrices Tipo de OWC

Los tipos de OWC que actualmente existen como convertidor de olas son:

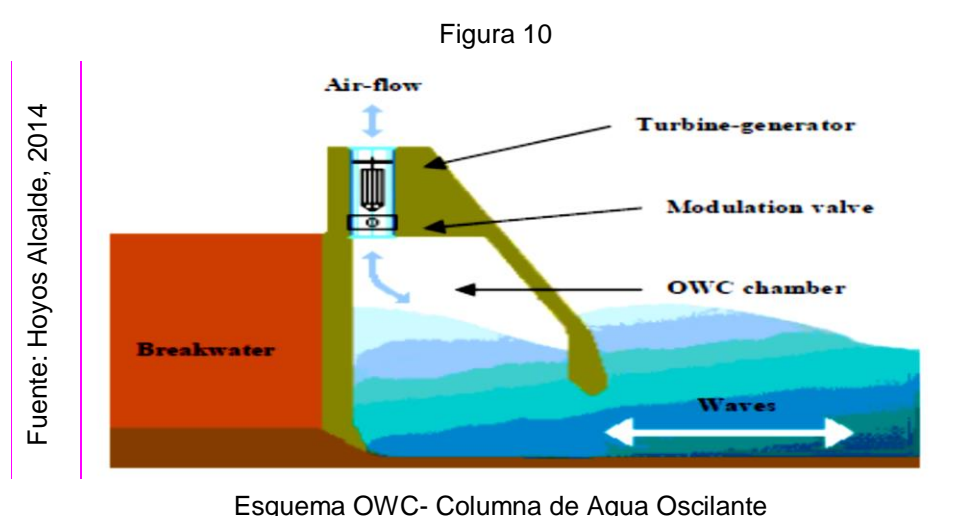
#### **OWC Rectificador RUSSEL.**

Es una instalación del tipo depósito y está construida sobre el lecho marino: lecho superior y otro inferior, apartándose del mar a través de las compuertas. (Hoyos Alcalde, 2014)



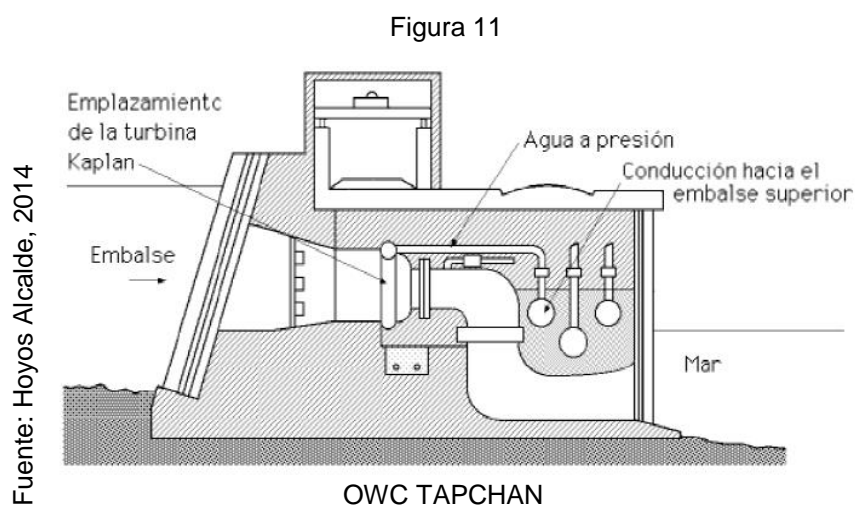
## OWC Columna de Agua Oscilante - Rompe Olas.

Su ubicación principalmente es en la Costa, donde el agua ingresa por la parte inferior y presiona sobre la parte superior donde se forma una cámara de aire. Esto produce un flujo bidireccional de aire, lo que hace que se mueva la columna de agua, la que acciona la turbina tipo Wells que está acoplada a un generador, produciendo la electricidad. (Hoyos Alcalde, 2014)



## OWC TAPCHAN.

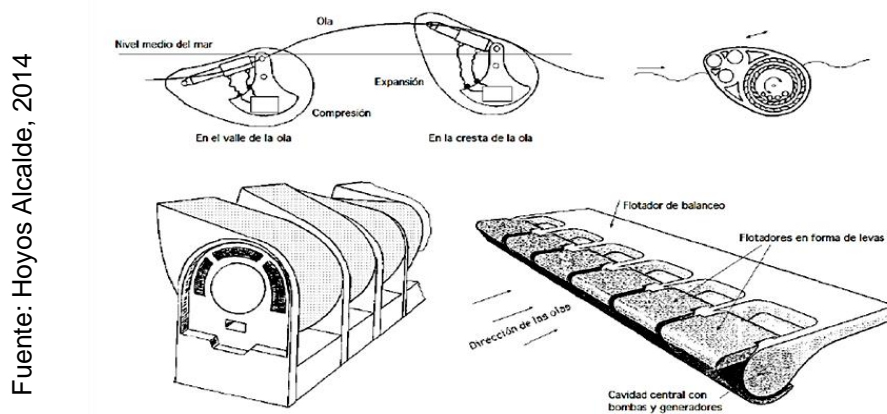
Este tipo de generación concentra el oleaje y eleva el agua del mar hacia un embalse localizado a pocos metros por encima del nivel del mar, tal como se muestra en la figura 5. Utilizando como medio de generación de energía mecánica al turbina Kaplan. (Hoyos Alcalde, 2014)



## OWC DUCK O PATO SALTER

Aprovecha la energía de las olas en altamar, este tipo de convertidor está construido por flotadores que mueven con el movimiento de las olas, accionando una bomba de aceite que provoca el movimiento de la turbina. (Hoyos alcalde, 2014)

Figura 12



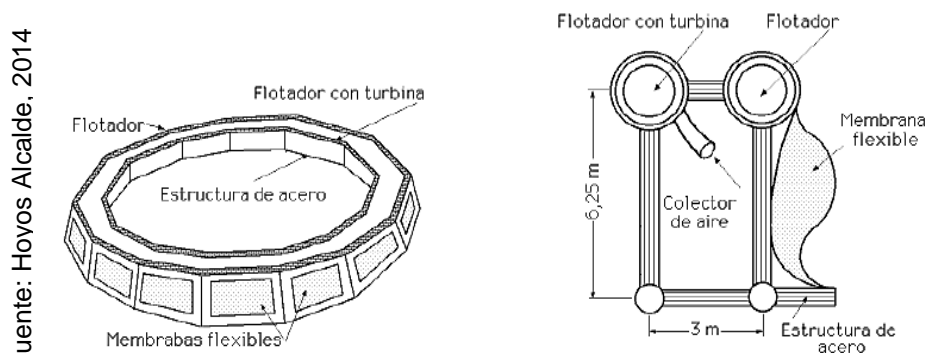
Fuente: Hoyos Alcalde, 2014

Diversos Esquemas de Pato Salter

## OWC CLAM

El CLAM es una instalación del tipo flotante cuya base es de hormigón o acero, lleva montadas sobre la cara exterior 12 células de aire, formadas por membranas de goma reforzada, las que se deforman por el movimiento del oleaje, estas chocan con la membrana, su volumen disminuye y hace circular aire dentro de ella lo que incide en las turbinas del tipo Wells. (Hoyos alcalde, 2014)

Figura N° 13



Fuente: Hovos Alcalde, 2014

OWC CLAM

### 1.3.12 Evaluación Económica

#### A. Valor Actual Neto (VAN)

Es indicador económico muestra si los ingresos son mayores a los costos en un proyecto de inversión. Si el VAN sale positivo, indica que hay ganancias por lo tanto el proyecto es viable económicamente de lo contrario al salir negativo resulta que el proyecto es no Viable Económicamente.

Dicho indicador lo calculamos con la siguiente fórmula:

Ecuación  **$VAN = BNA - INVERSION$**

Donde:

BNA: Beneficio Neto Actualizado (BNA)

$VAN > 0$  → el proyecto es rentable.

$VAN = 0$  → el proyecto es rentable también porque ya está incorporado ganancia de la TD.

$VAN < 0$  → el proyecto no es rentable

**Entonces para calcular el VAN se necesitan:**

- i. Tamaño de la inversión.
- ii. Flujo de caja neto proyectado.
- iii. Tasa de descuento.

#### B. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión ( $VAN$  igual a 0). La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión ( $VAN$  menor que 0) (Crece Negocio).

**Entonces para hallar la TIR se necesitan:**

- i. Tamaño de inversión.
- ii. Flujo de caja neto proyectado.

#### C. Comparación VAN y TIR

Cuando los resultados del VAN contraponen a los de la TIR; la decisión se hace en bases al VAN.

Si se trata de aceptar o rechazar una inversión, dependiente, sin restricción de capital; la TIR determinará la misma decisiones del VAN. Indicadores económicos para el análisis del proyecto:

Para carteras compuestas por dos o más alternativas de inversión, las cuales son mutuamente excluyentes entre sí:

El criterio de la TIR puede dar recomendaciones menos correctas que la regla del VAN. (Crece Negocios)

### **1.3.13 Normas técnicas Peruanas Aplicadas**

Ley 23230 N° 95 – Ley del Instituto del Mar del Perú IMARPE Decreto Legislativo (26/05/1981)

Esta ley es la que contiene las disposiciones que norman todo lo referente a las actividades relacionadas con el mar peruano.

Artículo 40°.

- i) Investigaciones científicas de los recurso del mar y de las aguas continentales, los factores ecológicos de interacción y las que propendan el desarrollo de la acuicultura.
- ii) Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, así como la formación, perfeccionamiento y especialización de investigadores científicos y técnicos.
- iii) Difundir los resultados de sus estudios e investigación a la comunidad científica y al público en general.

### **Decreto Legislativo N° 1002, para la promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.**

El presente Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

El presente Decreto Legislativo es de aplicación a la actividad de generación de electricidad con RER que entre en operación comercial a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo. La obtención de los derechos eléctricos



correspondientes, se sujeta a lo establecido en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento y normas complementarias.

**Ley 28876 - Ley que amplía los alcances del régimen de recuperación anticipada del impuesto general a las ventas a las empresas de generación.**

“Artículo 1º.- Beneficiarios De conformidad con lo dispuesto por la Ley N° 28876, podrán acogerse al Régimen de Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas, contemplado por el Decreto Legislativo N° 818 y sus normas modificatorias y reglamentarias:

- a) Las empresas que suscriban contratos de concesión definitiva para la generación de energía eléctrica, al amparo del Decreto Ley N° 25844 y normas modificatorias, que utilicen recursos hidráulicos y en tanto no hayan iniciado sus operaciones productivas.
- b) Las empresas que a la fecha de publicación de la Ley N° 28876, hubiesen suscrito contratos de concesión definitiva de generación de energía eléctrica al amparo del Decreto Ley N° 25844 y normas modificatorias, siempre que utilicen recursos hidráulicos y otros renovables y en tanto no hayan iniciado sus operaciones productivas”.

**Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y D.S. N° 009 – 93, Reglamento de Ley de Concesiones Eléctricas.**

Esta ley es la que contiene las disposiciones que norman todo lo referente a las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la Energía Eléctrica.

- i. Artículos N° 31°, 85°, 88°, 97°, 99° y 109° de la Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Ley N° 25844.
- ii. Artículos N° 188°, 189°, 239° y 290° de su Reglamento D.S. N°009–93 – EM.

**Normas DGE «Terminología en Electricidad» y «Símbolos Gráficos en Electricidad.**

Ley de Protección del Medio Ambiente y protección del patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.

## **NORMAS TÉCNICAS**

- a)** Decreto Supremo N° 020 – 1997 – EM (p. 11/Octubre/1997) Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos  
**Nota:** Incluye las modificaciones efectuadas mediante los Decretos Supremos N° 009 – 1999 – EM (11/Abril/1999), N° 13 – 2000 – EM (27/Julio/2000) y N° 040 – 2001 – EM (17/Julio/2001).
- b)** Resolución Directoral N° 014 – 2005 - EM/DGE (p. 03/Marzo/2005) Normas Técnicas para la Coordinación de la Operación en Tiempos Reales de los Sistemas Interconectados.
- c)** D.S. N° 029 – 1994 - EM (p. 08/Junio/1994) Reglamento de Protección del Medio Ambiental en las Actividades Energéticas.
- d)** Resolución Ministerial N° 013 – 2003 – EM/DM (p. 18/Enero/2003) Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución.
- e)** Resolución Ministerial N° 442 – 2004 – MEM/DM (p.30/Octubre/2004) Conexiones Eléctricas en Baja Tensión en Zonas de Concesión de Distribución Sustituye a la Norma DGE – 011– CE – 1.  
**Nota:** Mediante Resolución Ministerial N° 127 – 2005 – MEM/DM se suspende su vigencia.

## **NORMAS AMBIENTALES**

La certificación ISO 14001 es bien conocida en el sector industrial.

### **1.4. Formulación al Problema**

¿Cómo suministrar energía eléctrica al Terminal Portuario de Lambayeque aprovechando energía de las olas del mar?

### **1.5. Justificación del estudio**

#### **Tecnológico**

Cubrir parcialmente la demanda energética de un terminal portuario es de suma importancia, pues, esta área mercantil contiene un sin número de maquinarias que necesitan el consumo de energía eléctrica, lo que hace que la energía

proveniente de la red sea en cantidades exorbitantes; es por ello, que se buscan nuevas fuentes alternativas de energía, con el fin de cubrir parcialmente parte de la demanda de energía, esto se plantea el uso de la energía proveniente de las olas del mar. Hoy en día, existen innumerables tecnologías que viabilizan la opción de aprovechar el recurso energético undimotriz, diversos países como Portugal, Brasil, China, han instalado centrales mareomotrices y hasta la actualidad funcionan a su perfección, el Perú es la excepción, pues no presta importancia en mejorar estudios de viabilidad de este tipo de recurso energético.

### **Social**

La implementación de tecnología energética undimotriz trae como impacto social, el intercambio de conocimientos, experiencias y trabajo para diferentes sectores, tales como ingeniería, ciencias básicas, comercio, entre otras.

### **Económico**

Las energías alternativas o no convencionales traen consigo a largo plazo un balance económico positivo, pues estas compensan la inversión realizada al inicio del proyecto con un mantenimiento predictivo de sus instalaciones con costos sumamente bajos. Así mismo, esta fuente de energía es inagotable y generará flujo eléctrico constante el cual es utilizado para cubrir parte de la demanda energética de un terminal portuario. (Cabe resaltar que el sistema puede ser conectado a la red o aislado).

### **Ambiental**

La implementación de la tecnología energética undimotriz trae consigo un impacto positivo, pues no genera gases de efecto invernadero, no destruye la biota como algunos estudiosos afirman, al contrario, antes de realizar este tipo de proyectos se debe de hacer previamente un EIA (Estudio de Impacto Ambiental), con el fin que la Ingeniería armonice con la naturaleza y no provoque alteraciones en los ecosistemas marinos.

## **1.6 Hipótesis**

Mediante el diseño de sistema generación undimotriz se lograra suministrar energía eléctrica al Terminal Portuario de Lambayeque.

## **1.7 Objetivo**

### **General**

Diseño de sistema de generación undimotriz para suministrar energía eléctrica al Terminal Portuario Lambayeque.

### **Específicos**

- a) Determinar el cálculo de máxima demanda de energía eléctrica del Terminal Portuario de Lambayeque.
- b) Cuantificar el recurso energético undimotriz del litoral donde se ubicará la generación eléctrica undimotriz
- c) Determinar las características físicas, técnicas y funcionales de los diversos componentes del sistema de generación eléctrica undimotriz
- d) Realizar la evaluación económica del proyecto.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

#### No experimental

Será de carácter no experimental, pues no se construirá ni se manipularán las variables en forma directa o física, esto, se llevará a cabo en un trabajo de gabinete donde se procesará información brindada por instituciones competentes y confiables para luego proponer una alternativa de solución.

### 2.2 Variables, Operacionalización

#### Variable Independiente.

#### Diseño de un sistema de generación undimotriz

Variable Dependiente.

Suministrar energía eléctrica

Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<b>Variable Independiente</b> <b>Suministrar energía eléctrica</b> Diseño de sistema de generación undimotriz	Diseño de un sistema mecánico que tiene como objetivo aprovechar la energía originada por las olas del mar. (Toril, 2015,p.9)	Sistema mecánico de aprovechamiento energético undimotriz	Sistema mecánico	Localización geográfica de sistema undimotriz	Ficha de observación	Razón o proporción
				Amplitud de ola Nivel de olas Periodo de olas	Ficha de evaluación de datos hidrofísicos	Razón o proporción
<b>Variable dependiente</b> <b>Suministrar energía eléctrica</b>	Distribución de carga de un punto a otro a través de una diferencia de potencia contra tierra (minas, 2011,p.18)	Generación y distribución de flujo eléctrico partir de una fuente de energía convencional o no convencional.	Sistema eléctrico	Calcula de máxima demanda	Ficha de evaluación de cálculos	Razón o proporción

### 2.3 Población y Muestra

#### Población (N)

La Población está compuesta por las instalaciones del Terminal Portuario de Puerto Eten.

## Muestra(n)

Se ha tomado como muestra únicamente al Muelle con todas sus instalaciones, como parte del Terminal Marítimo de Puerto Eten.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Técnicas e Instrumentos

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Observación	Localización geográfica del sistema de generación undimotriz del terminal portuario Lambayeque	Ficha de observación Anexo 1
Trabajo de gabinete	Permite evaluar y cuantificar el recurso energético undimotriz del terminal portuario Lambayeque.	Ficha de evaluación de datos hidrofísicos Anexo 2
Trabajo de Gabinete	Permite evaluar y cuantificar la demanda energética del terminal portuario Lambayeque.	Diagrama de evaluación de cargas Anexo 3

### Validez y Confiabilidad

Los datos recolectados serán validados por las instituciones a las cuales se les solicitó dicha información mediante la emisión de un documento certificado por las mismas; estas instituciones son, APRL (Autoridad Portuaria Región Lambayeque), IMARPE (Instituto del Mar Peruano), Gerencia Ejecutiva de Energía y Minas de Lambayeque y la Dirección de Hidrografía y Navegación.

La confiabilidad de los resultados será garantizada mediante la validación de los instrumentos a usar, los cuales serán revisados, corregidos y verificados por los profesionales expertos en el tema.

## 2.5 Métodos de análisis de datos

El método a usarse está descrito en el siguiente diagrama de flujo:

### ETAPA 1

- A. Recopilar fotos de la zona de estudio (Zonificación).
- B. Recopilar datos (data loggers) del IMARPE y Dirección de Hidrografía y Navegación.

## **ETAPA 2**

- A. Calcular la energía undimotriz usando las relaciones entre periodos y alturas de olas.
- B. Caracterizar la potencial zona energética para la generación de energía eléctrica.
- C. Calcular la demanda energética proyectada en el Terminal portuario Lambayeque.

## **ETAPA 3**

- A. Diseñar y evaluar el sistema de generación undimotriz en el Terminal portuario Lambayeque.
- B. Realizar la evaluación económica-financiera del proyecto.

### **2.6 Aspectos Éticos**

El investigador queda comprometido en recopilar datos confiables y veraces, así como realizar la consulta a expertos en forma profesional manteniendo la rigurosidad científica. También se compromete en compartir parte de la información necesaria para la comprensión del trabajo de investigación, siempre y cuando se mantenga el carácter de derecho de autor en caso se disponga de planos, diseños y/o cualquier material que ponga en peligro su titularidad. El investigador se comprometerá a respetar todas las pautas necesarias dadas por los especialistas y jurado evaluador, de tal manera que esta investigación represente un aporte científico para el desarrollo social y cuidado del medio ambiente.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Cálculo de la Máxima Demanda de energía eléctrica del Terminal Portuario de Lambayeque.

El cálculo de la Máxima Demanda de Energía Eléctrica del Terminal Portuario, de acuerdo al alcance del presente trabajo de investigación está referido al Muelle, es decir al desembarcadero incluyendo las Oficinas Administrativas.

Para ello hemos hecho uso del Código Nacional Eléctrico – Utilización.

El resultado lo podemos apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 1

#### CALCULO DE LA MAXIMA DEMANA

Descripción	Area (m <sup>2</sup> )	Carga Unitaria (W/m <sup>2</sup> )	Potencia Instalada (kW)
Iluminación y Tomacorrientes (*)	10000	20	200,0
Máquinas Herramientas	Cant.	Potencia (kW)	Potencia Instalada (kW)
Grúas de muelle ZPMC Super Post Panamax	2	250	500,0
Grúa de muelle Krupp tipo Panamax	1	100	100,0
<b>TOTAL</b>			<b>800,0</b>
			<b>Reserva (25%)</b>
			<b>200,0</b>
			<b>Potencia Instalada (kW)</b>
			<b>1000,0</b>
			<b>Potencia Instalada (MW)</b>
			<b>1,0</b>

Calculo de máxima demanda

(\*) El Área Total incluye el Área Techada y No Techada

(\*\*) La información de la Máquinas Herramientas ha sido proporcionada por la Autoridad Portuaria Regional de Lambayeque.



### 3.2 Determinación del recurso energético undimotriz del litoral donde se ubicará la generación eléctrica undimotriz.

A partir del análisis de la altura y tiempo promedio de las olas durante los años 2014 – 2016 logrando determinar el flujo energético.

Parámetro de las olas para cálculo del flujo energético del distrito de Puerto Eten

El parámetro que caracterizan en el año 2014 son:

$$\text{Longitud de onda } (\lambda): \quad \lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \quad \text{Ec. 1}$$

Tabla 2

Año 2014 Mes	Gravedad (g)	Periodo de olas (Seg)	$\pi$	Longitud de onda ( $\lambda$ )
Enero	9.81	16	3.1415	399.71
Febrero	9.81	15	3.1415	351.31
Marzo	9.81	16	3.1415	399.71
Abril	9.81	15	3.1415	351.31
Mayo	9.81	15	3.1415	351.31
Junio	9.81	15	3.1415	351.31
Julio	9.81	16	3.1415	399.71
Agosto	9.81	15	3.1415	351.31
Septiembre	9.81	15	3.1415	351.31
Octubre	9.81	16	3.1415	399.71
Noviembre	9.81	16	3.1415	399.71
Diciembre	9.81	15	3.1415	351.31

Fuente: Elaboración Propia

Longitud de onda

En la Tabla 2 se observan los datos de longitud de onda a partir de la aplicación de la Ec. 1, teniendo como información base el tiempo, siendo la onda promedio para ese año 371 m.

**Velocidad de traslación (C):**

$$C = \frac{\lambda}{T} \quad \text{Ec. 2}$$

Tabla 3

Fuente: Elaboración Propia

<b>Año 2014 Mes</b>	<b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b>	<b>Periodo de olas (Seg)</b>	<b>Celeridad de la ola (C)</b>
<b>Enero</b>	399.71	16	24.98
<b>Febrero</b>	351.31	15	23.42
<b>Marzo</b>	399.71	16	24.98
<b>Abril</b>	351.31	15	23.42
<b>Mayo</b>	351.31	15	23.42
<b>Junio</b>	351.31	15	23.42
<b>Julio</b>	399.71	16	24.98
<b>Agosto</b>	351.71	15	23.45
<b>Septiembre</b>	351.71	15	23.45
<b>Octubre</b>	399.71	16	24.98
<b>Noviembre</b>	399.71	16	24.98
<b>Diciembre</b>	351.31	15	23.42

Celeridad de la ola

En la tabla 3 se observan los datos de velocidad de traslación a partir de la aplicación de la Ec. 2 , teniendo como información base la longitud y la base de datos, siendo la velocidad de traslación promedio para ese año 24 m/s.

**Celeridad del grupo (Cg):**

$$Cg = \frac{C}{2} \quad \text{Ec. 3}$$

Tabla 4

	<b>Celeridad de la ola (C)</b>	<b>Celeridad del grupo (Cg)</b>
<b>AÑO 2014 MES</b>		
<b>Enero</b>	24.98	12.49
<b>Febrero</b>	23.42	11.71
<b>Marzo</b>	24.98	12.49
<b>Abril</b>	23.42	11.71
<b>Mayo</b>	23.42	11.71
<b>Junio</b>	23.42	11.71
<b>Julio</b>	24.98	12.49
<b>Agosto</b>	23.45	11.725
<b>Septiembre</b>	23.45	11.725
<b>Octubre</b>	24.98	12.49
<b>Noviembre</b>	24.98	12.49
<b>Diciembre</b>	23.42	11.71

Fuente: Elaboración Propia

Celeridad de grupo

En la tabla 4 se observan los datos de celeridad de grupo a partir de la aplicación de la Ec. 3, teniendo como información base la celeridad de grupo, siendo la velocidad promedio para ese año 12 m/s.

**Flujo de energía (kW/m):**

$$\frac{\rho * g * H^2}{8} * Cg \quad \text{Ec. 4}$$

Tabla 5

<b>Data Año 2014 Mes</b>	<b>Densidad (ρ)</b>	<b>Gravedad (g)</b>	<b>Nivel de ola (m)</b>	<b>Celeridad del grupo (Cg)</b>	<b>Flujo de energía kW/m</b>
<b>Enero</b>	1028	9.81	1.60	12.5	40.31
<b>Febrero</b>	1028	9.81	1.40	11.7	28.93
<b>Marzo</b>	1028	9.81	1.50	12.5	35.43
<b>Abril</b>	1028	9.81	1.95	11.7	56.13
<b>Mayo</b>	1028	9.81	2.05	11.7	62.03
<b>Junio</b>	1028	9.81	2.10	11.7	65.10
<b>Julio</b>	1028	9.81	1.90	12.5	56.84
<b>Agosto</b>	1028	9.81	2.10	11.7	65.15
<b>Setiembre</b>	1028	9.81	1.90	11.7	53.33
<b>Octubre</b>	1028	9.81	2.10	12.5	69.43
<b>Noviembre</b>	1028	9.81	2.30	12.5	83.29
<b>Diciembre</b>	1028	9.81	1.70	11.7	42.66

Fuente: Elaboración Propia

Flujo de energía

En la tabla 5 se observan los datos de flujo de energía a partir de la aplicación de la Ec. 4, teniendo como información base el nivel de ola y celeridad de grupo, siendo el Flujo de Energía promedio para ese año 55 kW/m.

**Energía Total (kJ/m<sup>2</sup>):**

$$\frac{1}{2} \rho * g * H^2 * \lambda \quad \text{Ec. 5}$$

Tabla 6

Fuente: Elaboración Propia

<b>Data Año 2014</b>	<b>Densidad (ρ)</b>	<b>Gravedad (g)</b>	<b>Nivel de ola (m)</b>	<b>Longitud de onda (λ)</b>	<b>Energía (kJ/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Enero</b>	1028	9.81	1.60	399.71	5159.613
<b>Febrero</b>	1028	9.81	1.40	351.31	3471.992
<b>Marzo</b>	1028	9.81	1.50	399.71	4534.816
<b>Abril</b>	1028	9.81	1.95	351.31	6735.842
<b>Mayo</b>	1028	9.81	2.05	351.31	7444.411
<b>Junio</b>	1028	9.81	2.10	351.31	7811.982
<b>Julio</b>	1028	9.81	1.90	399.71	7275.860
<b>Agosto</b>	1028	9.81	2.10	351.71	7820.877
<b>Setiembre</b>	1028	9.81	1.90	351.71	6402.123
<b>Octubre</b>	1028	9.81	2.10	399.71	8888.239
<b>Noviembre</b>	1028	9.81	2.30	399.71	10661.856
<b>Diciembre</b>	1028	9.81	1.70	351.31	5119.417

Total de energía

En la tabla 6 se observan los datos de energía total a partir de la aplicación de la Ec. 5, teniendo como información base nivel de ola y longitud de la onda, siendo la Energía Total promedio para ese año 6777 kJ/ m<sup>2</sup>.

**El parámetro que caracterizan en el año 2015 son:**

**Longitud de Onda ( λ ):**

$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \quad \text{Ec. 1}$$

Tabla 7

<b>AÑO 2015</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Periodo de</b>		<b>Longitud</b>
<b>MES</b>	<b>(g)</b>	<b>olas (Seg)</b>	<b><math>\pi</math></b>	<b>de onda (<math>\lambda</math>)</b>
<b>Enero</b>	9.81	13	3.1415	263.87
<b>Febrero</b>	9.81	14	3.1415	306.03
<b>Marzo</b>	9.81	15	3.1415	351.31
<b>Abril</b>	9.81	15	3.1415	351.31
<b>Mayo</b>	9.81	16	3.1415	399.71
<b>Junio</b>	9.81	15	3.1415	351.31
<b>Julio</b>	9.81	15	3.1415	351.31
<b>Agosto</b>	9.81	14	3.1415	306.03
<b>Septiembre</b>	9.81	15	3.1415	351.31
<b>Octubre</b>	9.81	16	3.1415	399.71
<b>Noviembre</b>	9.81	16	3.1415	399.71
<b>Diciembre</b>	9.81	15	3.1415	351.31

Fuente: Elaboración Propia

Longitud de onda

En la Tabla 7 se observan los datos de longitud de onda a partir de la aplicación de la Ec. 1, teniendo como información base el tiempo, siendo la Longitud de onda promedio para ese año 348 m.

**Velocidad de Traslación (C):**

$$C = \frac{\lambda}{T} \quad \text{Ec. 2}$$

Tabla 8

<b>AÑO 2015 MES</b>	<b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b>	<b>Periodo de olas (Seg)</b>	<b>Celeridad de la ola (C)</b>
<b>Enero</b>	263.87	13	20.30
<b>Febrero</b>	306.03	14	21.86
<b>Marzo</b>	351.31	15	23.42
<b>Abril</b>	351.31	15	23.42
<b>Mayo</b>	399.71	16	24.98
<b>Junio</b>	351.31	15	23.42
<b>Julio</b>	351.31	15	23.42
<b>Agosto</b>	306.03	14	21.86
<b>Septiembre</b>	351.71	15	23.45
<b>Octubre</b>	399.71	16	24.98
<b>Noviembre</b>	399.71	16	24.98
<b>Diciembre</b>	351.31	15	23.42

Fuente: Elaboración Propia

Velocidad de Traslación

En la tabla 8 se observan los datos de velocidad de traslación a partir de la aplicación de la Ec. 2, teniendo como información base la longitud y la base de datos, siendo la velocidad promedio para ese año 23 m/s.

**Celeridad del Grupo (  $Cg$  ):**

$$Cg = \frac{C}{2} \quad \text{Ec. 3}$$

Tabla 9

	<b>AÑO 2015 MES</b>	<b>Celeridad de la ola (C)</b>	<b>Celeridad del grupo (Cg)</b>
Fuente: Elaboración Propia	<b>Enero</b>	20.3	10.15
	<b>Febrero</b>	21.86	10.93
	<b>Marzo</b>	23.42	11.71
	<b>Abril</b>	23.42	11.71
	<b>Mayo</b>	24.98	12.49
	<b>Junio</b>	23.42	11.71
	<b>Julio</b>	21.96	10.98
	<b>Agosto</b>	21.86	10.93
	<b>Septiembre</b>	23.45	11.73
	<b>Octubre</b>	24.98	12.49
	<b>Noviembre</b>	24.98	12.49
	<b>Diciembre</b>	23.42	11.71

En la tabla 9 se observan los datos de celeridad de grupo a partir de la aplicación de la Ec. 3, teniendo como información base la celeridad de grupo, siendo la velocidad promedio para ese año 12 m/s.

**Flujo de Energía (kW/m):**

$$\frac{\rho * g * H^2}{8} * Cg \quad \text{Ec. 4}$$



Tabla 10

<b>Data Año 2015</b>	<b>Densidad (ρ)</b>	<b>Gravedad (g)</b>	<b>Nivel de ola (m)</b>	<b>Celeridad del grupo (Cg)</b>	<b>Flujo de energía kW/m</b>
<b>Enero</b>	1028	9.81	1.5	10.15	28.79
<b>Febrero</b>	1028	9.81	1.6	10.93	35.27
<b>Marzo</b>	1028	9.81	1.5	11.71	33.21
<b>Abril</b>	1028	9.81	1.4	11.71	28.93
<b>Mayo</b>	1028	9.81	1.7	12.49	45.50
<b>Junio</b>	1028	9.81	2.0	11.71	59.05
<b>Julio</b>	1028	9.81	1.8	10.98	44.85
<b>Agosto</b>	1028	9.81	2.1	10.93	60.76
<b>Setiembre</b>	1028	9.81	2.2	11.73	71.57
<b>Octubre</b>	1028	9.81	2.4	12.49	90.69
<b>Noviembre</b>	1028	9.81	1.9	12.49	56.84
<b>Diciembre</b>	1028	9.81	1.8	11.71	47.83

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Energía

En la tabla 10 se observan los datos de flujo de energía a partir de la aplicación de la Ec. 4, teniendo como información base el nivel de ola y celeridad de grupo, siendo la Energía Total promedio para ese año 50 kW/m.

**Energía NJ Total (kJ/m<sup>2</sup>)**

$$\frac{1}{2} \rho * g * H^2 * \lambda \quad \text{Ec. 5}$$

Tabla 11

Fuente: Elaboración Propia

<b>Data Año 2015</b>	Densidad ( $\rho$ )	Gravedad (g)	Nivel de ola (m)	Longitud de onda ( $\lambda$ )	Energía (kJ/m <sup>2</sup> )
<b>Enero</b>	1028	9.81	1.5	263.87	2993.68
<b>Febrero</b>	1028	9.81	1.6	306.03	3950.35
<b>Marzo</b>	1028	9.81	1.5	351.31	3985.71
<b>Abril</b>	1028	9.81	1.4	351.31	3471.99
<b>Mayo</b>	1028	9.81	1.7	399.71	5824.72
<b>Junio</b>	1028	9.81	2.0	351.31	7085.70
<b>Julio</b>	1028	9.81	1.8	351.31	5739.42
<b>Agosto</b>	1028	9.81	2.1	306.03	6805.10
<b>Setiembre</b>	1028	9.81	2.2	351.71	8583.46
<b>Octubre</b>	1028	9.81	2.4	399.71	11609.13
<b>Noviembre</b>	1028	9.81	1.9	399.71	7275.86
<b>Diciembre</b>	1028	9.81	1.8	351.31	5739.42

Energía Total

En la tabla 11 se observan los datos de energía total a partir de la aplicación de la Ec. 5, teniendo como información base nivel de ola y longitud de la onda, siendo la Energía Total promedio para ese año 6089 kJ/ m<sup>2</sup>.

**El parámetro que caracterizan en el año 2016 son:**

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):**

$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \quad \text{Ec. 1}$$

Tabla 12

Fuente: Elaboración Propia

AÑO 2016 MES	Gravedad (g)	Periodo de olas (Seg)	$\pi$	Longitud de onda ( $\lambda$ )
Enero	9.81	14	3.1415	306.03
Febrero	9.81	15	3.1415	351.31
Marzo	9.81	16	3.1415	399.71
Abril	9.81	15	3.1415	351.31
Mayo	9.81	14	3.1415	306.03
Junio	9.81	15	3.1415	351.31
Julio	9.81	15	3.1415	351.31
Agosto	9.81	14	3.1415	306.03
Septiembre	9.81	16	3.1415	399.71
Octubre	9.81	16	3.1415	399.71
Noviembre	9.81	16	3.1415	399.71
Diciembre	9.81	15	3.1415	351.31

Longitud de onda

En la Tabla 12 se observan los datos de longitud de onda a partir de la aplicación de la Ec. 1, teniendo como información base el tiempo, siendo la longitud de onda promedio para ese año 356 m.

**Velocidad de traslación (C):**

$$C = \frac{\lambda}{T} \quad \text{Ec. 2}$$

Tabla 13

Fuente: Elaboración Propia

<b>AÑO 2016 MES</b>	<b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b>	<b>Periodo de olas (Seg)</b>	<b>Celeridad de la ola (C)</b>
<b>Enero</b>	306.00	14	21.86
<b>Febrero</b>	351.31	15	23.42
<b>Marzo</b>	399.71	16	24.98
<b>Abril</b>	351.31	15	23.42
<b>Mayo</b>	306.03	14	21.86
<b>Junio</b>	351.31	15	23.42
<b>Julio</b>	351.31	15	23.42
<b>Agosto</b>	306.03	14	21.86
<b>Septiembre</b>	399.71	16	24.98
<b>Octubre</b>	399.71	16	24.98
<b>Noviembre</b>	399.71	16	24.98
<b>Diciembre</b>	351.31	15	23.42

Velocidad de traslación

En la tabla 13 se observan los datos de velocidad de traslación a partir de la aplicación de la Ec. 2 , teniendo como información base la longitud y la base de datos, siendo la velocidad promedio para ese año 24 m/s.

**Celeridad del grupo ( $C_g$ ):**

$$C_g = \frac{c}{2} \quad \text{Ec. 3}$$

Tabla 14

AÑO 2016 MES	Celeridad de la ola (C)	Celeridad del grupo (Cg)
Enero	21.86	10.93
Febrero	23.42	11.71
Marzo	24.98	12.49
Abril	23.42	11.71
Mayo	21.86	10.93
Junio	23.42	11.71
Julio	23.42	11.71
Agosto	21.86	10.93
Septiembre	24.98	12.49
Octubre	24.98	12.49
Noviembre	24.98	12.49
Diciembre	23.42	11.71

Celeridad de grupo

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 14 se observan los datos de celeridad de grupo a partir de la aplicación de la Ec. 3, teniendo como información base la celeridad de grupo, siendo la velocidad promedio para ese año 12 m/s.

**Flujo de energía (kW/m):**

$$\frac{\rho * g * H^2}{8} * Cg \quad \text{Ec. 4}$$

Tabla 15

Fuente: Elaboración Propia

<b>Data Año 2016</b>	Densidad (ρ)	Gravedad (g)	Nivel de ola (m)	Celeridad del grupo (Cg)	Flujo de energía kW/m
<b>Enero</b>	1028	9.81	1.4	10.93	27.01
<b>Febrero</b>	1028	9.81	1.5	11.71	33.21
<b>Marzo</b>	1028	9.81	1.5	12.49	35.43
<b>Abril</b>	1028	9.81	1.5	11.71	33.21
<b>Mayo</b>	1028	9.81	1.9	10.93	49.74
<b>Junio</b>	1028	9.81	1.8	11.71	47.83
<b>Julio</b>	1028	9.81	1.8	11.71	47.83
<b>Agosto</b>	1028	9.81	2.0	10.93	55.11
<b>Setiembre</b>	1028	9.81	1.9	12.49	56.84
<b>Octubre</b>	1028	9.81	2.1	12.49	69.43
<b>Noviembre</b>	1028	9.81	2.4	12.49	90.69
<b>Diciembre</b>	1028	9.81	1.7	11.71	42.66

Flujo de energía

En la tabla 15 se observan los datos de flujo de energía a partir de la aplicación de la Ec. 4 , teniendo como información base el nivel de ola y celeridad de grupo, siendo el Flujo de Energía promedio para ese año 49 kW/m.

**Energía total (kJ/m<sup>2</sup>):**

$$\frac{1}{2} \rho * g * H^2 * \lambda \quad \text{Ec. 5}$$

Tabla 16

Fuente: Elaboración Propia

<b>Data Año 2016</b>	<b>Densidad (<math>\rho</math>)</b>	<b>Gravedad (g)</b>	<b>g de ola (m)</b>	<b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b>	<b>Energía (kJ/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Enero</b>	1028	9.81	1.4	306.00	3024.19
<b>Febrero</b>	1028	9.81	1.5	351.31	3985.70
<b>Marzo</b>	1028	9.81	1.5	399.71	4534.81
<b>Abril</b>	1028	9.81	1.5	351.31	3985.70
<b>Mayo</b>	1028	9.81	1.9	306.03	5570.61
<b>Junio</b>	1028	9.81	1.8	351.31	5739.41
<b>Julio</b>	1028	9.81	1.8	351.31	5739.41
<b>Agosto</b>	1028	9.81	2.0	306.03	6172.42
<b>Setiembre</b>	1028	9.81	1.9	399.71	7275.86
<b>Octubre</b>	1028	9.81	2.1	399.71	8888.23
<b>Noviembre</b>	1028	9.81	2.4	399.71	11609.12
<b>Diciembre</b>	1028	9.81	1.7	351.31	5119.41

**Energía total (kJ/m<sup>2</sup>):**

En la tabla 16 se observan los datos de energía total a partir de la aplicación de la Ec. 5, teniendo como información base nivel de ola y longitud de la onda, siendo la Energía Total promedio para ese año 5970 kJ/ m<sup>2</sup>.

En la Tabla siguiente podemos apreciar el resumen de los datos presentados anteriormente.

Tabla 17

Fuente: Elaboración Propia	<b>AÑO</b>	<b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b>	<b>Celeridad de la ola (C)</b>	<b>Celeridad del grupo (Cg)</b>	<b>Flujo de energía kW/m</b>	<b>Energía (kJ/m<sup>2</sup>)</b>
	<b>2014</b>	371	24	12	55	6777
	<b>2015</b>	348	23	12	50	6089
	<b>2016</b>	356	24	12	49	5970
	<b>Promedio</b>	359	24	12	51	6279

Resumen de los cálculos realizados

De la Tabla anterior podemos concluir que el Flujo de Energía obtenido de las olas es de 51 kW/m, para el presente trabajo de investigación se asumirá un valor de **50,0 kW/m**.



### **3.3 Características físicas, técnicas y funcionales de los diversos componentes del sistema de generación eléctrica undimotriz.**

#### **Ubicación del Sistema de Generación Eléctrica Undimotriz**

Para la ubicación del Sistema de Generación Eléctrica se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

**a. Cercanía al Muelle**

**b. Rigidez de la Orilla**

Por lo tanto el Sistema de Generación Eléctrica Undimotriz se ubicará en las siguientes **coordenadas UTM (WGS 84): E 625249 N 9233223.**

#### **Selección de la Minicentral Undimotriz**

Realizado el análisis de periodo y nivel de ola en la zona costera de Puerto Eten podemos seleccionar el sistema adecuado para la generación de energía Undimotriz, siendo elegida la tecnología Columna Oscilante de Agua (OWC). Este método, perteneciente a la rama de aprovechamiento de las olas o energía Undimotriz.

##### **A. Criterios de Selección OWC.**

Existen numerosas tecnologías capaces de aprovechar la energía de las olas, como se menciona en el capitulo 3; para esta investigación se utilizó la tecnología columna de agua oscilante (OWC), siguiendo los siguientes criterios:

##### **B. Según la Ubicación**

Dispositivo OWC en costa; se trata de dispositivos apoyados o sujetos en lugares rocosos, integrados en estructuras fijas como diques o rompeolas o sobre aguas pocas profundas. Este dispositivo también se conoce como dispositivo de primera generación. (Duran San Lazaro & Vásquez Ruiz, 2014)

Los dispositivos OWC presentan ventajas importantes en términos de mayor supervivencia y menos distancia a costa para el transporte e integración de la energía producida. (Duran San Lazaro & Vásquez Ruiz, 2014)

### **C. Según la Orientación**

La tecnología OWC son dispositivos alargados situados perpendicularmente a la dirección del avance de la ola, es decir, paralelos al frente de las olas, lo que permite un mejor aprovechamiento de las olas de la zona costera. (Duran San Lazaro & Vásquez Ruiz, 2014)

### **D. Según la Extracción de Energía**

La tecnología OWC permite una mejor extracción, debido al movimiento de las olas, se comprime y descomprime aire de sus cámaras siendo este el encargado de accionar una turbina. (Duran San Lazaro & Vásquez Ruiz, 2014)

### **E. Según el Principio de Captación**

La tecnología de columna de agua oscilante; mediante una cámara semisumergida abierta por la parte inferior, el movimiento alternativo de las olas hace subir y bajar el nivel de agua en la misma, desplazando el volumen de aire interno. Este flujo de aire acciona una turbina que con un diseño especial gira siempre en el mismo sentido a pesar del flujo de aire bidireccional. (Duran San Lazaro & Vásquez Ruiz, 2014).

### **Selección de la Turbina**

La turbina Wells fue desarrollada especialmente para la aplicación en dispositivos OWC, objeto de este proyecto, y permite absorber la energía cinética neumática de una columna de agua oscilante. Ésta es una turbina de flujo axial, es decir, el flujo de aire que la atraviesa se mueve en dirección paralela a su eje de giro, y es capaz de girar en un mismo sentido con independencia del sentido de incidencia del flujo de aire, puesto que posee álabes simétricos.

### **Especificaciones de Turbina Seleccionada:**

La turbina seleccionada es una turbina de tipo Wells dado que son las turbinas más utilizadas en las instalaciones OWC debido a su sencillo diseño y fácil fabricación.

Estas turbinas traen consigo montadas en el mismo eje el grupo generador, que describiremos más adelante, formando grupos turbogeneradores completos cada una de ellas dando **que estas turbinas no son muy comunes, el nivel de personalización y adaptación a la situación en la que se necesitan es muy alto.**

**En nuestro caso.**

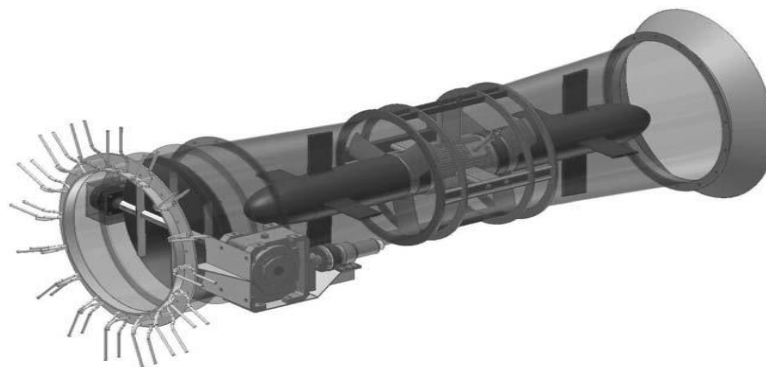
Tabla 18

Características	
Potencia Nominal	55 kW
Tipo	Paso fijo
Altura	2,83 m
Ancho Máximo	1,25 m
Peso total	1200 Kg
Número de rotores	2
Alabes simétricos	5
Volante de inercia	Incorporado
Atenuador de sonido	Acoplado (parte final)
Inyectores de agua dulce para limpieza de los alabes	Si
Velocidad de giro	Limitada entre 1000 rpm – 5000 rpm (por protección)
Turbina de eje vertical	Acoplamiento con el generador

Características Turbina

Figura N° 14

Fuente: <http://enerview.blogspot.pe/2013/05/aplicacion-de-turbinas-wells-energia.htm>



Turbina Wells

### Dique de abrigo

Para que se pudiera albergar la Minicentral undimotriz en toda su extensión era necesaria la construcción de un dique hasta una zona en la que el calado

permitiera el funcionamiento continuado de la Minicentral tanto en bajamar como en pleamar.

Al recabar información sobre la zona y la profundidad se descubrió que en el proyecto inicial de dique para la zona costera de Puerto Eten estaba proyectada a 25 m. Para aprovechar el recurso energético de mejor manera se optó por girar 25° respecto al eje del dique proyectado, para así colocar las cámaras perpendiculares al frente de ola y mejorar el aprovechamiento.

Valoraciones previas:

- Profundidad de la zona apta para la instalación
- Longitud inicial proyectada del dique
- Cota del suelo del dique actual
- Dirección del frente de ola mayoritario
- Posibilidades de acometer la obra

Características:

Tabla 19

<b>Características</b>	
Longitud tramo de dique	25 m
Altura desde el 0 de la zona costera	12,7 m
Cota de la base del dique respecto al 0 a la zona costera	-3,00 m
Anchura del dique:	12,25 m
Fabricado en pieza de hormigón	HA-35
Densidad del hormigón armado	2400 kg/m <sup>3</sup>
Área aproximada de cada pieza	22 m <sup>2</sup>

Características Dique de Abrigo

### **Selección de la Cámara**

La cámara es la parte de la instalación encargada de transformar la energía de las olas en energía neumática para posteriormente ser aprovechada por la turbina.

La cámara está abierta por la parte inferior, por donde accede el agua, por tanto es sensible a los cambios de presión producidos con la ida y venida de las olas, dando lugar a una variación en el eje vertical de la superficie libre generando un flujo bidireccional.

Características constructivas:

- a. Longitud total de la cámara 12 m**
- b. Altura de la superficie libre en pleamar máxima 5,40 m**
- c. Altura de la superficie libre en BMVE 3 m
- d. Área de la superficie libre 14 m<sup>2</sup>
- e. Ancho de la cámara 4,50 m
- f. Área de la boca de la cámara 12 m<sup>2</sup>
- g. Diámetro agujero turbina 1 m
- h. Número de cámaras 20
- i. En la boca de la cámara se instalará una compuerta para permitir trabajos de mantenimiento, íntegramente formada por hormigón, debido a los niveles de agua en la zona, difícil acceso de algas o material flotante al interior de la cámara.

### **Selección de la compuerta**

Para impedir la entrada del agua en la cámara, bien para realizar alguna revisión periódica, reparación o para la limpieza de posibles sedimentos que se depositen en la base de la cámara y reduzcan la altura disponible de la misma, se colocará una compuerta en cada una de las 20 cámaras de la instalación.

Características:

- a. Las compuertas serán de chapa de acero inoxidable para evitar la corrosión y se accionarán mediante sistema hidráulico.
- b. Cada compuerta tiene 3,10 metro de anchura por 3,20 metros de altura.
- c. Irán ubicadas sobre guías metálicas colocadas en la parte exterior de la instalación para así no modificar la geometría de la cámara y permitir su accionamiento manual en caso de fallo.
- d. Estarán controladas con un servomotor desde el edificio de la central.

### **Válvula de Mariposa**

Como órgano de cierre de seguridad se colocará en la parte inferior de la turbina una válvula de mariposa. Esta válvula aislará la cámara de la turbina para que esta no sufra posibles daños si el oleaje produce presiones de aire muy elevadas que conlleven al embalsamiento de las mismas.

### **Características:**

- a. Diámetro nominal: 1000 mm
- b. De acero inoxidable
- c. Presión de trabajo: 10 bares
- d. Par de accionamiento: 300kgm
- e. Cierre eléctrico o por gravedad
- f. Tiempo de cierre automático: 5 segundos.
- g. Prueba del cierre: 12 bares
- h. Prueba del cuerpo: 15 bares

### **Edificio de la Minicentral**

Aunque la parte puramente constructiva no es el objetivo de este proyecto al igual que con el dique se ha querido perfilar las líneas generales de la construcción para dar una visión más completa del proyecto.

En el caso del edificio de la Minicentral la solución adquirida está formada por una serie de módulos prefabricados de chapa de acero inoxidable con un tratamiento contra la corrosión idéntico al que traen los contenedores marinos utilizados en el transporte marítimo.

### **Características:**

Planta de 90 metros de largo por 4 metros de ancho y altura de 3 metros.

Albergará grupos turbogeneradores, medida y paneles de mando y control.

La zona de techo sobre cada grupo turbogenerador es desmontable para facilitar las labores de entrada y salida de los voluminosos grupos.

### **Generador**

En lo referente al generador, teniendo en cuenta que la turbina Wells opera de forma óptima bajo un régimen de velocidades variables dependiendo del oleaje, se torna adecuado el uso de un generador de inducción variable como es el DFIG.

Las siglas **DFIG** representan la abreviatura del término inglés **Double Fed Induction Generator** o lo que es lo mismo **generador de inducción doblemente alimentado**. Aunque es un tipo de generador relativamente moderno, se espera que en los próximos años crezca su utilización

principalmente en los sectores eólico y marino tanto en centrales de olas como de corrientes.

La principal razón de la popularidad de los DFIGS es su capacidad de suministrar potencia a tensión y frecuencia constante a medida que la velocidad del rotor varía así como de controlar de una manera sencilla el factor de potencia.

El funcionamiento del DFIG se basa en el generador de inducción trifásico con rotor devanado en el cual el rotor es alimentado mediante algún convertidor de frecuencia (AC/DC/AC converter) para posibilitar la operación del sistema de manera estable aún a velocidad variable. Por su parte, el estator se encuentra conectado directamente a la red.

En nuestro caso el generador se encuentra montado directamente sobre el eje de la turbina. Dado a que los grupos turbogeneradores se venden completos y que actualmente el desarrollo de su tecnología esconde algo de secretismo, la compañía fabricante consultada no nos ha facilitado demasiados datos sobre el mismo conociendo únicamente las siguientes

Características:

- a. Generador Asíncrono
- b. Velocidad nominal: 3000 RPM
- c. Potencia nominal: 55 kW
- d. Tensión nominal: 400 V
- e. Disposición vertical
- f. Frecuencia de trabajo: 0 – 80 Hz
- g. Tipo de bobinado: Jaula de Ardilla
- h. Vida útil de al menos 100 000 horas

### **Sistema Conversor AC/DC/AC**

El control de la señal de salida de los generadores por medio del sistema de regulación nos permite obtener una señal de calidad, no debemos olvidar la variabilidad que nos produce en nuestra producción los cambios en el recurso marino. Por ese motivo, se decide implementar un sistema de conversión AC/DC/AC que nos asegure unos parámetros de salida a la red óptimos.

La señal de cada generador, con una tensión de 400 V, se introduce en un sistema conversor de frecuencia de potencia 55 kW y tensión nominal 460 V. A

la salida de este sistema, formado por un inversor con resistor para descarga de energía, un fusible rápido y un seccionador, obtenemos una tensión en DC de 750 V.

Para mejorar la aproximación a la curva de producción y teniendo en cuenta las grandes diferencias en consumo existentes entre la noche y el día para la zona costera de Puerto Eten, se decide formar 5 grupos de cuatro turbinas cada uno. A continuación, la señal de cada 4 turbinas se introduce en un sistema convertidor de 220 kW capaz de pasar de 750 V de DC a 460 V de AC, a 60 Hz y en fase con la red. Este segundo sistema de conversión es más complejo que el anterior estando formado por convertidores de frecuencia, fusibles, filtros, un rectificador. Ahora ya tenemos 5 señales perfectas para conectar a la red eléctrica sin problemas y con la posibilidad de poder restringir la producción en 5 escalones de potencia.

### **Sistema de Regulación del Turbogenerador**

Sistema OWC desarrollado en la investigación consta de las siguientes partes:

Las olas que entran al dispositivo convertidor.

La cámara de captura, la cual transforma la energía incidente de las olas en energía neumática.

La turbina Wells que transforma esa energía neumática en mecánica

El generador de inducción doblemente alimentado, que la convierte en energía eléctrica liberándola hacia la red.

Además, se eligen como actuadores: un convertidor de frecuencia en configuración “back-to-back”, formado por los convertidores de tensión RSC (Rotor Side Converter) y GSC (Grid Side Converter) acoplados por medio de un condensador de enlace C.

Una válvula serie y el circuito de protección, Crowbar, para la superación de los huecos de tensión de la red eléctrica.

### **Transformador de Potencia**

Tiene la misión de elevar la tensión del generador a un valor normalizado adecuado para el transporte. En este caso la energía producida se va a ceder a una red de transporte cercana a la central cuya tensión es de hasta 10 kV.



Dadas las características de la localización de nuestro centro de transformación se ha optado por elegir un transformador de tipo seco encapsulado al vacío. Este tipo de transformador está diseñado a prueba de humedad y es adecuado para funcionar en ambientes húmedos o muy contaminados. Están exentos de mantenimiento y tiene una vida útil más elevada que sus competidores.

Su elección además está relacionada con el inexistente riesgo de fugas de sustancias inflamables o contaminantes que tiene esta tecnología. Son altamente reciclables (90%) y muy respetuosos con el medio ambiente.

En el trafo se realizarán dos ensayos fundamentales como son de vacío y el de cortocircuito, los cuales nos proporcionan una serie de datos y características como algunos de los anteriormente citados.

En el ensayo de vacío se obtienen las pérdidas en el hierro o pérdidas en vacío, las cuales tienen lugar en el circuito magnético.

Estas pérdidas para una tensión primaria constante son también sensiblemente constantes para cualquier régimen de carga. Igualmente se estima el valor de la intensidad de vacío. Esta es la corriente que circula por el primario con el secundario abierto. También puede proporcionar la relación de transformación nominal.

En el ensayo de cortocircuito se miden las pérdidas en el cobre o por efecto Joule, las cuales corresponden al régimen de plena carga, ya que circula  $I_n$  por los devanados. Estas son variables con el cuadrado de la intensidad.

Cumpliendo con lo anteriormente citado se ha elegido un transformador de la serie encapsulada al vacío de la marca ABB con las siguientes características

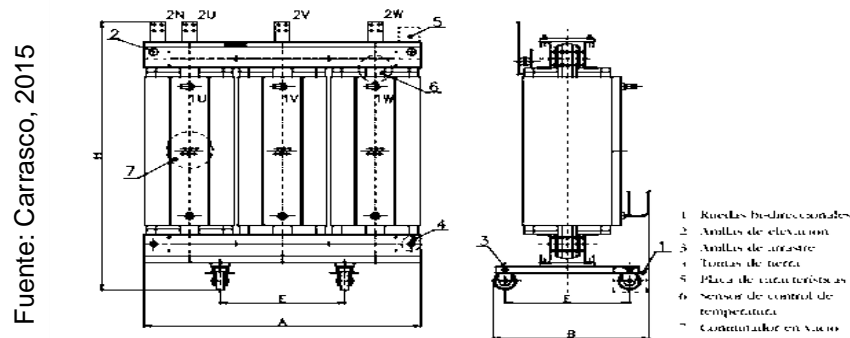
Tabla 20

<b>POTENCIA NOMINAL 1,3 MVA</b>	
<b>Pérdidas en vacío (Po)</b>	2500
<b>Pérdidas de carga (Pk) 75°C</b>	11130
<b>Pérdidas de carga (Pk) 120°C</b>	12500
<b>Impedancia en cortocircuito</b>	6
<b>Nivel de potencia sonora (LWA)</b>	74
<b>Longitud (A)</b>	1650
<b>Anchura (B)</b>	1000
<b>Altura (H)</b>	2009
<b>Peso</b>	3100
<b>Distancia entre ruedas (E)</b>	820
<b>Diámetro de las ruedas</b>	200
<b>Anchura de las ruedas (G)</b>	70

Fuente: <http://www02.abb.com/global/coabb/coabb051>.

## Datos técnicos IP 00- Transformador ABB

Figura 16



Dibujo acotado Transformadores de tipo seco encapsulado ABB IP 00

### Caseta prefabricada

En aras de proteger el transformador y toda la a paramenta de media tensión necesaria para la salida y distribución de la energía producida, se colocará una caseta monobloque prefabricada que acoja todo el conjunto.

Características:

- A. La caseta seleccionada deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - a. No deberá superar como máxima longitud los 4m, distancia aportada por el ancho del edificio de la Minicentral con el que deberá integrarse.
  - b. Deberá contar con una protección de al menos IP54 con características weatherproof y con todas las juntas entre el tejado y las paredes convenientemente selladas para evitar la entrada de agua.
  - c. La rejilla/rejillas de ventilación necesarias para evacuar el calor del CT deberán estar colocadas en el frente que mira hacia el puerto, evitando así que el oleaje pueda entrar de manera directa en el CT en días de fuerte marejada.
  - d. Deberá ajustarse a la estética del resto de la instalación minimizando el impacto visual.
  - e. Toda puerta o rejilla deberá estar convenientemente puesta a tierra y además contará entre sus características constructivas con una protección ante la oxidación en ambientes agresivos.
  - f. Contando con el cumplimiento de las características anteriores se ha elegido el modelo EHC-3 T1D de la compañía Schneider.

**Sus características son las siguientes:**

- a. Longitud Total (mm) 3,760
- b. Anchura Total (mm) 2,500
- c. Altura Total (mm) 3,300
- d. Longitud Interior (mm) 3,640
- e. Anchura Interior (mm) 2,240
- f. Altura Interior (mm) 2,535
- g. Peso en vacío (Tm) 13

**Sistema auxiliares, de información y seguridad**

**A. Sistema de control Auxiliar, información y Seguridad:**

Para mejorar el control individualizado sobre cada grupo turbogenerador en aspectos no relacionados directamente con la producción eléctrica, controlada desde el panel de control y distribución, se implementarán unos tableros locales en la propia sala de turbinas. Estos tableros comandarán el control de grupos turbogeneradores, teniendo un total de 5 tableros locales.

Colgado de cada tablero se encontrarán el motor de la válvula de mariposa y el freno de la misma, así como una válvula de agua por cada 2 turbogeneradores. El motor de la válvula es trifásico con tensión de 400 V mientras que el freno funciona a 240V. La válvula por su parte tiene una alimentación en 24 V de DC.

**B. Alumbrado**

Para el alumbrado interior se buscó un sistema de iluminación óptimo y seguro tratando de mantener un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo 10 puntos de luz en circuito separados que permitan su accionamiento independiente. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Así, se prevé la utilización de dos elementos de alumbrado, que serán pantallas de dos tubos fluorescentes de 36 W estancos.

La instalación del alumbrado exterior se realizará en la fachada principal y estará formado por dos lámparas de vapor de sodio adosadas al mismo edificio, estando el circuito protegido por tubos de PVC de 2 cm de diámetro. Dicho alumbrado se activará a través de una célula fotovoltaica y se verá complementado con las luminarias del dique de abrigo.

**Las características de las lámparas exteriores son:**

- a. Tipo de vapor de sodio de alta presión
- b. Potencia 250 W Alimentación 240 V
- c. Mínima tensión de cebado 20°C - 198 V
- d. Intensidad de arranque 1'7 A
- e. Tiempo de encendido 5 min.
- f. Flujo luminoso horizontal 6.000 lm.

La instalación del alumbrado exterior se realizará en la fachada principal y estará formado por dos lámparas de vapor de sodio adosadas al mismo edificio, estando el circuito protegido por tubos de PVC de 2 cm de diámetro. Dicho alumbrado se activará a través de una célula fotovoltaica y se verá complementado con las luminarias del dique de abrigo.

**Las características de las lámparas exteriores son:**

- a. Tipo vapor de sodio de alta presión
- b. Alimentación 240 V
- c. Potencia 250 W
- d. Mínima tensión de cebado 20°C 198 V
- e. Intensidad de arranque 1'7 A
- f. Tiempo de encendido 5 min.
- g. Flujo luminoso horizontal 6 000 lm.

**C. Alumbrado de Emergencia**

Se proyectará un alumbrado de emergencia, análogo al de locales de pública concurrencia, con estas características

- Lámpara fluorescente 8 W
- Flujo luminoso 300 lm

## D. Protección Contra Incendios

Debido a la baja potencia de la Minicentral no será necesario disponer de una instalación general para la extinción de incendios, bastará con colocar extintores en sitios fácilmente accesibles y convenientemente distribuidos.

Así pues se prevé la colocación de 4 extintores en sendos lados de la instalación, siempre bajo una luminaria de emergencia.

Los extintores irán cargados con dióxido de carbono a presión. Deberán revisarse periódicamente con el fin de mantenerlos en perfecto estado de servicio.

Se descargarán totalmente por lo menos una vez al año, a fin de comprobar la eficacia de su cometido.

## Evaluación Económica del Proyecto

Par realizar la evaluación económica del Proyecto primero calculamos los egresos y los ingresos que involucra instalar el sistema de generación undimotriz propuesto.

### Egresos

#### A. Inversión

Tabla 21

MINICENTRAL UNDIMOTRIZ		
RUBRO	MONTO (US\$)	TOTAL
Dique de abrigo	436730	
Cámara de carga	227743,2	
Compuerta y válvula de mariposa	52000	
Edificio	125000	
Turbogenerador y sist. Control	600000	
Sistemas auxiliares	21421,3	
Subestación baja/media tensión	84105,9	
Línea de media tensión	69515	
Centro transformación marca eón	15000	
Seguridad y salud en obra	1500	
<b>TOTAL EJECUCIÓN</b>	<b>1633015,4</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de costos de Instalación

El monto total de la inversión es de \$ 1 633 015,40. Con la finalidad de realizar un mejor detalle de la inversión, se elaboró un consolidado de la inversión (ver tabla siguiente) y un respectivo análisis de los gastos realizado en la Minicentral que se detallan en los cuadros adjuntos.

## B. Inversión del sistema undimotriz

Comparando con el cuadro anterior, se muestra a continuación de manera general el total de las inversiones correspondientes al sistema undimotriz.

Tabla 22

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANT .	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL
<b>1 DIQUE DE ABRIGO</b>					
1.01	Preparación zona de trabajo	M	150	2800,0	<b>\$420000,0</b>
1.02	Dragado de fondo marino	M3	200	23,20	<b>\$4640,0</b>
1.03	Retirada de material en camiones	M3	200	4,50	<b>\$900,0</b>
1.04	Hormigón en masa para zapata	M3	300	37,30	<b>\$11190,0</b>
<b>2 CÁMARA</b>					
2.01	Fabricación pieza prefabricada A	Ud.	32	840,0	<b>\$26880,0</b>
2.02	Fabricación pieza prefabricada B	Ud.	88	700,0	<b>\$61600,0</b>
2.03	Fabricación pieza prefabricada C	Ud.	15	500,0	<b>\$7500,0</b>
2.04	Colocación Piezas en su Disposición	Ud.	135	73,40	<b>\$9909,0</b>
2.05	Hormigón losa de base	M3	450	75,40	<b>\$33930,0</b>
2.06	Hormigón para fijación estructura	M3	30	45,60	<b>\$1368,0</b>
2.07	Material de Relleno de cámaras	M3	1800	4,50	<b>\$8100,0</b>
2.08	Barras Corrugadas de 20mm de diámetro	Ud.	130	740	<b>\$96,20</b>
2.09	Juntas y tubo	M	150	2,40	<b>\$360,0</b>
2.10	Malla de doble diámetro 5	M2	300	260	<b>\$78000,0</b>
<b>3 COMPUERTA Y VÁLVULA DE MARIPOSA</b>					
3.01	Compuerta Seguridad 3,10x3,20m	Ud.	20	1000,0	<b>\$20000,0</b>
3.02	Válvula de Mariposa	Ud.	20	1300,0	<b>\$26000,0</b>
3.03	Sistema óleo hidráulico	Ud.	16	375,0	<b>\$6000,0</b>
<b>4 EDIFICIO</b>					

	Módulo prefabricado de acero inoxidable con protección ante la				
4.01	corrosión y techo extraíble	Ud.	5	17000,0	<b>\$85000,0</b>
	Acabado exterior del módulo prefabricado asemejándose a la				
4.02	estética de la zona costera	Ud.	5	4000,0	<b>\$20000,0</b>
4.03	Acabado interior del módulo	Ud.	5	4000,0	<b>\$20000,0</b>
<b>5 TURBOGENERADOR Y SISTEMA DE CONTROL</b>					
	Turbogenerador Wells de 36 kW de potencia. Consta de turbina Wells, acoplada a generador DFIG con sistema de regulación y de				
5.01	conversión AC/DC/AC	Ud.	20	30000,0	<b>\$600000,0</b>
<b>6 SISTEMAS AUXILIARES</b>					
6.01	Control auxiliar y tableros de control	Ud.	2	650,40	<b>\$1300,80</b>
6.02	Válvula de Agua	Ud.	10	125,60	<b>\$1256,0</b>
6.03	Motor trifásico	Ud.	4	378,50	<b>\$1514,0</b>
6.04	Freno turbogenerador	Ud.	20	254,40	<b>\$5088,0</b>
6.05	Tubos Fluorescentes de 36W	Ud.	10	12,40	<b>\$124,0</b>
6.06	Lámparas de Vapor de sodio	Ud.	2	164,30	<b>\$328,60</b>
6.07	Fluorescentes emergencia de 8W	Ud.	8	90,40	<b>\$723,20</b>
6.08	Extintores	Ud.	4	324,50	<b>\$1298,0</b>
	Batería de condensadores				
6.09	emergencia	Ud.	1	5568,0	<b>\$5568,0</b>
	Picas de cable descubierto de				
6.10	50mm <sup>2</sup> de sección y 2 m de longitud	Ud.	8	312,50	<b>\$2500,0</b>
	Conductor desnudo de 50mm <sup>2</sup> de				
6.11	sección	M	30	23,640	<b>\$709,20</b>
6.12	Mallado electrosoldado	M2	50	20,230	<b>\$1011,50</b>
<b>7 SUBESTACIÓN BAJA/ALTA TENSIÓN</b>					
7.01	Caseta prefabricada	Ud.	1	8000	<b>\$8000,0</b>
	Transformador seco encapsulado al				
7.02	vacío	Ud.	1	28365,10	<b>\$28365,10</b>
	Celda de interruptor de potencia en				
7.03	baja tensión	Ud.	5	2350,40	<b>\$11752,0</b>

Celda tipo seccionador de baja					
7.04	tensión	Ud.	1	3400,0	<b>\$3400,0</b>
7.05	Celda de medida en alta tensión	Ud.	1	7625,70	<b>\$7625,70</b>
Celda alta tensión interruptor de potencia – seccionador –					
7.06	seccionadora a tierra	Ud.	1	9935,60	<b>\$9935,60</b>
Celda alta tensión de seccionador con seccionador a tierra y					
7.07	autoválvula	Ud.		8560,50	<b>\$8560,50</b>
7.08	Relé Siprotec 7SJ63 de Siemens	Ud.	2	2300,0	<b>\$4600,0</b>
7.09	Unidad de Teledisparo	Ud.	1	1867,0	<b>\$1867,0</b>
<b>8 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN</b>					
8.01	Cable tripolar	M	700	75,60	<b>\$52920,0</b>
8.02	Tubo de PVC	M	1000	3,50	<b>\$3500,0</b>
8.03	Excavación de zanja	M3	300	40,30	<b>\$12090,0</b>
Trabajos de asfalta y					
8.04	acondicionamiento	M3	50	20,10	<b>\$1005,0</b>
<b>9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>					
9.01	Celda de línea	Ud.	2		<b>\$3600,0</b>
9.02	Celda de transformador	Ud.	1	2400,0	<b>\$2400,0</b>
9.03	Celda cliente	Ud.	1	9000,0	<b>\$9000,0</b>
<b>10 SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA</b>					
		GLB	1	1500,0	<b>\$1500,0</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$1633015,40</b>

Precios Unitarios de Costos de Instalación

**En Anexo se adjunta la Proforma respectiva.**



## C. Costos de Operación y Mantenimiento

Los Costos de Operación en los que se incurrirá, se muestran a continuación.

Tabla 23

Detalle	Unidad	Cantidad	Sueldo Mensual US\$	Meses	Sueldo Anual US\$
Administrador	sueldo	1	500,0	12	6 000
Ingeniero Mecánico	sueldo	3	1000,0	12	36 000
Técnicos	sueldo	1	500,0	12	6 000
Vigilantes día noche	sueldo	4	400,0	12	19 200
Contador Externo	sueldo	1	400,0	12	48 00
<b>TOTAL</b>					<b>72 000</b>

Fuente: Elaboración propia

### Costos Operativos

Así mismo los Costos de Mantenimiento serán de US\$ 800 mensuales los cuales serán básicamente para el mantenimiento de las Turbinas, esto de acuerdo al fabricante. Haciendo un total Anual de \$ 9 600.

**Por lo tanto los Costos de Operación y Mantenimiento al año ascienden de \$ 81 600.**

COSTOS ANUALES	US\$
COSTO DE OPERACIÓN	72000
COSTO DE MANTENIMIENTO	9600
TOTAL	81600

## Ingresos

### A. Costo de la Energía Generada

Se calcula mediante el LCOE que es el Coste Teórico de Generar Energía Eléctrica, incluye la inversión inicial, tasa de descuento, así como los costes de mantenimiento y operación. La fórmula para analizarlo es la siguiente.

t = Vida estimada de la instalación

i = Inversión inicial

Mt = costes de operación y mantenimiento

E = Energía generada durante la vida del sistema

r = Tasa de descuento

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1+r)^t}}$$

i = Inversión Inicial (\$)	1633015,40
E = Energía durante la vida del sistema (20 años) (kW-h)	122640000,00
Mt = Costes de operación y mantenimiento (\$)	1632000,00
r = Tasa de descuento	0,12

<b>COSTO kW-h (\$/kW-h)</b>	<b>0,03</b>
<b>COSTO kW-h (S./kW-h)</b>	<b>0,09</b>

### Evaluación Económica

La evaluación Económica lo calculamos considerando los siguientes parámetros:

#### A. Egresos

Los ingresos están dados por:

La Inversión: \$ 1633015,40

Los Costos de Operación y Mantenimiento: \$ 81600

#### B. Ingresos

Los ingresos están dados por la venta de energía producida:

Tabla 24

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA AL AÑO			
(kW-h)			
POTENCIA	HORAS AL AÑO	FACTOR DE CARGA	ENERGÍA AL AÑO
(kW)	(h)		(kW-h)
1000	8760	0,75	6570000

Producción de energía al

Tabla 25

<b>INGRESOS POR VENTA DE ENERGÍA AL AÑO</b>		
<b>(US\$)</b>		
<b>ENERGÍA AL AÑO</b>	<b>COSTO DE LA ENERGÍA</b>	<b>INGRESO ANUAL</b>
<b>(kW-h)</b>	<b>(\$/kW-h)</b>	<b>(\$)</b>
6570000	0,03	174911,5393

Ingreso por venta al año

El valor del kW-h es de S/. 0,050 de acuerdo a la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifarias del Organismo Supervisor de la Inversión de la Energía y Minería.

### C. CÁLCULO DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS.

Con los valores antes mencionados y considerando:

Tasa de Descuento: 12%

Periodo de Evaluación: 20 años

Se procede a realizar los cálculos:

<b>AÑOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>EGRESOS</b>	-1633015,4	-81600	-81600	-81600	-81600	-81600	-81600
Inversión	-1633015,4						
Operación y Mantenimiento		-81600	-81600	-81600	-81600	-81600	-81600
<b>INGRESOS</b>		174911,539	174911,539	174911,539	730942,479	30942,479	730942,479
Venta de Energía		174911,539	174911,539	174911,539	730942,479	30942,479	730942,479
<b>BENEFICIOS NETOS</b>	-1633015,4	93311,5393	93311,5393	93311,5393	649342,479	49342,479	649342,479

Obteniendo los siguientes resultados:

VNA	931141,9635
TIR	17%

#### **IV. DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en el presenta trabajo de investigación, concuerdan con el investigación realizada por Bert en su tesis ““Potencial Energético de las Mareas para Generar Electricidad”, en donde concluye que la energía proveniente de las olas del mar se ha utilizado con mucho éxito en distintos lugares del mundo. Así mismo en este trabajo de investigación el autor menciona que 15 MW/km<sup>2</sup> equivales a 8,4 GW-h/año, valor que concuerda con los resultados obtenidos por nuestra investigación.

Además, los resultados obtenidos en el presenta trabajo de investigación concuerdan con los resultados obtenidos por Morales, en su investigación denominada “Análisis de un Dispositivo Oscilante como Medio de Captación de Energía Undimotriz”, Chile, cuyo objetivo general es la Obtención y análisis de energía generada mediante un conversor undimotriz oscilante bajo la acción incidente de las mares y olas provenientes de la costa chilena, mediante la simulación hidrodinámica de tres prototipos distintos. El autor con fines de investigación concluye que, de los distintos análisis de potencia de los diversos prototipos realizados, se valida la geometría tipo Oyster por sobre las otras dos geometrías propuestas, así mismo, se observaron dos ubicaciones, Puerto Corral y Puerto Montt, como zonas de alto potencial de obtención de energía undimotriz a través de la explotación del recurso en aguas intermedias. Los factores de captura obtenidos por la geometría “Placa Oyster” fueron de 55% - 60%, en los sitios escogidos, con una potencia eléctrica generada que alcanza los 700 kW, lo que constituye un excelente resultado en comparación a otros dispositivos propuestos.

Así mismo al resultar nuestro proyecto técnica y económicamente viable, entonces encaja en lo que se manifiesta en el Plan Energético Nacional 2014 – 2025, cuyo objetivo general es dar a conocer el plan en los próximos 10 años sobre las políticas y el aprovechamiento de los recursos energéticos de nuestra nación. Este plan concluye en la puesta en marcha de grandes proyectos energéticos teniendo en cuenta las formas y condiciones del uso racional de la energía, el consumo creciente de la energía deberá ser abastecido por recursos energéticos convencionales y no convencionales, tal es el caso de que las

energías convencionales involucran al del tipo solar, eólica, geotérmica, y en menor escala, proyectos de inversión en recurso energético undimotriz, que es el presente caso.

Finalmente nuestra propuesta si se complementa con lo que expone Aita en la revista denominada “Perú Potencial Energético: Propuestas y Desafíos”, en el sentido que dentro de los recursos energéticos alternativos, la energía Undimotriz, ocupa un lugar importante.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son:

- a) La Máxima Demanda a cubrir con el presente trabajo de investigación es de 1,00 MW, que es lo que requiere el Muelle utilizado como desembarcadero incluyendo las Oficinas Administrativas, como parte del Terminal Portuario de Puerto Eten.
  
- b) El recurso energético undimotriz del litoral que se utilizará para el presente trabajo de investigación tiene las siguientes características:  
Longitud: 359 m; Celeridad de la Ola: 24 m/s; Flujo de Energía: 51 kW/m; Energía Total: 6279kJ/m<sup>2</sup>.  
Para el presente de investigación se toma como Flujo de Energía: 50,0 kW/m.
  
- c) El Sistema de Generación Eléctrica Undimotriz se ubicará en las siguientes coordenadas UTM (WGS 84): E 625249 N 9233223. La Tecnología a utilizar será de Columna Oscilante de Agua (OWC). El tipo de Turbina será del tipo Wells, paso fijo, potencia nominal 55kW, Altura 2,83, Ancho Mínimo 1,25 m. El Dique de Abrigo tendrá una longitud de 25 m y con un ancho 12,25 m. La Cámara tendrá una longitud es de 12 m con un ancho 4,50 m. Las Compuertas serán en número de 20, y cada compuerta tiene 3,10 metro de anchura por 3,20 metros de altura. El Generador Eléctrico tendrá un Potencia Nominal 55 kW, Velocidad 3000 RPM. El Edificio de la Minicentral tendrá 90 metros de largo por 4 metros de ancho y altura de 3 metros.
  
- d) La inversión a realizar es de US\$ 1 636 015.40, la Operación y Mantenimiento al año es de \$ 81600, la Energía producida al año es de 6570000 kW-h, el Precio de Venta de la Energía: 0,03 \$/kW-h (0.09S/./kW-h), resultando un Valor Actual Neto (VAN) de US\$ 931141,9635 y la Tasa de Interés Retorno (TIR) de 17%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se Recomienda:

- Evaluar la instalación de Sistemas de Generación Undimotriz Offshore, pues en el presente trabajo de investigación se ha optado por los Sistemas de Generación Undimotriz Shoreline, es decir los Sistemas de Generación Undimotriz en la Orilla.
  
- Evaluar el Potencial Undimotriz existente en el litoral de Lambayeque, con el propósito de incluirlo como parte del Sistema Interconectado Nacional.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

AITA, Pedro. Perú Potencial Energético: Propuestas y Desafíos. Lima : Circulo de derecho Administrativo - PUCP, 2015. 187 pp.

APEL, J. R. Principles of Ocean Physics. London : Academic, 1999. 654 pp.  
ISBN: 0-12-058866-8

AUTORIDAD PORTUARIA REGIÓN LAMBAYEQUE. Resumen Ejecutivo: Plan Mestro del terminal Portuario de Lambayeque. Lambayeque : Gobierno Regional de Lambayeque, 2015. pp. 122

BERT, Le. Potencial Energetico de las Mareas para Generar Electricidad Revista Digita Universitaria. Mexico : Universidad Nacional Autónoma de Mexico, 2014. 138 pp.

CAVIA DEL OLMO, Berta, COBOS, Gironella Cobos , SÁNCHEZ Agustin. 2013. Explotación del Potencial de Energia del Oleaje en Funcion del Rango de Trabajo de los Prototipos Captadores. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2013. 153 pp.

CREUS, Antonio. Energias Renovables. 2.ª Ed. Barcelona : Editorial Canopina. 2009. 475 pp.  
ISBN: 978-84-96960-27-5

FERNANDEZ, Julia. Energia Undimotriz: Una Aproximacion al Aprovechamiento de la Energía de las Olas para la Generación de Eletricidad. Madrid: Editorial Académica Española. 2012. 180 pp.  
ISBN: 978-836-59002-998-1

GARCÍA, Santana. Energia Undimotriz, Barcelona:Ingenieria Energética Medioambiental, 2007. 256 pp.  
ISSN: 0210-2056



HERAS, Rosario [*et al.*]. Fuentes de Energia para el Futuro. Gobierno de España.  
2008. 307 pp  
ISBN: 978-84-369-4675-8

HOLTHUIJSEN, Leo . Waves in Oceanic and Coastal Waters. New York :  
Editorial Cambridge, 2007.405 pp.  
ISBN 978-0-511-27021-5

HOYOS, Pablo 2014. Proyecto de central undimotriz para autoconsumo del  
ayuntamiento de comilla. Escuela tecnica superior de ingenieros industriales y  
de telecomunicaciones. 2014. 310 pp.

MELLOR, George. Introduction to Physical Oceanography. New York : Editorial  
Baltimore, 1996. 255 pp.  
ISBN: 1-56396-210-1

MINAM. 2015. Conocimiento del Clima para la Acción. [En línea] LIMA COP20  
CMP10, 15 de 02 de 2015. 27 de mayo de 2015. [28 de junio de 2017.]  
Disponible en: <http://cop20.minam.gob.p>

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, MINEM.Codigo Nacional de Electricidad.  
Lima.2015. 15 de marzo de 2015. [Fecha de Consulta: 26 de junio de 2017]. INN,  
326 p

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Resumen Ejecutivo del Plan Energético  
Nacional 2014-2025. Lima : Perú - Progreso para Todos. Resolucion Ministerial  
N° 185-2014-MEM-DN. 2013. 11 de noviembre de 2014. [Fecha de Consulta: 26  
de junio de 2017]. 36 pp.

MONTEIRO Thiago, Machado. Análise de Geradores para a produção de  
energia a partir das ondas do mar. 2009. (Tesis grado de ingeniero electricista)  
Rio de Janeiro.2009. 89pp

MIGUÉLEZ, Fernanda. La Energía que Viene del Mar. La Coruña: Editorial NETBIBLO, 2009. 166 pp.

ISBN: 978-84-9745-265-6

MORALES, Evelyn. Análisis de un Dispositivo Oscilante como Medio de Captación de Energía Undimotriz. Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2016. (Tesis de Titulación de ingeniero Mecánico).148 pp.

OFICINA NACIONAL DE GOBIERNO ELECTRÓNICO E INFORMÁTICA. 1998. ONGEI. [En línea] 1 de 1 de 1998. [Citado el: 19 de Octubre de 2013.]  
www.ongei.gob.pe

PEÑA, Carlos. Sistemas de obtención de Energía Undimotriz y su Posible Implementación en el Perú. Bellavista - Callao : Universidad del Callao, 2015. 119 pp.

PANTA, Dianela. Caracterização simplista das potenciales energéticas da costa occdidental Portuguesa. Oporto : Universidade do Porto, 2008. 158 pp.

PELISSERO, Haim, Oliveto, G. 2014. Aprovechamiento de la Energía Undimotriz en el Mar Argentino. La Plata : UTN-FRBA, Medrano, N° 951, C1179AAQ. C.A.B.A, Argentina, 2014. (Tesis Grado de Ingeniero Mecánico Electricista

PETRONI, Ricardo. Hidraulica Maritima y de Estuarios. Buenos Aires : Editorial Dunken, 2005. 429 pp.

ISBN: 987-02-1142-9

RIVAS , Beatriz. 2013. Caracterización de la Distribución de la Energía de las Olas en la Playa Mizata, La Libertad. Tesis (Licenciada En Física) El Salvador : Universidad de El Salvador, 2013. 72 pp.

ROYERO, Juan. Introducción a la Oceanografía Física. Barranquilla : Editorial Universidad del Norte, 2015. 180 pp

ISBN: 978-958-741-554-4

SEGURIDAD, energía. Economía y medio ambiente, 2008, editorial Antal, México, ISBN 970-32-2669-8

URBINA, Rosa ,ZAPATA, Luz, LOAYSA, Xarolina. 2011. Estudio de la Viabilidad de la Energía Undimotriz para la Zona Costera Del Perú. Lima Pontificia Universidad Catolica Del Peru.

CRECE NEGOCIO.[En línea][citado el 12 de octubre del2015.]  
disponible:<http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>

## ANEXOS

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

Rojas Tassara Pedro Demetrio

- Profesión: Ingeniero Mecánico Electricista

- Grado Académico:

Magister en Ingeniería Mecánica Eléctrica con Mención en Energía

En Curso

Concluida

- Actividad laboral actual:

Supervisor de Electricidad en Osmerquin y Docente


#### INDICACION DEL EXPERTO:

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	NINGUNO	2	POCO	3	REGULAR	4	ALTO	5	MUY ALTO
---	---------	---	------	---	---------	---	------	---	----------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

  
 Pedro Demetrio Rojas Tassara  
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
 REG. SUP. N. 20029

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar tiene como objetivo recabar la información y datos necesarios para llegar al cumplir el objetivo trazado en la investigación.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este instrumento para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente  Poco pertinente  No es pertinente

Por favor, indique las razones:

---

---

2. ¿Considera que el instrumento reúne los datos necesarios y suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son: suficientes  Insuficientes

Por favor, indique las razones:

---

---

3. ¿Considera que los ítems están adecuadamente formulados de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas  Poco adecuadas  Inadecuadas

Por favor, indique las razones:

---

---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



Pedro Demetrio Reyes Jazara  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. N. 82659

**Firma del Experto**

**ESTIMADO(A) EXPERTO(A):**

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?  
Adecuada  Poco adecuada  Inadecuada
  
2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?  
Totalmente  Un poco  Nada
  
3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado en la investigación?  
Todos  Algunos  Pocos  Ninguno
  
4. ¿Considera que la propuesta de investigación generará los resultados establecidos en la hipótesis?  
Totalmente  Un poco  Ninguno
  
5. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta de investigación?  
Excelente  Buena  Regular  Inadecuada



Pedro Domingo Reyes Jasso  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO.**

- Apellidos y Nombres:

PÉREZ HERRERA OSCAR RAÚL

- Profesión: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

- Grado Académico:

DIPLOMADO GESTIÓN DE PROYECTOS - PMI

En Curso

Concluida

- Actividad laboral actual:

GERENTE CONDAK INGENIEROS E.I.R.L.

**INDICACION DEL EXPERTO:**

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	NINGUNO	2	POCO	3	REGULAR	<del>4</del>	ALTO	5	MUY ALTO
---	---------	---	------	---	---------	--------------	------	---	----------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		X	
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	

  
 OSCAR RAÚL PÉREZ HERRERA  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. C.I.P. 68851

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar tiene como objetivo recabar la información y datos necesarios para llegar al cumplir el objetivo trazado en la investigación.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este instrumento para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente  Poco pertinente  No es pertinente

Por favor, indique las razones:

---

---

2. ¿Considera que el instrumento reúne los datos necesarios y suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son: suficientes  Insuficientes

Por favor, indique las razones:

---

---

3. ¿Considera que los ítems están adecuadamente formulados de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas  Poco adecuadas  Inadecuadas

Por favor, indique las razones:

---

---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

  
OSCAR RAÚL PÉREZ HERRERA  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
P.F.G. C.I.P. 68851

**Firma del Experto**



**ESTIMADO(A) EXPERTO(A):**

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?  
Adecuada  Poco adecuada  Inadecuada
  
2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?  
Totalmente  Un poco  Nada
  
3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado en la investigación?  
Todos  Algunos  Pocos  Ninguno
  
4. ¿Considera que la propuesta de investigación generará los resultados establecidos en la hipótesis?  
Totalmente  Un poco  Ninguno
  
5. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta de investigación?  
Excelente  Buena  Regular  Inadecuada

## FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

ALFONSO AUSBERTO MENDOZA GAMARRA

- Profesión: ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA

- Grado Académico:

DOCTOR EN CIENCIAS

En Curso

Concluida

- Actividad laboral actual:

U. N. P. R. G

### INDICACION DEL EXPERTO:

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	NINGUNO	2	POCO	3	REGULAR	4	ALTO	5	MUY ALTO
						X			

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		X	
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	

  
 \_\_\_\_\_  
 Alfonso A. Mendoza Gamarra  
 ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA  
 C.I.P. 79383

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar tiene como objetivo recabar la información y datos necesarios para llegar al cumplir el objetivo trazado en la investigación.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este instrumento para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente  Poco pertinente  No es pertinente

Por favor, indique las razones:

---

---

2. ¿Considera que el instrumento reúne los datos necesarios y suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son: suficientes  Insuficientes

Por favor, indique las razones:

---

---

3. ¿Considera que los ítems están adecuadamente formulados de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas  Poco adecuadas  Inadecuadas

Por favor, indique las razones:

---

---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

  
Alfonso A. Mendoza Gamarra  
ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA  
C.I.P. 79383

---

**Firma del Experto**

**ESTIMADO(A) EXPERTO(A):**

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?  
Adecuada  Poco adecuada  Inadecuada
  
2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?  
Totalmente  Un poco  Nada
  
3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado en la investigación?  
Todos  Algunos  Pocos  Ninguno
  
4. ¿Considera que la propuesta de investigación generará los resultados establecidos en la hipótesis?  
Totalmente  Un poco  Ninguno
  
5. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta de investigación?  
Excelente  Buena  Regular  Inadecuada

  
Alfonso A. Mendoza Gaharra  
ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA  
C.I.P. 79383

# ANEXO 1



## FICHA DE REGISTROS DE DATOS HIDROGRÁFICOS

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Hora Fin: \_\_\_\_\_  
 Personal encargado de los registros de datos:  
 Encargado: \_\_\_\_\_  
 Especialidad: \_\_\_\_\_  
 Número de Clav de Trabajo: \_\_\_\_\_  
 Firma y/o sello: \_\_\_\_\_



Tabla de Registros de Datos Hidrográficos: Tabla Resumen Puntuales Mensual 5 años

Parámetros Hidrográficos de la Cta - AÑO 1

Mes / Parámetro	Velocidad del Viento	Dirección del Viento	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Promedio	Altura de Cta [m]	Período de la Cta [s]	Velocidad de la Cta [m/s]	Energía Potencial	Energía Cinética	Energía Total
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Parámetros Hidrográficos de la Cta - AÑO 2

Mes / Parámetro	Velocidad del Viento	Dirección del Viento	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Promedio	Altura de Cta [m]	Período de la Cta [s]	Velocidad de la Cta [m/s]	Energía Potencial	Energía Cinética	Energía Total
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Parámetros Hidrográficos de la Cta - AÑO 3

Mes / Parámetro	Velocidad del Viento	Dirección del Viento	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Promedio	Altura de Cta [m]	Período de la Cta [s]	Velocidad de la Cta [m/s]	Energía Potencial	Energía Cinética	Energía Total
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Parámetros Hidrográficos de la Cta - AÑO 4

Mes / Parámetro	Velocidad del Viento	Dirección del Viento	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Promedio	Altura de Cta [m]	Período de la Cta [s]	Velocidad de la Cta [m/s]	Energía Potencial	Energía Cinética	Energía Total
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Parámetros Hidrográficos de la Cta - AÑO 5

Mes / Parámetro	Velocidad del Viento	Dirección del Viento	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Promedio	Altura de Cta [m]	Período de la Cta [s]	Velocidad de la Cta [m/s]	Energía Potencial	Energía Cinética	Energía Total
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											

Observaciones:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Validación de los Registros en Campo  
  
**OSCAR RAÚL PÉREZ HERRERA**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 68851

**OSCAR RAÚL PÉREZ HERRERA**  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 68851


**Alfonso A. Mendoza Gamboa**  
 ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA  
 C.I.P. 79383

Experto 1

Experto 2

Experto 3

## ANEXO 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FICHA DE OBSERVACION**

**Personal encargado de la recolección de datos durante la observación**

Encargado de la toma de datos: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_

Numero de Dias de Trabajo: \_\_\_\_\_

Firma y/o sello: \_\_\_\_\_

Hora Inicio \_\_\_\_\_ Hora Fin \_\_\_\_\_

**A.- Ubicación Geográfica del Proyecto Terminal Portuario de Lambayeque**

Departamento: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_

Coordenadas GPS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**B.- Marque con una X la según su observación en campo. (Nota.- Algunas de las respuestas deberán ser respaldadas por una galería fotográfica: Frente, Perfil, Panorámica)**

Presencia de Biota externa:  SI  NO

Presencia de poblaciones diversas en el límite del proyecto

Describe la geología superficial del litoral en los límites del Proyecto:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**C.- Reconocimiento de la situación de sistemas, ecosistemas naturales como ríos, lagos, pozos, etc (Nota.- Deberán ser respaldadas por una galería fotográfica: Frente, Perfil, Panorámica)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Nota:** La descripción de la situación actual del muelle de Puerto Eten deberá de estar acompañada de una galería de imágenes, mínimo 5 fotos, máximo 15 fotos a full color.

**D.- Reconocimiento de la situación actual del medio ambiente antes de la propuesta del proyecto (Deberán ser respaldadas por una galería fotográfica: Frente, Perfil, Panorámica)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**E.- Identificación de la vida existente (aves) antes de la propuesta del proyecto**

Opcional.- Deberán ser respaldadas por una galería fotográfica: Frente, Perfil, Panorámica

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**F.- Identificación de la vida existente (mamíferos) antes de la propuesta del proyecto**

Opcional.- Deberán ser respaldadas por una galería fotográfica: Frente, Perfil, Panorámica

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


**G.- Identificación de la vida existente (peces) antes de la propuesta del proyecto**

Opcional.- Deberán ser respaldadas por una galería fotográfica: Frente, Perfil, Panorámica

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

**Validación de la Información Recogida en Campo**



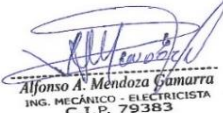
Pedro Domínguez Reyes Trujillo  
INGENIERO MECÁNICO - ELECTRICISTA  
REG. C.I.P. N° 68229

Experto 1



OSCAR RAÚL PÉREZ HERRERA  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. C.I.P. 68851

Experto 3



Alfonso A. Mendoza Gamarra  
ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA  
C.I.P. 79383

Experto 2

ANEXO 3

**GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE**  
 U. E. AUTORIDAD PORTUARIA REGIONAL LAMBAYEQUE



**CALCULO DE LA MAXIMA DEMANA DEL TERMINAL PORTUARIO LAMBAYEQUE**

Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Unitaria (W/m <sup>2</sup> )	Potencia Instalada (kW)
Máquinas Herramientas	cantidad	Potencia (kW)	Potencia Instalada (kW)
<b>TOTAL</b>			
Reserva (25%)			
Potencia Instalada (kW)			
Potencia Instalada (MW)			

**NOTA:** El cálculo solo es para el Muelle: Desembarcadero, incluye oficinas

Observaciones:

---



---



---

Validación de la Información

Experto 1

Alfonso A. Mendoza  
 ING. MECÁNICO - ELECTRICISTA  
 C.I.P. 79383

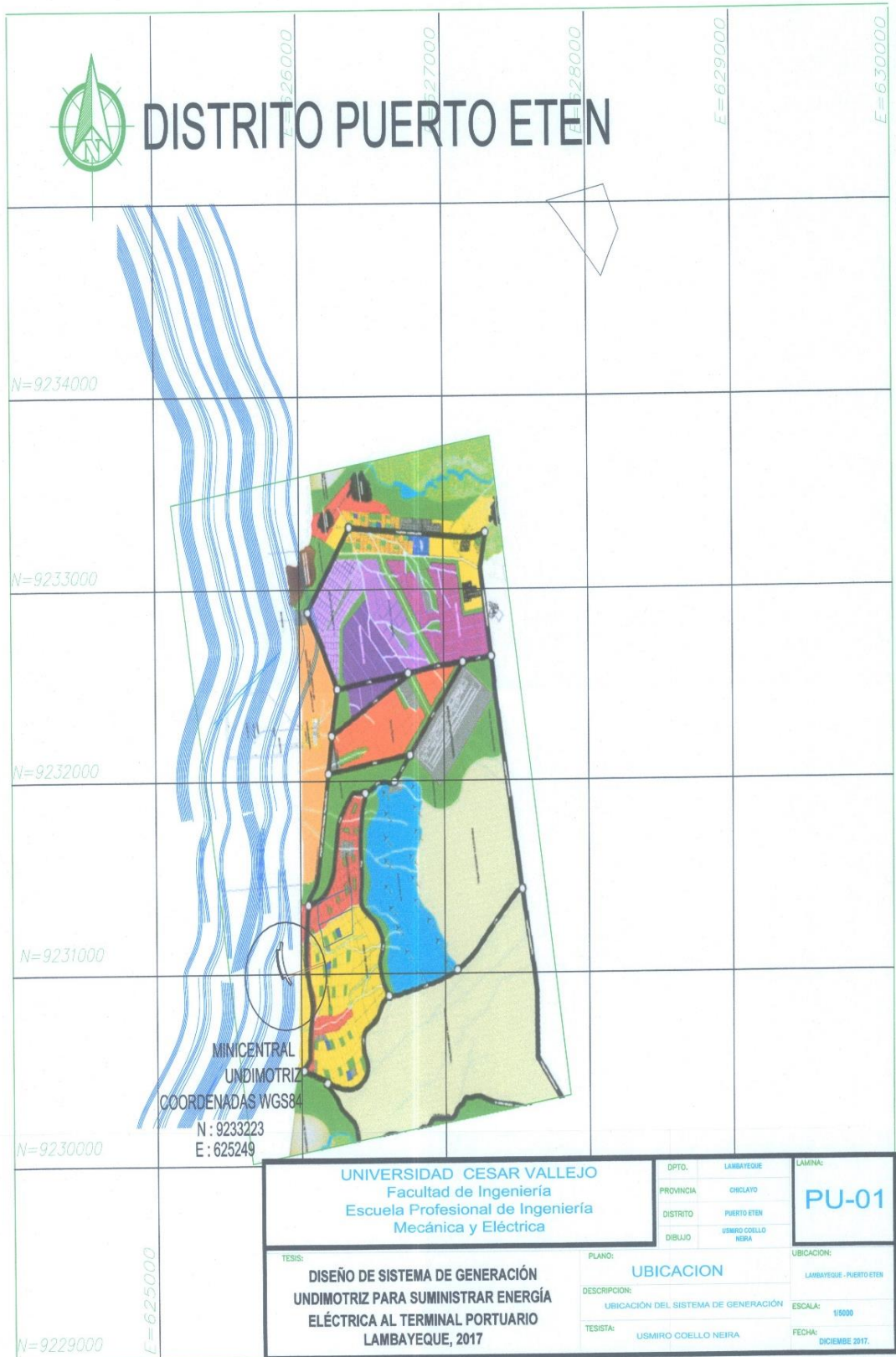
Experto 2

OSCAR RAÚL PÉREZ HERRERA  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP 48851

Experto 3

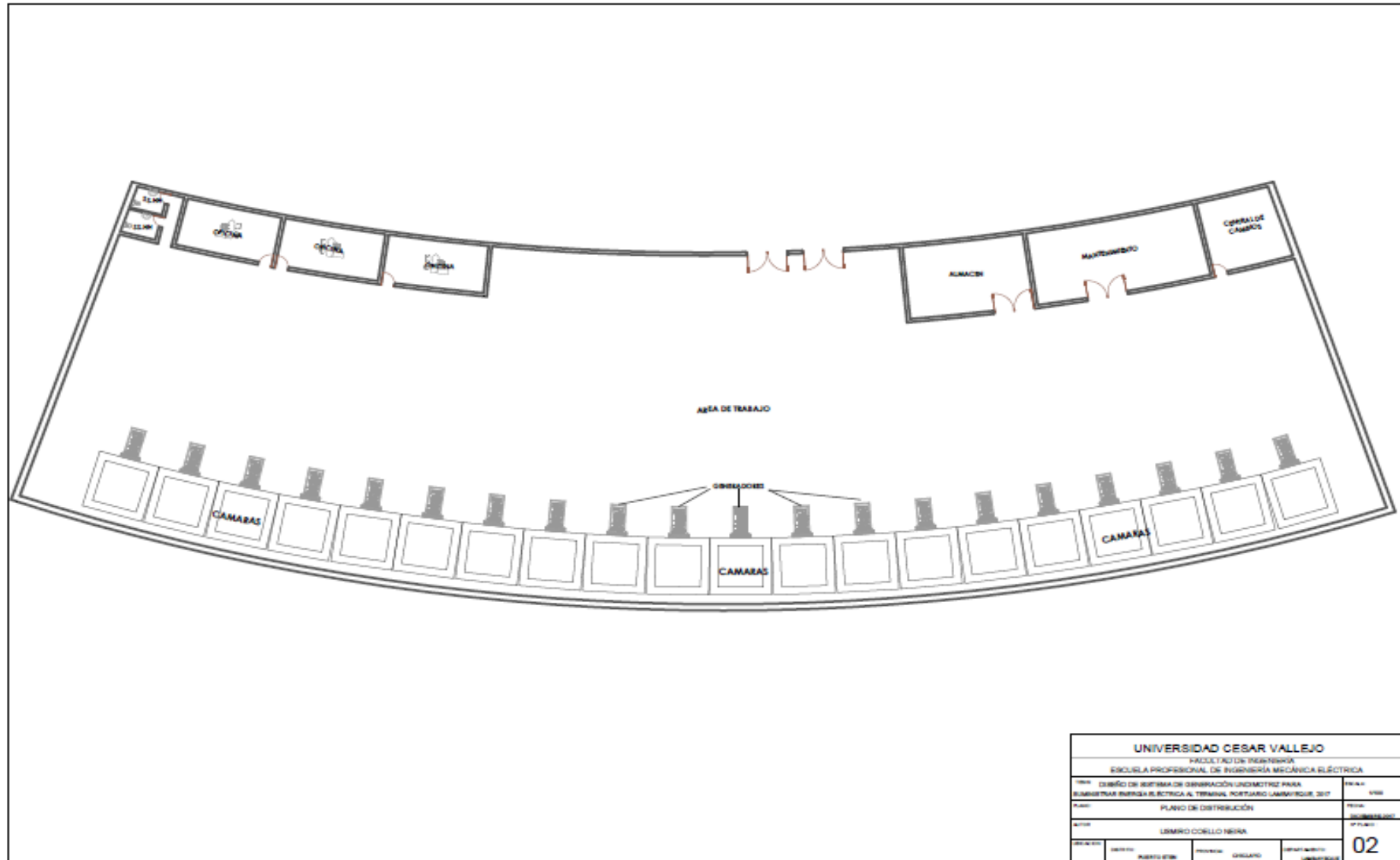
# ANEXO PLANOS

## PLANO 1

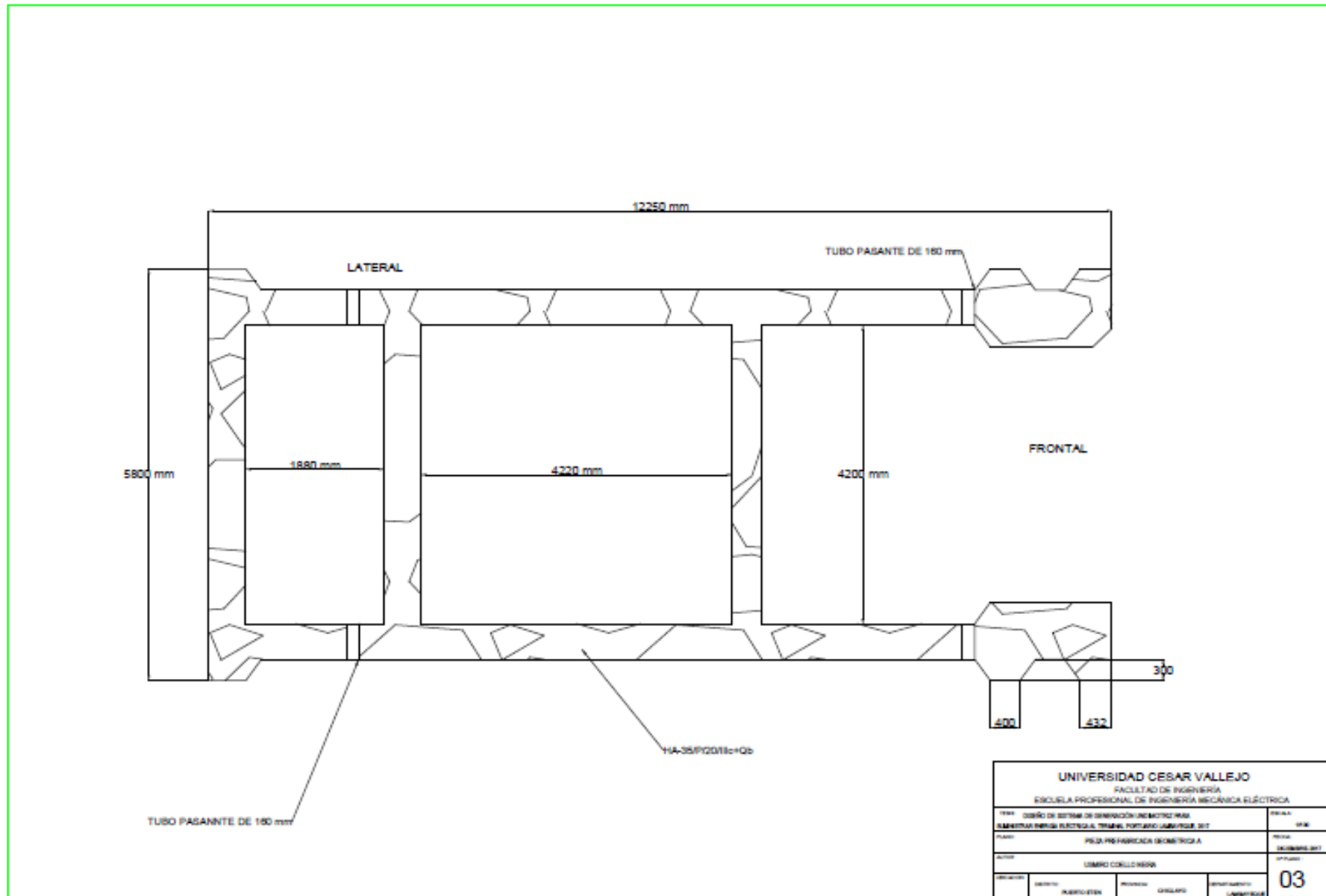




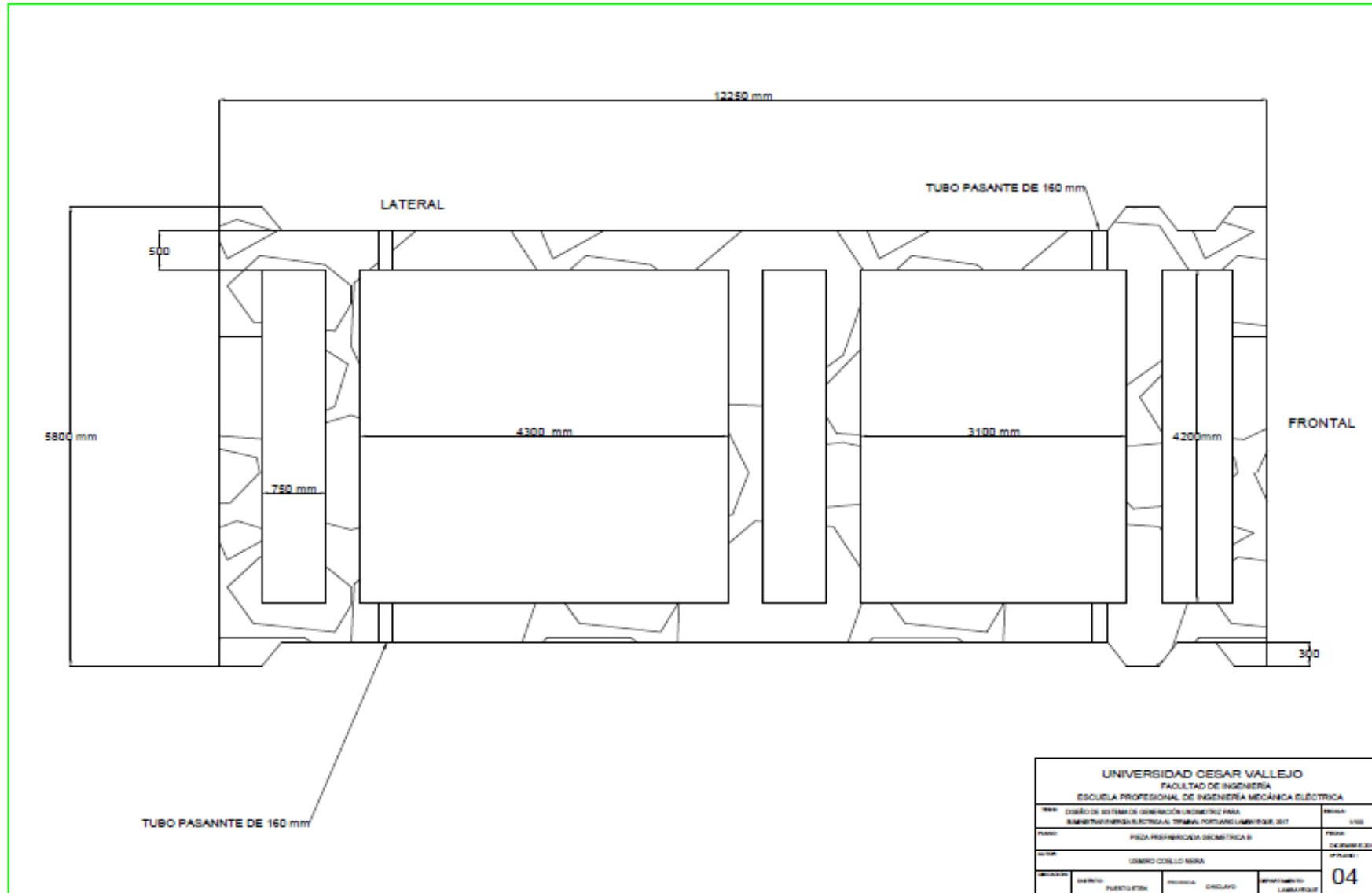
## PLANO 2



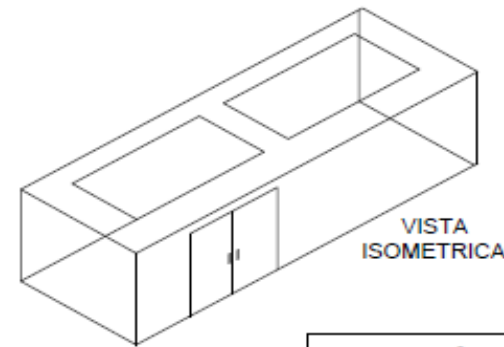
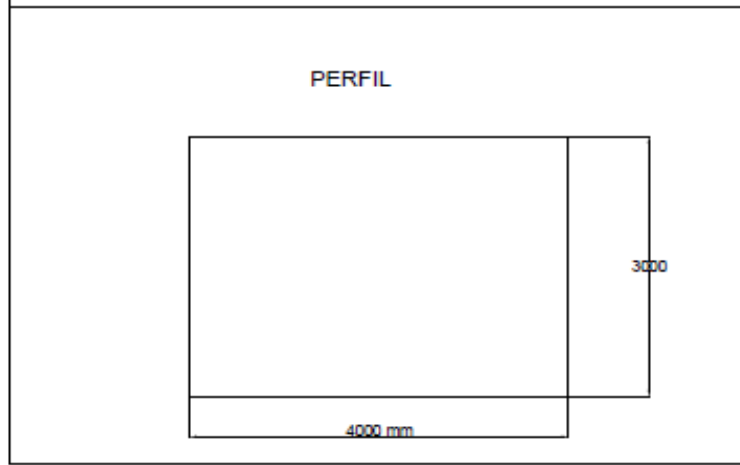
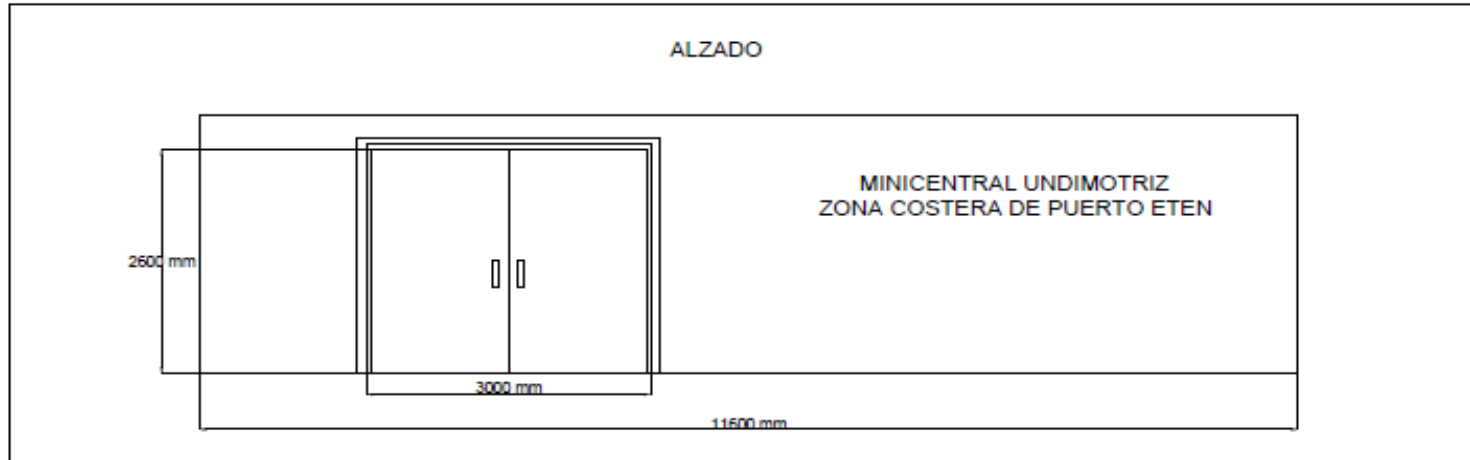
### PLANO 3



# PLANO 4

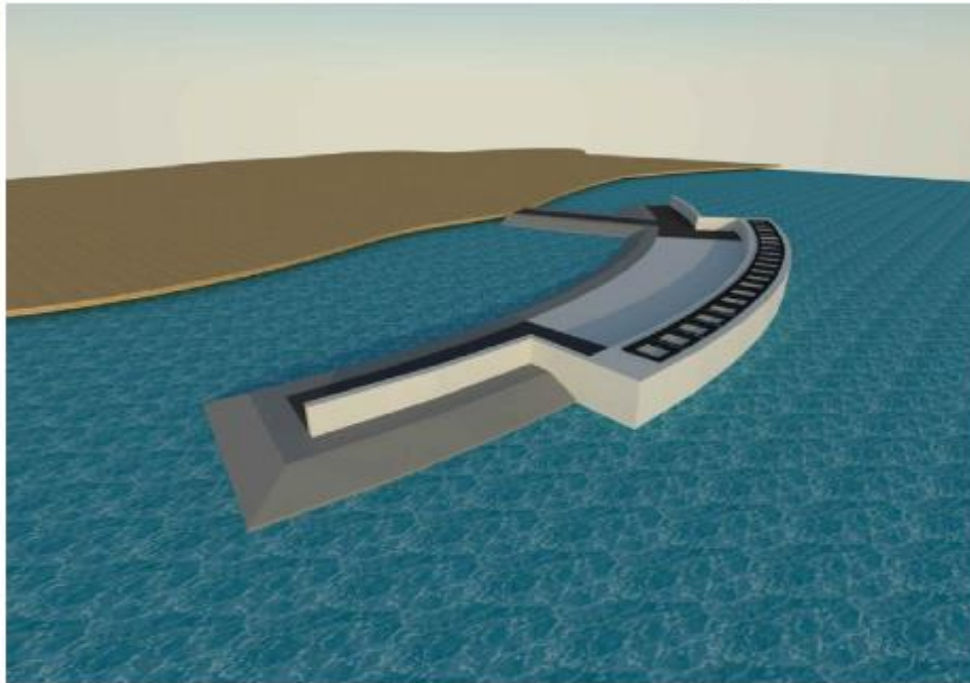
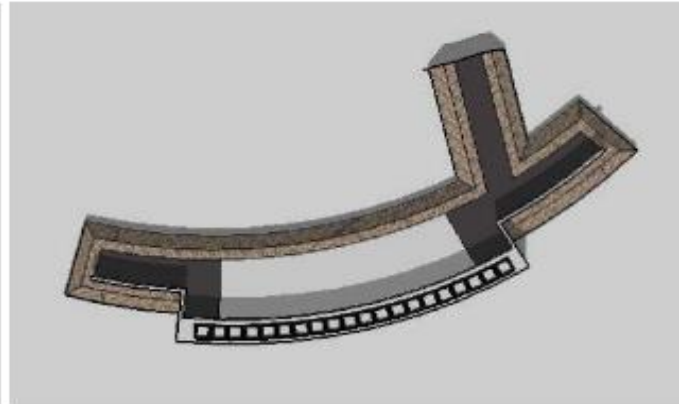
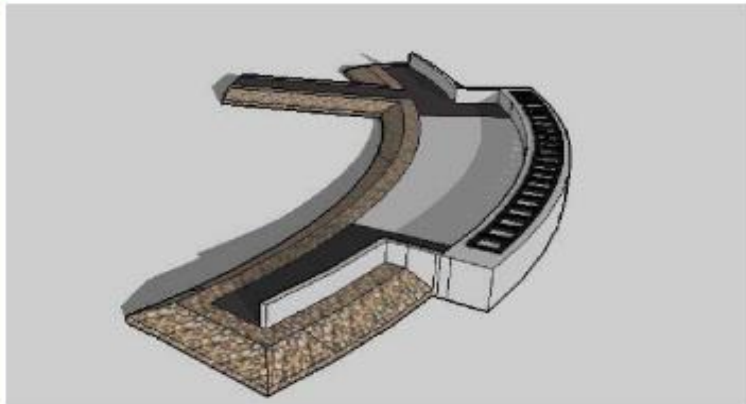


# PLANO 5



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA			
TÍTULO:	DESARROLLO DE SISTEMA DE GENERACIÓN UNDIMOTRIZ PARA SUBSTITUIR ENERGÍA ELÉCTRICA AL TENDÓN PORTUARIO LAMAYBQUE 2017	SECCIÓN:	0103
PROFESOR:	MOJIBO PARRAGUANO	FECHA:	02/05/2018 2017
ALUMNO:	USMRO COELLO NEIRA	IF PLANO:	05
UBICACIÓN:	SECTOR: PUERTO ETEN	PROVINCIA: CHICLAYO	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

## PLANO 6

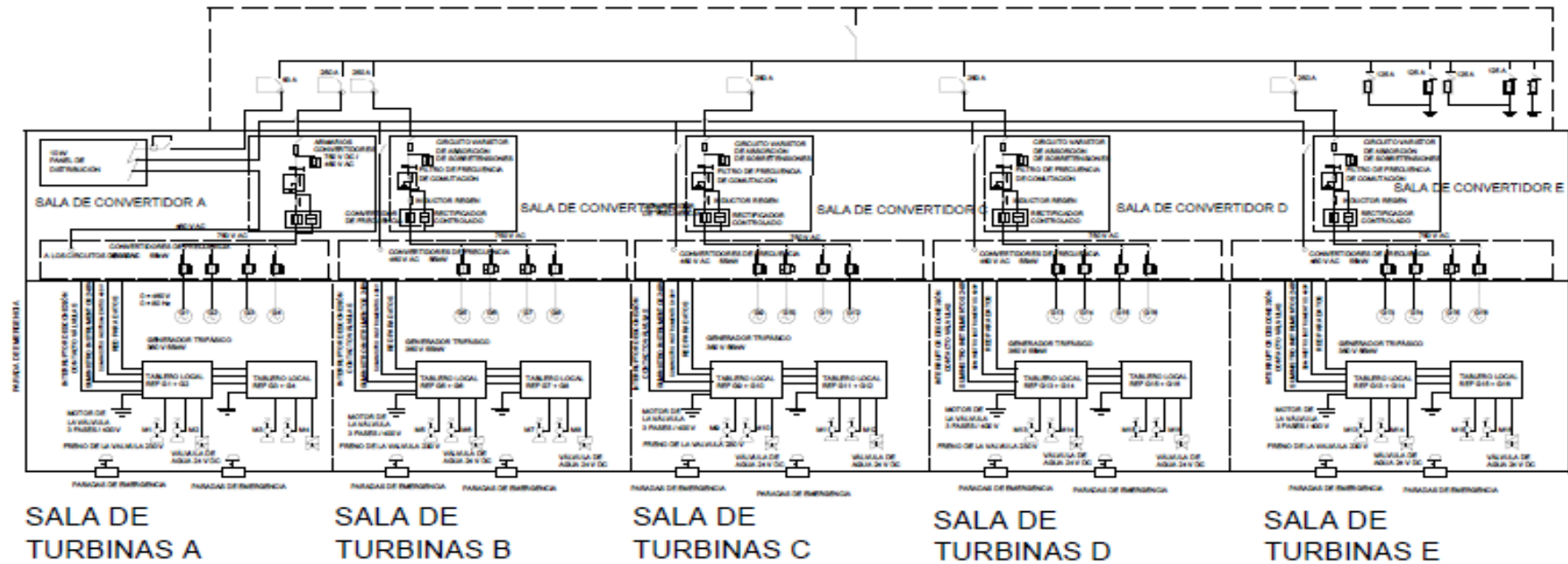


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA			
TÍTULO	DISEÑO DE SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA PARA ELABORAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL TERMINAL PORTUARIO LAMBAYEQUE 2017		FECHA
PLANO	MINICORTAL EN 3D		FECHA
ACTOR	USUARIO COELLO NEIRA		PLANO
DEPARTAMENTO	INGENIERÍA	PROFESOR	06
INSTITUTO	INSTITUTO PERU	PROVINCIA	CHILCAYO
			URB. LAMBAYEQUE

PLANO 7

PLANO UNIFILIAR

SALA DE TRANSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

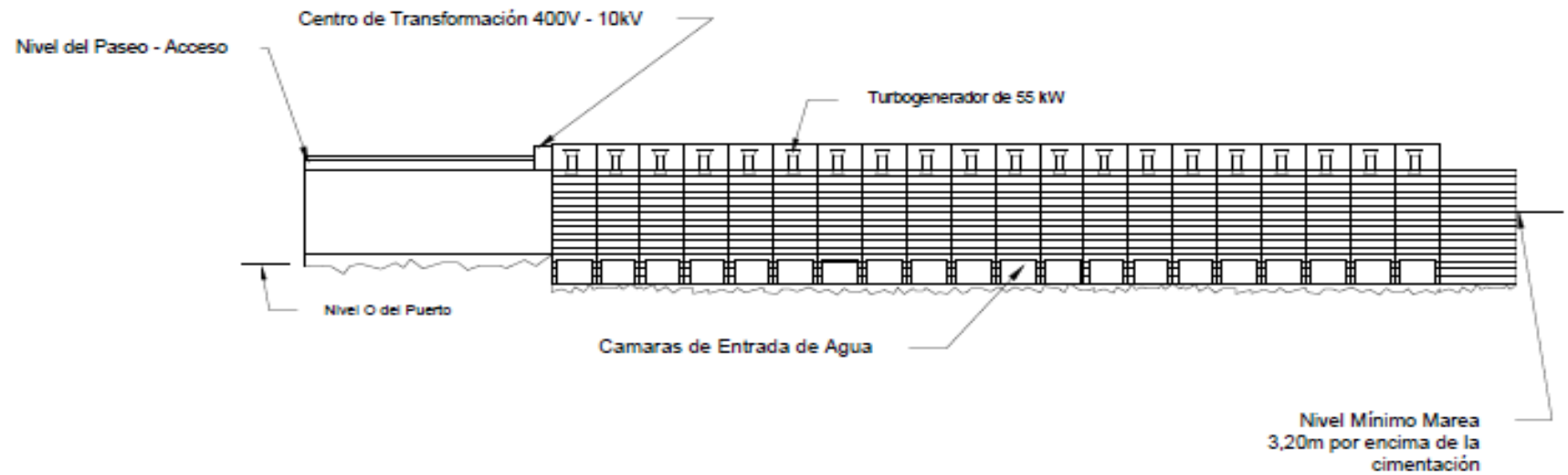


<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>				
FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA				
TÍTULO: DISEÑO DE SISTEMA DE GENERACIÓN UNIDIMENSIONAL PARA				ESCALA:
SUBMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL TERMINAL PORTUARIO LAMBAQUEQUE 2017				1/100
PLANO: ESQUEMA UNIFILIAR				FECHA:
AUTOR: USMERO GOELLO NEIRA				20/06/2017
LUGAR: LAMBAQUEQUE				PLANO:
UBICACIÓN:	DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	<b>07</b>
	PUNTO ITEN	CHICLAYO	LAMBAYEQUE	

## PLANO 8

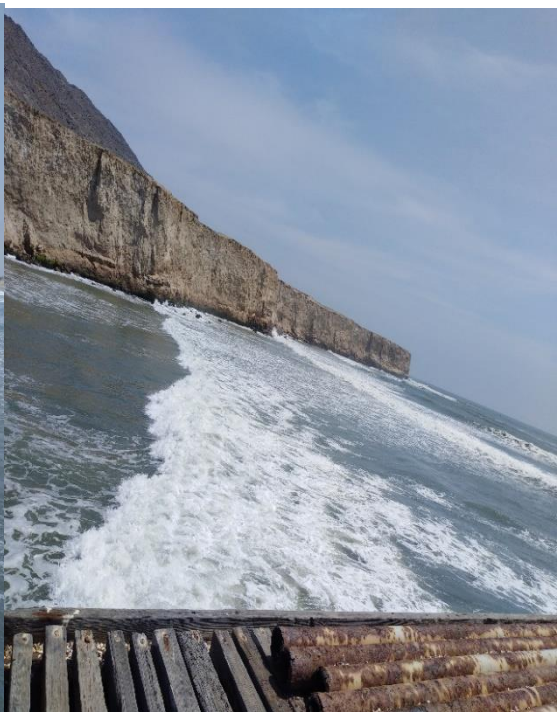
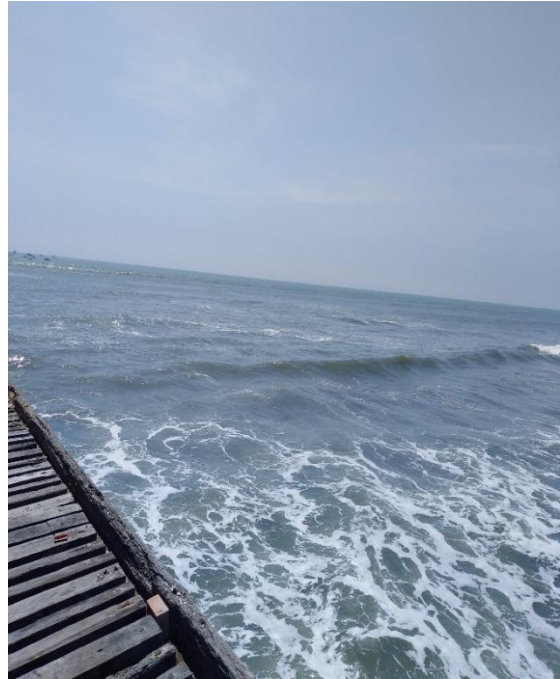
# MINICENTRAL UNDIMOTRIZ ZONA COSTERA DE PUERTO ETEN

## DIQUE - CONTINUACIÓN DE LA ZONA ROCOSA DE PUERTO ETEN



<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA			
TÍTULO	CURSO DE SISTEMAS DE GENERACIÓN UNDIMOTRIZ PARA		FECHA
	BARRERAS PARA ELÉCTRICA Y TERMINAL PORTUARIO LAMAYQUE, 2017		1/2017
PLANO	DIQUE Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN UNDIMOTRIZ		FECHA
			DICIEMBRE 2017
AUTOR	OSBERO COELLO NEIRA		
PROFESOR	ASISTENTE	PROFESOR	DEPARTAMENTO
	PUERTO ETEN	ONCAJO	LAMAYQUE
			<b>08</b>

## ANEXOS



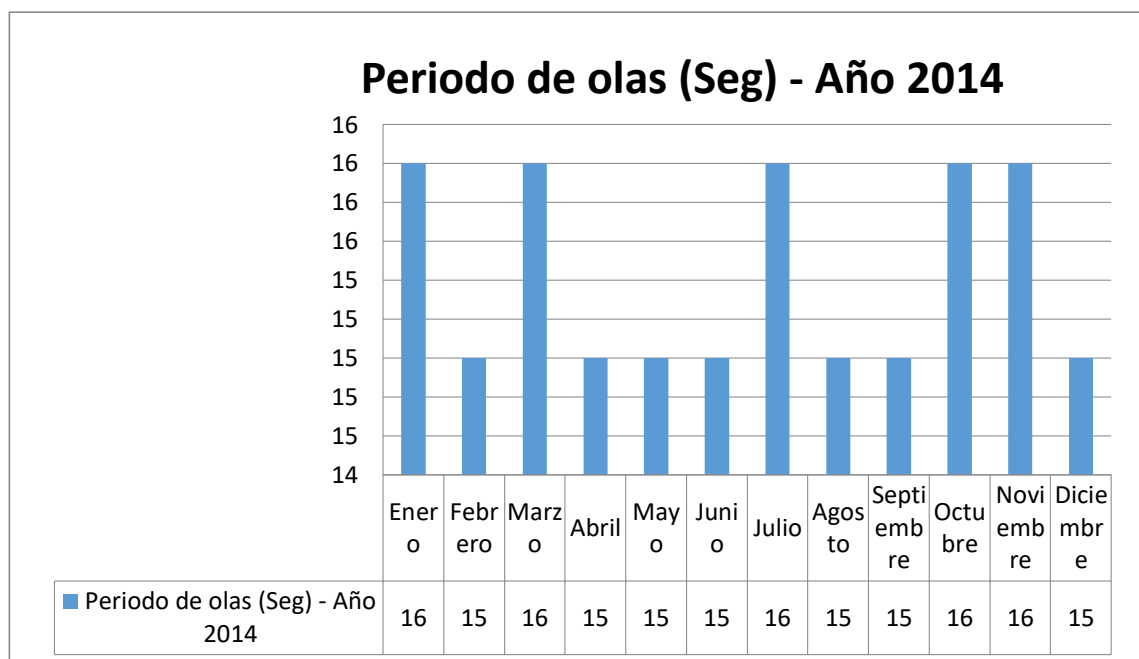


## DATA HIDROFISICA

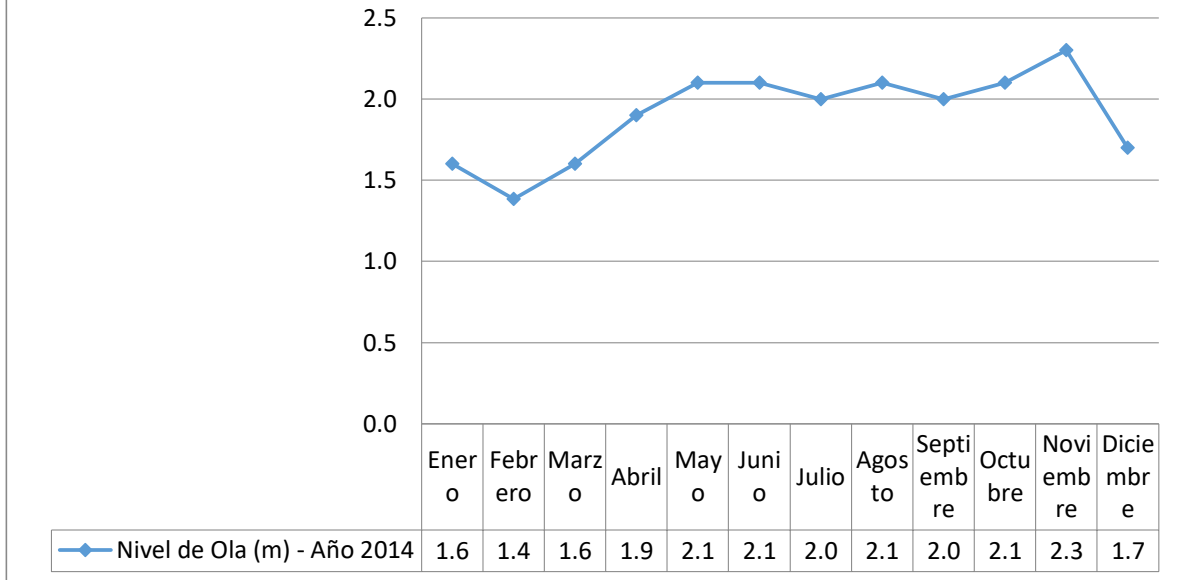
MES	Nivel de Ola (m) - Año 2014	Periodo de olas (Seg) - Año 2014	$\gamma$ (metros)	C (m/s)	Cg (m/s)	Flujo de energía (kW/m):	Energía (kJ/m <sup>2</sup> ):
<b>Enero</b>	1.6	16	399.30	24.96	12.48	40.23	5149.06
<b>Febrero</b>	1.4	15	350.95	23.40	11.70	28.22	3386.12
<b>Marzo</b>	1.6	16	399.30	24.96	12.48	40.23	5149.06
<b>Abril</b>	1.9	15	350.95	23.40	11.70	53.18	6381.72
<b>Mayo</b>	2.1	15	350.95	23.40	11.70	64.97	7795.95
<b>Junio</b>	2.1	15	350.95	23.40	11.70	64.97	7795.95
<b>Julio</b>	2.0	16	399.30	24.96	12.48	62.85	8045.41
<b>Agosto</b>	2.1	15	350.95	23.40	11.70	64.97	7795.95
<b>Septiembre</b>	2.0	15	350.95	23.40	11.70	58.93	7071.16
<b>Octubre</b>	2.1	16	399.30	24.96	12.48	69.30	8870.06
<b>Noviembre</b>	2.3	16	399.30	24.96	12.48	83.13	10640.05
<b>Diciembre</b>	1.7	15	350.95	23.40	11.70	42.57	5108.91
			371.09	24.05	12.02	56.13	6932.45

MES	Nivel de Ola (m) - Año 2015	Periodo de olas (Seg) - Año 2015	$\gamma$ (metros)	C (m/s)	Cg (m/s)	Flujo de energía (kW/m):	Energía (kJ/m <sup>2</sup> ):
<b>Enero</b>	1.6	13	263.60	20.28	10.14	32.68	3399.19
<b>Febrero</b>	1.4	14	312.96	22.09	11.05	26.65	3019.63
<b>marzo</b>	1.6	15	333.03	22.79	11.40	36.74	4294.45
<b>Abril</b>	1.9	15	339.35	23.01	11.50	52.29	6170.77
<b>Mayo</b>	2.1	16	380.07	24.35	12.17	67.61	8442.92
<b>Junio</b>	2.1	15	332.07	22.76	11.38	63.19	7376.61
<b>Julio</b>	2.0	15	373.04	24.12	12.06	60.75	7516.37
<b>agosto</b>	2.1	14	285.57	21.11	10.55	58.60	6343.76
<b>Septiembre</b>	2.0	15	329.43	22.67	11.33	57.09	6637.72
<b>Octubre</b>	2.1	16	383.73	24.46	12.23	67.93	8524.24
<b>Noviembre</b>	2.3	16	385.25	24.51	12.26	81.65	10265.68
<b>Diciembre</b>	1.7	15	338.56	22.98	11.49	41.82	4928.66
			338.06	22.93	11.46	53.92	6410.00

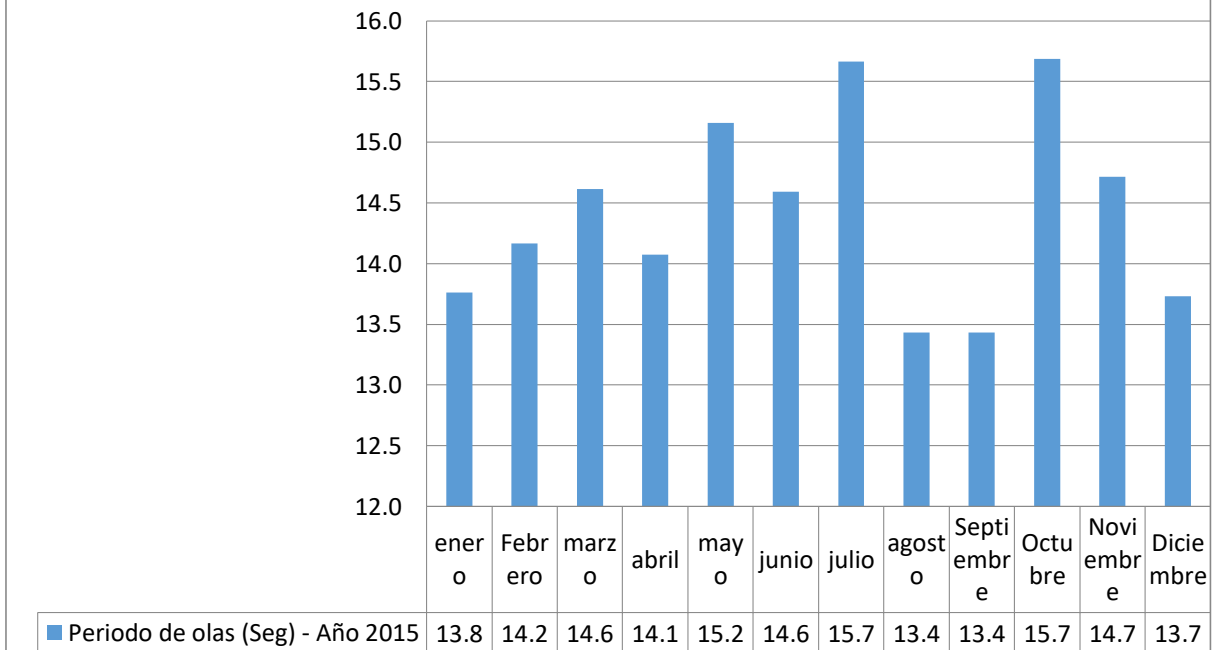
MES	Nivel de Ola (m)- Año 2016	Periodo de olas (Seg) - Año 2016	$\gamma$ (metros)	C (m/s)	Cg (m/s)	Flujo de energía (kW/m):	Energía (kJ/m2):
<b>Enero</b>	1.3	15	344.01	23.16	11.58	24.38	2897.05
<b>Febrero</b>	1.5	16	382.02	24.41	12.21	34.54	4323.94
<b>Marzo</b>	1.6	15	369.10	23.99	12.00	37.71	4641.35
<b>Abril</b>	1.7	16	378.13	24.29	12.14	43.47	5414.28
<b>Mayo</b>	1.6	16	377.83	24.28	12.14	37.73	4697.24
<b>Junio</b>	1.7	15	365.51	23.88	11.94	44.94	5503.96
<b>Julio</b>	1.7	14	312.96	22.09	11.05	40.39	4577.42
<b>Agosto</b>	1.7	16	393.88	24.79	12.39	46.76	5944.90
<b>septiembre</b>	1.7	16	392.24	24.73	12.37	42.45	5385.66
<b>octubre</b>	1.5	16	387.51	24.59	12.29	34.14	4304.51
<b>noviembre</b>	1.3	16	392.05	24.73	12.36	26.56	3368.31
<b>diciembre</b>	1.2	15	334.35	22.84	11.42	22.25	2606.34
			369.13	23.98	11.99	36.28	4472.08

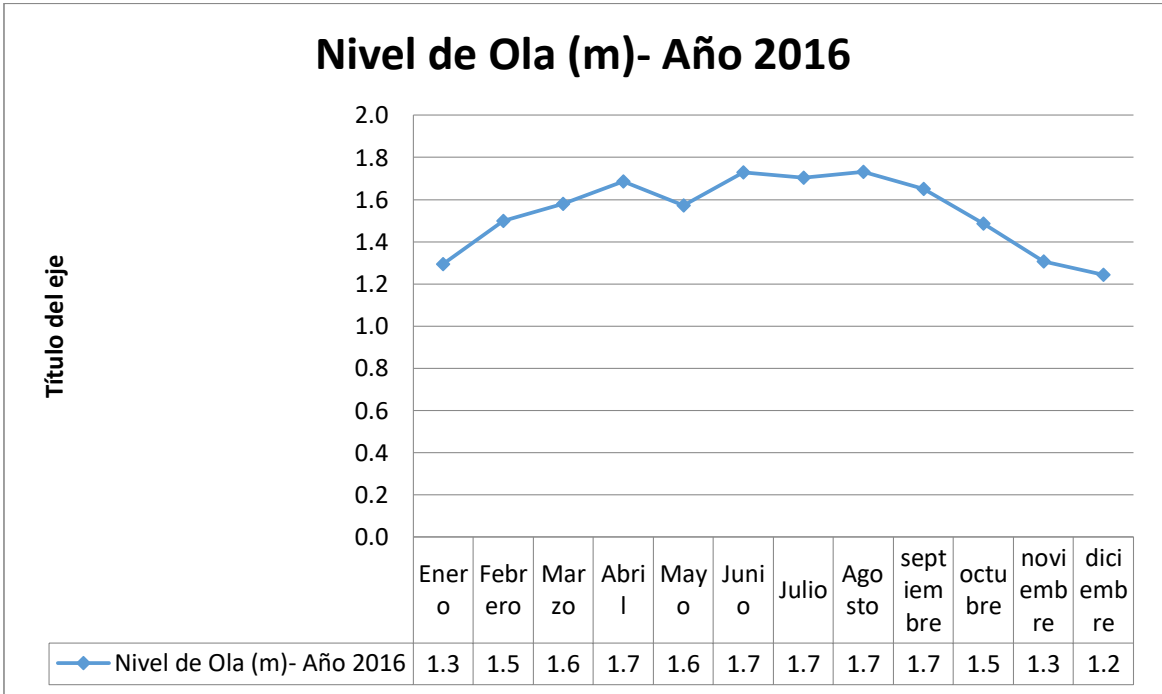
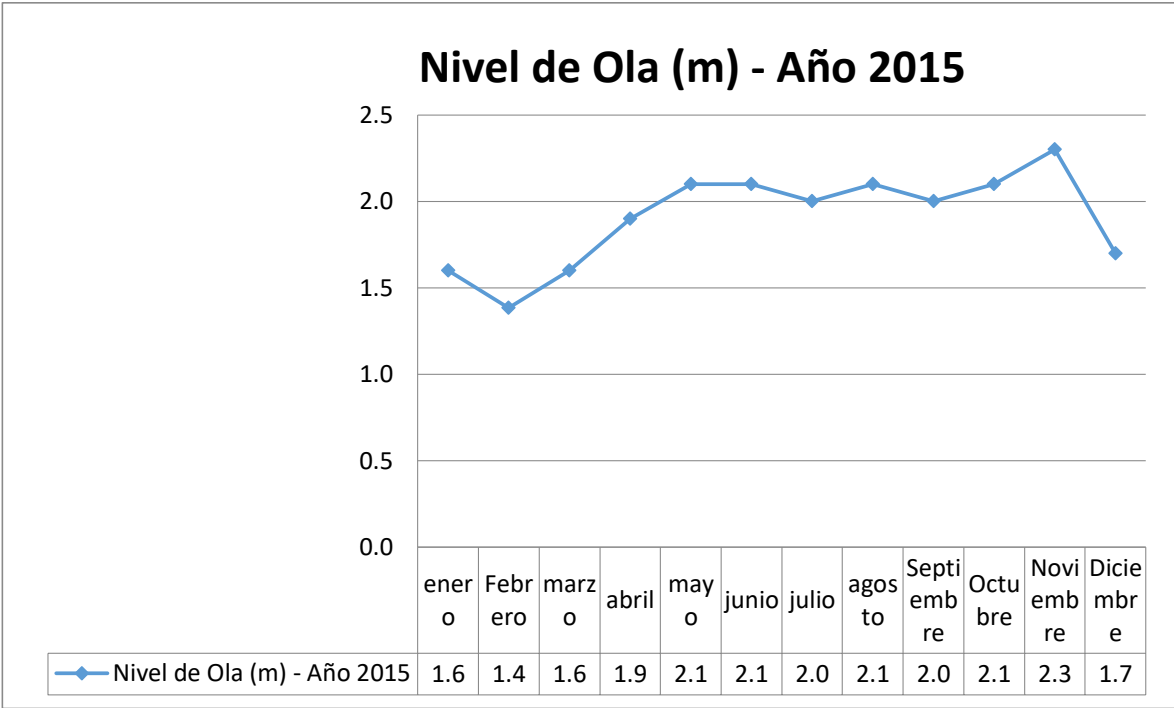


### Nivel de Ola (m) - Año 2014

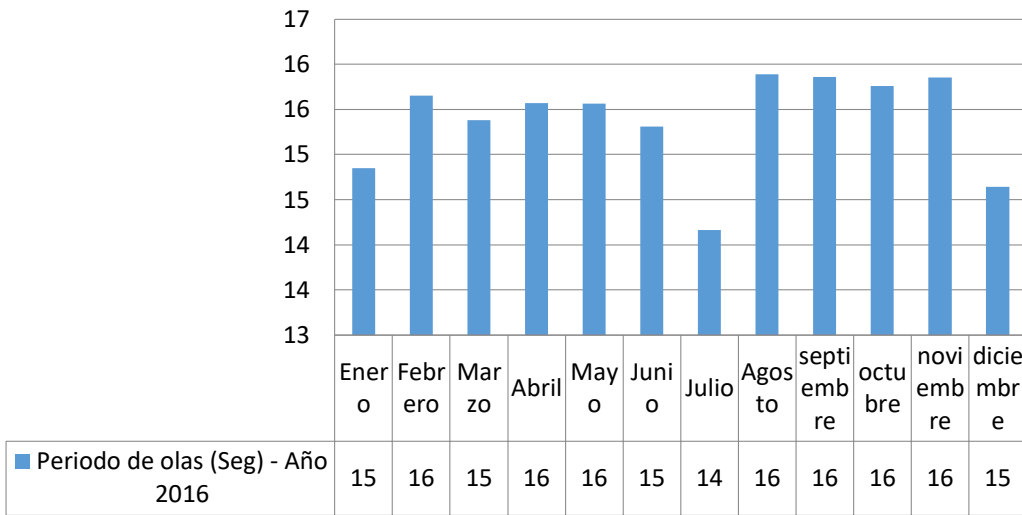


### Periodo de olas (Seg) - Año 2015

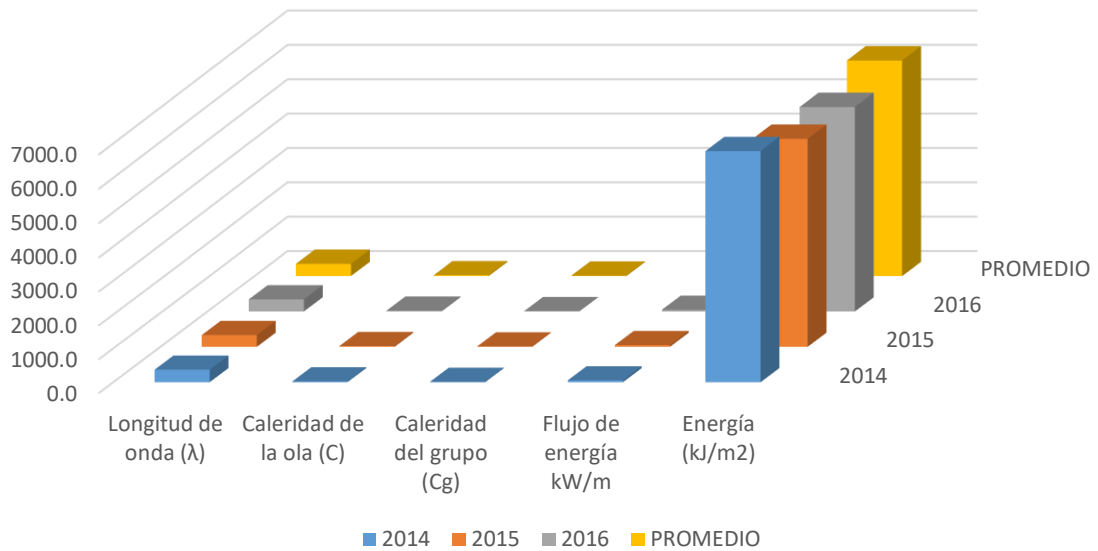




## Periodo de olas (Seg) - Año 2016



## RESUMEN GENERAL



PÁGINA FUE BRINDADA POR IMARPE CAPITANÍA CONVENIO CON MARINA DE GUERRA ME BRIDARON EL ACCESO PARA INGRESAR A LA DATA DE PUERTO ETEN ([WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ))

AÑO: 2016

FUENTE: [WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ)

GFS 27 km	Nivel de olas (m)							
	01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h
01.01.2016	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
02.01.2016	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
03.01.2016	1.1	1.1	1.1	1	1	1	1.1	1
04.01.2016	1	1	1	1	1	1	1.1	1.1
05.01.2016	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
06.01.2016	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
07.01.2016	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
08.01.2016	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
09.01.2016	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
10.01.2016	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
11.01.2016	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
12.01.2016	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
13.01.2016	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
14.01.2016	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
15.01.2016	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
16.01.2016	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
17.01.2016	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
18.01.2016	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9
19.01.2016	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6
20.01.2016	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
21.01.2016	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
22.01.2016	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
23.01.2016	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
24.01.2016	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
25.01.2016	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2
26.01.2016	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
27.01.2016	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
28.01.2016	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
29.01.2016	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
30.01.2016	1	1	1	1	1	1	1.1	1.1

AÑO: 2016

FUENTE: [WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ)

Período olas (Seg)							
01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h
11	13	15	15	14	14	14	14
14	14	14	14	13	13	13	13
13	13	13	13	13	13	13	13
13	13	13	13	13	16	15	15
15	15	15	14	14	14	14	14
14	14	13	13	13	13	13	13
13	13	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	15	16	16	16	16	15
16	18	20	20	17	19	19	19
18	18	18	18	17	17	16	16
16	16	16	16	15	15	15	15
14	14	14	14	14	13	13	13
13	13	13	13	12	12	12	13
14	14	14	14	14	14	14	14
14	13	13	14	14	14	14	15
16	18	16	16	16	16	18	19
19	18	18	18	18	17	17	17
16	16	16	16	15	15	15	15
15	15	14	14	14	14	14	14
14	14	14	14	16	16	14	14
16	19	16	15	16	18	18	18
18	18	18	18	18	17	17	17
17	16	16	16	16	15	15	15
15	15	15	14	14	14	14	14
14	14	14	14	14	14	14	13

AÑO:

2015

FUENTE: [WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ)

GFS 27 km	Olas (m)							
	01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h
01.01.2015	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
02.01.2015	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
03.01.2015	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
04.01.2015	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
05.01.2015	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
06.01.2015	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
07.01.2015	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
08.01.2015	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
09.01.2015	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
10.01.2015	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
11.01.2015	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
12.01.2015	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5
13.01.2015	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
14.01.2015	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5
15.01.2015	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
16.01.2015	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
17.01.2015	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
18.01.2015	1.1	1	1	1	1	1	1	1
19.01.2015	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1
20.01.2015	1	0.9	1	1	1	1	1	1
21.01.2015	1	1	1	1	1	1.1	1.1	1.2
22.01.2015	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
23.01.2015	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
24.01.2015	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
25.01.2015	1.1	1	1.1	1	1	1.1	1.1	1.1
26.01.2015	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
27.01.2015	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4



AÑO: 2015

FUENTE: [WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ)

Período olas (seg)							
01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h
13	12	12	12	12	12	12	11
11	11	11	11	11	11	10	10
10	13	17	16	16	15	15	15
15	14	14	14	14	13	13	13
18	18	17	17	16	16	16	15
15	15	15	14	14	14	14	14
13	13	13	15	14	14	14	14
14	14	13	13	13	13	13	13
13	13	14	18	17	17	16	16
16	15	15	15	14	14	14	14
14	14	13	13	13	13	13	13
12	12	12	12	12	13	16	16
16	16	16	15	15	15	15	15
15	14	14	14	14	14	14	14
14	14	14	14	13	13	13	13
13	12	12	12	12	12	12	12
12	12	13	13	13	13	13	12
12	11	11	11	11	11	11	11
11	11	10	10	10	10	11	11
13	13	14	14	14	14	14	14
13	13	13	13	14	15	15	15
14	14	15	14	14	14	14	14
14	14	14	13	13	13	13	13
13	13	13	13	13	13	13	13
13	13	17	17	17	14	16	16
16	16	14	15	15	15	15	15
15	15	15	15	15	15	14	14

AÑO: 2014

FUENTE: [WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ)

GFS 27 km	Olas (m)							
	01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h
01.01.2014	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
02.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
03.01.2014	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
04.01.2014	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
05.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2
06.01.2014	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4
07.01.2014	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
08.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
09.01.2014	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
10.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
11.01.2014	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
12.01.2014	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
13.01.2014	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
14.01.2014	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4
15.01.2014	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
16.01.2014	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
17.01.2014	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
18.01.2014	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
19.01.2014	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
20.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3
21.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
22.01.2014	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4
23.01.2014	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
24.01.2014	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6
25.01.2014	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
26.01.2014	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5
27.01.2014	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
28.01.2014	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7
29.01.2014	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
30.01.2014	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
31.01.2014	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5

AÑO: 2014

FUENTE: [WWW.WINDGURU.CZ](http://WWW.WINDGURU.CZ)

Período olas (seg)							
01h	04h	07h	10h	13h	16h	19h	22h
18	18	18	18	18	18	17	17
17	17	17	17	17	17	17	16
16	16	16	16	16	16	16	15
15	15	19	19	18	18	18	18
18	17	17	17	17	17	17	16
16	16	16	16	15	15	12	11
11	11	11	11	11	11	11	10
10	10	10	10	10	10	10	10
10	13	13	13	13	16	15	13
13	13	12	12	12	12	14	14
14	13	13	13	13	13	12	19
18	18	18	17	17	16	16	15
15	15	15	14	14	14	14	13
13	13	13	13	13	12	12	12
16	16	16	16	16	16	15	15
15	15	14	14	14	14	14	14
14	14	14	14	13	13	13	13
13	13	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	11	11	11	11
11	11	11	11	11	11	11	11
11	11	11	11	12	12	11	11
11	11	18	18	18	17	17	17
17	16	16	16	16	15	15	15
15	15	14	14	14	14	14	14
13	13	13	16	16	16	19	19
15	15	18	18	18	17	16	16
16	16	16	15	15	15	23	23
22	22	22	22	21	20	20	20
20	19	19	19	19	19	18	18
18	18	18	17	17	17	17	16
16	16	16	16	15	15	15	15

## ANEXO PROFORMA



### CONSTRUCTORA E INVERSIONES BATOSO SAC

Señor: USMIRO COELLO NEIRA

Ciudad: Chiclayo

Nos es grato el saludarlo y adjuntarle al presente el presupuesto solicitado.

### PROFORMA

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANT	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL
<b>2 CÁMARA</b>					
2.01	Fabricación pieza prefabricada A	Ud.	32	840,0	\$26880,0
2.02	Fabricación pieza prefabricada B	Ud.	88	700,0	\$61600,0
2.03	Fabricación pieza prefabricada C	Ud.	15	500,0	\$7500,0
2.04	Colocación Piezas en su Disposición	Ud.	135	73,40	\$9909,0
2.05	Hormigón losa de base	M3	450	75,40	\$33930,0
2.06	Hormigón para fijación estructura	M3	30	45,60	\$1368,0
2.07	Material de Relleno de cámaras Barras Corrugadas de 20mm de	M3	1800	4,50	\$8100,0
2.08	diámetro	Ud.	130	740	\$96,20
2.09	Juntas y tubo	M	150	2,40	\$360,0
2.10	Malla de doble diámetro 5	M2	300	260	\$78000,0
<b>3 COMPUERTA Y VÁLVULA DE MARIPOSA</b>					
3.01	Compuerta Seguridad 3,10x3,20m	Ud.	20	1000,0	\$20000,0
3.02	Válvula de Mariposa	Ud.	20	1300,0	\$26000,0
3.03	Sistema óleo hidráulico	Ud.	16	375,0	\$6000,0
Acabado exterior del módulo prefabricado asemejándose a la					
4.02	estética de la zona costera	Ud.	5	4000,0	\$20000,0
4.03	Acabado Interior del módulo	Ud.	5	4000,0	\$20000,0
<b>5 TURBOGENERADOR Y SISTEMA DE CONTROL</b>					

AV. Arenales 2287 – Lima, Perú.  
TELEF: 344700. FAX:043344700 CELULAR : 943640979\_979947569 RPM

## CONSTRUCTORA E INVERSIONES BATOSO SAC

Turbogenerador Wells de 36 kW de potencia. Consta de turbina Wells, acoplada a generador DFIG con sistema de regulación y de					
5.01	conversión AC/DC/AC	Ud.	20	30000,0	\$600000,0
<b>6 SISTEMAS AUXILIARES</b>					
6.01	Control auxiliar y tableros de control	Ud.	2	650,40	\$1300,80
6.02	Válvula de Agua	Ud.	10	125,60	\$1256,0
6.03	Motor trifásico	Ud.	4	378,50	\$1514,0
6.04	Freno turbogenerador	Ud.	20	254,40	\$5088,0
6.05	Tubos Fluorescentes de 36W	Ud.	10	12,40	\$124,0
6.06	Lámparas de Vapor de sodio	Ud.	2	164,30	\$328,60
6.07	Fluorescentes emergencia de 8W	Ud.	8	90,40	\$723,20
6.08	Extintores	Ud.	4	324,50	\$1298,0
Batería de condensadores					
6.09	emergencia	Ud.	1	5568,0	\$5568,0
Picas de cable descubiertas de					
6.10	50mm <sup>2</sup> de sección y 2 m de longitud	Ud.	8	312,50	\$2500,0
Conductor desnudo de 50mm <sup>2</sup> de					
6.11	sección	M	30	23,640	\$709,20
6.12	Mallado electrosoldado	M2	50	20,230	\$1011,50
<b>7 SUBESTACION BAJA/ALTA TENSION</b>					
7.01	Caseta prefabricada	Ud.	1	8000	\$8000,0
Transformador seco encapsulado al					
7.02	vacio	Ud.	1	28365,10	\$28365,10
Celda de Interruptor de potencia en					
7.03	baja tensión	Ud.	5	2350,40	\$11752,0
Celda tipo seccionador de baja					
7.04	tensión	Ud.	1	3400,0	\$3400,0
7.05	Celda de medida en alta tensión	Ud.	1	7625,70	\$7625,70

## CONSTRUCTORA E INVERSIONES BATOSO SAC

Celda alta tensión Interruptor de potencia – seccionador –					
7.06	seccionadora a tierra	Ud.	1	9935,60	\$9935,60
Celda alta tensión de seccionador con seccionador a tierra y					
			1		
7.07	autoválvula	Ud.		8560,50	\$8560,50
7.08	Relé Siprotec 7SJ63 de Siemens	Ud.	2	2300,0	\$4600,0
7.09	Unidad de Teledisparo	Ud.	1	1867,0	\$1867,0
<b>8 LINEA DE MEDIA TENSIÓN</b>					
8.01	Cable tripolar	M	700	75,60	\$52920,0
8.02	Tubo de PVC	M	1000	3,50	\$3500,0
8.03	Excavación de zanja	M3	300	40,30	\$12090,0
Trabajos de asfalta y					
8.04	acondicionamiento	M3	50	20,10	\$1005,0
<b>9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>					
9.01	Celda de línea	Ud.	2		\$3600,0
9.02	Celda de transformador	Ud.	1	2400,0	\$2400,0
9.03	Celda cliente	Ud.	1	9000,0	\$9000,0
<b>10 SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA</b>		GLB	1	1500,0	\$1500,0
<b>TOTAL</b>					<b>\$1633015,40</b>

Precios Unitarios de Costos de Instalación

Nota: El presupuesto tiene una vigencia de tres meses.

Lima, 24 de Noviembre de 2017

**CONSTRUCTORA E INVERSIONES  
 BATOSO S.A.C.**  
  
**Mónica Lucía Márquez Escobedo**  
 GERENCIA GENERAL

AV. Arenales 2287 – Lima, Perú.  
 TELEF: 344700. FAX:043344700 CELULAR : 943640979\_979947569 RPM

## TURNITIN

### DISEÑO DE SISTEMA DE GENERACIÓN UNDIMOTRIZ PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL TERMINAL PORTUARIO LAMBAYEQUE, 2017

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>20%</b>	<b>17%</b>	<b>1%</b>	<b>10%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uchile.cl</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>intranet.cip.org.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>tesis.ipn.mx</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>6</b>	<b>kimerius.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>bibing.us.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>upcommons.upc.edu</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>