



# **UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

## **FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ARQUITECTURA**

### **CENTRO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICO EN ALGAS**

Proyecto de tesis para obtener el título profesional de  
Arquitecto

Odar Elias, Ingrid Marilyn  
Quispe Rosales, Diana Ingrid

Arq. Ruth Suica  
Directora del proyecto de tesis

## **AGRADECIMIENTOS**

En principio, agradecemos a Dios por darnos la fuerza necesaria para cumplir nuestra meta.

A nuestros padres, por confiar en nosotras y apoyarnos incondicionalmente. Por brindarnos sus consejos, ánimos y compañía en nuestros momentos más difíciles en el trascurso de esta aventura llamada titulación.

A nuestra directora de tesis, Ruth Suica por dedicarnos su tiempo e impartir su conocimiento a lo largo del desarrollo de nuestro proyecto. Quien, con su experiencia y paciencia, hizo posible que culminemos con éxito esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros docentes. Jesús Peña, Roberto Pain y Jorge Bendezú, por aconsejarnos y darnos sus puntos de vista con respecto al proyecto para hacerlo viable.

A nuestros amigos, quienes nos apoyaron en todo momento, aconsejándonos y dándonos ánimos cuando más lo necesitábamos.

Y, por último, nuestra alma mater, la Universidad Ricardo Palma, en donde adquirimos los conocimientos que hoy en día poseemos y nos son de utilidad para desenvolvemos profesionalmente.

Nuestros mejores deseos para ustedes. Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS.....	2
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICO EN ALGAS.....	5
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	5
1.1    Introducción .....	5
1.2    Tema.....	6
1.3    Planteamiento del Problema .....	7
1.4    Objetivos .....	10
1.5    Alcances y Limitaciones.....	11
1.6    Metodología .....	12
1.7    Viabilidad.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	17
2.1    Antecedentes del Problema .....	17
2.2    Base Teórica .....	27
2.3    Base Conceptual.....	29
CAPÍTULO III: ALGAS MARINAS .....	34
3.1    Introducción .....	34
3.2    Concepto .....	35
3.3    Beneficios .....	44
3.4    Acuicultura .....	45
3.5    Cultivo .....	48
3.6    Cultivo e Investigación de Algas en el Perú y el Mundo.....	55
3.7    Biocombustible y Energía a base de Algas .....	61
3.8    Uso de Algas en la Arquitectura .....	62
CAPÍTULO IV: ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.....	65
4.1    Introducción .....	65
4.2    Concepto .....	66
4.3    Beneficios .....	67
4.4    Factores Naturales en el Diseño Bioclimático.....	68
4.5    Aspectos básicos en el Diseño Bioclimático.....	76
4.6    Sistemas Bioclimáticos .....	81
4.7    Energías Alternativas Renovables .....	84

CAPÍTULO V: ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS EN EL CLIMA DEL CALLAO .....	85
5.1    Introducción .....	85
5.2    Humedad.....	87
5.3    Iluminación.....	87
5.4    Protección Solar .....	90
5.5    Adaptación con el entorno.....	90
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS GEOGRÁFICO Y FÍSICO DEL TERRENO.....	92
6.1    Análisis Físico-Geográfico.....	92
6.2    Análisis Físico-Construido.....	92
6.3    Análisis Geográfico-Climático.....	100
6.4    Análisis Demográfico y Económico (INEI).....	104
CAPÍTULO VII: ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO .....	108
7.1    Concepto de espacialidad y composición .....	108
7.2    Generalidades .....	109
7.3    Zonificación y Recorrido.....	111
7.4    Descripción del Proyecto.....	113
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES GENERALES .....	132
8.1    Beneficios Ambientales.....	132
8.2    Beneficios Sociales .....	133
8.3    Beneficios Económicos.....	133
CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA.....	134
9.1    Referencias Impresas .....	134
9.2    Referencias virtuales.....	139
CAPÍTULO X: ANEXOS .....	143

# **CENTRO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICO EN ALGAS**

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

En la actualidad, Lima enfrenta su tercer problema más grave a causa de la gran emisión de gases tóxicos y el uso de combustibles fósiles: Contaminación ambiental (Diario El Comercio, 2014). Vivimos en una sociedad donde el interés por mejorar y restablecer el medio ambiente se ha vuelto menos importante, no existe el impulso por iniciar el cambio, solo está presente el conformismo de los ciudadanos en aceptar y convivir con la realidad.

Un informe difundido por la Organización Mundial de la Salud (2014), revela que Lima Norte encabeza los índices negativos en calidad de aire con 58 microgramos, casi seis veces el nivel establecido por la OMS, cifra totalmente preocupante.

Por otro lado, tenemos el uso de la energía convencional. Según los datos estadísticos del Plan Referencial de Energía al Perú al 2015 (s. f.), la mayor parte de la energía que proviene de hidrocarburos corresponden a un 48.6% del consumo energético, mientras que solo el 0.5% corresponde al uso de energías renovables.

Considerando este informe y en relación a la situación actual que enfrenta la capital, buscamos promover la investigación e innovación de energías renovables, empleando un nuevo sistema donde el aprovechamiento óptimo y sostenible de nuestros recursos naturales, atenúe el nivel de contaminación y del mismo modo, aporte de manera positiva en la economía del país.

De acuerdo a lo mencionado, optamos por la propuesta de un Centro de Investigación Tecnológico como proyecto arquitectónico ubicado en la provincia constitucional del Callao, el cual contará con ambientes necesarios para su buen funcionamiento y desarrollo, y será diseñado bajo los estándares de una edificación sostenible. El motivo por el cuál decidimos apostar por este tema es por la falta de una adecuada infraestructura para la investigación, innovación y desarrollo de nuevas tecnologías que reduzcan el nivel de contaminación que enfrenta el Callao actualmente y a su vez, que aporten al país competencias frente al mercado internacional.

## **1.2 Tema**

El trabajo a desarrollar es un Centro de Investigación dedicado al estudio y desarrollo tecnológico en algas, el cual está enfocado principalmente a servir como espacio para la producción de energía e insumos con valor agregado. Es por ello, que el proyecto será diseñado de tal manera que se pueda aprovechar todas las propiedades de las algas marinas para generar nueva energía, bioluminiscencia y paralelamente, disminuir el impacto ambiental del país. El proyecto está inscrito en el campo de la arquitectura sostenible y educativa, la cual responde a la relación ARQUITECTURA-AMBIENTAL-USUARIO.

A lo largo de nuestro recorrido universitario, realizando investigaciones en cursos de Taller y Acondicionamiento Ambiental, llamó nuestro interés y preocupación el problema que enfrenta el país respecto al desarrollo sostenible en el diseño. Como afirma Wieser Rey, M. & Del Pilar Dueñas (2012), Lima y Callao carecen de un sistema de planeamiento urbano y arquitectónico con conciencia energética, causando gran contaminación ambiental.

Es por ello, que optamos por el uso de algas marinas con la finalidad de promover un nuevo sistema, una nueva alternativa de energía que en otros países ya están siendo empleados en la arquitectura obteniendo resultados favorables y positivos frente a la contaminación, reemplazando los gases tóxicos por oxígeno e intentando reducir el nivel de consumo de energía.

El Perú es uno de los países ricos en algas marinas, lamentablemente no está siendo aprovechada como se debe por falta de información. Muchas personas no tienen conocimiento que el alga marina es multifuncional, y la venimos exportando sin previo estudio.

Es por tal motivo, que con nuestro proyecto buscamos desarrollar una arquitectura eficiente.

### **1.3 Planteamiento del Problema**

Algunos de los problemas que requieren de mayor atención, tanto en la provincia constitucional del Callao como en Lima, son la contaminación ambiental, la exportación irracional de las algas como materia prima y la falta de áreas verdes.

En el plan de desarrollo concertado de la Región Callao 2011-2021 (2010) se hace mención que la provincia cuenta con escasos espacios de recreación y áreas verdes para la población, esto hace que haya menos calidad de oxígeno y se genere mayor acumulación de dióxido de carbono en el medio ambiente. Esto conlleva al deterioro y la inutilización de los paisajes naturales, pero no sólo por la contaminación del aire, sino también por la contaminación del suelo y el mar, la cual incrementa aún más debido al funcionamiento activo de las industrias y puertos pesqueros.

Según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao (2010) las industrias en el Callao corresponden a un 22.39% del área total de la provincia, ubicándose en su mayoría cerca al litoral peruano. Sin embargo, su ubicación trae ventajas y desventajas; ventajas, porque se encuentra en una zona de acceso directo hacia el mercado exterior y desventajas, porque constituye un foco de contaminación ambiental, ya que emite gases contaminantes que son direccionadas hacia las zonas residenciales por la orientación del viento.

Otra razón por la cual el Callao presenta un alto índice de contaminación, como se menciona en el Plan de Acción ambiental del Callao 2013-2021 (2013) es por el uso de combustibles fósiles como el plomo y azufre, los cuales no son la única forma de generar energía. Los edificios según World Energy Council (2013) representan el 40% del consumo total de energía utilizada en todo el mundo. Se han ido incorporando a las edificaciones, energías renovables en su construcción; sin embargo, los hidrocarburos aún forman el porcentaje más alto de la energía utilizada en el país (Plan de energías renovables 2011-2020, 2011, pp. 76-77).

Por otro lado, tenemos a las algas marinas. El Callao está ubicado en una zona estratégica para su extracción y seguidamente, su exportación. Sin embargo, actualmente las algas están siendo exportadas como productos no tradicionales sin darle un valor agregado (Boletín del Sector de Productos Pesqueros, 2015, pp. 06). Debiéndose a la falta de ambientes adecuados para su investigación y producción antes de ser llevadas al mercado exterior.

Es por ello que inferimos que existe falta de consciencia por parte de los pescadores al momento de extraer las algas del mar y de las industrias al exportarlas en grandes cantidades sin importar si este recurso llegue a desaparecer. Es decir, no hay un proyecto o una propuesta de arquitectura en el que se desarrolle netamente la investigación y producción de las algas para aprovechar su potencial ecológico y económico antes de su exportación y así evitar su posible disminución, debido a la extracción excesiva.

De acuerdo a las estadísticas desarrolladas por PromPerú (2014)<sup>1</sup> el 99.7% de productos diversos en el año 2014 son las algas marinas, la exportación de las mismas ha ido creciendo en el último quinquenio, así como su precio promedio en un 10%. Las especies de algas más exportadas en el año 2014 fueron con un 48.1% la *Macrocystis*, con un 25.9% las algas pardas, con un 19.6% la *Lessonia*, con un 1.4% la *Gigartina* con 1.4% y con un 5% otras algas pardas. Paralelamente se da una disminución de volumen de producción de la industria pesquera en un 38%, a causa de una producción menor de harina y aceite de pescado.

En base a estos datos, se concluye que cada año la cantidad de algas que están siendo exportadas en mayor cantidad hacia el mercado exterior representando un potencial para la acuicultura. Asimismo, disminuye la exportación de productos básicos como la harina y aceite de pescado, siendo oportuno y

---

<sup>1</sup> Este documento ha sido elaborado con cifras proporcionadas al 11 de febrero del 2015. Pueden sufrir variación de acuerdo a los ajustes de la SUNAT.

necesario para el país la diversificación de sus mercados y la realización y promoción de innovación en productos con valor agregado.

En base a lo desarrollado, concluimos que el Callao se encuentra en una crisis ambiental y tiene como necesidad reducir el efecto invernadero y el uso de energía convencional; del mismo modo, informar a las personas de lo importante y eficiente que pueden ser las algas cuando son tratadas y analizadas con posterioridad.

Es por ello, que vamos a desarrollar un Centro de Investigación Tecnológico en Algas con la finalidad de establecer una nueva alternativa de construcción sostenible en base a una tecnología ecológica y rentable donde el principal recurso será el alga marina. Además, paralelamente, su ejecución impulsará a contrarrestar los factores contaminantes que viene atravesando el Callao, así como generar innovación de productos con valor agregado.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar con criterios funcionales, sostenibles y renovables, el diseño de un centro de investigación tecnológico en algas ubicado en la provincia constitucional del Callao.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer la principal problemática de la zona donde se ubicará el proyecto.

- Identificar las principales teorías, conceptos y referentes arquitectónicos que serán utilizados para la propuesta de diseño del proyecto.
- Analizar el uso de algas marinas en la arquitectura.
- Entender las características y aspectos de una construcción bioclimática.
- Analizar las condiciones bioclimáticas para el desarrollo del centro de investigación tecnológico en algas en el Callao.
- Identificar los principales aspectos urbanos, geográficos, climáticos, sociales y económicos que posee el terreno ubicado en la Provincia Constitucional del Callao.
- Diseñar de forma sostenible un Centro de investigación tecnológico en algas tomando en cuenta las consideraciones fundamentales para el diseño y desarrollo del proyecto.

## **1.5 Alcances y Limitaciones**

### **Alcances**

- La investigación se enfoca en brindar información general a todas las personas, especialmente a grupos de empresas que están dedicadas a la exportación de algas marinas en los sectores de industria, servicio y público.
- El proyecto implementará espacios o áreas de recreación activas al alcance del público en general.

- Se tomará en cuenta las consideraciones espaciales, ambientales, normativas, constructivas y dimensionales de acuerdo al tipo de proyecto.
- El presente estudio tomará referencias de proyectos construidos y no construidos tanto en el Perú como en el extranjero que posean la implementación de algas marinas en su arquitectura.

### **Limitaciones**

- Esta tesis es a nivel de anteproyecto, es decir no contará con cálculos físico, químicos o estructurales correspondientes a otras especialidades. Será una tesis que se enfoque en el uso adecuado de criterios arquitectónicos, por ser una tesis para optar por el grado profesional de título de arquitecto.
- No se desarrollarán visitas en otros países donde existan casos aplicativos de edificaciones con algas. Sin embargo, se va a documentar toda la información existente sobre estos casos.
- No se desarrollarán muestras de comprensión, esfuerzos, biológicas, entre otras a materiales nuevos que utilicen algas debido a que este tipo de análisis corresponde a especialidades de ingeniería o biología mas no de arquitectura. Se resolverán soluciones arquitectónicas para el proyecto de tesis.

## **1.6 Metodología**

Para el desarrollo del presente proyecto será necesario investigar y analizar distintas fuentes bibliográficas, tesis desarrolladas en otros países y establecer contacto con especialistas que puedan ayudarnos en facilitar información básica

y necesaria con respecto a las algas, por ser un tema nuevo en el campo de la arquitectura.

Toda esta información será la base para proponer un modelo de programa arquitectónico y lograr los objetivos específicos de la tesis. Por tal motivo, se recurrirá a fuentes confiables como libros, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), ADEX (Asociación de exportadores), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), entre otras.

La metodología es entonces, un esquema cualitativo donde se especificará los indicadores empleados para lograr la viabilidad del proyecto.



Cuadro 1: Metodología. Elaboración propia 2016

## 1.7 Viabilidad

### Viabilidad Territorial

El proyecto se encuentra ubicado en un terreno de 63,554.8 m<sup>2</sup> en una zona industrial en la Provincia constitucional del Callao, y como muchos de los terrenos en toda la provincia aún se encuentra en proceso de obtener una habilitación urbana. Su ubicación al estar cercana al mar favorece el abastecimiento de algas a través de la acuicultura y de pescadores artesanales e industriales.

Por otro lado, el terreno se encuentra relativamente cerca al puerto principal del país, al terminal pesquero, a la Aduana y al aeropuerto Jorge Chávez obteniendo un potencial de obtención de recursos, así como de distribución nacional e internacional de productos muestra o de ensayo que se realizarán dentro del centro de investigación para la difusión rápida de las investigaciones científicas y tecnológicas.

Gran parte de las industrias pesqueras dedicadas a la extracción de recursos marinos se encuentran ubicados en torno al proyecto, lo cual significa una oportunidad de difundir al público objetivo más cercano los beneficios de una extracción sostenible de recursos marinos a través de la acuicultura. Según IMARPE (Instituto del Mar del Perú), la acuicultura es una actividad que promueve el crecimiento sostenible de la pesquería, por lo que la acuicultura ya está siendo promovida y utilizada en el Perú en zonas cercanas al mar; sin embargo, aún son muchas las empresas en el país que extraen recursos marinos sin preocuparse de su preservación.

Además, el terreno se encuentra ubicado a unas cuadras de la Universidad Federico Villareal, por lo que su difusión en innovación e

investigación también se encontrará cercana a los universitarios. La razón principal por lo que se propone el terreno en esta zona industrial, es porque es una zona de alta contaminación que es transmitida a través de los flujos de aire provenientes del mar hacia las zonas residenciales e institucionales.

Por lo tanto, el Centro de Investigación Tecnológico En Algas, al poseer áreas verdes y algas marinas logrará disipar la contaminación en la zona purificando el aire y mejorando la calidad de vida de las personas residentes en áreas vecinas a la zona industrial.

### **Viabilidad Socio-Ambiental**

En el mundo las nuevas edificaciones ganan prestigio al ser edificaciones verdes que posean certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) que otorga el Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos (USGBC). Este certificado se concede a las edificaciones que demuestren poseer estrategias de sostenibilidad eficaces para generar el menor impacto ambiental posible.

Es por ello que cada año miles de constructoras y proyectistas en el mundo buscan que su edificación posea esta certificación tan valorada y que significa sumar al proyecto una marca internacionalmente conocida. El número de proyectos registrados y certificados en el mundo es de 52997 y sólo en Latinoamérica y el Caribe es de 1704. Mientras que en el Perú, en el 2017 se tienen aproximadamente 110 proyectos en proceso

de certificación y aproximadamente más de 16 ya cuentan con certificación LEED (Green Building Council, s. f.).

### **Viabilidad Socio-Económica**

Según el Diagnóstico Socio Económico Laboral de la Región Callao (2013), la Provincia Constitucional del Callao posee una densidad poblacional aproximada de 2,868 hab/m<sup>2</sup>, esta cifra es mucho más elevada que la del Perú cuya densidad poblacional es de 22 habitantes por km<sup>2</sup>. Por lo que las personas viven muy concentradamente.

Además, al encontrarnos en un panorama de elevada concentración poblacional, se obtiene como consecuencia la carencia de ofertas laborales, por lo que un centro de investigación de esta magnitud, sin duda otorgaría ofertas de trabajo.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes del Problema**

#### **Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas**

El proyecto fue diseñado por Javier Andrés Moya Ortiz en el año 2012 para la presentación de su tesis a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile para obtener su grado de título profesional de Arquitecto. El proyecto es un centro de investigación tecnológico y científico especializado en algas que posee un área construida de 12,172 m<sup>2</sup>, ubicado en la IV Región de Coquimbo, provincia de Elqui en Chile. Entre los objetivos generales del proyecto se encuentra el de reducir la brecha entre educación y producción.

Moya Ortiz, J. (2012) expone en su tesis que se debe facilitar la adecuada producción de algas en el país a nivel privado y público. Propone la realización de un proyecto que responda a todas las necesidades técnicas, climáticas, tecnológicas, urbanas, sociales y sustentables que

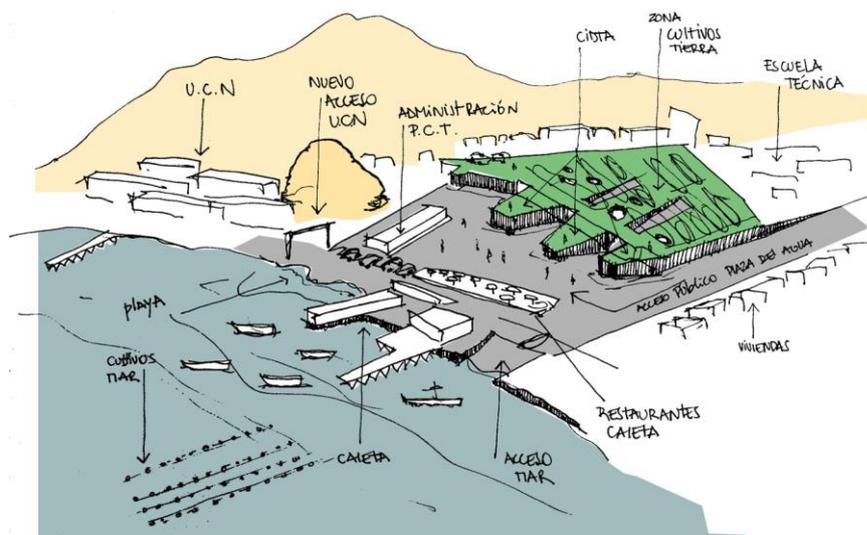
hagan posible un mejor desarrollo de la investigación, educación y producción de algas en la zona.

El terreno propuesto para el proyecto se encuentra dentro de un ambiente urbano ya consolidado. Por lo tanto, se beneficiará de los vínculos que pueda generar con instituciones aledañas como la Universidad Católica del Norte, el CIDTA y la producción en la caleta de pescadores de Guayacán, aclara Moya Ortiz.



Croquis propuesta territorial.

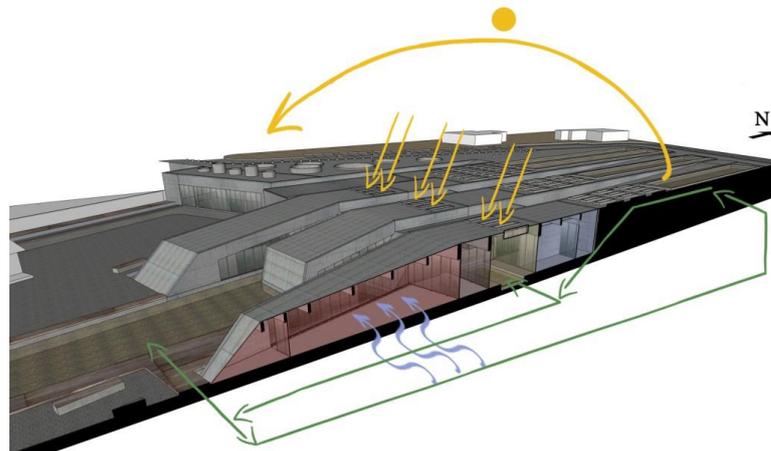
Elaboración: Moya Ortiz, J. (2012). Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas [imagen]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl>



Croquis propuesta territorial.

Elaboración: Moya Ortiz, J. (2012). Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas [imagen]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl>

Moya Ortiz, J. (2012) declara que es un proyecto que se encuentra semienterrado, debido a que gran parte del programa arquitectónico lo ocupan los espacios de cultivo de algas. En el proyecto se propone que tanto el edificio como su paisaje funcionen en conjunto de sistemas pasivos y activos. Otorgando así, al edificio condiciones óptimas de habitabilidad. Además, de otorgar condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo de las algas.



Esquema flujo del agua, ventilaciones y radiación

Elaboración: Moya Ortiz, J. (2012). Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas [imagen]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl>

La forma del proyecto surge en base a necesidades contextuales y luego de la comprensión de formas naturales como los límites difusos y temporales existentes entre la tierra y el agua. Ambos aferrándose mutuamente en medio del paisaje global. (Moya Ortiz, J. 2012).



Imagen Plaza del Mar

Elaboración: Moya Ortiz, J. (2012). Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas [imagen]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl>



Imagen zona de cultivos superior.

Elaboración: Moya Ortiz, J. (2012). Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas [imagen]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl>

El programa arquitectónico está conformado por espacios como: Plaza pública en donde se encuentra el acuario exterior, un centro de difusión, espacios de laboratorios tanto secos como húmedos, zonas de cultivo interiores y exteriores. Finalmente, este proyecto posee una gestión de residuos y reciclaje para generar el mínimo impacto ambiental posible.

### **Complejo Turístico Bioclimático en Eliat-Israel**

El proyecto fue diseñado por Lucia Pinillos Delgado en el año 2014 para la presentación de su tesis a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Ricardo Palma en Perú para obtener su grado de título profesional de Arquitecta. El proyecto es un centro turístico de 17,100 m<sup>2</sup> de área construida, ubicado en Eliat, Israel. En un clima desértico donde la importancia de poseer una arquitectura bioclimática se hace más fuerte.

Es por ello que el proyecto es un Hotel diseñado bajo los estándares de una arquitectura bioclimática, cuya idea principal radica en la capacidad de las algas de generar energía y bioluminiscencia.



Vista aérea del proyecto

Elaboración: Pinillos Delgado, L. (2014). Complejo Turístico Bioclimático en Eliat-

Israel [imagen]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=srBkJ50j-w>



Vista de bungalows

Elaboración: Pinillos Delgado, L. (2014). Complejo Turístico Bioclimático en Eliat-

Israel [imagen]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=srBkJ50j-w>

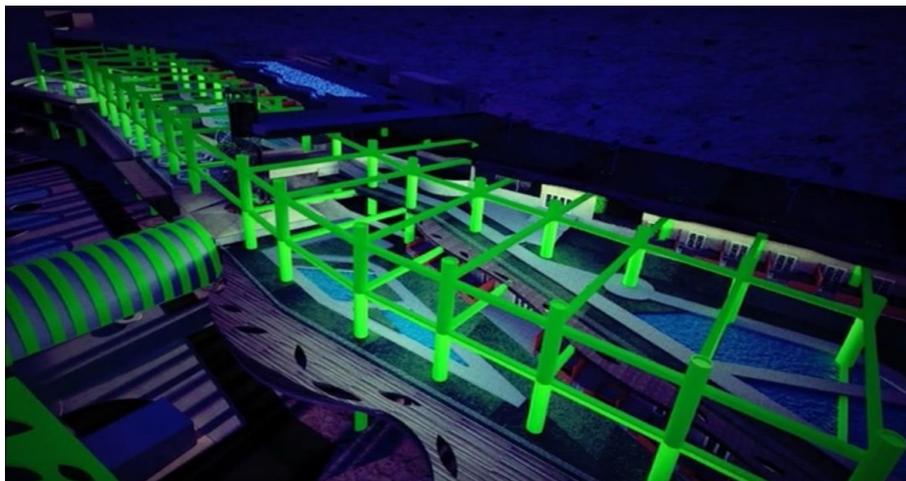
Se busca reducir el impacto ambiental al reducir el consumo de energía.

Cabe resaltar, que este Hotel será diseñado de tal manera que otorgue

las comodidades que requiera el usuario. El diseño toma en cuenta la cultura de los habitantes de la zona, la innovación, y el resultante que proporcionen las algas con sus características en fotosíntesis, bioluminiscencia, así como en estructura. (Pinillos Delgado, L., 2014).



Vista de la terraza con las columnas de sección circular con algas.  
Elaboración: Pinillos Delgado, L. (2014). Complejo Turístico Bioclimático en Eliat-  
Israel [imagen]. Recuperado de  
<https://www.youtube.com/watch?v=srBkJ50j-w>



Vista de nocturna y bioluminiscencia de algas en la estructura.  
Elaboración: Pinillos Delgado, L. (2014). Complejo Turístico Bioclimático en  
Eliat-  
Israel [imagen]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=srBkJ50j-w>

Para limitar o reducir el impacto que tendrá el edificio, este tendrá un sistema de desechos y reciclaje que podrá ser replicado por cualquier edificación que se coloque cerca al mar.

### **Centro de Interpretación e Investigación de Microalgas y Macroalgas en Rotterdam**

El proyecto fue diseñado por Laura Berzal Cerezo en el año 2014. El proyecto se sitúa en la ciudad de Róterdam, una de las ciudades más contaminadas del mundo. Por esta razón, el proyecto plantea un filtro para la contaminación de la ciudad a través del cultivo de algas. Las algas absorben 6 veces más CO<sub>2</sub> que plantas como los árboles, conjuntamente de limpiar el aire lo hacen con el agua.

Además, poseen otros usos como la alimentación, investigación, industria textil, biodiesel y producción de etanol. Por ello, está la propuesta del cultivo de algas y su investigación con el objetivo de obtener fines diversos.

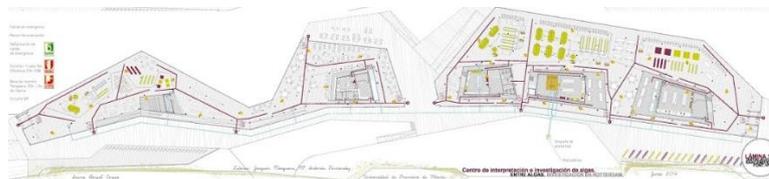


Vista 3D

Elaboración: Berzal Cerezo, L. (2014). Centro de Interpretación e Investigación de microalgas y macroalgas en Rotterdam [imagen]. Recuperado de <http://nodopfc.blogspot.pe>

Berzal Cerezo L. (2014) explica que el proyecto ubicado en el canal de la ciudad posee una orilla contraria utilizada como área pública con piscinas de algas al aire libre y espacios de esparcimiento. Para realizar la unión entre la zona exterior con la zona de cultivos, se coloca una pasarela por encima de cultivos exteriores en donde se interactúa la investigación y las personas.

La orientación principal mira hacia el norte y al tener árboles de hoja caduca permiten que cubran al edificio del sol de verano pero lo dejan pasar en invierno. Así ayuda a climatizar el edificio. La cubierta por su forma quebrada, genera recogidas de agua que serán filtradas por microalgas y macroalgas. El programa se puede dividir en tres partes. Los dos primeros unidos espacialmente.



#### Planta

Elaboración: Berzal Cerezo, L. (2014). Centro de Interpretación e Investigación de microalgas y macroalgas en Rotterdam [imagen]. Recuperado de <http://nodopfc.blogspot.pe>

En cuanto al programa más público, se percibe el ciclo de vida de las algas, su cultivo, sus beneficios y sus grandes ventajas presentadas en comparación con otro tipo de cultivos. Para ello se abastece de áreas de descanso, de exposición, de proyección y de tienda. Además, tiene una zona de restaurante con espacialidad en algas, una zona de estancia, la cocina con su almacén y cámara frigorífica, así como el aseo. El área de

restauración con acceso al muelle posee una terraza. (Berzal Cerezo L., 2014).

En la parte sur del edificio existen áreas como laboratorios de estudios químicos, de microalgas, de macroalgas, de acuicultura, de almacenes, de cámaras frigoríficas, instalaciones, aulas, aseos, y comunicaciones verticales. Al proyecto diseñado se puede acceder en bicicleta, en rueda, a pie o en barco. La cubierta tiene una función protectora, protege al suelo de vientos fuertes y de las lluvias.



Vista 3D

Elaboración: Berzal Cerezo, L. (2014). Centro de Interpretación e Investigación de microalgas y macroalgas en Rotterdam [imagen]. Recuperado de <http://nodopfc.blogspot.pe>

En otras palabras, el diseño del proyecto se ubica elevado sobre el canal, contactando con la tierra y el agua. Quebrado en su forma para aprovechar las vistas y la radiación solar. La cimentación se da a través de una losa de hormigón armado puesta sobre pilotes. La estructura es un forjado de losa de hormigón. Sobre la cimentación surgen pilares arbolados de circulares en su sección. También, posee estructuras metálicas. En zonas exteriores de cultivos de algas se mantiene una

temperatura de 21-26°. La fachada está conformada por un muro cortina de vidrio doble aprovechando la radiación solar con el objetivo de climatizar el interior. (Berzal Cerezo L., 2014).

### **Edificio B.I.Q. House**

El edificio Biq House consta de un complejo de apartamentos de 5 pisos en Hamburgo, Alemania. Este edificio tiene por objetivo generar calor, así como ingresos ya que tiene una fachada de alta tecnología hecha de un cultivo vertical de algas. Este edificio utiliza para su funcionamiento energías renovables, con un sistema de energía que cosecha algas de rápido crecimiento para generar también biocombustible. (Wallis, D., 2013).



Fotografía de la fachada de algas, edificio BIQ House  
Elaboración: Arlt, Johannes. (s. f.). Das BIQ Bild [Fotografía]. Recuperado de  
<http://www.iba-hamburg.de>

Tal como se redacta en “BIQ” (s.f.), BIQ House es el primer edificio del mundo con una fachada biorreactor. El edificio posee una segunda piel verde. Los lados del edificio que se encuentran orientados hacia el sol gozan de una segunda capa en el exterior (fachada). La fachada de microalgas también proporciona energía al edificio. Para que las algas

puedan crecer requieren tan solo del abastecimiento de nutrientes líquidos y CO<sub>2</sub>, estos son suministrados a través de un circuito independiente colocado en la fachada que en conjunto con la luz solar logran mantener vivas a las microalgas.

El concepto energético es integral al generar electricidad y calor en base a fuentes renovables sin necesidad de la utilización de combustibles fósiles que son contaminantes.



Fotografía de la fachada del edificio BIQ House.  
Elaboración: Kunze, Martin. (s. f.). Das BIQ Bild [Fotografía]. Recuperado de <http://www.iba-hamburg.de>

## 2.2 Base Teórica

### Arquitectura Morfogenética como Posibilidad Urbana

Para Herrera Cruz, D. (2012) la Arquitectura morfogenética se basa en contrarrestar y confrontar la situación de patológica social-urbana logrando la regeneración de la ciudad urbana cual si fuera un ser vivo. Esta regeneración se logrará a través de diversos mecanismos a utilizar en la construcción de las ciudades como son ciudades desarrolladas bajo un enfoque de diseño urbano que se encuentre en concordia con su propio ecosistema.

Herrera Cruz sostiene que nuestras ciudades ya no deben ser construidas cual si fuesen parásitos de nuestro medio ambiente, sino más bien como entes sostenibles y regeneradores del entorno pues, "la unidad de supervivencia, no es el organismo ni la especie sino el sistema más amplio o poder dentro del cual vive, si éste destruye su ambiente, se destruye a sí mismo" (Simon, Stierlin y Wynne, como se citó en Herrera, 2012).

Con ello no se hace referencia de que la arquitectura morfogenética sea una arquitectura que no fuese posible de lograr:

El resultado que tiene el estudio de este paradigma, no es llevarlo a la utopía ni a la ficción científica, puesto que éstos son generalmente irrealizables, sino es que a partir de la idea de armonizar edificación con el medio ambiente, se fundamenten conceptos específicos de las ciencias y las tecnologías aplicables a lo arquitectónico. (Herrera Cruz, D., 2012, p.9).

Concordamos con la idea de debe llevar la construcción de las ciudades a una utopía llena de artificialidad y ciencia futura, sino lograr la armonía entre la edificación y el medio ambiente a través del desarrollo de una arquitectura sostenible que utilice las ciencias y tecnologías necesarias para lograrlo.

### **Teorías y Modelos de la Estructura Social y Espacial Urbana**

Dentro de la estructura social y espacial urbana encontramos una definición muy importante sobre **Calidad Urbana**. La calidad urbana de la ciudad se irá desvaneciendo con la existencia de un crecimiento urbano

con patologías. Un crecimiento urbano acompañado de una falta de accesibilidad, falta de igualdad social, contaminación, etc. (Pumarino, G., 1975).

Por ello, compartimos la idea de que la calidad urbana se deteriora mientras siga existiendo un crecimiento urbano desordenado y mientras no se solucionen los problemas sociales y ambientales existentes. Como sabemos en las ciudades del Perú, aún existen brechas socio-económicas abismales, las cuales son reflejadas en la arquitectura actual que permite la existencia de una segregación urbana al incluir rejas altas en las fachadas y retiros, así como muros altos y largos que terminan segregando a la población.

Además otro factor que degrada la calidad urbana es la contaminación. Por lo que creemos firmemente que toda arquitectura debe ser bioclimática y sostenible; reduciendo así el impacto que se genere sobre el medio ambiente y sobre las personas.

## **2.3 Base Conceptual**

### **Arquitectura Sostenible**

Según la Real Academia española (RAE), Arquitectura es “el arte de proyectar y construir edificios”. Y el término Sostenible significa “que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente”. Según la Asociación Española para la calidad (AEC) (s. f.), la arquitectura sostenible toma en cuenta la repercusión que el edificio tendrá durante todo su ciclo de vida.

Para la AEC el impacto que generará la construcción del edificio, el uso que se le dará al edificio, y su derribo final de ser el caso. Este tipo de arquitectura es consciente sobre los recursos, energías y agua que el edificio consumirá durante todas sus etapas. El edificio para la arquitectura sostenible debe de tener en cuenta en su posterior derribo que generará con los materiales o residuos.

El principal objetivo de este tipo de arquitectura no es otro que asumir en el diseño del edificio criterios que sean eficientes energéticamente. Realizar todo lo antes mencionado sin dejar de lado los criterios comunes de confort y salud para las personas que habitarán el edificio. Para ello, los criterios a usar deben mantener la relación entre tecnología y estética, creando una conexión saludable e integral con el contexto ya sea urbano o natural. (Asociación Española para la calidad, s. f.).

Es decir:

(...) en la búsqueda de soluciones a las apremiantes necesidades actuales de nuestras sociedades, no debemos comprometer la posibilidad de solucionar las suyas a las futuras generaciones. Nuestras intervenciones en el ambiente y las tecnologías constructivas no deben considerarse aisladamente de su impacto en el medio ambiente. (Acosta, D., 2009).

Como conclusión tenemos que la arquitectura sostenible como toda arquitectura, tiene por objetivo satisfacer las necesidades de vivienda y confort; sin embargo, este objetivo no debe ser ajeno a la preservación de nuestro medio ambiente.

En una visión humana y colectiva no se puede satisfacer las necesidades de una generación pasando sobre los derechos de generaciones futuras, derechos como de vivir en un ambiente sano y con recursos. Por ello, la arquitectura sostenible toma en cuenta el impacto que generará sobre su entorno, por lo que procura que este impacto sea el mínimo posible.

### **Centro de Investigación Tecnológico**

Según CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, tecnología e innovación) en Perú, un centro de investigación tecnológica, científica o de innovación tecnológica, viene a ser un entorno institucional caracterizado por desarrollar actividades de generación de conocimientos científicos o tecnológicos, así como de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) hasta su aplicación. Un centro de investigación posee la potestad de ser independiente o estar anexo a alguna universidad, instituto o escuela.

Según Colciencias (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) en Colombia, el centro de investigación tecnológico viene a ser una institución cuyo objetivo es el de gestionar a grupos de investigación. Dicha organización formal tiene el poder de decidir entre ser independiente o anexada a otra institución; sin embargo, toda institución debe poseer cierto grado de autonomía tanto en administración como en finanzas.

Colciencias también acota que el centro de investigación tecnológica busca efectuar la actividad de investigación científica o tecnológica. Además, puede realizar otro tipo de actividades siempre que posean

relación con la ciencia y la tecnología, como claro ejemplo podemos expresar la generación de capital humano. Toda investigación debe ser difundida y compartida.

Estamos de acuerdo en que un centro de investigación tecnológico o científico, debe de enfocarse en lograr una verdadera innovación que sea sustancial para las comunidades y naciones. Sin embargo, diferimos con el primer concepto, el cual hace referencia que un centro de investigación debe llegar a aplicar los conocimientos, pues nosotras creemos que no es posible que un solo centro de investigación pueda llegar a aplicarlos por cuenta propia.

En consecuencia, si se quiere llegar a la aplicación de la investigación, conocimientos e innovación se debe compartir la información y no restringirla. Se debe promover una investigación constante que sea como bien lo detalla el segundo concepto, siempre compartida para todo público, ya que la información que se tenga de nada sirve si no llega a una cantidad considerable de personas, instituciones, empresas, etc que puedan finalmente aplicar todos los conocimientos.

### **Arquitectura del Paisaje**

Según Julia Fdez. de Caleyá Blankemeyer. Profesora de la E.T.S. de Arquitectura de La Coruña. La Arquitectura del Paisaje posee gran importancia histórica y ha ido evolucionando con el paso de los años variando también dependiendo la región en la que se haya desarrollado. Con la era industrial el equilibrio entre ciudad y medio natural se rompe, y con las nuevas técnicas también el arquitecto asume su papel, viéndose

obligado a dar soluciones a una población que abandonando el medio rural ocupaba un lugar en la ciudad. (Blankemeyer, s. f.).

Para Blankemeyer la arquitectura juega un rol fundamental en el diseño de las ciudades, por lo que nace la necesidad de planificarlas adecuadamente sin perder la Calidad urbana. Planificando de tal forma que se preserve el suelo a través de plazas, jardines, espacios abiertos, etc. En la arquitectura del Paisaje se diseña valorando los aspectos existentes de la zona, ya sean naturales o construidos y en base a ello, se presenta un diseño que considere el paisaje como parte de él.

Podemos concluir que la Arquitectura del Paisaje es una arquitectura que sabe que una edificación es como una pintura que no puede estar completa sin su marco. Pues toda arquitectura se encuentra ubicada o plasmada en un contexto, el cual viene a ser su paisaje. Paisaje que debe ser respetado, valorado y diseñado también.

Cabe resaltar que al hacer mención del diseño paisajista no nos referimos a diseños artificiales o que pasen por encima de lo existente. Por el contrario, hacemos referencia a darle importancia al paisajismo, hacerlo parte de la arquitectura, que los árboles o especies naturales puedan generar sombra en recorridos abiertos, etc. Es decir, respetar la naturaleza con un diseño coherente en el contexto en el que se plasme.

## **CAPÍTULO III: ALGAS MARINAS**

### **3.1 Introducción**

Según el Gobierno del principado de Asturias. (s.f.), las algas son un conjunto de organismos y a diferencia de otros vegetales, no son muy utilizadas, debido tal vez a que su hábitat, principalmente acuático, las coloca fuera del entorno donde el hombre realiza sus actividades comúnmente. Si bien, las algas son abundantes en mares, estas poseen la capacidad de vivir en diversos ambientes. Por otro lado, podemos encontrar grandes beneficios en el uso de algas marinas, ya que estas pueden utilizarse para la generación de energía renovable, como fuente de nutrientes para las personas, materiales constructivos, entre otros. Además, no requieren del uso de tierras agrícolas para su cultivo y poseen la habilidad de reproducirse con más rapidez que cualquier otra especie vegetal en el mundo. (Sahara Forest Project, s.f.). Por ello, su estudio es de gran importancia y en la presente tesis se utiliza a estos organismos como punto base

para el diseño arquitectónico en cuanto al uso de materiales sostenibles y energías renovables.

Considerando esta información, podemos afirmar que el campo de las algas es amplio e importante debido a sus diversas aplicaciones. Por ello, en este capítulo se desarrollarán diversos temas, en los cuales podamos apreciar mejor los beneficios, tipos y características de estas, así como su utilización en la arquitectura.

## **3.2 Concepto**

Las algas marinas son:

Plantas talofitas, unicelulares o pluricelulares, que viven de preferencia en el agua, tanto dulce como marina, y que, en general, están provistas de clorofila acompañada a veces de otros pigmentos de colores variados que la enmascaran. El talo de las pluricelulares tiene forma de filamento, de cinta o de lámina y puede ser ramificado. (Diccionario de la Lengua Española, 2014).

Podemos encontrar algas con variedad de tamaño; partiendo de las microalgas que son de tamaño microscópico; a las macroalgas, que pueden llegar a medir hasta aproximadamente 50 metros de longitud. (Gobierno del principado de Asturias., s.f.).

Asimismo, se estima que existe alrededor de 27,000 especies entre algas en el mundo (Biodiversidad Mexicana, s. f.) de las cuales, según la base de datos de

colecta que maneja el Instituto del Mar del Perú, 85 especies de macroalgas se encuentran en el Perú.

### **Clasificación**

Las algas marinas, de acuerdo a la FAO (2012), pueden ser clasificadas en tres grandes grupos de acuerdo a su color: algas verdes, pardas y rojas. Cada una comprende características distintas; tanto como tamaño, forma y del mismo modo, pueden crecer en diferentes ambientes ya sea de manera natural o por medio de cultivos. Es por ello que las algas marinas son llamadas Macroalgas para poder ser diferenciadas de las Microalgas, que son de tamaño microscópico y son especies que constituyen el fitoplancton. De acuerdo a lo mencionado, mencionaremos algunos ejemplos:

#### **a) Clorofitos – Algas Verdes:**



Imagen: Alga Verde – Ulva Lactuca

Referencia: Thalgo. La Beaute Marine (s. f.). Algas. [Imagen].

Recuperado de <http://www.thalgo.es/>

#### **b) Feófitos – Algas Pardas:**



Imagen: Alga Parda – Lessonia nigrescens  
Referencia: Acuisur. (2010). Algas Comerciales. [Imagen].  
Recuperado de <http://acuisurperu.com/>

### c) Rodofitos – Algas Rojas:



Imagen: Alga Parda - Chondrus Crispus  
Referencia: Acuisur. (2010). Algas Comerciales. [Imagen].  
Recuperado de <http://acuisurperu.com/>

Asimismo, la Universidad Complutense de Madrid (s. f.), hace referencia a más tipos de algas que son agrupadas de la siguiente manera: Euglenófitos, Criptófitas, Dinófitos, Haptófitos, Glaucófitas, Cloracniófitas y Ocrófitas.

La finalidad de este capítulo es conocer los diferentes tipos de algas que podemos encontrar en el mundo y que vienen siendo aprovechadas ya sea para consumo humano o para el uso industrial. En base a ello, seleccionaremos las algas que se encuentran en el Perú cuyas propiedades aporten de manera eficiente al desarrollo del proyecto.

### **Tipos De Algas en el Perú**

En el mar del Perú podemos encontrar diversas variedades de algas marinas entre macroalgas verdes, macroalgas pardas, macroalgas rojas y microalgas; cada una con propiedades distintas. De acuerdo a los estudios realizados por el Instituto del Mar del Perú (s. f.), se menciona que existen tres tipos de macroalgas pardas en nuestro litoral peruano que son extraídas con mayor regularidad. Tenemos a la *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia trabeculata* y la *Lessonia Nigrescens*.

- *Macrocystis pyrifera*. Conocido también como “Sargazo”, es una macroalga gigante que habita en las aguas frías y calmadas de la costa peruana a una temperatura de 15°C o inferiores y llegan a crecer en áreas rocosas que se encuentran entre 6 a 20 metros de profundidad. Este tipo de algas vienen siendo extraídas artesanalmente para ser exportadas con fines industriales, ya sea para el campo alimenticio, farmacéutico, cosmético o entre otros. Según la compañía Acuisur, este tipo de alga también es utilizada para la elaboración de biocombustibles.
- *Lessonia trabeculata*. Conocida como “Aracanto palo”, podemos encontrarla en las costas del Pacífico Este del hemisferio sur y por el norte, en la caleta La Grama en Ancash. Puede crecer en profundidades rocosas que van de los 4 a 25 metros formando una especie de bosque discreto en áreas expuestas y semi-expuestas. De acuerdo a Ávila et al. (2010) este tipo de algas son comercializadas secas y picadas como materia prima para la producción de alginatos.
- *Lessonia Nigrescens*. Conocida como “Aracanto Negro”, ubicada en las costas del Pacífico Este del hemisferio sur hasta las regiones

subantárticas de Chile. Crecen en zonas expuestas al oleaje formando cinturones en zonas intermareal y submareal. Del mismo modo que la *L. trabeculata*, son comercializadas para producir alginatos.

Cabe resaltar que estas algas pardas también son utilizadas por empresas peruanas como Ecofertilizing y Novalty, para la producción de fertilizantes. Es por ello que nuestro Centro de Investigación contará con un área dedicada a la elaboración de este producto con la finalidad de generar valor agregado a las algas que se van a cultivar y procesar.

TIPO DE ALGA	UTILIZACION	
Macrocysti pyrifera	Biocombustible	
	Fertilizante	
Lessonia trabeculata	Fertilizante	
Lessonia Nigrescens	Fertilizante	

Imagen: Elaboración propia 2016

Referencia: Twenergy. (2012). Como hacer biodiesel con algas. [Imagen].

Recuperado de <http://twenergy.com/a/como-hacer-biodiesel-con-algas-251>

Ecofertilizing. (2014). Bioestimulantes. [Imagen].

Recuperado de <http://ecofertilizing.com/productos/bioestimulantes>

Del mismo modo, tenemos Macroalgas rojas y verdes. Nuestro proyecto contará con lagunas como parte del paisajismo para oxigenar y climatizar el ambiente, es por ello que vamos a aprovechar estas algas para cultivarlas. De acuerdo a la compañía Acuisur (s. f.), entre las macroalgas rojas podemos encontrar las siguientes variedades:

- *Chondracanthus chamissoi*. Esta variedad de macroalga es conocida como “yuyo” y se encuentra en las costas frías de Perú y Chile.
- *Gracilariopsis lemaneiformis*. Esta especie se encuentra en la costa templada del Pacífico Sur. Por su forma es conocido como “pelo”, ya que presenta ramificaciones que llegan a medir 1m de largo y 2 o 3mm de ancho.
- *Porphyra columbina*. Es la especie más común en la costa peruana y por lo general, no sobrepasan los 15cm de longitud.
- *Chondrus crispus*. Gracias a su pequeña estatura que va entre los 6 a 15cm, es conocida también como el “musgo de Irlanda” o “pequeña roca”.

En el caso de las macroalgas verdes, solo contamos con una variedad: la *Ulva lactuca*. Esta especie es conocida como “lechuga de mar” y puede ser encontrada en zonas poco profundas ricas en minerales. Esta especie también puede ser usada como fertilizante y suplemento alimenticio.

Por otro lado, tenemos a las microalgas, entre las más importantes podemos encontrar a las *Nannochloropsis spp*, Diatomeas, Cianobacterias, *Spirulina platensis* y la *Chlorella*.

- *Nannochloropsis spp*. Es una microalga que viene siendo cultivada por medio de biorreactores para producir biomasa microalgal (biocombustible). El cultivo de esta microalga tiene un ciclo de producción que dura aproximadamente 6 meses con un periodo semi-continuo de 48 horas. Para poder obtener una buena calidad de biomasa es importante

que la iluminación se encuentre a 22,003.93 Lux.m-2.seg-1, la temperatura ambiental a 31.7°C y la temperatura de cultivo a 25.7°C. (Imarpe, 2011).

- *Diatomeas*. Llamadas también diatomitas, son microalgas que habitan en todo tipo de agua y en suelos húmedos a una temperatura de 15 a 20°C. Podemos encontrarlas formando parte del plancton o fijarse en zonas rocosas. Estas microalgas poseen sílice en su pared celular y al fosilizarse forman rocas llamadas Tierra de diatomeas. Haciendo posible la elaboración de materiales aislantes en forma de ladrillo. (MINEM, 2011).
- *Cianobacterias*. De acuerdo al portal de Perú Orgánico (2010), esta microalga habita en la superficie del mar porque requiere de luz y CO<sub>2</sub> para poder crecer. Es útil para la producción de biodiésel, pero presenta un inconveniente con su crecimiento lento, ocasionando una posible contaminación con otros microorganismos.
- *Chlorella vulgaris*. Esta microalga habita en aguas dulces donde la temperatura juega un papel importante para su desarrollo. Se estima que este tipo de alga en un futuro sustituta a los combustibles fósiles, por ello que viene a ser la más estudiada e investigada. (Acuisur, s. f.).
- *Spirulina plantensis*. Es un tipo de alga azul-verde que se encuentra en las aguas dulces del país como también en estanques, lagos y ríos. es usado mayormente como complemento alimenticio. (Acuisur, s. f.).

Es importante mencionar a estas microalgas, porque gracias a ellas se buscará producir un biocombustible orgánico que no contamine al medio

ambiente y que reemplace a los combustibles fósiles, es por ello que nuestro Centro de Investigación, al igual que los fertilizantes, contará con un espacio adecuado para su estudio y elaboración.

TIPO DE ALGA	UTILIZACION	
Nannochloropsis spp.	Material aislante	
	Biocombustible	
Diatomeas	Biocombustible	
Cianobacterias	Biocombustible	
Chlorella vulgaris	Biocombustible	
Spirulina plantensis	Complemento alimenticio	

Imagen: Elaboración propia 2016

Referencia: Twenergy. (2012). Como hacer biodiesel con algas. [Imagen].

Recuperado de [http://twenergy.com/a/como-hacer-biodiesel-con-](http://twenergy.com/a/como-hacer-biodiesel-con-algas-251)

[algas-251](http://twenergy.com/a/como-hacer-biodiesel-con-algas-251)

Detox Pai. (s. f.). Spirulina. [Imagen].

Recuperado de <http://detoxpai.com/spirulina/>

Ramírez, J. (2011). Diatomitas en el Perú, características y aplicaciones. [Imagen].

Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Asimismo, contamos con otro tipo de microalgas que gracias a su proceso de fotosíntesis, pueden llegar a generar energía y luz (Leyton, 2007). Entre estas microalgas tenemos a la *Chlamydomonas reinhardtii*, *Pyrocystis fusiformis* y *Synechocystis*. Con el cultivo de estas microalgas buscamos abastecer de energía y luz todo el proyecto con el objetivo de cambiar la energía convencional por una energía limpia y contrarrestar la contaminación ambiental, reemplazando el CO<sub>2</sub> por oxígeno.

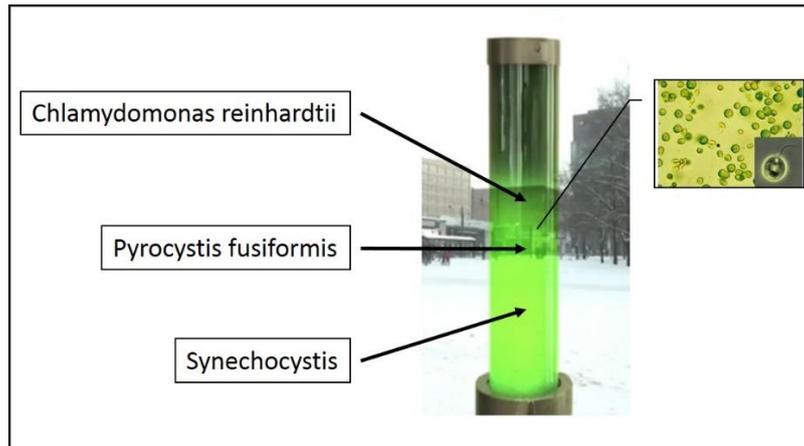


Imagen: Microalgas para producir luz

Referencia: Elaboración propia 2016

Si bien es cierto el Callao cuenta con más variedades de algas marinas gracias a su ubicación cerca al mar, pero en esta oportunidad solo nos enfocaremos en el estudio y análisis de las algas que se mencionaron anteriormente porque nos ayudarán a elaborar un proyecto sostenible gracias a sus diversas propiedades como es la producción de biocombustible, generador de energía y purificador del medio ambiente.

### **Ambiente Natural de las Algas**

Las algas marinas en su mayoría son especies acuáticas que pueden estar ubicadas en agua dulce o marina; del mismo modo, pueden desarrollarse en otro tipo de hábitat como troncos de árboles, bancos de nieve y aguas termales (Biodiversidad Mexicana, s. f.). Asimismo, Biomara menciona que las algas pueden crecer en lagos (diatomeas), estanques, reservorios, ríos, arroyos, fuentes, charcos, mar, pantanos, humedales, lagunas salinas y sustratos artificiales como madera, metal y vidrio. (PP.33-34).

De acuerdo a lo mencionado, nuestro proyecto buscará recrear algunos de estos ambientes naturales para promulgar la alguicultura y proponer prototipos de sustratos artificiales para la recepción y cultivo artificial de algas.

### **3.3 Beneficios**

En las siguientes líneas se darán a conocer los beneficios más importantes y como serán aprovechados para la realización de la presente tesis.

De acuerdo a la investigación realizada por All About Algae (s.f.), los beneficios de las algas marinas son: en primer lugar, estas cuentan con cualidades que permiten la purificación del aire y del agua. Estas serán aprovechadas con la finalidad de reducir la contaminación en la zona donde se situará la presente tesis. También, sirve como fuente de energías renovables, entre ellas la generación de combustible a través de biomasa, las cuales serán generadas en parte del centro de investigación. Asimismo, las algas poseen un alto potencial en nutrición y medicina, así como la capacidad de ser la base de productos como plásticos, fertilizantes, lubricantes, entre otras propiedades que serán investigadas dentro del Centro de Investigación, por lo que se debe tener en cuenta las funciones que demandan dicha investigación para el diseño de los espacios. Las algas marinas también poseen la característica de utilizarse como fertilizante, en consideración se diseñará una edificación dentro del Centro de Investigación dedicada solo a la investigación y experimentación de esta propiedad. Esta especie posee además un crecimiento rápido en comparación con otras especies vegetales, no requiere agua potable para su cultivo y se puede extraer aceite de ellas, es decir, representa en términos medioambientales

una esperanza de poder salvaguardar el ecosistema reemplazando especies vegetales que requieran de recursos no renovables (agua potable) para su cultivo; por lo tanto, garantizará la sostenibilidad del proyecto, representando un recurso natural que no propicia en mal uso de agua potable.

En conclusión, los muchos beneficios que poseen las algas marinas, hacen de esta especie idónea para su investigación y utilización en diversos campos, por lo que se considera fundamental la existencia de un Centro de Investigación dedicado a la exploración de este organismo en materia de innovación y tecnología en el país. Cabe resaltar que, al ser un proyecto de arquitectura sostenible, no derrocha un recurso tan escaso como el agua potable en su realización y mantenimiento, por lo que el cultivo de algas con agua de mar resulta idóneo. Por último, como ya se mencionó, uno de los beneficios más importantes del uso de algas, es la capacidad de purificar el aire y el mar, otorgándole al proyecto de tesis un valor fundamental, ya que no solo es un proyecto sostenible, sino que contribuye a la disminución de la contaminación en la zona donde se plantea.

### **3.4 Acuicultura**

Según lo señalado por la ONG Perú Ecológico (2012), “la acuicultura es la actividad dedicada al cultivo y criadero de recursos hidrobiológicos en ambientes acuáticos naturales o artificiales con la finalidad de obtener mayor producción con fines locales o comerciales”.

#### **Situación de la acuicultura en el Perú y el Mundo**

De acuerdo a la FAO (2014), cada año se recogen 25 millones de TM de algas marinas y otras algas que son para uso alimenticio, fertilizante, cosméticos y en algunos casos, como aditivo. En el 2012, la acuicultura a nivel mundial tuvo una producción de 23.8 TM en algas acuáticas y se estimaba que para el 2013 aumente la producción a una cantidad de 26.1 TM. Uno de los mayores productores de algas en ese año fue China, con una producción de 13.5 TM que corresponde aproximadamente al 50% de la producción total, mientras que Estados Unidos se vio en la necesidad de bajar su producción acuícola por la competencia en costos menores de producción.

Asimismo, en el 2015 la misma organización (FAO) elabora una base de datos estadísticos actualizada al 2013, donde se muestra los 10 principales países productores de algas.

TOP 10 PRODUCTORES DE ALGAS: ACUICULTURA MARINA	
Pais	%
China	50.1
Indonesia	34.6
Filipinas	5.8
Republica de Korea	4.2
Korea	1.7
Japón	1.6
Malaysia	1.0
Zanzibar (República Unida de Tanzania)	0.4
Vietnam	0.3
Denmark	0.1
Otros	0.2
<b>WORLD</b>	<b>100</b>

Imagen: Elaboración propia 2016

Referencia: FAO. (2015). *Global aquaculture production statistics database updated to 2013*. [Cuadro]. Recuperado de <http://www.fao.org>

En base al cuadro de la referencia, se puede afirmar que China continúa liderando la lista como el país con mayor producción de algas, seguido de Indonesia, Filipinas, República de Corea, entre otros.

En comparación con los países anteriormente mencionados, la situación del Perú viene siendo diferente. De acuerdo a los datos estadísticos presentados por Prom Perú (2015), las algas marinas fue el cuarto producto más exportado con una cantidad de 20.83 TM, siendo China nuestro principal cliente en el mercado internacional.

Los principales productos exportados del Sector Productos Pesqueros (Ene – Oct, 2015) son:

Descripción	Miles US\$ 2015	Part. %	Miles US\$ 2014	TM 2015	Precio FOB \$/kg 2015	Precio FOB \$/kg 2014
Harina	1,049,434	49.80%	1,192,376	636,449	1.65	1.52
Aceite	266,287	12.64%	345,033	108,063	2.46	2.37
<b>Diversos</b>						
Algas frescas, refrigeradas, congeladas o secas	15,934	0.76%	30,426	20,837	0.76	1.17
<b>Vivos</b>						
Peces ornamentales	2,078	0.10%	2,710	224	9.26	11.52
<b>Congelados</b>						
Pota y calamar congelados	174,784	8.29%	231,693	166,436	1.05	1.42
Pota y calamar preparados y procesados	140,642	6.67%	190,715	87,695	1.60	2.17
Filete, porciones y otros de perico	75,987	3.61%	52,973	11,525	6.59	5.53
Jurel entero congelado	127	0.01%	8,803	75	1.69	1.12
Colas de langostino congelado	91,376	4.34%	120,393	10,898	8.38	11.14
Conchas de abanico congelada	67,995	3.23%	111,039	5,528	12.30	10.73
Filetes congelados de merluza	14,630	0.69%	23,567	6,802	2.15	2.35
Langostinos congelados enteros	26,774	1.27%	21,812	4,319	6.20	7.60
Filete y otras presentaciones de trucha congelada	7,265	0.34%	4,224	1,286	5.65	7.47
Filete de anguila y otras presentaciones	13,478	0.64%	18,941	2,487	5.42	6.45
Pulpos congelados	7,638	0.36%	3,021	1,569	4.87	4.86
Abalón congelado	1,608	0.08%	2,194	141	11.38	10.68
<b>Conservas</b>						
Conservas de sardina peruana ( <i>Engraulis ringens</i> )	23,292	1.11%	14,234	2,796	8.33	7.52
Conservas de atún	10,342	0.49%	7,305	2,576	4.01	5.20
Conservas de caballa	1,675	0.08%	4,302	441	3.80	2.63
Conservas de jurel	2,579	0.12%	6,315	1,001	2.58	2.46
Grated de pescado	8,972	0.43%	7,430	4,195	2.14	2.05
<b>Curados</b>						
Ovas de pescado	1,464	0.07%	2,029	167	8.74	9.16
Anchoas saladas ( <i>Engraulis sp.</i> ) saladas sin secar ni ahumar	16,622	0.79%	20,499	2,140	7.77	7.38
Aletas de tiburón y demas escualos secos inc. salados	5,561	0.26%	4,287	212	26.26	27.06
<b>Frescos</b>						
Bacalao de profundidad fresco o refrigerado	2,152	0.10%	1,695	104	20.76	19.65
Filete de trucha, entre otros	3,470	0.16%	674	347	10.01	12.27
Filete de tilapia, entre otros	1,079	0.05%	1,316	118	9.18	9.03
Demás productos	74,164	3.52%	84,974	24,448	3.03	2.77
<b>Total general</b>	<b>2,107,408</b>		<b>2,514,979</b>	<b>1,102,880</b>	<b>1.91</b>	<b>1.92</b>

Imagen: Principales productos exportados del Sector Productos Pesqueros  
Referencia: Departamento de productos pesqueros - PromPeru. (2015).  
*Boletín del sector de productos pesqueros*. [Cuadro]. Lima. PP. 06

Según el Ing. Hurtado (2016), la acuicultura en el país se va desarrollando de manera favorable con un crecimiento del 20% anual, pero aún no logramos alcanzar el nivel de los países líderes en producción acuícola a pesar de tener muchas ventajas para desarrollar acuicultura; como por ejemplo, gozar de grandes extensiones marítimas, poseer gran biodiversidad en especies marinas, contar con profesionales en acuicultura y tener una buena base económica.

Es por ello, que en base a esos datos, nuestro Centro de Investigación contará con espacios dedicados a la producción y al cultivo de algas, que ayuden a promover la extracción con responsabilidad y paralelamente aumentar la producción de algas para ser exportadas al exterior con valor agregado.

### 3.5 Cultivo

#### Cultivos según tipo de Alga

Cultivar algas es un proceso de alguicultura en el que se debe tener en cuenta la especie o tipo de algas que se cultivarán. A continuación, se mencionarán las características principales para que los tipos de algas marinas que serán cultivados en el Centro de Investigación puedan darse de manera eficiente.

**a) Microalgas autótrofas:** Se cultivan en grandes estanques abiertos en tierra, o en cultivo cerrado llamados fotobioreactores utilizando CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> puede venir en forma de gases de combustión de las centrales eléctricas, quema de combustibles fósiles e inclusive de procesos biológicos. Por ello, pueden ayudar a reciclar y reducir este gas de efecto invernadero. (All About Algae, s.f.).

**b) Microalgas heterotróficas:** Se cultivan en grandes fermentadores utilizando azúcar o almidón, similar a la fermentación de etanol de maíz ya que proporciona casi el 10 por ciento de nuestros combustibles para el transporte de líquidos. (All About Algae, s.f.).

**c) Macroalgas:** Para Torrentera, L. & Tacon, A. (1989), las macroalgas se cultivan en agua de mar, por lo general en los sistemas cercanos a la costa, siendo posible también el cultivo en mar abierto y el cultivo incluso en alta mar.

Los factores primordiales a considerar para el cultivo de las algas que mencionaremos a continuación, serán los mismos a considerar dentro del diseño de los ambientes en los que se cultivarán estos organismos. Los factores son los siguientes:

- Minerales en el entorno.
- Nutrientes como el nitrógeno.
- Salinidad. Es por ello que los cultivos abiertos que se plantearán dentro del diseño del proyecto de tesis, se abastecerán principalmente de agua del mar.
- PH.
- Oxígeno.
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Agitación.
- Cantidad de luz. Cabe resaltar que en cultivos masivos la cantidad de luz al interior suele ser insuficiente, por lo cual se debe medir su intensidad. En ese sentido, se considera importante diseñar en la presente tesis, los espacios de cultivo abierto sin sombras o coberturas que comúnmente se utilizan en otros tipos de cultivos.

- La temperatura. Para muchas especies de Diatomeas la temperatura óptima oscila entre los 15 y 20°C, pocas especies de esta familia crecen a más de 28°C, las clorofíceas pueden soportar altas temperaturas; un ejemplo es el cultivo masivo a la intemperie de *Chlorella saccharophila*, cuyas temperaturas oscilan entre 12.5 – 30°C (Hirata et al. y Torrentera, como se citó en Torrentera, L. & Tacon, A., 1989). Con esta información, se puede implementar las características necesarias para mantener la temperatura dentro de los espacios interiores de cultivo, de acuerdo con la arquitectura bioclimática.

### **Tipos de Cultivo**

Se tiene una variedad de sistemas de cultivo para las algas, entre ellos podemos mencionar los más comunes:

**a) Sistemas de cultivos abiertos:** Según Hernández-Pérez, A. & Labbé, J. (2014), los sistemas de cultivos abiertos son los sistemas más comunes para el cultivo de algas. Comprenden tanto medios naturales (lagunas y estanques) como artificiales con variedad de diseño, por ejemplo, estanques agitados mediante unas paletas. Entre éstos, el más utilizado es el Raceway, excavación o estanque, generalmente dividido por un muro central que se encuentra formando dos canales (Posten, Park et al., como se citó en Hernández-Pérez, A. & Labbé, J., 2014). El cultivo circula con la ayuda de paletas giratorias. Este sistema es de los más rentables, ya que puede ser utilizado también en tratamiento de aguas residuales.

Las ventajas de los sistemas abiertos radican en su bajo costo y facilidad de construcción y operación, así como en la alta durabilidad (Godos et al., Martínez, Rawat et al., Abdel-Raouf et al., como se citó en Hernández-Pérez, A. & Labbé, J., 2014). Mientras que como desventajas se tiene la baja obtención de luz por parte de las células, la evaporación, la necesidad de extensiones de terreno y exposición a contaminación (Contreras et al., Martínez, Posten, Park et al., Rawat et al., como se citó en Hernández-Pérez, A. & Labbé, J., 2014).



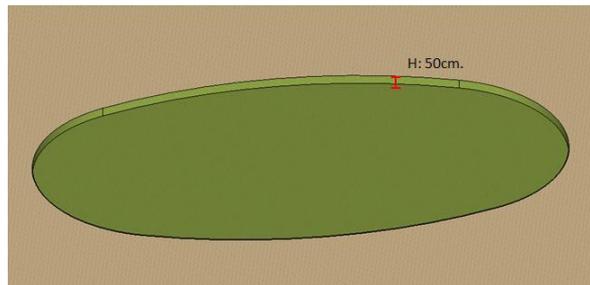
Fotografía de Estanques abiertos para el cultivo de algas.

Elaboración: Creative Commons Texas A&M AgriLife. (18 de mayo del 2010). Algae Raceways High [Fotografía]. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/agrilife/>

En la presente tesis utilizaremos dos de los tipos de sistemas abiertos de cultivos de algas.

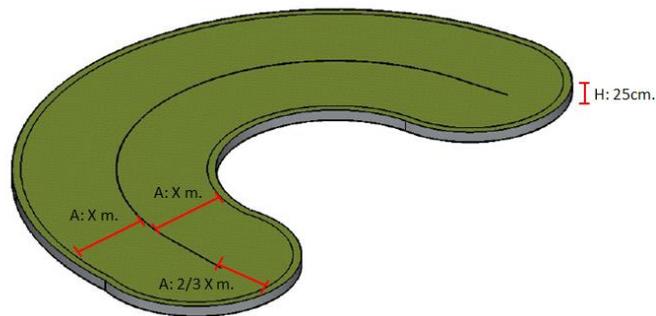
En primer lugar, se utilizarán en el proyecto, estanques y lagunas de agua salada (de mar) donde se cultivarán las algas. La razón, es el de climatizar el área del proyecto para que las variaciones de calor y frío no sean muy marcadas. Los estanques tendrán distintas dimensiones (las dimensiones

en el cultivo de algas pueden ser diversas) pero deben tener poca profundidad pues, como se mencionó, es importante que se pueda abastecer de luz natural a las algas. Según Ruiz Martínez, A. (2011), los cultivos de estanques de algas tienen una profundidad de 20 a 50cm. Por ello, se plantearán estanques con alturas de 50cm de profundidad dentro del proyecto.



Esquema de un sistema abierto natural para el cultivo de algas (estanque).  
Elaboración propia 2016.

En segundo lugar, se utilizará el sistema Raceway para controlar su crecimiento de forma cautelosa, por parte de los laboratorios de microalgas y macroalgas que se plantean en el proyecto. Según Barra Galárraga, R. (2010), estos tipos de cultivo son de preferencia de forma ovoide y representan pistas para el cultivo de las algas que pueden abarcar diversas formas (el ancho de la pista debe ser cubierto por las paletas giratorias), siempre que exista una división por la mitad de fosa y siempre que la fosa contemple una profundidad de 15 a 30cm. Por lo tanto, las dimensiones para nuestros cultivos serán ovoides y tendrán una profundidad de 25cm. Además, la distancia entre el objeto divisor y uno de los límites de la parte ovoidea será de dos tercios del ancho correspondiente siguiendo las características originales de estos sistemas como se presenta en Bossuyt y Sorgeloos, 1980.



Esquema de un sistema Raceway para el cultivo de algas.  
Elaboración propia 2016.

**b) Sistemas de cultivos cerrados:** Como se plasma en Malgas (2013), las dificultades presentadas en los sistemas de cultivo abiertos promovieron de alguna forma el desarrollo de los sistemas de cultivo cerrados, permitiendo un control en los parámetros del crecimiento de las algas. Estos sistemas tienen dos tipos más comunes siendo:

- Cámara de algas. A diferencia de estanques abiertos, estos recipientes pueden ser de diversos tamaños y de fácil control. En este sistema de cultivo se tiene luz artificial y control de temperatura.



Fotografía de Cultivos cerrados de algas  
Elaboración: Creative Commons Microphyt. (22 de abril del 2011). Recherche [Fotografía]. Recuperado de <http://www.flickr.com/photos/microphyt/>

Como se mencionó, las cámaras de algas pueden tener tamaños y formas variados, aunque comúnmente se cultivan las algas en frascos pequeños, los cuales se pueden almacenar en estantes de dimensiones variadas, por lo que incluiremos en el proyecto espacios para estos.

- Fotobioreactores. Se caracterizan por presentar la regulación de distintos parámetros en el crecimiento algal, reduciendo riesgos de que el cultivo se contamine. Es favorable también, ya que admite condiciones de cultivo reproducibles, control en la temperatura, así como un diseño flexible (Pulz, como se citó en Malgas, 2013).

Los fotobioreactores asumen disímiles formas, pues según su diseño pueden ser: tubulares, planos, horizontales, verticales, inclinados o espirales, en forma de serpentines o múltiples. Según su modo de operación pueden ser agitados por bombas o por aire en reactores de una o dos fases. (Malgas, 2013).



Fotografía de Fotobiorreactores en forma de columnas  
Elaboración: Universidad EAFIT. (8 de abril del 2013). SP1, un proyecto que utiliza algas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> [Fotografía]. Recuperado de <http://www.flickr.com/photos/eafit/>

Para el proyecto de tesis, se plantean colocar fotobioreactores tubulares en la fachada de algunas edificaciones (ver láminas de arquitectura) y fotoioreadores en forma de columna en el acuario dentro del conjunto. La idea surge a partir del hecho, en que las algas poseen propiedades lumínicas, razón que conlleva a la idea de hacer que estas brinden luz natural por las noches al Centro de investigación a través de la estructura de la edificación (cultivo en sustratos artificiales). En el caso de los fotobioreactores de este tipo, según Ruiz Martínez, A. (2011), las dimensiones estándares vienen a ser columnas de 2m. de diámetro como máximo para dejar pasar la luz y 4m. de altura como máximo por temas estructurales. Las dimensiones de los fotobioreadores a utilizar en nuestro proyecto se encuentran en las láminas de arquitectura y detalles.

### **3.6 Cultivo e Investigación de Algas en el Perú y el Mundo**

La alguicultura o cultivo de algas se ha venido realizando notablemente en el mundo. Prueba de ello, según FAO (2014), es la producción acuícola en el mundo, la cual alcanzó otro máximo en su historia de 90,4 millones de toneladas en 2012, dentro de este máximo corresponde 23,8 millones de toneladas en algas acuáticas.

Además, en muchos lugares del mundo se han instalado granjas de cultivo de algas marinas, desde la década de los setenta. Entre los países con granjas de cultivo más trascendentales se encuentran: Corea, Indonesia, Malasia, Vietnam, Holanda y costas sudamericanas. (Barreiro, M., 2015).

Mientras tanto, a pesar que en el Perú también existen perspectivas para el desarrollo de la acuicultura enfocadas en especies como las algas marinas, en

general la acuicultura en el país no llega a desarrollarse como en otros. Como informa en Conexión ESAN (8 de mayo de 2014), el Ministerio de la Producción (Produce) calcula que para que el país reduzca la brecha en desarrollo e investigación en acuicultura y pueda llegar al nivel de países como Chile, requiere de una inversión de 118 millones de dólares y según el director en el área de Acuicultura de Produce, Fabricio Flores, se viene elaborando un programa de innovación respecto a la acuicultura.

Entonces, al existir antecedentes de acuicultura se puede proceder a desarrollar e incrementar el cultivo de algas marinas en las costas peruanas. Siendo el diseño arquitectónico de un proyecto que implementa acuicultura, una solución tangible. Además, se genera una retroalimentación por parte de las investigaciones existentes y la presente tesis, pues las investigaciones o antecedentes del uso y cultivo de algas marinas permiten el desarrollo de un centro de investigación dedicado tecnológico en algas, al mismo tiempo que esté en funcionamiento proporcionará mayor información acerca de este recurso marino.

### **Cultivo e Investigación de Algas en el Mundo**

- a) **Archipiélago de Zanzíbar, Tanzania, África.** En las costas del archipiélago se produce el cultivo de algas, ya que es una actividad típica de la zona. (El Periódico, s.f.).



Fotografía de Mujer cultivando algas en granjas subacuáticas en la zona de Jambiani. Elaboración: Morandi, Bruno (s.f.). El Periódico [Fotografía]. Recuperado de <http://viajar.elperiodico.com>



Fotografía de Mujer cultivando algas en playa de Pwani Mchangani. Elaboración: Atlantide (s.f.). El Periódico [Fotografía]. Recuperado de <http://viajar.elperiodico.com>

Como se aprecia en las imágenes, las algas marinas se pueden cultivar ambientes naturales abiertos como en las aguas de mar. Representando un ejemplo de como se viene desarrollando la alguicultura artesanal en partes del mundo.

**b) Empresa japonesa Euglena Co.** La empresa, se dedica a la producción y venta de alimentos saludables, cosméticos y biocombustibles basados en algas Euglenas. Se ha elaborado, entre otros, bebidas, galletas y complementos con polvo seco de este tipo de

algas. Según el presidente de la empresa japonesa, Izumo Mitsuru “Las euglenas aportan salud a la gente y al planeta”, es decir, las algas son un recurso natural con amplias posibilidades en beneficio del planeta. (Satō Narumi, 24 de junio de 2014).

De lo mencionado anteriormente, se puede apreciar un ejemplo de cómo las empresas internacionales se encuentran aprovechando las potencialidades variadas que algas marinas poseen. Estas potencialidades también deben ser exploradas e implementadas en el país, siendo uno de los recursos para lograrlo, la construcción de un Centro de Investigación Tecnológico en algas.

c) **Granjas de algas de la NASA.** Según Gonzalez, V. (25 de junio de 2012), Una propuesta de la NASA es producir biocombustibles para aviones en base de algas de agua dulce. Su finalidad es la sustitución del uso de combustibles fósiles que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero, así como la reducción de la acidificación de los océanos. Además, según sus investigaciones, con solo 5 Km<sup>2</sup> de granjas de algas se pueden conseguir hasta 9 millones de litros de biocombustible por año.

d) **DIC Group.** Como se informa en Algae World News (14 de octubre de 2015), en esta empresa se realiza la producción de Spirulina (tipo de alga), la cual es utilizada como alimento para mejorar la salud. Esta empresa se hace responsable desde el cultivo de la Spirulina hasta la aplicación práctica de la misma. Es decir, practica la acuicultura y no la extracción irracional de algas marinas.

A partir de las experiencias anteriormente mencionadas, se deduce que el cultivo de algas o acuicultura forma parte de una cultura mundial, es decir, ya no se recolecta o extrae irresponsablemente un recurso natural como son las algas marinas, sino que se toma conciencia de su importancia. Además, se conoce su potencial en múltiples campos, razón por la cual, las empresas e instituciones del mundo optan por cultivarlas y aprovechar sus propiedades. Cabe mencionar que uno de los motivos por el cual es relativamente factible su cultivo es por la diversidad de condiciones y hábitats en los que las algas pueden crecer.

### Cultivo e Investigación de Algas en el Perú

a) **Empresa Acuisur.** Esta empresa exporta algas marinas, las cuales son sembradas, cultivadas, cosechadas y repobladas; además, desarrolla 4 líneas de negocio como proyectos de repoblamiento, comercialización (de algas), productos con valor agregado y por último I+D+i. (Acuisur, s.f.).



Líneas de negocio de la empresa Acuisur.

Elaboración propia 2016

Fuente: Acuisur. (s.f.). *Empresa.* Recuperado de <http://acuisurperu.com/acuisur/la-empresa/>

Para nosotras, es importante resaltar las líneas en que se basa esta empresa, pues no solo se encuentra realizando acuicultura para la extracción consiente de las algas marinas, sino que además se encuentra generando valor agregado a las algas a través de productos más procesados y elaborados. Además, como se mencionó anteriormente, en el Perú es casi nulo el hecho de generar valor agregado a una materia prima (usualmente esta es extraída y vendida).

**b) IMARPE (Instituto del mar del Perú).** El instituto nacional ha realizado investigaciones para la obtención de biocombustible a partir de las algas marinas. Las ventajas en la producción de este tipo de biocombustible se deben en principio a que el cultivo de algas no requiere de pesticidas ni de agua potable, por el contrario, estas se pueden cultivar en aguas residuales, al mismo tiempo que las limpian. Además de ser un tipo de energía renovable que no contamina el ambiente. (Instituto del Mar del Perú (IMARPE), julio-agosto de 2008).

De acuerdo a las experiencias de cultivo e investigación de algas en el país, se determina que el cultivo de las mismas puede favorecer a la disminución en la contaminación del ambiente. Razón por la cual, se determinó el terreno del proyecto, pues este se ubica en una zona industrial contaminada. En otras palabras, se plantea un Centro de investigación para generar un núcleo purificador en la Provincia Constitucional del Callao que además permita la disminución de la contaminación existente. Por otro lado, la existencia de una empresa que demuestra que es posible darle un valor agregado a la materia prima nacional a través de productos innovadores a base de algas, nos brinda

la confianza para proponer un proyecto que finalmente estará dedicado a ello.

### **3.7 Biocombustible y Energía a base de Algas**

Una fuente alternativa de energía a base de algas es el biodiesel. El biodiesel es un tipo de biocombustible compuesto por ésteres de monoalquilo provenientes de aceites orgánicos. (Demirbas, como se citó en Campbell, M. N., 2008). Este compuesto, según Campbell, tiene alta popularidad tanto en defensores del ambiente como en visionarios, debido a que por un lado, la producción de biodiesel es escalable, así como su relativa simplicidad en su fabricación, en comparación con la elaboración de derivados del petróleo. Por otro lado, su poder calorífico es comparable con el diesel del petróleo, por lo que se espera que en un futuro pueda reemplazarlo.

A continuación, se darán a conocer las ventajas y desventajas del Biocombustible o biodiesel a base de algas extraídas del texto de Campbell, M. (2008). Las ventajas del biodiesel son muchas. Primero, este al ser derivado de la biomasa, no contribuye con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Segundo, la infraestructura para su elaboración ya existe, pues puede utilizarse en motores diesel realizando modificaciones menores. Tercero, debido a su viscosidad, sus propiedades lubricantes mejoran la vida del motor el doble que el petróleo. Cuarto, este tipo de biocombustible es biodegradable. Además, su combustión es más completa que la gasolina. Entre las desventajas tenemos: el biodiesel conlleva a una reducción en la potencia de salida de un motor diesel (solo en un 2%) y su precio, ya que es mayor que el diesel de petróleo.

Concluimos que el biodiesel a base de algas, debido a sus múltiples ventajas, debe ser incorporado como fuente de energía en reemplazo del combustible a base de petróleo. Es por ello que dentro del Centro de Investigación, habrá un sector dedicado a la investigación de energía renovable en base a las algas marinas. Dar a conocer las ventajas de este producto es importante, puesto que invita a reflexionar sobre las fuentes alternativas de energía limpia que podemos estar incorporando en nuestra arquitectura. Al mismo tiempo, justificando su incorporación dentro del proyecto.

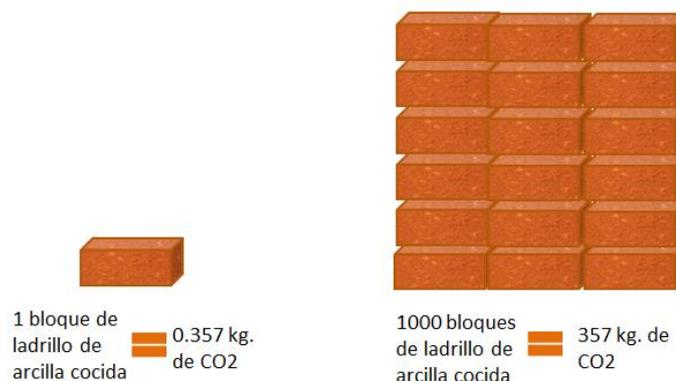
### **3.8 Uso de Algas en la Arquitectura**

**a) Ladrillos con Lana y Algas.** Los ladrillos a base de algas y lana representan menor impacto ambiental. Para Galán, C. y rivera, C. (como se citó en BBC Mundo, 14 de octubre de 2010), los estudios establecen que económica y medioambientalmente son favorables, debido a la abundancia de los recursos o materias primas y por la falta de complejidad en la elaboración. Estos ladrillos no requieren cocción, pero a diferencia de ladrillos a base de la arcilla o barro sin cocer (prensados), estos no tienden a perder su resistencia mecánica, pues las algas se utilizan como polímero orgánico natural que además es biodegradable. (BBC Mundo, 14 de octubre de 2010).



Fotografía de Ladrillos a base de algas  
 Elaboración: BBC Mundo. (14 de octubre de 2010). Ladrillos con lana y algas: más resistentes y sustentables [Fotografía]. Recuperado de [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/10/101014\\_ladrillos\\_lana\\_a\\_m.shtml](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/10/101014_ladrillos_lana_a_m.shtml)

Para nosotras, los ladrillos de algas son una opción sostenible y deberían de utilizarse en lugar de los ladrillos cocidos, pues estos, resultan contaminantes para el medioambiente debido a las emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen en su elaboración. Según la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude) (julio de 2013), un bloque de ladrillo artesanal de arcilla cocida solo en su producción emite 0.357 kg. de CO<sub>2</sub>. Lo que significa que mientras más ladrillos se utilicen en la construcción de edificios, más gases de efecto invernadero serán emitidos a la atmosfera, por ello hicimos un esquema que representa la relación directamente proporcional existente entre los bloques de ladrillo cocidos y las emisiones de CO<sub>2</sub>.



Emisiones de CO<sub>2</sub> en ladrillos cocidos de arcilla  
 Elaboración propia 2016

Fuente: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude). (julio de 2013). Estudio de análisis de ciclo de vida de ladrillos y bloques de concreto San Jerónimo-Cusco. Cusco, Perú: Swisscontact.

En la presente tesis se diseñará un espacio en el que se puedan realizar experimentaciones con estos ladrillos, considerando que en un futuro puedan ser utilizados en construcciones del país, mas no será motivo de diseño en muros del anteproyecto de la presente tesis ya que en el país aún no se reglamenta su utilización en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

**b) Latro (lámpara de algas).** Como se mencionó anteriormente, entre los beneficios de las algas se encuentra el de luminiscencia. La lámpara latro es una lámpara alimentada de algas y según Arboleda, S. (2013), esta lámpara fue creada por el diseñador Mike Thompson, solo requieren de luz, CO<sub>2</sub> y agua para seguir funcionando y cuenta con un sensor de luz que controla la intensidad de la lámpara, previniendo así la malnutrición de las algas.



Fotografía de la lámpara Latro a base de algas  
Elaboración: [Fotografía sin título de descripción del trabajo]. Recuperado de <http://vidamasverde.com/2013/conoce-la-lampara-de-algas-que-genera-electricidad-por-medio-de-la-fotosintesis/>

La iluminación a base de algas sin duda representa un tipo de iluminación sostenible, al requerir recursos naturales sin generar impacto ambiental, por lo que es conveniente promover su utilización de acuerdo a la función del espacio

arquitectónico en sustitución de la iluminación convencional. En consecuencia, incorporaremos este tipo de iluminación a base de algas en el diseño del Centro de Investigación Tecnológico en Algas.

## **CAPÍTULO IV: ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

### **4.1 Introducción**

Según Stojić, J. & Stanković, D. (2009), el mundo empezó a consumir energía y recursos, aumentando las emisiones de carbono en la atmósfera con la llegada del desarrollo industrial en la mitad del siglo diecinueve. Como una de las consecuencias de esta situación se produce con mayor fuerza el cambio climático en el mundo, razón por la cual el ser humano toma conciencia al cuidado que debemos prestar con el ambiente que nos rodea.

Para nosotras, esta preocupación por el ambiente se origina por tener como consecuencia el deterioro de su único hábitat, el planeta tierra, y con ello, la

degradación de la calidad de vida de todos los seres vivos en el planeta y las generaciones futuras.

Además, según World Energy Council (2013), los edificios consumen una gran parte de la energía y los recursos no renovables del mundo<sup>2</sup>.

Por tal motivo, se debe promover reemplazar la arquitectura que se ha venido construyendo en estos últimos años, donde los edificios consumen energías no renovables; por arquitectura bioclimática que es una arquitectura más acorde al entorno que nos rodea y es una arquitectura que usa eficazmente la energía sin causar un mayor impacto ambiental. Cabe mencionar que este tipo de arquitectura ha existido siempre, aunque por diversos motivos, no se imparte con fuerza en la realidad contemporánea. (Perez del Real, P., s.f.).

Por lo tanto, se debe seguir promoviendo la arquitectura bioclimática en lugar de la arquitectura convencionalmente utilizada en los últimos años. La arquitectura no está completa si no se encuentra en armonía con su entorno.

## **4.2 Concepto**

Según Van Hinte, Neelen, Vink y Vollaard (2003), Ken Yeang desarrolló una teoría sobre construcción ecológica llamada "Arquitectura bioclimática". Esta arquitectura posee conocimiento insondable sobre el clima del entorno y métodos constructivos locales. Entonces, la arquitectura bioclimática instruye acerca del uso de nuevas tipologías constructivas, así como del uso de tecnologías que van desarrollándose con el tiempo a partir de la teoría de Yeang.

---

<sup>2</sup> Los edificios representan según World Energy Council, el 40% del consumo total de energía utilizada en todo el mundo

En esta teoría, los edificios combinan el mejorar las condiciones de vida de los usuarios con la mejora en eficiencia energética.

Para Luis De Garrido (s.f.), el diseño bioclimático resulta en mayor eficacia medioambiental y costo económico menor que otros tipos de arquitectura que buscan lograr diseñar una edificación sostenible. Es decir, el arquitecto tiene la capacidad de controlar la luz, el color, el espacio, entre otros factores como la misma percepción espacial que se tiene de los edificios. Por otra parte, se tiene la posibilidad de controlar las emociones, sensaciones y comportamientos que puedan surgir del usuario, así como la temperatura, la humedad interior y otros factores.

Con la arquitectura bioclimática se puede lograr que los edificios se autorregulen térmicamente, sin depender de sistemas mecánicos de calefacción o aire acondicionado, y en consecuencia sin consumir energía. Por lo que un “edificio bioclimático” logra autorregularse térmicamente a través de su estructura arquitectónica. Por lo tanto, para hacer posible que un edificio sea bioclimático deben tomarse decisiones puramente arquitectónicas que busquen lograr 3 objetivos fundamentales como son la generación de calor (y fresco), el almacenamiento de calor (y fresco) y la transferencia de calor (y fresco) con la ayuda de estrategias bioclimáticas variadas. (De Garrido, L., s.f.).

### **4.3 Beneficios**

Los beneficios que podemos obtener al apostar por una arquitectura bioclimática tienen significantes resultados, tanto para los usuarios como para el mundo.

Entre ellas podemos mencionar lo siguiente: (The center for renewable energy sources and saving, s. f.).

- Recordemos que los edificios son uno de los grandes consumidores de energía, al optar por este tipo de arquitectura, sin duda contribuiría de gran manera a no incrementar el efecto invernadero y el cambio climático, es decir, disminuir el impacto ambiental global.
- Al preservar nuestro entorno podemos tener una vida con mayor salud y bienestar.
- La energía que consumimos en los edificios es costosa. Entonces, a largo plazo se lograría un ahorro en energías y recursos no renovables para la generación de la misma.
- Un edificio eficiente, mejora la calidad de vida de un usuario que se encuentre en armonía con su entorno.

#### **4.4 Factores Naturales en el Diseño Bioclimático**

##### **Terreno**

El terreno es el principal factor natural, pues permitirá reconocer a los demás factores que se encuentran inmersos dentro del mismo como son: el Microclima existente (radiación solar, viento, orientación solar, luminosidad ambiental, precipitaciones), la topografía, contaminación

existente, vegetación, estructura urbana, ubicación geográfica (latitud, altitud, etc). (Rojas, S. E. C., 2009).

Además, para Rojas, S. E. C. (2009), el uso racional de materiales del lugar, conforma parte del planteamiento energético pasivo que toma en consideración la inercia térmica y su relación presentada con el clima del lugar constituyendo la base posterior de una arquitectura sustentable.

Por lo cual, los parámetros bioclimáticos deben guardar relación con el lugar, Serra plantea la presencia de manifestaciones particulares energéticas típicas de un lugar, a la que nombra “preexistencias ambientales”. Estas pueden ser características climáticas, sociales, culturales, etc. (Serra, R. & Coch, E., como se citó en Rojas, S. E. C., 2009).

Por ello, se concluye que se debe estudiar el terreno antes de iniciar el diseño de una edificación realizada bajo los criterios de la arquitectura bioclimática. Pues este representa y posee una serie de factores sustanciales para poder determinar el diseño y materiales a utilizar en una construcción.

### **Energía solar, Recorrido solar y Radiación solar**

**a) Energía solar.** Para Liébard, A. y De Herde A. (2008), el sol emite radiación electromagnética en apariencia de luz y calor. Para mantener condiciones de temperatura y otorgar luz ya que los rayos solares hacen posible la vida en la Tierra. Si bien, la energía solar se encuentra presente

en el medio, necesita de un equipo para transformarlo en calor o electricidad (se debe tener en cuenta el ángulo solar).

Contribuye también con la evaporación del agua (ciclo del agua y energía hidráulica). La cantidad de luz depende de la nubosidad de cada lugar. La energía solar tanto activa (a través de paneles solares) como pasiva (a través de ventanales, invernaderos, calentadores de agua solares, etc.) es útil para la arquitectura bioclimática gracias a su potencial energético. (Liébard, A., & De Herde, A., 2008).

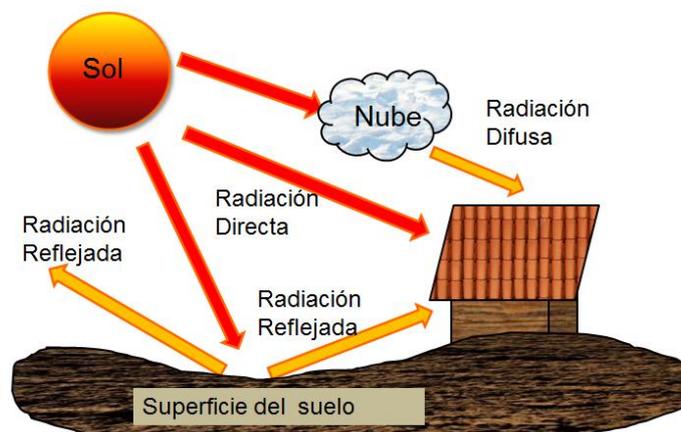
**b) Recorrido solar.** En cuanto al recorrido solar, la geometría entre el Sol y la Tierra, determinan su posición relativa medida por el azimut (eje horizontal) y el ángulo de elevación (eje vertical). Teniendo en cuenta la nubosidad y la trayectoria del sol, se determina la exposición solar en horas, así como su intensidad según el ángulo de incidencia. (Liébard, A., & De Herde, A., 2008).

Por lo tanto, el recorrido solar según las características que posea en determinado lugar nos proporcionará información necesaria para diseñar una correcta orientación de la edificación en cuanto a vanos y fachadas, al mismo tiempo que nos da la oportunidad de tomar una elección de materiales que permitan a la edificación evitar o captar la radiación solar según convenga.

**c) Radiación solar.** Según Elías Castells, X. & Bordas Alsina, S. (2011) “La radiación solar representa el flujo de energía que llega del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta)”. Esta radiación se caracteriza por ser directa, difusa, reflejada y global.

**La radiación solar directa** es la proveniente directamente del sol y que no posee algún tipo de cambio en su dirección o trayectoria, caracterizándose por la proyección de sombras definidas en objetos opacos. **La radiación solar difusa** atraviesa la atmósfera y va en todas direcciones, debido a las reflexiones y absorciones producidas por las nubes, las partículas de polvo atmosférico, el suelo, árboles, montañas, edificios, etc. **La radiación solar reflejada** es aquella que refleja la superficie terrestre y depende del coeficiente de reflexión de la superficie (albedo). Las superficies verticales son las que reciben este tipo de radiación. **Radiación solar global** es la suma de todos los tipos de radiación mencionados con anterioridad. (Elías Castells, X. & Bordas Alsina, S., 2011).

Para Elías Castells, X. & Bordas Alsina, S. (2011), en un día despejado, la radiación directa predomina sobre la radiación difusa. Mientras que en un día nublado la radiación total que incide es difusa. Los colectores solares pueden ser diseñados para captar y aprovechar energía solar difusa y directa o solamente directa.



Tipos de radiación solar.

Elaboración propia 2016

Fuente: Elías Castells X. & Bordas Alsina S. (2012). *Energía, agua, medioambiente territorialidad y sostenibilidad*. España: Ediciones Díaz de Santos

## Temperatura Atmosférica

El sol provoca radiación, esta misma se difunde a través del espacio para abordar a la Tierra. Esta energía o parte de las radiaciones luminosas y caloríficas del sol es absorbida por la atmósfera y el suelo, a su vez el resto de radiaciones son reflejadas perdiéndose en el espacio. Debido a la existencia de CO<sub>2</sub>, partículas en el aire y vapor de agua es que la temperatura se puede mantener estable en el aire, evitando que la energía solar se disemine. (Brito, S., 2010).

Además, existen factores que afectan el balance de temperatura como son:

- La latitud, mientras el lugar se encuentre más cerca la línea ecuatorial la temperatura será más alta (incidencia de rayos solares más directa).
- La altitud, es altura de un punto sobre el nivel del mar.
- La cercanía al mar, el agua representa un regulador de temperaturas. Es decir, si un lugar se encuentra cerca de una masa de agua, su temperatura atmosférica se calentará y enfriará más lentamente que la tierra.

- El viento, el viento varía la incidencia de radiación solar absorbida por la tierra de forma indirecta. (Rondal, D., 2015).
- La variación diurna, es el cambio que sufre la temperatura entre el día y la noche generado a partir de la rotación de la Tierra.
- La variación estacional, hace referencia a los cambios estacionales en la temperatura de un determinado lugar (hemisferio norte más cálido en los meses de junio, julio y agosto y el hemisferio sur es más cálido en los meses de diciembre, enero y febrero). (González-González, J. et al., 1996).

## **Vientos**

Según la Real Academia Española. (2014), “el viento es la corriente de aire producida en la atmósfera por causas naturales, como diferencias de presión o temperatura”.

Para Baldit, A. el viento es un factor muy importante en el clima, ya que de acuerdo a donde este sople se determina si se trata de un clima marítimo (viento procedente del océano), clima continental (procedente de regiones alejadas del mar), clima polar (procedente del norte o clima tropical (procedente del sur). (Baldit, A., como se citó en Albentosa, L. M., 1990).

Los vientos afectan directamente al diseño arquitectónico, debido a que, de acuerdo a la intensidad, dirección y sentido de este, se deberán colocar

los vanos para generar ventilación en el ambiente de preferencia cruzada (ventilación en ambos lados del ambiente).

### **Precipitaciones**

Según la Real Academia Española. (2014), precipitación es “agua procedente de la atmósfera, y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra.”.

La precipitación se produce luego de la condensación del vapor de agua en la atmósfera, depositada en la superficie Terrestre. Este fenómeno se origina en el momento en que la atmósfera se satura con el vapor de agua almacenado, y el agua luego de condensarse se precipita. Las precipitaciones son importantes para equilibrar los ecosistemas ya que con ella, más calor es liberado a la atmósfera. Los desequilibrios con las precipitaciones pueden originar sequías o inundaciones naturales. La precipitación se produce de forma líquida (lluvia y sus demás variantes como el rocío), sólida (nieve, granizo y escarcha) o una mezcla de las dos anteriormente mencionadas como es la aguanieve (precipitación en forma de gotas líquidas y heladas con pequeños copos de nieve). (Brenes, Á. & Saborío, V. F., 1995, pp. 29-33).

### **Humedad Relativa**

La humedad relativa es uno de los factores climáticos que afecta la percepción de temperatura. La humedad relativa es el “porcentaje de

vapor de agua que tiene el aire en relación al máximo que puede contener su temperatura sin saturarse” (Florensa, R. S., & Roura, H. C., 2009, p. 40). Es decir, la humedad relativa viene a representar el porcentaje de vapor de agua que se encuentra en el aire seco, concerniente al máximo que su temperatura puede contener.

Por otro lado, existe el concepto de humedad específica, la cual relaciona la masa de vapor de agua con la masa de aire seco. (Çengel-Yunus, A., 2015).

Al poseer una humedad específica constante, la variación de la humedad relativa se verá condicionada principalmente por la variación de temperatura. La influencia con mayor relación para la determinación de la humedad relativa es la relación existente entre masa de tierra-agua. El aire húmedo posee mayor ligereza que el seco; sin embargo, la evaporación del agua enfría el aire. (Florensa, R. S., & Roura, H. C., 2009, pp. 181-182)

Para Florensa, R. S., & Roura, H. C (2009) las oscilaciones que tiene la humedad relativa se presentan cíclicamente. Estas por lo general se presentan en sentido opuesto a las oscilaciones presentes en la temperatura. Por lo que la humedad relativa de noche es mayor que de día, en invierno es mayor que en verano, y cuando el aire se enfría en otoño es mayor que en primavera cuando el aire se calienta.

Concluimos entonces que la humedad relativa es un fenómeno que depende de otros factores naturales para incrementar y disminuir. Por

ejemplo, en el día cuando la temperatura es mayor, la humedad relativa será menor que de noche cuando la temperatura sea menor y el aire no tenga mayor capacidad de retención (por ejemplo, el rocío en las plantas que es ve al día siguiente se debe a este fenómeno). Como acotación es importante mencionar que la humedad relativa se mantiene en el aire y de descender se llama precipitación y sucede cuando el aire agota su capacidad de retención y termina por saturarse.

## 4.5 Aspectos básicos en el Diseño Bioclimático

A continuación, explicaremos los principales conceptos que deben estar siempre presentes al momento de diseñar bajo los criterios de una arquitectura bioclimática.

### **Confort térmico, visual y acústico**

a) **Confort térmico.** Para Liébard, A., & De Herde, A. (2008), es un sentimiento de satisfacción (térmico) con el ambiente originado por un equilibrio dinámico resultante de calor, los intercambios entre el cuerpo y sus alrededores. Este confort también depende del tipo de actividades o condición individual en el que se encuentre el usuario. Por otro lado, el calor corporal se disipa en el ambiente a través de la convección, radiación y contacto principalmente. Por ello podemos decir que el confort térmico consta de 6 parámetros:

- La tasa metabólica (producción de calor dentro del cuerpo).
- La ropa que proporciona resistencia térmica en los intercambios de calor entre el aire y la superficie de la piel.

- La temperatura del ambiente ( $T_a$ ).
- La temperatura de la pared ( $T_w$ ).
- La humedad relativa del aire.
- El movimiento del aire (intercambio de calor por convección).

**b) Confort Visual.** Para Liébard, A., & De Herde, A. (2008), es necesaria una buena iluminación que permitirá que los usuarios puedan realizar sus actividades eficazmente (rendimiento visual), al mismo tiempo que se asegura su bienestar (confort visual) y proporciona placer visual a través de la luz natural. Para que el rendimiento visual sea el apropiado según la actividad que se vaya a realizar existen ciertos parámetros como el nivel de iluminación de la superficie de trabajo expresado en lux y el contraste de luminancia entre objeto-fondo.

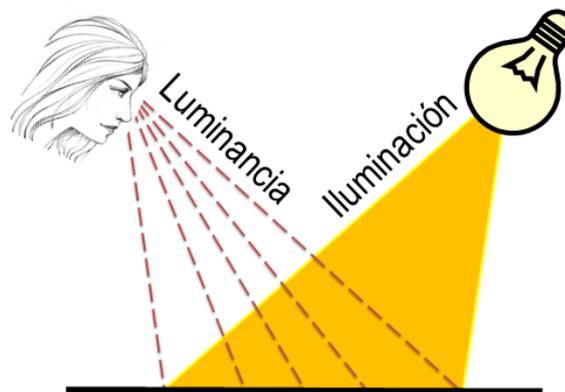


Imagen de iluminación y luminancia  
Elaboración propia 2016.  
Fuente: Liébard, A., & De Herde, A. (2008)

Según Liébard, A., & De Herde, A. (2008), otro punto importante a tratar es el deslumbramiento que viene a ser el contraste (marcado) de iluminación en un campo de visión. Existen dos tipos de deslumbramiento como son el fisiológico (velo del campo de visión que hace imposible

distinguir objetos) y el Psicológico (deslumbramiento que no afecta la visión en su totalidad).

En cuanto al placer visual, este se encuentra asociado a la presencia de luz natural, modificaciones en cuanto a la duración de la luz y efectos de iluminación artificiales. Es decir, se puede generar la sensación de confort si podemos ver objetos de forma clara y sin forzar la vista. Entonces el confort visual depende más que nada de una combinación de parámetros físicos (la iluminación, la luminancia, el contraste, el brillo y el espectro de luz, el exterior) y fisiológicos o psicológicos del usuario (la edad y la vista). (Liébard, A., & De Herde, A., 2008).

c) **Confort Acústico.** El confort acústico es importante especialmente en ambientes de mayor confluencia como aulas, piscinas, auditorios, oficinas, entre otros ambientes. Es importante mantener el confort acústico, pues se trata de que en el ambiente se logre la eliminación de ecos y transmisión de ruidos. (Liébard, A., & De Herde, A., 2008).

Cabe mencionar que las medidas que se tomen dependerán del diseño que posea la edificación y de los materiales del lugar que se estimen utilizar. Por ello, para lograr este tipo de confort se debe respetar siempre la esencia de la edificación.

### **Masa térmica**

La masa térmica tiene la función de describir los materiales en una edificación que poseen la característica de almacenar y liberar grandes cantidades de energía térmica. Estos materiales son generalmente elementos estructurales o elementos de cobertura propios de la

arquitectura de la edificación. La masa térmica ofrece a los diseñadores la oportunidad de gestionar los flujos de energía de un edificio. Los ocupantes o usuarios tendrán la ventaja de prescindir de grandes cantidades de energía que serían necesarias para mantener el confort térmico de no existir la masa térmica. (Walsh, R., Kenny, P., & Brophy, V., 2006).

### **Inercia térmica**

Es la capacidad de un material con masa térmica para almacenar calor durante el día y volver a irradiar el mismo durante la noche. Es importante en la edificación ya que modera las temperaturas internas entre el día y la noche, permitiendo que los picos extremos de temperatura no se generen en el interior, ya que la temperatura no será muy caliente en el día ni muy fría en la noche. (Walsh, R., Kenny, P., & Brophy, V., 2006).

### **Aislamiento térmico y acústico**

El aislamiento representa una de las técnicas de ahorro energético con mayor rentabilidad. Además, otros componentes o sistemas de eficiencia energética ubicados dentro de un espacio no tendrían la posibilidad de funcionar correctamente de carecer de aislamiento. Este puede ser utilizado con la finalidad de otorgar una solución térmica y acústica a la edificación, siendo utilizados en paredes, techos, suelos y áticos de una casa o cualquier parte de la envolvente del edificio. (Naima Canada., s.f.). La importancia del aislamiento radica en que hace posible que el espacio se conserve fresco en verano y cálido en invierno; al mismo tiempo, que

permite ahorrar en energía. El aislamiento también reduce el ruido contribuyendo con la calidad y la comodidad del espacio. (Naima Canada., s.f.).

### **Materiales aislantes**

Entre los materiales aislantes comúnmente comerciales tenemos: fibras de vidrio, fibras minerales, espuma de vidrio, fibras orgánicas y plástico espumado. Las características principales para este tipo de materiales son: incombustibles, resistentes a la humedad, a prueba de insectos y resistentes a cambios físicos. En la selección del material aislante se deben tener en cuenta la presencia de factores como: el costo inicial, eficacia, durabilidad, adaptación de su forma en la construcción e instalación de ser necesario. (Front Desk Architects, s.f.).

En cuanto al proyecto de tesis, proponemos el uso de la celulosa reciclada que cumplirá la función de aislante térmico y acústico en algunas edificaciones.

La celulosa reciclada se basa principalmente en la utilización de papel periódico junto al ácido bórico (producto natural) que al mezclar y compactar se obtiene un material aislante ecológico. Las ventajas principales de este material son (Cellisol, s.f):

- Resistencia al fuego
- Resistencia a la descomposición
- Resistencia a los parásitos
- Reciclable y reutilizable
- Disminuye la demanda de energía



Imagen: Celulosa reciclada.

Referencia: Gubinelli, G. (2014). Novedoso proyecto nacional de aislación térmica mediante celulosa reciclada. [Imagen]. Recuperado de <http://www.energiaestrategica.com/novedoso-proyecto-nacional-de-aislacion-termica-mediante-celulosa-reciclada/>

Para concluir, los beneficios que se obtienen al usar un material ecológico aislante en lugar de lo convencional, es que estos materiales reducen las emisiones de gases con efecto invernadero, el costo de energía eléctrica disminuye y te ofrece mayor confort manteniendo una temperatura agradable en el ambiente interior. (Cellisol, s.f).

#### **4.6 Sistemas Bioclimáticos**

Entendemos como sistemas bioclimáticos al conjunto de componentes arquitectónicos que trabajan interrelacionados en un edificio en concreto, con la finalidad de mejorar su funcionamiento ambiental para el bienestar del ocupante. (Wieser & López, 2012).

A continuación, se explicará los tipos de sistemas que se emplearan en el diseño del proyecto para su correcto funcionamiento.

#### **Sistemas de captación solar pasiva**

Los sistemas de captación pasiva son aquellos elementos que tienen la función de captar la energía de la radiación solar y distribuirla al interior de un ambiente determinado en forma de calor. (Wieser & López, 2012). Dentro de los captadores solares encontramos cuatro tipos de sistemas; directo, semidirectos, indirecto e independientes. En esta ocasión, utilizaremos los captadores directos ya que se adecuan mejor al proyecto. Isan, A (2014) expone que los elementos captadores directos, son aquellas que permiten captar la radiación solar a través de superficies translucidas como ventanas, ventanales, muro cortina u otros elementos de la fachada que son orientados estratégicamente hacia el sol. Este tipo de sistema tiene mayor rendimiento y menor retardo.

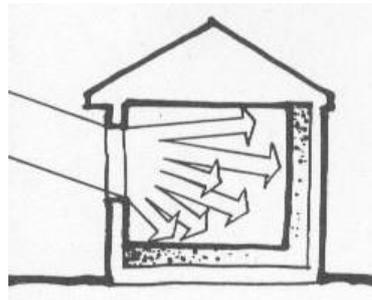


Imagen: Captación Solar Pasiva  
Referencia: Escalante, T (s. f.) *Captación solar pasiva*. [Figura].  
Recuperado de <http://www.arqhys.com/>

## Sistemas de ventilación

Hablamos de ventilación cuando tenemos la necesidad de ventilar un espacio determinado con la finalidad de proveer oxígeno, remover el dióxido de carbono, remover el calor, controlar la humedad; entre otros requerimientos más, que son necesarios para el confort humano (Wieser & López, 2012).

Del mismo modo, Wieser, M & Lopez, G. (2012) explican que al hacer referencia de los sistemas de generadores de vientos, hacemos alusión a aquellos sistemas que fuerzan el paso del aire por todo el interior del edificio gracias a la diferencia de presión del aire. Entre los sistemas más conocidos podemos mencionar a la Ventilación cruzada, Captadores de viento, Efecto chimenea, Chimenea solar, Cámara solar y Aspiradores estáticos.

Para empezar, la ventilación cruzada es un tipo de sistema que se aprovecha de la dirección del viento para ventilar el ambiente que se desea, a través de perforaciones que son colocadas en dos fachadas opuestas. (Wieser & López, 2012).

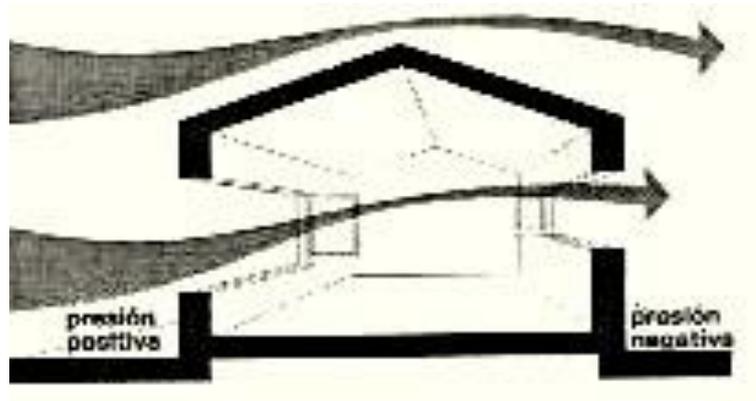


Imagen: Ventilación cruzada.

Referencia: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (s. f.). *Diseño Bioclimático / Sostenibilidad Ambiental*.

[Figura]. Recuperado de <http://moondoreyes.com>

Por último, el efecto chimenea, es generado por el movimiento del aire que ingresa por la abertura de la ventana, llevando el calor hacia la abertura en la parte superior conectada a un conducto de extracción vertical. Este tipo de ventilación puede emplearse en lugares donde la velocidad del viento es baja. (Wieser & López, 2012).

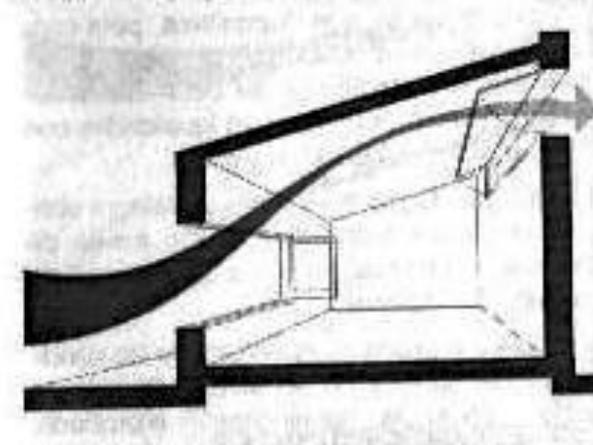


Imagen: Efecto chimenea.

Referencia: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (s. f.). *Diseño Bioclimático / Sostenibilidad Ambiental*. [Figura]. Recuperado de <http://moondoreyes.com>

## 4.7 Energías Alternativas Renovables

Las energías renovables o energías del futuro, “podría definirse como aquella que no consume recursos y además no contamina; es decir, que se trata de unas fuentes de suministro que pueden hacer de la energía un elemento sostenible” (Elías, 2012, pp.596). De acuerdo a las estadísticas establecidas por la Agencia Internacional de Energía (2015), el uso de energías limpias ha incrementado, llegando a representar la mitad de la nueva capacidad de generación eléctrica instalada el 2014. (Acciona, s. f.).

En nuestro proyecto, se propone como nueva alternativa renovable el uso de las algas marinas a través de prototipos en forma de paneles, que servirán como componentes de cultivos para generar energía y del mismo modo, reducir la huella ecológica de nuestro país.

El prototipo de la cual hacemos referencia es conocido como Panel Biorreactor. Estos paneles de bajo espesor, constan de dos hojas de vidrio que contienen en su cámara microalgas que son cultivadas en base a luz solar, nutrientes y el CO<sub>2</sub>

producido por el edificio. Cuando la luz solar incide sobre estos paneles de algas, los microorganismos se multiplican y generan calor. Este calor producido es empleado para la producción de energía; mientras que la biomasa de las algas que se ha secado puede ser usado para biogás, productos fármacos o alimenticios. (CTE Arquitectura, 2014).



Imagen: Panel Biorreactor.

Referencia: CTE Arquitectura. (2014). *Arquitectura Innovadora por el envoltorio de Algas*. [Figura]. Recuperado de <http://www.ctearquitectura.es/soluciones-sostenibles/materiales/arquitectura-innovadora-por-el-envoltorio-de-algas/>

## **CAPÍTULO V: ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS EN EL CLIMA DEL CALLAO**

### **5.1 Introducción**

Según la institución “Center for Renewable Energy Sources and Saving (CRES)” (s.f.), el diseño bioclimático debe poseer estrategias que salvaguarden a los edificios del calor o frío, además de la utilización adecuada de recursos y técnicas propios para lograr una óptima arquitectura. En este tipo de arquitectura recurre al uso de energía solar (maneja la orientación) para el calentamiento o iluminación y la mejora del microclima entorno a la edificación, a través del diseño bioclimático de espacios exteriores.

Para Wieser-Rey, Martín (2011), pese a que el territorio peruano se encuentre ubicado en una zona tropical, ciertos condicionantes (la cordillera de los andes, la corriente de Humboldt y la llanura amazónica) hacen que su clima posea particularidades. Estas particularidades establecen climas singulares. La ciudad de Lima<sup>3</sup> posee un clima particular, ya que no es extremo ni riguroso, dejando de lado la gran intensidad de radiación solar (originado por la cercanía a la Línea Ecuatorial) y su altísima humedad. Por poseer un clima desértico-marino, no presenta temperaturas extremas, vientos fuertes, ni precipitaciones considerables.

Se puede decir, que la ciudad no presenta en su clima excesos de calor o frío, por lo que las edificaciones (de estar bien diseñadas) no necesitan tener calefacción ni aire acondicionado. Las estrategias bioclimáticas para el clima de la ciudad son un conjunto de recomendaciones de diseño arquitectónico en función de las características medio ambientales de la zona. (Wieser-Rey, M., 2011).

---

<sup>3</sup> Nota: La ciudad de Lima posee el mismo clima que la Provincia Constitucional del Callao

Es decir, se busca facilitar la identificación de estrategias apropiadas de acondicionamiento ambiental de una edificación teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona.

## **5.2 Humedad**

En climas como el de Callao, la humedad relativa es sumamente alta, que en momentos puede llegar al 92% en promedio. En algunos meses, es notoria la presencia de nieblas y neblinas acompañadas de garúas. Un ambiente soleado, húmedo y caliente en los veranos; y nuboso y templado en los inviernos. La lluvia es casi nula; sin embargo, puede presentarse. (Senamhi, 2012).

En conclusión, en verano, la humedad en Callao genera bochorno, por ello, la estrategia que se recomienda para lograr el confort térmico el flujo de aire dentro de la edificación, es decir, una adecuada ventilación de ser posible cruzada ya que este flujo genera una sensación de confort frente al bochorno generado por la humedad. En invierno, se debería optar por evitar la condensación superficial entre espacios interiores de la edificación, es decir evitar que la humedad ingrese descontroladamente en invierno colocando celosías de madera vertical en vanos, ya que debido a la humedad alta que en Lima, Callao y otras zonas del Perú se producen enfermedades respiratorias.

## **5.3 Iluminación**

La iluminación en el caso particular de la Provincia Constitucional del Callao, en verano puede ser muy resplandeciente debido a la radiación, motivo por el cual optamos en un diseño que permita el ingreso de luz solar indirecta, la cual se puede lograr con ayuda de vanos que se encuentren protegidos del sol. Sin

embargo, hay ocasiones en que debido a la contaminación de la zona la luz se torna tenue, por lo que se pensó en implementar la iluminación cenital indirecta en la presente tesis, teniendo en cuenta que según el Ministerio de Educación - Viceministerio de Gestión Institucional (2008, pp. 89-90), entre los criterios generales de iluminación tenemos que las edificaciones de un solo piso tienen mayores posibilidades de captación de luz cenital.

Para Wieser-Rey, M. (2007), La iluminación en condiciones ambientales con un clima como el de la ciudad de Lima<sup>4</sup> posee muchas estrategias, la más se da a través de elementos que permitan o hagan posible la iluminación cenital, dejando que ingrese luz natural hacia el ambiente. El sistema de iluminación natural cenital a utilizar en parte del proyecto, será la Teatina.

La Teatina es un lucernario con características formales particulares, pues sobresale en un elemento inclinado, cuya configuración sirve también para captar el viento predominante por lo que debe ser orientado adecuadamente. La teatina fue utilizada en la ciudad de Lima y parte de la costa peruana entre el siglo XVIII y el siglo XX. (Wieser-Rey, M., 2007).

---

<sup>4</sup> Nota: La ciudad de Lima posee el mismo clima que la Provincia Constitucional del Callao



Fotografía: Vista de dos teatinas que dejan ver las características formales típicas del componente. Casa Riva Agüero, Lima.  
Fuente: Wieser-Rey, M. (Mayo-Junio de 2007). La Iluminación Cenital. [Fotografía] *Revista Ancral*, 3(5), 6-7.

Se deben rescatar este elemento tradicional limeño, pues a diferencia de la arquitectura actual, posee una sensibilidad climática hacia las particularidades térmicas y lumínicas de nuestro clima. Entre las características de este se encuentran un cielo singularmente brillante, veranos cálidos, recorridos solares verticales en su mayoría. Por lo tanto, se necesita de una protección solar adecuada al momento de iluminar naturalmente el espacio. Es importante resaltar no sólo la capacidad lumínica sino también térmica de estos elementos que también permiten la captación del aire. (Wieser-Rey, M., 2007).

Concluimos entonces, que en el diseño bioclimático deben estar presentes estrategias como las mencionadas anteriormente que permitan de forma eficiente de proveer a la edificación de iluminación cenital, pues históricamente funcionan muy bien en nuestro clima. Razón por la cual se incorporarán estrategias similares en el diseño de la presente tesis.

## **5.4 Protección Solar**

Antes de proponer algún tipo de protección solar se debe tener en cuenta en principio el recorrido del sol. En el hemisferio sur (Callao), el recorrido solar proviene del Este, para luego seguir su recorrido inclinado ligeramente al Norte en verano (con un sol alto) e inclinado más profundamente al Norte en Invierno (con un sol bajo) para terminar ocultándose por el Oeste. Es por esta razón, que como estrategia de protección solar en el clima de Callao se recomienda que las fachadas no se encuentren orientadas directamente al oeste ni al este.

De no ser posible una orientación adecuada para la edificación o de requerir por el área a diseñar de aberturas en distintas orientaciones, se deben proteger las fachadas críticas con la finalidad de evitar el ingreso de radiación directa en el espacio, para ello se toman medidas diversas como el uso de balcones, celosías; entre otras estrategias posibles como es el color de la edificación misma que de ser claro no absorbería tanta radiación en comparación con una edificación de fachada de color oscuro. Por ello, en la presente tesis se proponen protección solar para las fachadas de las edificaciones y en cuanto al color, se propone un color gris claro que viene a ser el color natural del concreto cara vista (Ver láminas de arquitectura).

## **5.5 Adaptación con el entorno**

En el clima de Lima y Callao tanto como en otros climas, la arquitectura bioclimática debe poseer adaptabilidad, con ello se hace referencia a que en cada estación del año o en cada cambio de temperatura estacional del sitio se

deben tener en consideración las estrategias bioclimáticas. Se debe respetar el entorno y lograr la obtención de confort térmico, visual y acústico para el usuario.

Por ello se deben seguir las estrategias bioclimáticas mencionadas en el presente proyecto. Configurando así una arquitectura que genere reducido impacto sobre el ambiente en el que sitúe.

## **CAPÍTULO VI: ANÁLISIS GEOGRÁFICO Y FÍSICO DEL TERRENO**

### **6.1 Análisis Físico-Geográfico**

#### **Localización y Ubicación**

La Provincia Constitucional del Callao se encuentra ubicada en la costa central del litoral peruano, hacia el sector occidental del departamento de Lima; entre las coordenadas geográficas 11° 47' 50" y 12° 07' 30" de Latitud Sur, y 77° 11' 40" de Longitud Oeste. Sus límites norte, este y sur pertenecen al departamento de Lima: por el norte con los distritos de Santa Rosa y Ancón, por el Este con los distritos de Puente Piedra, San Martín de Porres y el Cercado de Lima; por el Sur con el distrito de San Miguel; y por el Oeste con el Océano Pacífico. (Atlas Geográfico Digital de la Provincia Constitucional del Callao, 2008, pp 156).

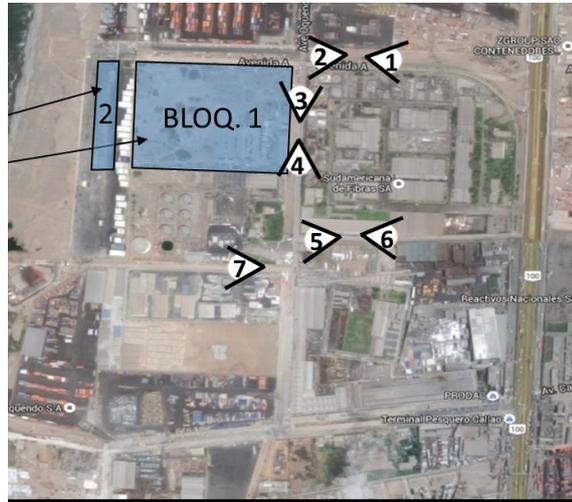
### **6.2 Análisis Físico-Construido**

#### **Perímetro y Entorno**

El perímetro del terreno escogido se encuentra conformado por industrias con cerco perimétrico alto de ladrillos. En el entorno encontramos pistas anchas y desgastadas por la presencia de camiones de carga pesada, veredas escasas y estrechas, bermas centrales sin vegetación y

obstrucción de vías, debido a la invasión de terreno por parte de las industrias.

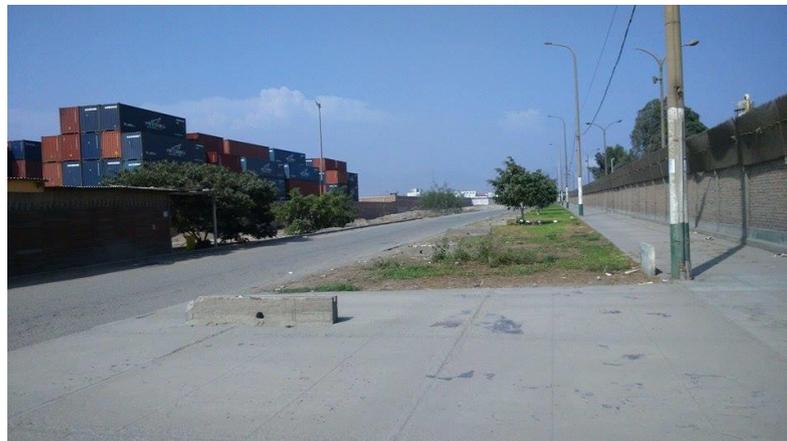
A continuación, presentaremos imágenes del perímetro y entorno de nuestro terreno:



PLANO ÍNDICE CON SÍMBOLO DE UBICACIÓN DEL OBSERVADOR

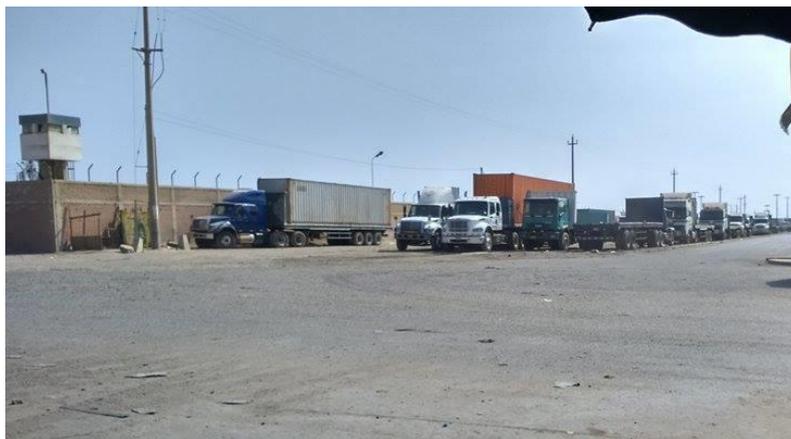
Imagen: Google Earth

IMAGEN 1



Vista desde el cruce entre la Av. "A" hacia la Av. Nestor Gambetta

IMAGEN 2



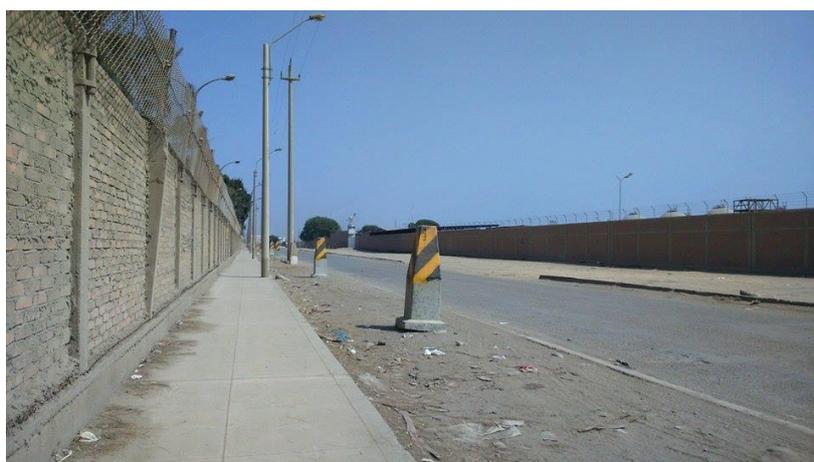
*Vista desde el cruce entre la Av. "A" y la Av. Oquendo*

IMAGEN 3



*Vista desde la Av. Oquendo*

IMAGEN 4



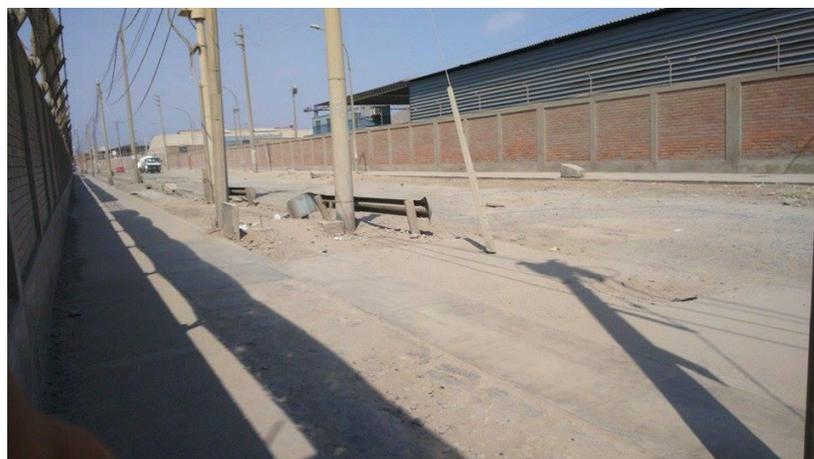
*Vista desde la Av. Oquendo*

IMAGEN 5



*Vista desde la Calle 6 hacia el ingreso a Z Gas*

IMAGEN 6



*Vista desde la Calle 6 hacia la Av. Nestor Gambetta*

IMAGEN 7

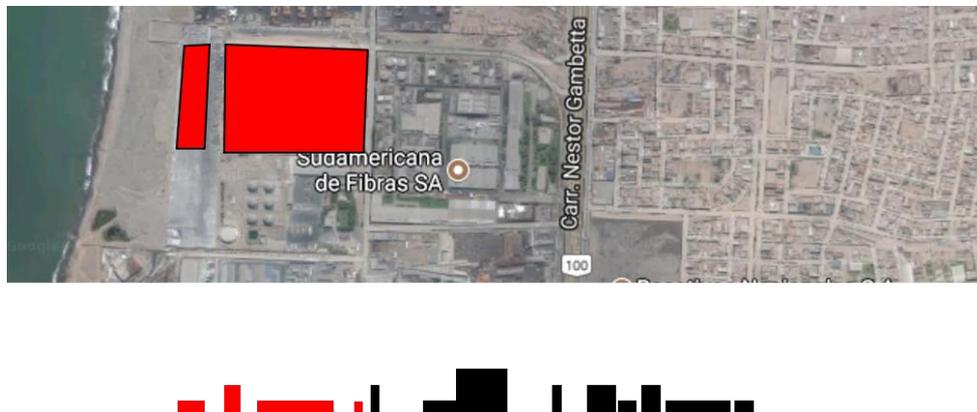


*Vista desde la Calle "G"*

Concluimos entonces, que la zona industrial del Callao ubicada en torno al terreno, posee una arquitectura que obstruye la vista al mar. Por ello, nuestro proyecto representa el núcleo verde que carece en la zona, el cual empieza desde el perímetro conformada por áreas verdes verticales hasta el interior, donde podemos encontrar conjunto de árboles, áreas verdes y miradores con la finalidad de recuperar la vista al mar para los pobladores y público en general. El tipo de cerramiento propuesto en nuestro terreno, reemplaza la idea de cerramiento sólido y hostil de ladrillo, por uno más sostenible y amigable con el entorno.

### Perfil Urbano

Utilizando como referencia las visitas a la zona e información de google earth, realizamos el gráfico del perfil urbano de la zona a intervenir como de sus alrededores, que conforma la zona industrial y de la zona residencial (cruzando la avenida principal Néstor Gambetta). En la siguiente imagen se visualiza el perfil urbano existente en la zona representada en color negro, así como el perfil del proyecto a desarrollar representado por el color rojo.



Perfil urbano.  
Elaboración propia.  
Fuente: google earth.

En base a lo visualizado, concluimos que el número de pisos en promedio de la zona a intervenir son de 1 a 3 pisos y en zonas laterales al terreno, encontramos containers apilados tomando una altura promedio de 4 pisos. El proyecto a realizar no pretende romper con el perfil urbano existente, por el contrario, busca generar más áreas verdes en la zona, así como generar un paso continuo de la brisa marina, responsable de disminuir la polución en la ciudad. Por ello, optamos por diseñar edificaciones de 1 y 2 niveles como máximo, así como plataformas que permitan la vista al mar de las personas.

### **Aspecto Vial y Medios de acceso**

En base al Plano del Sistema Vial de la Provincia constitucional del Callao (1995), las vías fueron definidas en cuatro tipos: Expresas, Arteriales, Colectoras y Locales. Posteriormente, el mismo plano fue actualizado con una nueva propuesta publicada en el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao (2011-2022), donde la clasificación de vías se actualiza a Expresa, Arterial, Colectora, Férrea y Puente. De acuerdo a lo mencionado y en base a la visita de campo, las vías que colindan con el proyecto clasifican como Expresas y Colectoras.

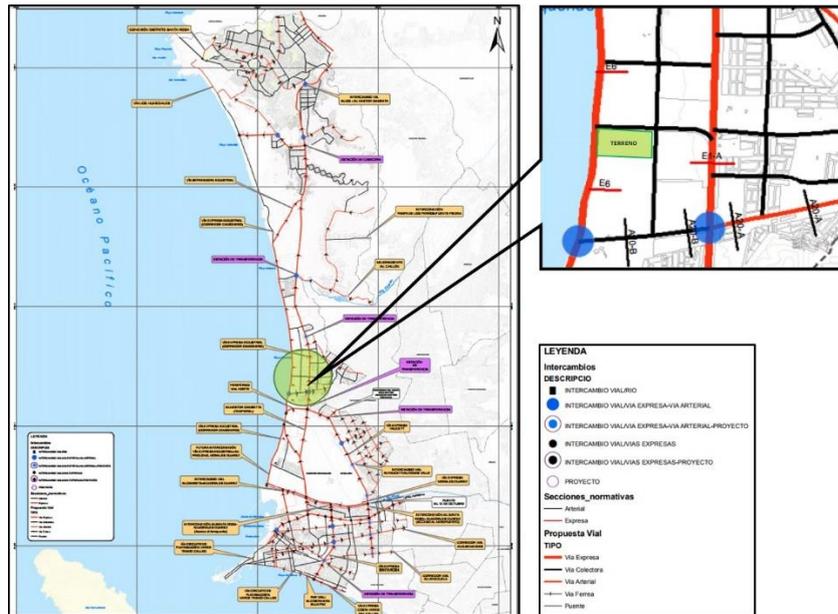


Imagen: Plano del Sistema Vial de la Provincia Constitucional del Callao.

Fuente: Municipalidad del Callao. (2010). *Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao – Tomo 3 (2011-2022)* [Imagen]. Instituto Metropolitano de Planificación, pp. 398.

Las vías de acceso que colindan con el proyecto son la Av. Nestor Gambetta, Av. A, Av. Oquendo y la Av. Playa Oquendo. La Av. Nestor Gambetta clasifica como una vía Expresa, ya que es una vía que presenta gran flujo vehicular e integra al Callao con otros distritos. Las Av. A y Oquendo corresponden a ser vías colectoras, porque el tránsito es moderado y sirve de conexión entre el proyecto y la vía principal. En cuanto a la Av. Playa Oquendo, el Plano de Sistema Vial anteriormente mencionado lo clasifica como vía Expresa, pero actualmente la avenida se encuentra ocupada por las edificaciones in situ y se encuentra en proceso de recuperación.

En conclusión, el terreno del Centro de Investigación Tecnológico en Algas posee vías principales y alternas, cuya elección se debe a que

queremos promover el flujo de personas en el proyecto; pues, se trata de una propuesta educativa e interactiva con la investigación de algas.

### **Infraestructura existente**

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao (2011-2022), el proyecto se encuentra en una zona de consolidación industrial, es por ello que las edificaciones existentes en torno al proyecto cuentan con esas características cuya altura difiere de acuerdo a la infraestructura. De acuerdo a lo mencionado y en base a la visita de campo, encontraremos edificaciones de un máximo de 4 pisos, naves, containers y tanques de producción. Por el norte tenemos a las empresas Contrans y Aji No Moto, aquí sobresale la disposición de containers; por el este se encuentra la empresa Sudamericana de Fibras S.A, empresa dedicada a la producción y comercialización de fibras acrílicas; por el norte, la empresa Zeta Gas Andino S.A y por el oeste, con el Océano Pacífico.



Fotografía: Vista de la Empresa Aji No Moto.  
Fuente: Elaboración propia 2016



Fotografía: Vista panorámica de la Empresa Sudamericana de Fibras.

Fuente: Sudamericana de Fibras. (s.f.). *Sudamericana de Fibras*. [Fotografía]. Recuperado de [https://www.sdef.com/web2/emp\\_Empresa.html](https://www.sdef.com/web2/emp_Empresa.html)

Se escogió una zona industrial como terreno para el proyecto, pues, parte de nuestra propuesta se basa en reducir la contaminación en una zona con elevada polución, a través del cultivo de algas marinas por medio de la arquitectura.

### **6.3 Análisis Geográfico-Climático**

La provincia constitucional del Callao presenta un clima templado, desértico y oceánico ubicado a 12°S 77.12°W 13msnm (Instituto Geofísico del Perú, s. f.). Se encuentra en la zona climática del Litoral Subtropical, debido a que toda su extensión territorial se encuentra influenciada directamente con el mar; y si hacemos referencia a las características geográficas, podemos señalar que su relieve es predominantemente desértico y las estribaciones andinas pueden llegar hasta el mar. (Wieser, 2011).

#### **La Radiación solar y horas de sol**

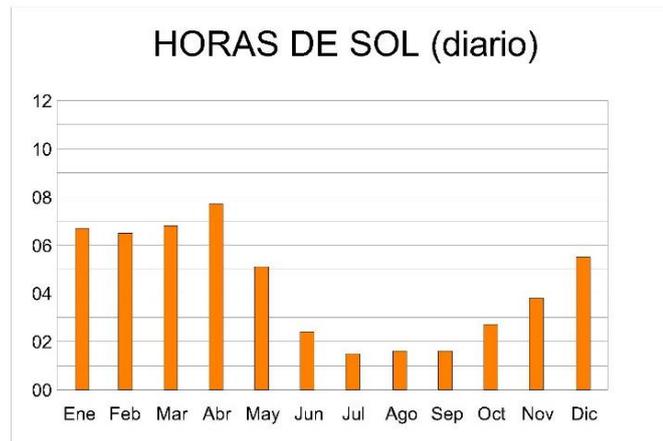


Imagen: Horas de Sol - Lima  
 Referencia: Valdivia, R. (2012). Datos Climáticos de Lima [Cuadro].  
 Acondicionamiento Ambiental I

De acuerdo al gráfico, se sostiene que Lima y Callao presentan mayores horas de sol durante la temporada de verano, correspondiendo desde el mes de enero hasta el mes de abril, siendo abril el mes más crítico y julio el mes con menor presencia del sol.

### Temperatura

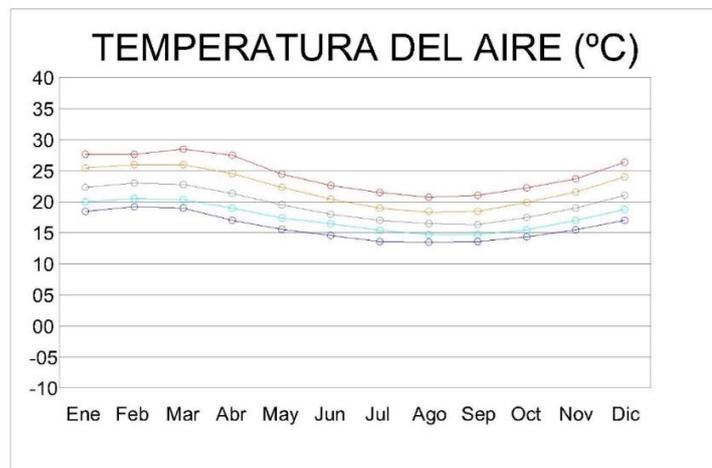


Imagen: Temperatura del Aire - Lima

Referencia: Valdivia, R. (2012). Datos Climáticos de Lima [Cuadro].  
Acondicionamiento Ambiental I

De acuerdo al gráfico, se puede observar que la temperatura media es moderada registrando valores que varían de 17 a 21 °C; mientras que las amplitudes térmicas bajas, varían entre 5 a 10°C. En verano suelen llegar a un promedio de 29°C y en invierno bajan hasta los 14°C aproximadamente. (Wieser, 2011, pp.41).

Cabe mencionar que en climas como el de Callao se presenta variaciones diurnas de temperatura que no son tan marcadas como en climas desérticos y se debe principalmente a que, pese a que la Provincia Constitucional del Callao se encuentre inmersa en un desierto, también se encuentra junto a una gran masa de agua (océano Pacífico). Al mismo tiempo la variación estacional del clima de la Provincia Constitucional del Callao tampoco posee cambios muy bruscos debido a que se encuentra cerca de la línea ecuatorial y como consecuencia su clima no posee estaciones marcadas de verano, otoño, invierno y primavera.

### La dirección del viento

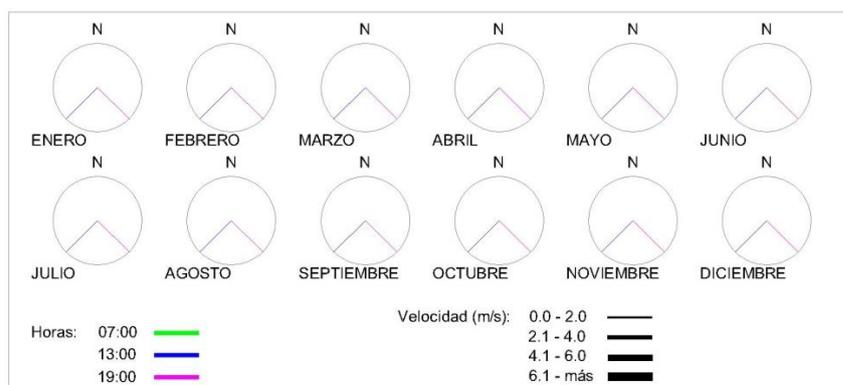


Imagen: Dirección del Viento - Lima  
Referencia: Valdivia, R. (2012). Datos Climáticos de Lima [Cuadro].  
Acondicionamiento Ambiental I

En base a la información brindada en el cuadro, se concluye que las brisas marinas tienden a realizar un recorrido con dirección de suroeste y sureste durante el día y la noche (Wieser, 2011).

### La humedad relativa del aire

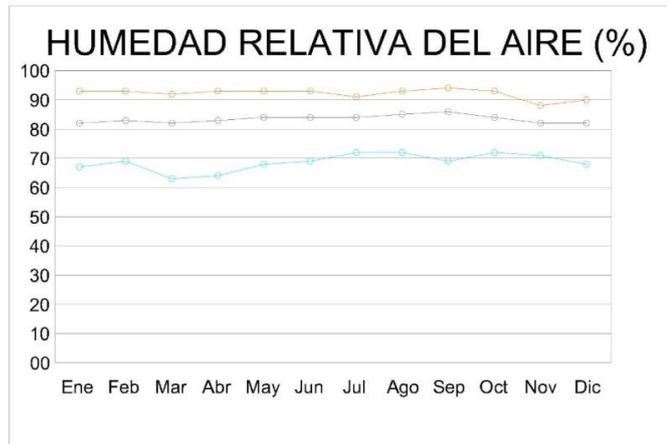


Imagen: Humedad Relativa del Aire - Lima  
Referencia: Valdivia, R. (2012). Datos Climáticos de Lima [Cuadro].  
Acondicionamiento Ambiental I

Del mismo modo, de acuerdo a la información brindada en el cuadro gráfico, se puede afirmar que la Humedad Relativa alta y media se puede manifestar principalmente en otoño e invierno con un porcentaje de 80 y 90%, mientras que la H.R Mínima media, presenta un porcentaje entre 50 y 70%. (Wieser, 2011).

### Precipitaciones

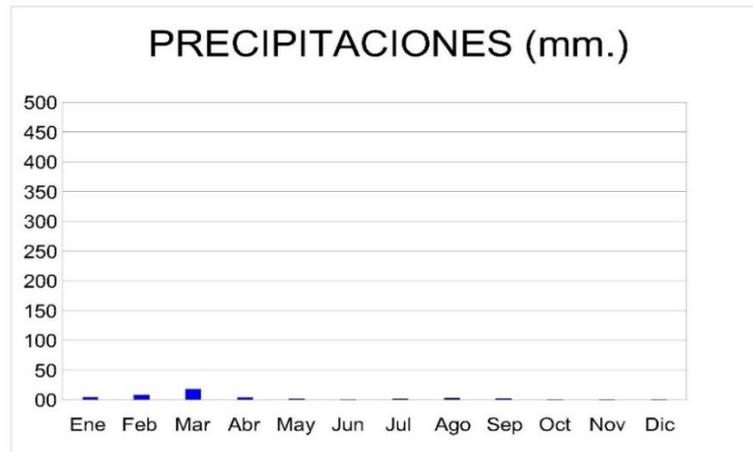


Imagen: Precipitaciones - Lima

Referencia: Valdivia, R. (2012). Datos Climáticos de Lima [Cuadro].  
Acondicionamiento Ambiental I

Para finalizar con los datos climáticos, de acuerdo al cuadro gráfico, se puede afirmar que las precipitaciones por lo general son muy escasas, con cifras menores de 20mm; presentado la cifra más alta el mes de marzo. (Wieser, 2011).

Las precipitaciones son un factor que en los climas como el de Callao no se le suele prestar mayor relevancia debido a su baja intensidad y volumen; sin embargo, pueden llegar a afectar la estructura de la edificación y siempre se deberían tener presentes en el diseño de las estrategias de construcción arquitectónica sean de menor o mayor intensidad. Por lo tanto, proponemos en el diseño arquitectónico el uso de canaletas.

## 6.4 Análisis Demográfico y Económico (INEI)

## Demografía

Según INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (Junio, 2015), la población total de la Provincia Constitucional del Callao es de 1 013 935 personas, cifra que se puede considerar muy elevada para su superficie total de 145,91 km<sup>2</sup> si se le compara con otros departamentos del Perú como se puede visualizar el cuadro siguiente:

Cuadro de Población, Superficie Total y Agropecuaria, Según Departamento, 2015<sup>5</sup>

Departamento	Población 2015	Superficie total (Km <sup>2</sup> )		Superficie agropecuaria (Km <sup>2</sup> )		Superf. Agrop./ Superf. Territ. (%)
		Total	(%)	Total	(%)	
<b>Total</b>	<b>31 151 643</b>	<b>1 285 215,60</b>	<b>100,0</b>	<b>387 424,65</b>	<b>100,0</b>	<b>30,1</b>
Puno	1 415 608	71 999,00	5,6	44 644,74	11,5	62,0
Loreto	1 039 372	368 799,48	28,7	32 502,38	8,4	8,8
Cusco	1 316 729	71 986,50	5,6	26 665,67	6,9	37,0
Junín	1 350 783	44 328,80	3,4	24 237,90	6,3	54,7
Ucayali	495 511	102 399,94	8,0	23 219,09	6,0	22,7
Ayacucho	688 657	43 814,80	3,4	22 469,88	5,8	51,3
Lima	9 834 631	34 828,12	2,7	20 024,29	5,2	57,5
Arequipa	1 287 205	63 345,39	4,9	19 652,70	5,1	31,0
Piura	1 844 129	35 657,50	2,8	18 958,78	4,9	53,2
Amazonas	422 629	39 249,13	3,1	17 662,79	4,6	45,0
Apurímac	458 830	20 895,79	1,6	15 737,92	4,1	75,3
Huancavelica	494 963	22 131,47	1,7	14 852,97	3,8	67,1
Huánuco	860 548	37 021,07	2,9	14 793,97	3,8	40,0
Cajamarca	1 529 755	33 304,32	2,6	14 092,92	3,6	42,3
San Martín	840 790	51 305,78	4,0	13 230,17	3,4	25,8
Áncash	1 148 634	35 889,91	2,8	13 019,24	3,4	36,3
La Libertad	1 859 640	25 499,90	2,0	10 572,01	2,7	41,5
Pasco	304 158	25 025,84	1,9	10 027,60	2,6	40,1
Lambayeque	1 260 650	14 479,52	1,1	6 910,70	1,8	47,7
Madre de Dios	137 316	85 300,54	6,6	6 613,44	1,7	7,8
Tacna	341 838	16 075,89	1,3	6 258,07	1,6	38,9
Ica	787 170	21 327,83	1,7	5 995,03	1,5	28,1
Moquegua	180 477	15 733,97	1,2	5 045,90	1,3	32,1
Tumbes	237 685	4 669,20	0,4	228,48	0,1	4,9
Provincia Constitucional del Callao	1 013 935	145,91	0,0	8,01	0,0	5,5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.  
Elaboración: INEI. (2015). *Estado de la Población Peruana 2015*.  
Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>

<sup>5</sup> Nota: La superficie total incluye la superficie del Lago Titicaca (4 996,28 Km<sup>2</sup>).

De acuerdo al cuadro, el Callao no cuenta con superficies destinadas al agro, por lo tanto, se convierte en una provincia totalmente urbana. (INEI, junio de 2015).

Ante este escenario de notable densidad poblacional desproporcionada o excesiva junto a un escenario 100% urbano, tenemos una provincia que requiere de áreas verdes y espacios abiertos al público. Por lo tanto, consideramos que el proyecto de un Centro de Investigación Tecnológico en Algas que promueva la investigación de una forma inclusiva y didáctica, abierta al público, con espacios abiertos y áreas verdes que permitan oxigenar la provincia de manera sostenible, es necesario para esta población.

### **Población Económicamente Activa**

Es preocupante que la tasa de desempleo en la Provincia Constitucional del Callao sea la más alta en comparación con todas las otras provincias del país (INEI, setiembre de 2015).

En Callao, en el año 2015, de cada 100 personas que se encuentran económicamente activas, unas 93 personas están ocupadas (34 de ellas subempleadas) y 7 de ellas aproximadamente se encuentran buscando empleo. Teniendo que el porcentaje de desempleo en Callao es de 7.2% que se considera muy alto para el promedio nacional. (INEI, enero de 2016).

### **Actividades Económicas**

En cuanto a las actividades económicas de la provincia, se puede destacar el crecimiento considerable en actividades como la construcción. Sin embargo, la actividad económica que concentró a más empresas fue el comercio seguido de otras actividades económicas como los servicios prestados a otras empresas, las industrias manufactureras, la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, entre otras. (INEI, enero de 2016).

### **Focalización de Actividades Pesqueras y Turísticas**

En Callao, la pesca decreció un 23,51% en el primer mes de 2015, en comparación con el año 2014 a causa de la reducción en extracción de especies para consumo humano indirecto (reducción en un 100%); caída atenuada por la extracción de especies dirigidas al consumo humano directo (11,29%). (INEI, Marzo de 2015).

Dentro de los servicios prestados a empresas se encuentran las agencias de viaje y operadores turísticos, los cuales representan el sector predominante dentro del préstamo de servicios con un crecimiento de 7.8%. (INEI, Marzo de 2015).

Por lo tanto, creemos que, si bien la pesca se encuentra pasando por un momento de decrecimiento, sigue representando una actividad representativa de la zona que se debe seguir promoviendo, cabe resaltar que dentro de esta actividad se encuentra la extracción de otras especies marinas incluidas las algas.

## **CAPÍTULO VII: ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO**

### **7.1 Concepto de espacialidad y composición**

Para Ching Francis, D. K. (1993) existen elementos arquitectónicos y sistemas que deben estar interrelacionados, reforzarse mutuamente y ser independientes con la finalidad de conformar un conjunto que se encuentre integrado. Los elementos arquitectónicos también guardan relación entre ellos pues “La Arquitectura del Espacio, Estructura y Cerramiento percibida a través del Movimiento, el Espacio y el Tiempo alcanzada a través de la Tecnología adaptando un Programa compatible con su Contexto y Ordenes” (Ching Francis, D. K., 1993).

Según Ching Francis, D. K. (1993) el orden arquitectónico aparece cuando los elementos y sistemas hacen apreciables las relaciones que poseen entre ellos y la edificación, como un todo. Es decir, toda composición debe poder ser perceptible como un todo sin perder su independencia.

Tomando en consideración los conceptos que Francis Ching, establece sobre la composición en la arquitectura, hemos diseñado el Centro de Investigación Tecnológico en algas con criterios basándonos en generar tensiones, sistemas y jerarquías entre espacios y formas que se adecúen a necesidades funcionales, geográficas y climáticas que se encuentren adecuadamente orientadas según su contexto sin dejar de lado los elementos necesarios para la integración de su forma, espacio y orden. En otras palabras, diseñar un proyecto sostenible cuya función, forma y condiciones contextuales vayan de la mano.

## 7.2 Generalidades

### Descripción general

El proyecto realizado es un Centro de Investigación Tecnológico en Algas ubicado en la zona industrial del Callao, con la finalidad de promover la investigación e innovación de las algas como nueva alternativa de energía renovable para reducir el impacto ambiental de la zona y del país.

El concepto utilizado para el desarrollo eficiente del proyecto fue la arquitectura bioclimática; es decir, se tomó en cuenta la orientación de los edificios con respecto al sol, las variables ambientales, los tipos de materiales y el empleo de biorreactores de algas para generar energía haciendo el proyecto sostenible. Asimismo, se intervino el paisajismo con diversidades de plantas xerófilas para evitar el uso innecesario del agua para riego, lagunas de cultivos de algas marinas con el propósito de purificar el ambiente y abastecernos de materia prima; y espejos de agua generadas gracias a la cercanía del mar.

Contamos con 19 edificios que, a su vez, son divididas en 3 zonas de acuerdo a sus funciones: zona pública, zona privada y zona semi - privada. La zona pública cuenta con un Acuario como atractivo principal, un Auditorio, Sala de usos múltiples, souvenir, librería, biblioteca, restaurante, tópico, un área administrativa, servicios higiénicos generales y una zona de seguridad. En la zona privada contamos con un Hospedaje exclusivamente para los investigadores y un área de mantenimiento

general. Por último, la zona de investigación o semi-privada, cuenta con un control exclusivo para evitar el ingreso de personal no autorizado, departamentos de microalgas, macroalgas, fertilizante y energía, bioluminiscencia y biodiesel, comedor y un área de manteniendo. Esta zona cuenta con una laguna de cultivo de alga para disposición directa del área de investigación.

En cuanto a la zona exterior, se plantearon estacionamientos con dos accesos; uno para la zona pública con una capacidad suficiente para abastecer al público en general, y otra para la zona semi-privada con disposición exclusiva para los investigadores o personal autorizado.

Para finalizar, es importante mencionar que contamos con un túnel subterráneo cuyo propósito es conectar el área construida con el área de cultivo y plataformas que son utilizadas como miradores. Estas áreas de cultivo pueden ser accedidas por el público en general, ya que su finalidad es enseñar y promover el cultivo de algas de manera artesanal.

### **Ubicación del terreno**

El terreno está ubicado en la Provincia Constitucional del Callao, a espaldas de la empresa Sudamérica de Fibras S.A, en el sector 13. El terreno se encuentra conformado por 2 bloques. El bloque 1 se ubica en la esquina entre la Av. Oquendo y la Calle "A"; mientras que el bloque 2 se encuentra ubicado entre la esquina de la Av. Playa Oquendo y la Calle "A". El terreno conformado por dos bloques tiene un área aproximada de 63,554.8 m<sup>2</sup>. En la actualidad, se encuentra funcionando la empresa Zeta Gas Andino S.A.

Cabe resaltar que actualmente la Av. Playa Oquendo no existe, ya que se encuentra ocupada por las empresas que se encuentran in situ. Es por ello, que para el desarrollo del proyecto, se tomará en cuenta el Plano Catastral actualizado brindado por la Municipalidad del Callao. (Ver anexo: Lamina U-01, U-02).

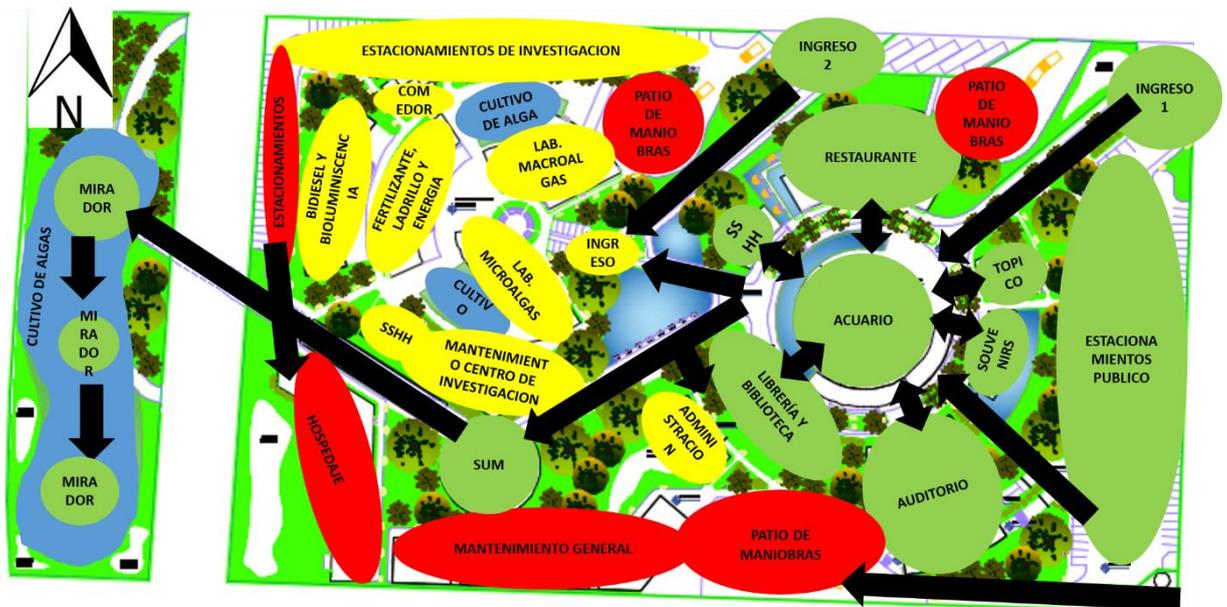


Imagen: Ubicación y Localización del proyecto  
Elaboración propia 2016.

### 7.3 Zonificación y Recorrido

La zonificación desarrollada para el proyecto de tesis ha ido evolucionando con el diseño, así como las tensiones entre volúmenes.

A continuación, presentaremos la zonificación final en donde las formas de color verde representan el área abierta al público o área pública, las formas amarillas representan el área semi-privada, es decir abierta al público en ocasiones (en general el área de laboratorios o investigación), las formas rojas representan el área privada y las formas celestes representan las parejas de cultivo de algas, estanques o espejos de agua (diferenciadas en los planos adjuntos).



Zonificación final  
Elaboración propia (2017)

En la imagen podemos apreciar que el área pública se encuentra cerca al ingreso principal. Consideramos pertinente colocar el acuario como núcleo jerárquico del área pública, por ser la atracción principal. La razón por la que el Acuario toma jerarquía en el primer núcleo, se debe a que es una atracción de transición que llevará a las personas a pasar de la zona pública la zona semi-pública.

Por otro lado, el área de investigación (semi-privada) se encuentra cerca a los cultivos de algas porque se busca abastecer de materia prima de manera directa para su investigación. El motivo por el que el Centro de investigación es una zona semi-privada y no privada es para que los ciudadanos con previa cita o permiso puedan ver cómo funciona un laboratorio de investigación y los procesos que son realizados dentro del mismo (educación guiada y vivencial). Al mismo tiempo, la razón por la que no llega a ser público el espacio, es porque existen procesos delicados dentro de las edificaciones y no se pueden permitir visitas constantes en la zona. Por ello, la existencia de la zona pública (color verde),

pues te permite aprender parcialmente de dichos procesos sin restricciones (Acuario, auditorio, biblioteca y sala de usos múltiples).

El mirador se encuentra en el lado oeste del terreno, que consta de 3 plataformas ubicadas sobre la laguna de cultivo artesanal de algas, con el propósito de recuperar la vista al mar, actualmente perdida en la zona (terreno del proyecto).

Asimismo, contamos con 2 áreas de estacionamiento, uno de uso público al lado del ingreso principal y el otro de uso semi-privado y privado al lado del ingreso secundario. Además, se logró la tensión buscada entre los volúmenes para el proyecto. Se plantea en el diseño el espacio para 3 patios de maniobra (restaurante, área de investigación y mantenimiento general). El mantenimiento general, siendo un área privada se ubica cerca al hospedaje para separarse de la zona pública. El tópico está ubicado junto al estacionamiento del ingreso principal con el fin de realizar un mejor traslado hacia la ambulancia. Mientras que el área de souvenirs se coloca al lado de los estacionamientos para generar tránsito por la zona al ingreso y a la salida del centro de investigación.

Finalmente, se plantea como elemento conector de ambos terrenos, un pequeño túnel subterráneo para respetar las vías del plano urbano existente y no interferir con la vista al mar.

## **7.4 Descripción del Proyecto**

### **Estrategias y Criterios en la forma del diseño**

Nuestra toma de partida para el diseño del proyecto (ver anexo P-01), se basa en formas geométricas definidas. Las formas de las principales edificaciones parten de 2 puntos jerárquicos.

El primer punto jerárquico (Acuario) se encuentra ubicado en la zona pública, del cual parten las demás edificaciones públicas radialmente.

El segundo punto jerárquico es el patio central del área de investigación, del cual parten las edificaciones semi-privadas radialmente.

La forma curva en las edificaciones se debe en principio a la inspiración de la forma de la naturaleza marina (algas), así como a la mimetización con los caminos principales en forma radial ubicados alrededor de los 2 puntos jerárquicos, generando un recorrido definido. Este recorrido radial, refuerza y encierra los 2 puntos jerárquicos, permitiendo establecer un patrón radial doble en dos zonas principales del proyecto (pública y semi-privada) las cuáles se encuentran conectadas por un camino recto que permite una correcta visualización de las áreas principales.

Además, la forma es curva como consecuencia a la búsqueda de una mayor resistencia en caso de oleajes fuertes en las edificaciones.

### **Sistemas constructivos**

El sistema constructivo presente en el proyecto de tesis, es de concreto y ladrillo ecológico. Este tipo de ladrillo no requiere de cocción; es decir, no depende de la utilización de materiales inflamables. La elección de este sistema constructivo se debe a que posee una larga vida útil, la cual

consideramos importante por ser un centro de investigación de gran envergadura.

Los techos de las edificaciones son losas aligeradas, exceptuando el acuario y auditorio, los cuales poseen una estructura metálica debido a sus dimensiones. La cobertura del Auditorio está compuesta por láminas de madera reciclada tipo machihembrado con protección acústica en su interior de celulosa reciclada; estos paneles se encuentran recubiertos por tarrajeo fino de cemento. En cuanto a la cobertura del acuario, implantamos la arquitectura textil a través del uso de membranas opacas de plástico de gran dureza denominadas ETFE (Etileno-TetraFluoroEtileno). Elegimos este tipo de membrana por ser un material ligero que puede cubrir grandes dimensiones, ser resistente al calor, a la corrosión y a los rayos UV (Mundo de Arquitectura, 2014).

El sistema constructivo del ingreso al área de investigación corresponde a una geodésica de bambú laminado, estructurada por triangulaciones con uniones metálicas y compuesta por una envolvente de láminas de madera reciclada tipo machihembrado para interiores, siendo revestido por mortero de cal en el exterior. Las casetas de control, denominadas “control” en el plano paisajista (ver anexo P-01), poseen la misma distribución y material de construcción que el ingreso al área de investigación.

Por último, el área de souvenir tiene como estructura y cobertura al bambú laminado en su totalidad, dándole un lenguaje similar a la composición general de las fachadas.

## Fachada

La fachada de nuestro proyecto ha sido diseñada con la finalidad de poseer características bioclimáticas que vayan de la mano con el clima de la zona.

En primer lugar, las ventanas de cada edificio están ubicadas de tal manera, que el edificio pueda ventilarse de manera natural y a su vez, están protegidas de la radiación solar por celosías de bambú laminado.

Estas celosías están colocadas a 15cm de la pared y en cuanto a su forma, algunas presentan quiebres con el objetivo de dar movimiento.

Asimismo, planteamos una fachada de algas conformada por paneles verticales que albergan en su interior microalgas cuya la finalidad es generar energía, purificar el aire captando el CO<sub>2</sub> del exterior para poder emitir oxígeno e iluminar el exterior. Estos paneles son conocidos como paneles biorreactores.



Fachada Posterior, Departamento de Fertilizante y Energía  
Elaboración propia (2017)

Cabe mencionar que, en las fachadas laterales de los edificios en el área de investigación, se encuentran empotrados circuitos que en su interior circula microalgas, este sistema también es un biorreactor pero en forma de tubular, cuya finalidad es la misma que los paneles rectangulares.

Para finalizar, en el caso del acuario, su fachada predomina por el uso de membrana ETFE y en sus columnas, estarán colocadas biolámparas tubulares de algas para iluminar el edificio jerárquico de la zona pública.

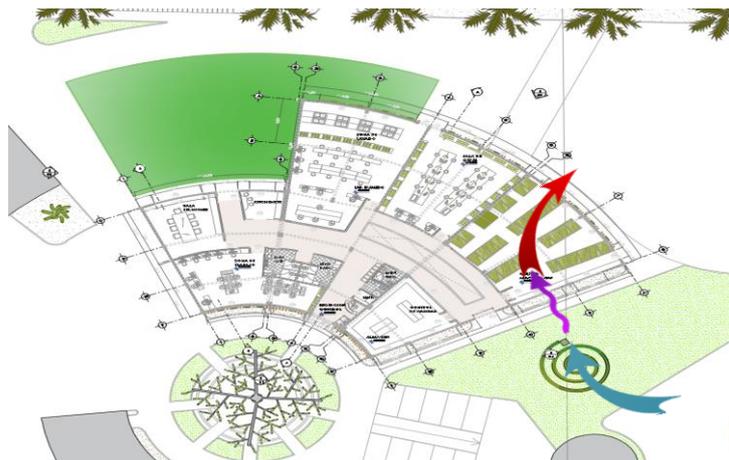


Imagen: Biolámpara de alga  
Referencia: Green Screen (2010) *Lámpara que absorbe CO2 y no utiliza electricidad*. [Figura]. Recuperado de <https://www.greenscreen.media/biolampara/>

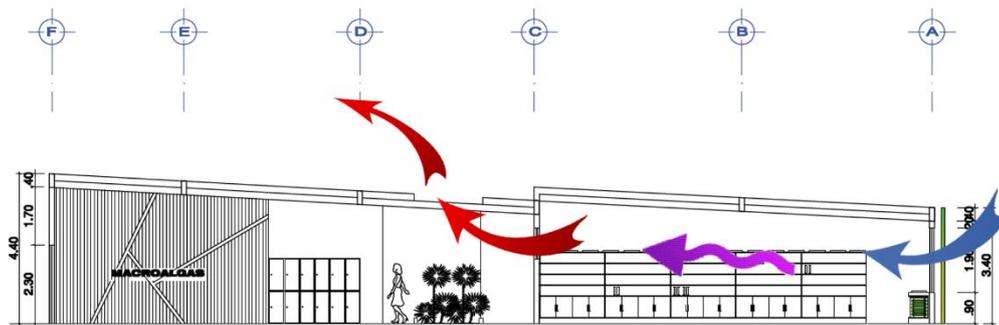
### Arquitectura bioclimática y sostenible en el diseño arquitectónico

En el diseño de la tesis se tomó en cuenta las estrategias bioclimáticas mencionadas en el capítulo V para su configuración.

En cuanto a ventilación, se emplea la estrategia de ventilación cruzada. Para ello, como se mencionó en el capítulo anterior, se ubicaron las ventanas estratégicamente para lograr la ventilación natural del edificio y evitar el sobrecalentamiento del edificio ya que se encuentra frente al mar. Como ejemplo, presentaremos a continuación el flujo de aire de la sala de cepas del departamento de macroalgas:



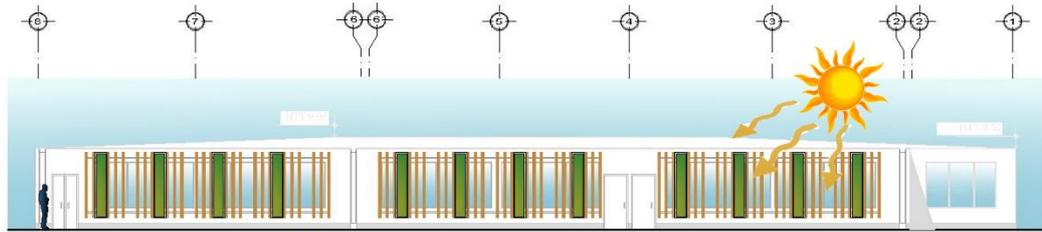
Ventilación cruzada, departamento de macroalgas  
Elaboración propia (2018)



Ventilación cruzada, departamento de macroalgas  
Elaboración propia (2017)

Del mismo modo, debido al clima de la zona con elevada radiación, optamos por colocar protección solar en forma de sol y sombra de bambú laminado vertical. Cabe mencionar que en el caso de los edificios pertenecientes a la zona semi-privada, se ubicaron paneles de forma estratégica para abastecerse de la energía solar y así poder realizar sin problemas la fotosíntesis, generando de esta manera la energía requerida para abastecer en cierta parte a los edificios de investigación, esta toma de energía natural a partir de algas forma parte de la sostenibilidad del proyecto.

A continuación, presentaremos un ejemplo de fachada del departamento de macroalgas, ubicado en la zona semi-privada o de investigación de la presente tesis:



Protección solar, departamento de macroalgas  
Elaboración propia (2017)

Asimismo, incorporamos en el diseño lagunas, estanques y espejos de agua de mar, contribuyendo a dejar de utilizar el agua potable en piletas o espejos de agua como es usual.

Finalmente, las especies incorporadas para la vegetación general (cobertura verde) es una planta xerófila, que al no necesitar un riego continuo, incrementa las áreas verdes en la ciudad sin desperdiciar agua potable. Recordemos que actualmente la ciudad de Lima y Callao utiliza el agua potable indiscriminadamente para regar áreas verdes (grass).

### **Paisajismo y Entorno**

En la presente tesis se define en principio, un perímetro natural de área verde vertical intercalado con muro de concreto que otorga seguridad al proyecto y al mismo tiempo devuelve un poco del área verde que se ha ido perdiendo en muchas zonas urbanas del Callao. En cuanto el área verde presente en el terreno, proponemos el cultivo de la planta rastrera Coqueta o *Bellis Perennis* (planta xerófila) que no necesita mucho riego a diferencia del césped comúnmente utilizado. Además, proponemos zonas en donde en lugar de áreas verdes se coloquen piedras para ahorrar

agua, debido a la extensión del terreno. Los árboles escogidos son Ponciana, Melia, Sauce y Palmera Canaria.

Como anexo adjunto presentamos el plano paisajista del proyecto donde se puede apreciar un ingreso y una salida libre de congestionamiento peatonal, también se podrá apreciar el mobiliario urbano con la finalidad de interactuar con los espacios libres, generando un proyecto educativo y recreacional al mismo tiempo. Entre los mobiliarios urbanos propuestos, tenemos los árboles escultóricos artificiales con biolámparas de algas en forma de bombillas y fotobiorreactores en forma de espiral con la finalidad de que el usuario perciba los múltiples beneficios de las algas marinas.



Imagen: Árbol artificial

Referencia: Goods Home Desing (2015) *Artificial Wind Tree Uses Micro Turbine Leaves To Generate Electricity* [Figura]. Recuperado de <http://www.goodshomedesign.com/artificial-wind-tree-uses-micro-turbine-leaves-to-generate-electricity/>.

Cabe resaltar, que la imagen mostrada fue tomada como referencia para la propuesta de un árbol escultórico que, en lugar de tener generadores de electricidad a base de viento, tendrá las bombillas mencionadas anteriormente.

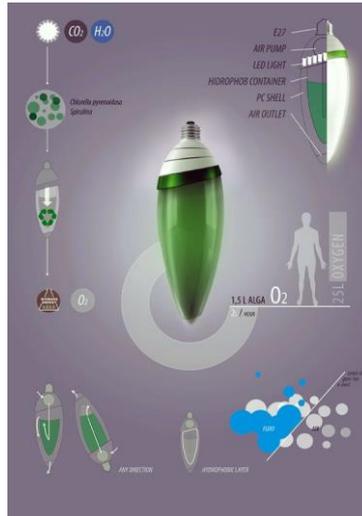


Imagen: Bombilla de alga

Referencia: Goods Home Desing (2015) *Artificial Wind Tree Uses Micro Turbine Leaves To Generate Electricity* [Figura]. Recuperado de <http://www.goodshomedesign.com/artificial-wind-tree-uses-micro-turbine-leaves-to-generate-electricity/>.

El objetivo de generar espacios públicos dentro del Centro de investigación se debe a que la educación en el Perú se ve muchas veces restringida; sin embargo, consideramos que para que exista un verdadero progreso en el país, la educación debe ser libre e interactiva.

Por otro lado, se crean áreas verdes y estanques de algas para mitigar la contaminación en la zona, ya que tal y como se menciona en el capítulo III de la presente tesis, las algas poseen características de absorción de  $CO_2$  y purificación del agua.

### **Características acústicas del auditorio**

Acústica.

En el Proyecto se asegura un nivel sonoro adecuado en todo el sector del auditorio, el auditorio provee óptimas características reflectante y

absorbentes de manera de favorecer la recepción sonora por parte de la audiencia.

Superficies reflectantes:

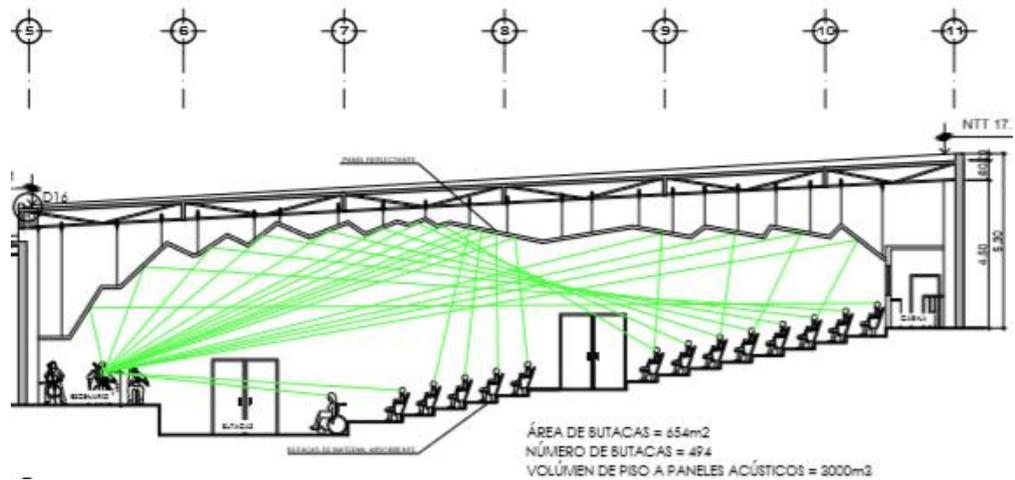
Se comportan como una superficie reflectante, de manera que el sonido que recibe un receptor va a llegar por dos vías: el directo y el reflejado por el techo, este último dependiendo del tipo de superficie, en este caso MDF.

Superficies absorbentes:

Estas superficies evitan los ecos, las reflexiones tardías, concentraciones sonoras, resonancias, etc. Esto puede interferir con la audición u ejecución del material sonoro que deben ser excluidos o reducidos en el auditorio, debido a la configuración y el tamaño del auditorio se optó por tener como superficie absorbente a las butacas.

Por otro lado, tomando como referencia a Doelle, Leslie (1972), se ha propuesto un volumen de 3000m<sup>3</sup> en el área de butacas, considerando que el auditorio albergará a 499 personas.

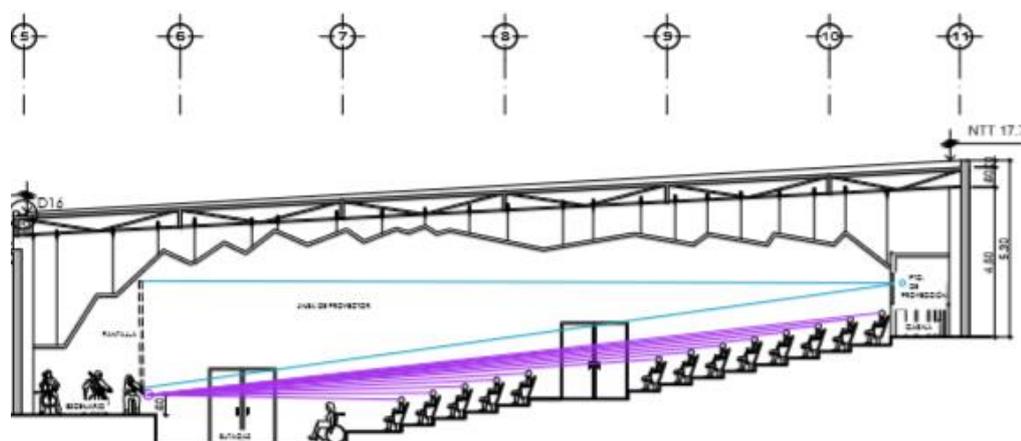
El diseño de los paneles del techo del auditorio, configuran geométricamente una superficie reflectante que pueda distribuir el sonido homogéneamente, evitando así, focalizaciones y ecos.



Acústica Auditorio  
Elaboración propia (2018)

Isóptica.

Este análisis demuestra que la audiencia ocupa los sectores más favorables visualmente. Desde los asientos ubicados más cerca al escenario hacia el último asiento que está al lado del cuarto de sonido. El gráfico a continuación demuestra lo anterior descrito y además se puede apreciar el análisis del proyector al reflejar en una pantalla en el escenario en donde no presenta obstrucciones por parte de los espectadores.



Isóptica Auditorio  
Elaboración propia (2018)

Programación Arquitectónica

PROGRAMACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN						
AMBIENTE	Nº	AREA		AREA TOTAL (m2)	SUB TOTAL (m2)	TOTAL (m2)
<b>I. INGRESO</b>						
Control 1	2	28.27	m2	56.54	76.17	76.17
Control 2	1	19.63	m2	19.63		
<b>II. ADMINISTRACIÓN</b>						
Sala de Espera	1	27	m2	27	248.64	248.64
Recepción	1	5.5	m2	5.5		
SS.HH (H + M)	2	4.7	m2	9.4		
SS.HH(M) + SS.HH Disc. Personal	1	19	m2	19		
SS.HH(H) + SS.HH Disc. Personal	1	14.14	m2	14.14		
Of. De director	1	21.6	m2	21.6		
Secretaría	1	18.6	m2	18.6		
Of. De administrador	1	15.1	m2	15.1		
Sala de reuniones	1	32.8	m2	32.8		
SS.HH (S.R + Direct.)	2	8	m2	16		
Kitchenette	1	12.5	m2	12.5		
Archivo	1	11	m2	11		
Oficinas	2	23	m2	46		
<b>III. INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN</b>						
<b>Departamento de microalgas</b>						
Sala de cepas	1	51	m2	51	553.93	3171.79
Laboratorio cultivo	1	198.58	m2	198.58		
Zona de trabajo 1	1	59.1	m2	59.1		
Zona de trabajo 2	1	48.72	m2	48.72		
Laboratorio húmedo/ Zona de lavado	1	83.92	m2	83.92		
Almacén de materia prima	1	35.73	m2	35.73		
SSHH Damas	1	18.68	m2	18.68		
SSHH Caballeros	1	27.34	m2	27.34		
Kitchenette	1	10.99	m2	10.99		
Recepción y control	1	19.87	m2	19.87		
<b>Departamento de macroalgas</b>						
Sala de cepas	1	99.51	m2	99.51	572.33	
Laboratorio cultivo	1	134.19	m2	134.19		
Zona de trabajo	1	64.3	m2	64.3		
Laboratorio húmedo/ Zona de lavado	1	112.83	m2	112.83		
Recepción y control	1	12.64	m2	12.64		
Almacén y control	1	52.48	m2	52.48		

Cuarto de Limpieza	1	2.19	m2	2.19	
SSH con ducha	1	2.84	m2	2.84	
SSH con ducha Disc.	1	4.66	m2	4.66	
SSH Damas	1	17.58	m2	17.58	
SSH Caballeros	1	17.86	m2	17.86	
Kitchenette	1	8.15	m2	8.15	
Sala de reuniones	1	43.1	m2	43.1	
Departamento de Bioluminiscencia y Biodiésel					
Departamento de Bioluminiscencia					
Área de elaboración	1	71.51	m2	71.51	196.11
Sala de ensayo + depósito	2	62.3	m2	124.6	
Departamento de Biodiésel					
Laboratorio 1	1	71.51	m2	71.51	348.27
Laboratorio 2	1	51.8	m2	51.8	
Sala de trabajo + depósito	2	62.3	m2	124.6	
Banco de colección	1	51.8	m2	51.8	
Area de máquinas	1	48.56	m2	48.56	
SS.HH					
SS.HH (H)	2	19.34	m2	38.68	74.42
SS.HH (M)	2	17.87	m2	35.74	
Departamento de Fertilizante, energía y ladrillo					
Departamento de Fertilizante					
Laboratorio Húmedo	1	32.18	m2	32.18	184.64
Laboratorio Seco	1	24.72	m2	24.72	
Sala de producción	1	39.21	m2	39.21	
Sala de producción 2	1	38.14	m2	38.14	
Depósito de producción	1	13.82	m2	13.82	
Depósito de materia prima	1	20.7	m2	20.7	
Deposito	1	15.87	m2	15.87	
Departamento de Energía					
Laboratorio 1	1	38.3	m2	38.3	290.98
Laboratorio 2	1	39.21	m2	39.21	
Laboratorio3	1	24.72	m2	24.72	
Sala de trabajo	1	22.23	m2	22.23	
Sala de cepas	1	34.5	m2	34.5	
Sala de producción	1	38.14	m2	38.14	
Sala de trabajo	1	22	m2	22	
Sala de Trabajo 2	1	32.18	m2	32.18	
Sala de cepas	1	30.52	m2	30.52	
Depósito	1	9.18	m2	9.18	
Departamento de Ladrillo					
Sala de producción de ladrillo	1	38.3	m2	38.3	95.03
Depósito de materiales	1	22.23	m2	22.23	

Laboratorio de investigación	1	34.5	m2	34.5	
<b>SS. HH</b>					
SS.HH (H) + DISC.	2	19.4	m2	38.8	73.66
SS.HH (M) + DISC.	2	17.43	m2	34.86	
<b>Ingreso al centro de investigación</b>					
Recepción y espera	1	30.97	m2	30.97	49.47
SSHH	2	3.16	m2	6.32	
Muros y pasillos	1	0	m2	12.18	
<b>Mantenimiento CI (Centro de investigación)</b>					
Carpintería	1	250.29	m2	250.29	633.12
Mecánica	1	162.46	m2	162.46	
Cuarto de basura	1	55.27	m2	55.27	
Vestidor Caballeros	1	62.27	m2	62.27	
Vestidor Damas	1	62.27	m2	62.27	
Lactario	1	40.56	m2	40.56	
<b>Comedor Personal</b>					
SSHH Damas	1	3.93	m2	3.93	99.83
SSHH Caballeros	1	3.71	m2	3.71	
Limpieza y vestíbulo	1	5.61	m2	5.61	
Área de comensales	1	66.61	m2	66.61	
Cocina	1	19.97	m2	19.97	
<b>IV. SERVICIOS COMPLEMENTARIOS</b>					
<b>Restaurante</b>					
Área de comensales (204 pers.)	1	551.73	m2	551.73	860.87
SSHH Damas	1	22.18	m2	22.18	
SS.HH Caballeros	1	22.18	m2	22.18	
Cocina	1	191.82	m2	191.82	
Depósito y vestíbulo	1	5.58	m2	5.58	
SSHH Dama	1	2.72	m2	2.72	
SSHH Caballero	1	2.53	m2	2.53	
Oficina del Chef	1	5.22	m2	5.22	
Cámara frigorífica de pescado	1	5.53	m2	5.53	
Cámara frigorífica de carne	1	5.54	m2	5.54	
Cámara frigorífica avícola	1	6.37	m2	6.37	
Cámara frigorífica de verdura	1	7.11	m2	7.11	
Antecámara	1	5.53	m2	5.53	
Depósito	1	3.46	m2	3.46	
Control e ingreso	1	9.93	m2	9.93	
Cuarto de basura	1	13.44	m2	13.44	
<b>Auditorio</b>					
Foyer	1	101.67	m2	101.67	1103.13
					5856.96

Kitchenette	1	9.12	m2	9.12		
Área de butacas	1	680.6	m2	680.6		
Escenario	1	74.17	m2	74.17		
Tras escenario	1	15.16	m2	15.16		
Camerinos (H)	1	12.04	m2	12.04		
Camerinos (M)	1	12.04	m2	12.04		
Mobiliario	1	16.14	m2	16.14		
Almacén	1	16.14	m2	16.14		
Área de ensayos	1	61.85	m2	61.85		
Estar	1	9.12	m2	9.12		
Utilería	1	3.99	m2	3.99		
SS.HH Personal	2	5.81	m2	11.62		
Cabina	1	3.99	m2	3.99		
SS.HH (M) + DISC.	1	37.74	m2	37.74		
SS.HH (H) + DISC.	1	37.74	m2	37.74		
<b>Biblioteca</b>						
Atención	1	27.28	m2	27.28		396.66
Control	1	10	m2	10		
Oficina	1	20	m2	20		
Área de lectura	1	106.4	m2	106.4		
Hemeroteca	1	59.4	m2	59.4		
Almacen de libros	1	49.23	m2	49.23		
Área de investigación virtual	1	80.65	m2	80.65		
Depósito	1	4.5	m2	4.5		
SS.HH (M) + DISC.	1	14.7	m2	14.7		
SS.HH (H) + DISC.	1	24.5	m2	24.5		
<b>Librería</b>						
Atención y pago	1	23.22	m2	23.22	136.72	
Área de ventas	1	73	m2	73		
Área de cuenta cuento	1	40.5	m2	40.5		
<b>Hospedaje</b>						
Recepción y espera	1	55.22	m2	55.22	1337.89	
SSHH recepción	1	4.2	m2	4.2		
Depósito	1	5.24	m2	5.24		
Lectura	1	25.67	m2	25.67		
Conserje	1	60.19	m2	60.19		
Vestidores	2	10.2	m2	20.4		
Limpieza	1	3.38	m2	3.38		
Lavandería	1	24.99	m2	24.99		
Cuarto de basura	1	18.68	m2	18.68		
Dormitorios del A-01 al A-07	7	47.9	m2	335.3		
Dormitorios del A-08 al A-14	7	47.9	m2	335.3		
Dormitorios del A-15 al A-17	3	43.71	m2	131.13		

SSHH Damas	1	24.24	m2	24.24	
SSHH Caballeros	1	24.24	m2	24.24	
Comedor	1	76.6	m2	76.6	
Cocina	1	44.88	m2	44.88	
Montacarga	2	2.52	m2	5.04	
Limpieza 2do piso	1	3.58	m2	3.58	
Lavandería 2do piso	1	14.7	m2	14.7	
Ductos de servicio	1	4.67	m2	4.67	
Cocina 2do piso	1	44.86	m2	44.86	
Escalera 1	2	16.08	m2	32.16	
Escalera 2	2	21.61	m2	43.22	
<b>Acuario</b>					
Hall de ingreso	1	50	m2	50	1263.28
Área de atención	1	13.3	m2	13.3	
Boletería + SS.HH	1	12.45	m2	12.45	
Oficina de Guía	1	21.8	m2	21.8	
Sala de exhibición	1	927.37	m2	927.37	
Venta de souvenirs	1	24.45	m2	24.45	
Zona de filtración de tanques	1	92.81	m2	92.81	
Mantenimiento + SS.HH	1	59.67	m2	59.67	
Cuarto de limpieza	1	15.61	m2	15.61	
SS.HH (M) + DISC.	1	22.52	m2	22.52	
SS.HH (H) + DISC.	1	20.3	m2	20.3	
Depósito	1	3	m2	3	
<b>Sum</b>					
Sum	1	522.01	m2	522.01	522.01
<b>Área de souvenir</b>					
Área de souvenir	1	236.4	M2	236.4	236.4
<b>V. SERVICIOS GENERALES</b>					
<b>Tópico</b>					
Recepción	1	9	m2	9	135.3
Sala de espera	1	12	m2	12	
Area de atención + SS.HH	2	17.7	m2	35.4	
Área de reposo	1	40.9	m2	40.9	
SS.HH (M) + DISC.	1	19	m2	19	
SS.HH (H) + DISC.	1	19	m2	19	
<b>SS.HH</b>					
Mujer	1	76.12	m2	76.12	150.62
Hombre	1	74.5	m2	74.5	
<b>Seguridad</b>					
Atención	1	11.12	m2	11.12	42.82
SS.HH	1	5	m2	5	

Cuarto de tableros eléctricos	1	4.7	m2	4.7			
Sala de monitoreo	1	22	m2	22			
<b>VI. MANTENIMIENTO</b>							
<b>Mantenimiento general</b>							
Sala de instalación eléctrica	1	54.5	m2	54.5	54.5	871.8	
Sala de instalación hidráulica	1	55	m2	55	55		
Depósito de basura general	1	75.5	m2	75.5	75.5		
SS.HH (H+M) + Duchas	2	92	m2	184	184		
Almacén	2	81	m2	162	162		
Depósito 1	1	53.5	m2	53.5	53.5		
Depósito 2	1	78.5	m2	78.5	78.5		
Taller de carpintería	1	102.5	m2	102.5	102.5		
Taller de reparaciones	1	54.3	m2	54.3	54.3		
Cuarto de tablero eléctrico general	1	52	m2	52	52		
<b>SUB TOTAL</b>					10554.1		
<b>30% CIRC + MUROS</b>					3166.23		
<b>TOTAL DE ÁREA CONSTRUIDA</b>					13720.33		

AMBIENTE	CAN TIDA D	AREA	AREA TOTAL	SUB TOTAL	TOTAL (m2)
<b>* ACUICULTURA</b>					
Microalgas	1	342.81	m2	342.81	5209.38
Macroalgas	1	349.83	m2	349.83	
Cultivo artesanal	1	4516.74	m2	4516.74	
<b>* INVESTIGACION Y PRODUCCION</b>					
Estacionamientos	1	2397.58	m2	2397.58	3522.8
Estacionamiento bicicletas	3	28.88	m2	86.64	
Patio de maniobras	1	1038.58	m2	1038.58	

* SERVICIOS COMPLEMENTARIOS						
Restaurante						2474.29
Patio de Maniobras/ descarga	1	1181.61	m2	1181.61	1181.61	
Plataforma o mirador 1	1	617.47	m2	617.47	617.47	
Plataforma o mirador 2	1	256.78	m2	256.78	256.78	
Plataforma o mirador 3	1	418.43	m2	418.43	418.43	
* SERVICIOS GENERALES						
Estacionamientos						5518.27
Estacionamientos	1	4829.33	m2	4829.33	4829.33	
Estacionamiento Bus	1	521.83	m2	521.83	521.83	
Estacionamiento Bicicletas	1	167.11	m2	167.11	167.11	
* MANTENIMIENTO						
Patio de maniobras	1	1717.33	m2	1717.33	1717.33	1717.33
<b>AREA TOTAL DE TRATAMIENTO EXTERNO</b>						<b>18442.07</b>
<b>TOTAL DE ÁREA CONSTRUIDA + ÁREA DE TRATAMIENTO EXTERNO</b>						<b>32162.4</b>

**Presupuesto**

AREA TECHADA					
Nº	Descripción	Unidad	Costo Unitario S/.	Área/Volumen Total	TOTAL S/.
1	ACUARIO	M2	930.25	1467.23	1,364,890.71

2	AUDITORIO	M2	930.25	1265.59	1,177,315.10
3	LIBRERÍA	M2	930.25	147.90	137,583.98
4	BIBLIOTECA	M2	930.25	456.15	424,333.54
5	TOPICO / SEGURIDAD	M2	930.25	250.78	233,288.10
6	RESTAURANTE	M2	930.25	906.00	842,806.50
7	SS.HH GENERAL	M2	930.25	172.31	160,291.38
8	ADMINISTRACION	M2	930.25	329.98	306,963.90
9	MANTENIMIENTO GENERAL	M2	930.25	1052.61	979,190.45
10	HOSPEDAJE	M2	964.56	1913.76	1,845,936.35
11	MANTENIMIENTO C.I	M2	930.25	675.00	627,918.75
12	DEP. MICROALGAS	M2	930.25	673.58	626,597.80
13	DEP. MACROALGA	M2	930.25	772.34	718,469.29
14	DEP. FERTILIZANTE / ENERGIA	M2	930.25	979.36	911,049.64
15	DEP. BIOLUMINISCENCIA / BIODIESEL	M2	930.25	1006.98	936,743.15
16	COMEDOR	M2	930.25	108.88	101,285.62
17	SUM	M2	930.25	536.83	499,386.11
18	TUNEL	M2	309.56	1030.11	318,880.85
				<b>TOTAL S/.</b>	<b>12,212,931.18</b>

### VALORIZACIÓN DE OTRAS INSTALACIONES

Nº	Descripción	Unidad	Costo Unitario S/.	Área/Volumen Total	TOTAL S/.
1	CERCO PERIMETRICO	M2	140.30	4,130.32	579,483.90
2	CISTERNA ACUARIO	M3	576.74	379.00	218,584.46

3	CISTERNA MANTENIMIENTO	M3	576.74	75.00	43,255.50
4	CISTERNA AUDITORIO	M3	576.74	180.00	103,813.20
5	CISTERNA C.I	M3	576.74	160.00	92,278.40
6	PATIO DE MANIOBRAS GENERAL	M2	84.34	1,717.33	144,839.61
7	PATIO DE MANIOBRAS C.I	M2	84.34	929.73	78,413.43
8	PATIO DE MANIOBRAS RESTAURANTE	M2	84.34	1,181.61	99,656.99
9	ESPEJO DE AGUA	M3	730.17	863.70	693,024.24
10	ESTACIONAMIENTO GENERAL	M2	90.49	4,737.85	428,728.05
11	ESTACIONAMIENTO C.I	M2	90.49	2,443.18	221,083.36
12	RAMPA DEP. FERT. / ENERGIA	M3	1,436.27	11.87	17,048.52
13	RAMPA DEP. BIOLUMINISCENCIA	M3	1,436.27	11.96	17,177.79
14	POSTES	UND	1,360.34	147.00	219,747.36
				<b>TOTAL S/.</b>	<b>2,957,134.81</b>

ÁREA TECHADA	12,212,931.18
OTRAS INSTALACIONES	2,957,134.81
<b>VALORIZACIÓN TOTAL DE LA OBRA</b>	<b>15,170,065.98</b>

## CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES GENERALES

### 8.1 Beneficios Ambientales

Disminuir el índice de contaminación ambiental que enfrenta la provincia del Callao, a través del uso de una nueva alternativa de energía renovable que se logra gracias a la inserción de las algas marinas en la arquitectura. Asimismo, la propuesta de áreas verdes con árboles y plantas suculentas; y las áreas rocosas con diversos cactus, economizan el agua potable en regadío y también cumplen la función de mitigar la contaminación.

Al ser un proyecto con características bioclimáticas, no requiere del uso de calefacción y aire acondicionado, ya que fue diseñado con estrategias que nos permiten dar confort al usuario sin generar mayor impacto al ambiente.

## **8.2 Beneficios Sociales**

Nuestro proyecto fue diseñado en respuesta a las necesidades presentadas en los planes de desarrollo concertados, elaborados por la Municipalidad del Callao. Es por ello, que cuenta con áreas públicas destinadas a la recreación, investigación y educación.

Al ser un proyecto de gran envergadura, genera mayor flujo peatonal y establece mayor seguridad en la zona.

## **8.3 Beneficios Económicos**

Nuestro proyecto cuenta con edificaciones que requieren personal que realicen mantenimiento constante, gracias a ello, permitirá la generación de más empleos en la zona, el cuál es uno de los problemas presentes en la Provincia Constitucional del Callao.

Como se menciona en el capítulo 1, el país exporta una gran cantidad de algas en materia prima. Sin embargo, contando con la infraestructura propuesta, se podrá tener la capacidad de exportar en un futuro algas y derivados con valor agregado. Lo que generaría un incremento en la economía de exportación.

## **CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA**

### **9.1 Referencias Impresas**

- Acosta, D. (2009). *Arquitectura y construcción sostenibles*. DEARQ: Revista de Arquitectura de la Universidad de los Andes, (4), 14-23
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude). (julio de 2013). Estudio de análisis de ciclo de vida de ladrillos y bloques de concreto San Jerónimo-Cusco. Cusco, Perú: Swisscontact.
- Albentosa, L. M. (1990). *Climatología y medio ambiente*. Barcelona, España: Illustrated
- Ávila, Merino, Guissen y Piel. (Septiembre del 2010). *Manual de cultivo de Macroalgas Pardas: Desde el laboratorio al océano*. Iquique, Chile: Universidad Arturo Prat.
- Barra Galárraga, R. (2010). *Diseño de un fotobioreactor industrial para el cultivo de spirulina (Arthrospira platensis)* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica Politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Berzal-Cerezo, Laura. (2014). *Centro de Interpretación e Investigación de microalgas y macroalgas en Rotterdam*. Universidad Francisco de Vitoria, Madrid, España.
- Blankemeyer, J. F. D. C. (s. f.). *Hacia una Arquitectura del Paisaje*. E.T.S. de Arquitectura de La Coruña, España.
- Bossuyt, E. & Sorgeloos, P. (1980). Technological aspects of the batch culturing of Artemia in high densities. In: *The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3, Ecology, Culturing. Use in Aquaculture* (Ed. by G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels & E. Jaspers). Universa Press, Wetteren.
- Brenes, Á. & Saborío, V. F. (1995). *Elementos de climatología: su aplicación didáctica a Costa Rica* (No. 1). EUNED.
- Campbell, M. N. (2008). Biodiesel: algae as a renewable source for liquid fuel. *Guelph Engineering Journal*, 1(1), 2-7.
- Çengel-Yunus, A. (2015). *Thermodynamics : an engineering approach*. New York, United States: McGraw-Hill Education
- COLCIENCIAS. (2009). Documento Instructivo programa jóvenes investigadores e innovadores, pp. 31.
- Doelle, Leslie. (1972). *Environmental Acoustics*.

- Elías Castells X. & Bordas Alsina S. (2012). *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. España: Ediciones Díaz de Santos
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura Oportunidades y desafíos*. Roma, Italia: FAO.
- Florensa, R. S., & Roura, H. C. (2009). *Arquitectura y energía natural*. España: Univ. Politèc. de Catalunya.
- Gobierno del principado de Asturias. (s.f.). *Algas marinas de Asturias*. Principado de Asturias, España: Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras y Obra Social “la Caixa”.
- Gobierno regional del Callao. (2013). *Diagnóstico Socio Económico Laboral de la Región Callao* (1ra ed.). Ministerio de Trabajo y promoción del empleo.
- Gonzáles-Gonzáles, J. et al. (1996). Catálogo Onomástico (Nomenclátor) y Bibliografía Indexa de las Algas Bentónicas Marinas de México. México: Illustrated
- Hernández-Pérez, A. & Labbé, J. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49 (2) 153-173
- Herrera Cruz, D. (Octubre de 2012). *Arquitectura morfogenética como posibilidad urbana*. In 8º Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Río de Janeiro. Centre de Política de Sòl i Valoracions.
- IDAE. (2011). *Plan de Energías Renovables 2011–2020*. Empleo asociado al impulso de las energías renovables: Estudio técnico PER, 2020, 2011-2020.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (julio-agosto de 2008). *IMARPE inició investigaciones para la obtención de biocombustible a base de algas marinas*. Lima, Perú: Unidad de comunicaciones e imagen institucional.
- Liébard, A. & De Herde, A. (2008). *Bioclimatic façades*. Bonneville, Francia: Somfy SAS.

- Lynch, K. (1998). *La imagen de la ciudad*. Barcelona, España: Gustavo Gili, S.L.
- Malgas. (2013). *Aplicaciones de las microalgas: estado de la técnica*. Asturias, España: AST Ingeniería S.L.
- Ministerio de Educación - Viceministerio de Gestión Institucional. (2008). *Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos*. Oficina de Infraestructura Educativa.
- Moya Ortiz, J. (2012). *Centro de investigación y desarrollo tecnológico en algas* (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile, Chile.
- Municipal Provincial del Callao. (2008). *Atlas Geográfico Digital de la Provincia Constitucional del Callao*. Oficinas de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, pp. 156
- Municipal Provincial del Callao. (2010). *Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao – Tomo 2 (2011-2022)*. Instituto Metropolitano de Planificación, pp. 205-206
- Municipal Provincial del Callao. (2010). *Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao– Tomo 3 (2011-2022)*. Instituto Metropolitano de Planificación, pp. 398
- Naima Canada. (s.f.). *Building Insulation – A Performance Comparison for Today’s Environmental Home Builder & Renovation Project*. Ottawa, Canadá: NCA-101
- Pinillos Delgado, L. (2014). *Complejo Turístico Bioclimático en Eliat-Israel* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, PE.
- PromPerú. (2014). *Informe anual de Desarrollo del Comercio Exterior Pesquero en el Perú de PromPerú*. Lima, PE.
- Pumarino, G. (1975). Teorías y modelos de la estructura social y espacial urbana. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 4(11)
- Ramírez, J. (2011). *Diatomitas en el Perú, características y aplicaciones*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas (MINEM)
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23a ed.). Madrid: Espasa

- Región Callao. (2013). *Plan de Acción ambiental del Callao 2013-2021*. Sistema de Información Ambiental Regional Callao, pp. 06
- Rojas, S. E. C. (Octubre de 2009). Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas. *Simposio Internacional Desarrollo, Ciudad y Sostenibilidad*. La Serena, Chile: Universidad de La Serena & Universidad Politécnica de Madrid.
- Ruiz Martínez, A. (2011). *Puesta en marcha de un cultivo de microalgas para la eliminación de nutrientes de un agua residual urbana previamente tratada anaeróbicamente* (Tesis de Máster). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2012). *Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2012*. Lima, Perú: Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
- Stojić, J. & Stanković, D. (2009). Bioclimatic underground architecture: Development and principles. *Facta universitatis-series: Architecture and Civil Engineering*, 7(2), 135-144.
- Torrentera, L. & Tacon, A. (Abril, 1989). La Producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura una diagnosis. *Programa Cooperativo Gubernamental Fao (Food and Agriculture Organization of the United Nations)*.
- Van Hinte, Neelen, Vink y Vollaard. (2003). *Smart Architecture*. Rotterdam, Holland: 010 Publishers
- Velázquez-Rodríguez, M. (2015). *Materiales Aislantes sostenibles*. Universidad de Extremadura, España.
- Wallis, D. (2013, 24 de abril). When Algae on the Exterior Is a Good Thing. *NYTimes*, p.1.
- Walsh, R., Kenny, P., & Brophy, V. (2006). *Thermal mass & sustainable building–Irish concrete federation*. UCD Energy Research Group, University College Dublin.
- Wieser-Rey, M. (Mayo-Junio de 2007). La Iluminación Cenital. *Revista Ancral*, 3(5), 6-7.

- Wieser-Rey, M. (2011). *Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: El caso peruano*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Arquitectura.
- Wieser Rey, M. & Del Pilar Dueñas, M. *Principios de Sostenibilidad en el Diseño. Acondicionamiento Ambiental I*. Universidad Ricardo Palma. 2012-I
- World Energy Council. (2013). *World Energy Resources*. Londres: Regency House 1–4 Warwick Street, pp 21-22

## 9.2 Referencias virtuales

- Acuisur. (s. f.). *Algas Comerciales*. Recuperado de <http://acuisurperu.com/areas/algas-comerciales/#macroalgas-pardas>
- Acuisur. (s.f.). *Empresa*. Recuperado de <http://acuisurperu.com/acuisur/la-empresa/>
- Aduanas/Departamento de Productos Pesqueros – PROMPERU. (2015). Boletín del Sector de Productos Pesqueros, 06, pp-pp .Recuperado de <http://www.siicex.gob.pe>
- AEC (Asociación Española para la calidad). *Arquitectura sostenible*. Recuperado de <http://www.aec.es>
- Algae World News. (14 de octubre de 2015). *Dic Group opens Dic/Earthrise Algae Research Center in the USA*. Recuperado de <http://news.algaeworld.org/2015/10/dic-group-opens-dicearthrise-algae-research-center-in-the-usa/>
- All About Algae. (s.f.). *Algae Basics: Benefits*. Recuperado de <http://allaboutalgae.com/benefits/>
- All About Algae. (s.f.). *Algae Cultivation*. Recuperado de <http://allaboutalgae.com/algae-cultivation/>
- Arboleda, S. (2013). *Conoce la lámpara de algas que genera electricidad por medio de la fotosíntesis*. Recuperado de <http://vidamasverde.com/2013/conoce-la-lampara-de-algas-que-genera-electricidad-por-medio-de-la-fotosintesis/>

- Barreiro, M. (13 de octubre del 2015). *El Cultivo de Algas Marinas*. D.O. Urbano Recuperado de <http://dourbano.mx/el-cultivo-de-algas-marinas/>
- BBC Mundo. (14 de octubre de 2010). *Ladrillos con lana y algas: más resistentes y sustentables*. Recuperado de [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/10/101014\\_ladrillos\\_lana\\_am.shtml](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/10/101014_ladrillos_lana_am.shtml)
- Biodiversidad Mexicana. (s. f.). *Algas kelp, sargasos, ulvas, espirulinas. Rodolitos y diatomeas*. Recuperado de [http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran\\_familia/plantas/algas/algas.html](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/algas/algas.html)
- BioMara. (s. f.). *Algae and it's environment*. Recuperado de <http://www.biomara.org/schools/Lesson%203%20-%20algae%20and%20the%20environment.pdf>
- BIQ. (s. f.). *IBA Hamburg*. Recuperado de <http://www.iba-hamburg.de>
- Brito, S. (21 de Julio de 2010). *El Sol y su papel en el Calentamiento Global* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://marcoteoricosantiagobrito.blogspot.pe>
- Clérici, A. (s.f.). *Planetario Buenos Aires*. Recuperado de <http://www.planetario.gob.ar>
- Conexión ESAN. (8 de Mayo de 2014). *Perú no aprovecha su potencial en acuicultura*. Recuperado de <http://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/05/08/peru-no-aprovecha-potencial-acuicultura/>
- Consejo Nacional de Ciencia, tecnología e innovación (CONCYTEC). (s. f.). *Centro de investigación tecnológica, científica*. Recuperado de <https://portal.concytec.gob.pe>
- De Mena, J. (s.f.). *Materiales aislantes fabricados con productos reciclados*. Recuperado de <http://www.mimbrea.com>
- De Garrido, L. (s.f.). *Proceso de diseño bioclimático. Control ambiental arquitectónico*. Recuperado de <http://www.masterarquitectura.info>
- Diario El Comercio. (26 de Noviembre del 2014). *La contaminación es el tercer problema más grave en Lima*. Recuperado de <http://elcomercio.pe>
- Diario Perú 21. (07 de mayo del 2014). *OMS: Lima tiene el aire más contaminado de América Latina*. Recuperado de <http://peru21.pe>

- FAO. (2015). *Global aquaculture production statistics database updated to 2013*. [Cuadro]. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4899e.pdf>
- Front Desk Architects. (s.f.). *Thermal and Acoustic Insulation*. Recuperado de <http://www.frontdesk.co.in>
- Gonzalez, V. (25 de junio de 2012). *La NASA experimenta con granjas de algas para crear biocombustible aeronáutico*. Recuperado de <https://www.veoverde.com/2012/06/la-nasa-experimenta-con-granjas-de-algas-para-crear-biocombustible-aeronautico/>
- Green Building Council. (s. f.). *Certificaciones LEED*. Recuperado de <http://www.usgbc.org>
- Hurtado, N. (11 de Junio de 2015). *Perú no aprovecha su potencial en acuicultura* [Mensaje en un blog]. Recuperado de [http://acuiculturaperu.blogspot.pe/2015\\_06\\_01\\_archive.html](http://acuiculturaperu.blogspot.pe/2015_06_01_archive.html)
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (s. f.). *Colección Científica Imarpe*. Recuperado de [http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id\\_seccion=I0139010000000000000000](http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0139010000000000000000)
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (s. f.). *Estudio de Poblaciones de Macroalgas*. Recuperado de [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/macro\\_algas/estud\\_macroalg.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/macro_algas/estud_macroalg.pdf)
- Leyton, F. (2007). *Algas: ¿La energía del futuro?*. Recuperado de [http://ecosofia.org/2007/10/algas\\_la\\_energia\\_del\\_futuro.html](http://ecosofia.org/2007/10/algas_la_energia_del_futuro.html)
- Ministerio de Energía y Minas. (s. f.). *Plan Referencial de Energía al 2015*. Oficina Técnica de Energía.
- Mundo de Arquitectura. (2014). *Laminas ETFE –Excelente Alternativa al Vidrio en la Construcción*. Recuperado de <http://www.mundodearquitectura.com/laminas-efte-excelente-alternativa-al-vidrio-en-la-construccion.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). *Perspectiva para la producción de algas marinas en los países en desarrollo*. Roma, Italia: FAO Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/004/y3550s/Y3550S00.htm> .

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>
- Perez del Real, P. (s.f.). *Environmental History/Theory of architecture and urban design*. Recuperado de <https://www.educate-sustainability.eu>
- Perú. Región Callao. (2010). *Plan de Desarrollo Concertado de la Región Callao 2011 – 2021*. Recuperado de <http://www.regioncallao.gob.pe>
- Perú Ecológico. (2012). *La Acuicultura*. Recuperado de [http://www.peruecologico.com.pe/lib\\_c20\\_t09.htm](http://www.peruecologico.com.pe/lib_c20_t09.htm)
- Perú Orgánico. (26 de diciembre de 2010). *Microalgas para crear biodiésel*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.peruorganico.com/blog/archives/63>
- Renovetec. (2009-2016). *Que es la Biomasa*. Recuperado de <http://www.plantasdebiomasa.net/index.php/que-es-la-biomasa>
- Rondal, D. (29 de Enero de 2015). *Factores que influyen en la temperatura*. Recuperado de <https://prezi.com>
- Sahara Forest Project. (s.f.). *Algae*. Recuperado de <http://saharaforestproject.com/concept/technologies/technology-extensions/algae.htm>
- Satō Narumi. (24 de junio de 2014). *Las algas euglenas podrían salvar nuestro planeta*. Recuperado de <http://www.nippon.com/es/features/c00517/>
- The center for renewable energy sources and saving. (s. f.). *Bioclimatic Design and Passive Solar Systems*. Recuperado de <http://www.cres.gr>
- Universidad Complutense de Madrid. (s. f.). *Biodiversidad y Taxonomía de Plantas Criptomas: Algas*. Recuperado de [http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/criptogamas/plantas\\_criptogamas/materiales/algas/clasificacion.html](http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/criptogamas/plantas_criptogamas/materiales/algas/clasificacion.html)
- Universidad de Sevilla. (2015). *Bacterias y Algas para emitir luz*. Recuperado de <http://comunicacion.us.es/canal-ciencia/bacterias-y-algas-para-emitir-luz>
- Visiones de Zanzíbar. (s.f.). *El Periódico*. Recuperado de <http://viajar.elperiodico.com/destinos/africa/tanzania/zanzibar/visiones-de->

zanzibar/(imagen)/123437/mujer-cultivando-algas-en-granjas-subacuaticas-en-la-zona-de-jambiani#mainContent

## CAPÍTULO X: ANEXOS

### Anexo 1: Vistas 3D











Anexo 2: Listado de láminas

CARATULA	
LISTADO DE LÁMINAS	
UBICACIÓN	
U-01	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
TRAZADO	
T-01	PLANO DE TRAZADO - PLANTA GENERAL
T-02	PLANO DE TRAZADO - SECTOR A
T-03	PLANO DE TRAZADO - SECTOR B

ARQUITECTURA	
PLANTAS	
A-01	PLOT PLAN
A-02	PLANO DE ZONAS
A-03	PLANTA GENERAL - PRIMER PISO
A-04	PLANTA GENERAL - SEGUNDO PISO
A-05	PLANTA ARQUITECTURA ACUARIO
A-06	PLANTA, CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA ADMINISTRACIÓN
A-07	PLANTA ARQUITECTURA AUDITORIO
A-08	PLANTA ARQUITECTURA BIBLIOTECA
A-09	PLANTA ARQUITECTURA DEP. BIODIÉSEL Y BIOLIMINISCENCIA
A-10	PLANTA ARQUITECTURA DEP. ENERGÍA, FERTILIZANTE Y PLATAFORMA DE LADRILLO
A-11	PLANTA ARQUITECTURA MACOALGAS
A-12	PLANTA ARQUITECTURA MICROALGAS
A-13	PLANTA ARQUITECTURA HOSPEDAJE PRIMER PISO
A-14	PLANTA ARQUITECTURA HOSPEDAJE SEGUNDO PISO
A-15	PLANTA, CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA LIBRERÍA
A-16	PLANTA ARQUITECTURA MANTENIMIENTO CI
A-17	PLANTA ARQUITECTURA MANTENIMIENTO GENERAL
A-18	PLANTA ARQUITECTURA RESTAURANTE
A-19	PLANTA Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA SOUVENIR
A-20	PLANTA, CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA SS.HH GENERAL
A-21	PLANTA ARQUITECTURA SUM /INGRESO /COMEDOR PERSONAL
A-22	PLANTA ARQUITECTURA TÓPICO / SEGURIDAD
C-01	CORTE ARQUITECTURA ACUARIO
C-02	CORTE ARQUITECTURA DEP. BIOLUMINISCENCIA / BIODIÉSEL / DEP. FERTILIZANTE / ENERGIA
E-01	ELEVACION ARQUITECTURA ACUARIO
E-02	ELEVACION ARQUITECTURA DEP. BIODIÉSEL Y BIOLIMINISCENCIA
E-03	ELEVACION ARQUITECTURA DEP. ENERGÍA, FERTILIZANTE Y PLATAFORMA DE LADRILLO
E-04	ELEVACION ARQUITECTURA HOSPEAJE
CE-01	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA AUDITORIO
CE-02	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA BIBLIOTECA
CE-03	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA MACROALGAS
CE-04	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA MICROALGA
CE-05	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA HOSPEDAJE
CE-06	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA MANTENIMIENTO C.I

CE-07	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA MANTENIMIENTO GENERAL
CE-08	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA RESTAURANTE
CE-09	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA SUM /INGRESO /COMEDOR PERSONAL
CE-10	CORTE Y ELEVACIÓN ARQUITECTURA TÓPICO / SEGURIDAD
INDECI	
EVACUACION	
EV-01	PLANO DE EVACUACIÓN ACUARIO
EV-02	PLANO DE EVACUACIÓN ADMINISTRACIÓN
EV-03	PLANO DE EVACUACIÓN AUDITORIO
EV-04	PLANO DE EVACUACIÓN BIBLIOTECA Y LIBRERÍA
EV-05	PLANO DE EVACUACIÓN DEP. BODIESEL Y BIOLUMINISCENCIA
EV-06	PLANO DE EVACUACIÓN DEP. ENERGIA, FERTILIZANTE Y PLATAFORMA LADRILLO
EV-07	PLANO DE EVACUACIÓN MACROALGAS
EV-08	PLANO DE EVACUACIÓN MICROALGAS
EV-09	PLANO DE EVACUACIÓN HOSPEDAJE PRIMER PISO
EV-10	PLANO DE EVACUACIÓN HOSPEDAJE SEGUNDO PISO
EV-11	PLANO DE EVACUACIÓN MANTENIMIENTO CI
EV-12	PLANO DE EVACUACIÓN MANTENIMIENTO GENERAL
EV-13	PLANO DE EVACUACIÓN RESTAURANTE
EV-14	PLANO DE EVACUACIÓN SOUVENIR
EV-15	PLANO DE EVACUACIÓN SS.HH GENERAL Y TOPICO / SEGURIDAD
EV-16	PLANO DE EVACUACIÓN SUM /INGRESO /COMEDOR PERSONAL
SEÑALIZACION	
SE-01	PLANO DE SEÑALIZACIÓN ACUARIO
SE-02	PLANO DE SEÑALIZACIÓN ADMINISTRACIÓN / TÓPICO / SEGURIDAD
SE-03	PLANO DE SEÑALIZACIÓN AUDITORIO
SE-04	PLANO DE SEÑALIZACIÓN BIBLIOTECA / LIBRERÍA
SE-05	PLANO DE SEÑALIZACIÓN DEP. BODIESEL / BIOLUMINISCENCIA
SE-06	PLANO DE SEÑALIZACIÓN DEP. ENERGÍA, FERTILIZANTE Y PLATAFORMA DE LADRILLO
SE-07	PLANO DE SEÑALIZACIÓN MACROALGAS
SE-08	PLANO DE SEÑALIZACIÓN MICROALGAS
SE-09	PLANO DE SEÑALIZACIÓN HOSPEDAJE PRIMER PISO
SE-10	PLANO DE SEÑALIZACIÓN HOSPEDAJE SEGUNDO PISO
SE-11	PLANO DE SEÑALIZACIÓN MANTENIMIENTO CI
SE-12	PLANO DE SEÑALIZACIÓN MANTENIMIENTO GENERAL
SE-13	PLANO DE SEÑALIZACIÓN RESTAURANTE
SE-14	PLANO DE SEÑALIZACIÓN SOUVENIR / SS. HH GENERAL
SE-15	PLANO DE SEÑALIZACIÓN SUM /INGRESO /COMEDOR PERSONAL

ELECTRICAS	
IE-01	PLANO GENERAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
SANITARIAS	
IS-01	PLANO GENERAL DE INSTALACIONES SANITARIAS - RED DE AGUA FRÍA
IS-02	PLANO GENERAL DE INSTALACIONES SANITARIAS - RED DE DESAGUE
IS-03	PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS - RED DE AGUA FRÍA DEL ACUARIO
PAISAJISMO	
P-01	PLANO DE PAISAJÍSMO
DESARROLLO	
DE-01	SALA DE CEPAS - MACROALGAS
DE-02	LABORATORIO / SALA DE PRODUCCION - DEP. DE ENERGIA (2DO NIVEL)
DETALLES	
D-01	LÁMINA DE DETALLES
D-02	LÁMINA DE DETALLES
D-03	CORTE DE REFLEXION DE SONIDO E ISOTÓPICA
D-04	DETALLE DE CIMENTACIÓN DEPARTAMENTO DE BIODIÉSELY BIOLUMINISCENCIA
D-05	DETALLE DE LA CAÍDA DE AGUAS DEL ACUARIO
VISTAS 3D	
IM-01	VISTAS 3D
IM-02	VISTAS 3D