



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

FABRICACIÓN DE PROTOTIPO QUE POTABILICE EL AGUA DE UN MANANTIAL EMPLEANDO ENERGÍA SOLAR EN SECHURA, PIURA

Rolando Periche-Chunga

Piura, julio de 2018

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Programa Académico de Administración de Empresas

Periche, R. (2018). *Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura* (Tesis para optar el título de Licenciado en Administración de Empresas). Universidad de Piura. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Programa Académico de Administración de Empresas. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



“Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar
en Sechura, Piura”

Tesis para optar el Título de Licenciado en Administración de Empresas

ROLANDO PERICHE CHUNGA

Asesor: Mgtr. Eduardo A. Sánchez Ruíz

Piura, Julio 2018

A mi Madre Beatriz Chunga Pasache que con su esfuerzo, coraje, dedicación, nos hizo personas de éxito.

A mi padre Manuel Jesús que está en el cielo y nos guía por el camino del bien.

A mis hermanos y hermanas que contribuyen de una u otra manera para ser un profesional.

A mis hijos e hijas que con su tiempo dado seré una persona de referente para su vida profesional y personal.

A mis sobrinos que siguen nuestros pasos y para una persona muy especial

Rolando Periche Chunga

Prólogo

La presente investigación se desarrolla por iniciativa del tesista para aplicar los conocimientos en dirección de proyectos obteniendo como resultado el proyecto “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”.

Dicho proyecto tiene como propósito impulsar la investigación, desarrollo tecnológico y la innovación en la empresa Transporte, Distribuciones y Servicios Periche y fue dirigido, planificado y ejecutado por el gerente de la empresa quien se corresponde con el tesista de la investigación.

La importancia de esta investigación es la de promover el uso de energías limpias (energía solar) para la obtención de agua apta para el consumo implementando sistemas que la potabilicen en zonas donde existen fuentes naturales, logrando fomentar el desarrollo, bienestar y la sostenibilidad ambiental en donde dicho recurso es escaso. Además, se espera que el material que el presente trabajo recopila sea fuente de inspiración a otros empresarios de la región para fomentar la innovación y por ende incrementar la competitividad del tejido económico del país.

Este tipo de sistemas ya han sido implementados en otros lugares del mundo, sin embargo en el Perú, antes de este proyecto, no se había realizado algo similar en ninguna otra parte del país convirtiéndose en un proyecto innovador y que además se puede replicar en otras zonas donde el agua potable es un privilegio, existen fuentes naturales de agua y la energía solar es abundante.

Este proyecto se hizo posible gracias al financiamiento que otorgó el Ministerio de Producción a través de sus fondos concursables y al apoyo brindado por la Universidad de Piura que puso a disposición sus laboratorios e investigadores para que se haga un trabajo sólido y responsable.

Resumen

Este proyecto de innovación surge a partir del problema de escasez de agua potable que sufre la provincia de Sechura. Su propósito es diseñar e implementar un prototipo que ayude a obtener agua potable a partir de un manantial utilizando energía solar, de esta forma aumentar la oferta de este recurso que es vital para la subsistencia y el desarrollo de cualquier ciudad.

Para el diseño e implementación del prototipo se crearon dos subsistemas, uno de filtro lento en arena y otro de destilación de agua con energía solar. Los resultados obtenidos fueron exitosos puesto que se logró potabilizar el agua de un manantial logrando superar los estándares mínimos requeridos haciendo posible su consumo industrial y humano.

Además, con este proyecto se pudo evidenciar, a través de un prototipo, que se pueden construir plantas de tratamiento de agua potable amigables con el medio ambiente ofreciendo una alternativa adicional a la única opción que proporciona Pro Gestión a través de su red de agua y que presenta mucha limitante en su distribución (2 horas al día).

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Marco Teórico.....	3
1.1. Dirección de proyectos	3
1.1.1. Organización en la Dirección de Proyectos	4
1.1.2. Director de proyectos	5
1.2. INNÓVATE PERÚ	6
1.2.1. FIDECOM.....	6
1.2.2. Concurso de Proyectos de Innovación Productiva para Empresas Individuales - PIPEI.....	7
Capítulo 2: La empresa: Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L	9
2.1. La empresa.....	9
2.1.1. Misión, visión y organigrama.....	10
2.1.2. Infraestructura y equipos	11
2.1.3. Situación actual de la empresa respecto a su negocio y participación del mercado.....	12
2.2. Competitividad empresarial de la empresa	14
2.2.1. Análisis FODA.....	14
2.2.2. Sustento de mercado del producto y servicio a ofrecer.....	15
Capítulo 3: El proyecto: “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”.....	19
3.1. Memoria técnica	19
3.1.1. Problema central.....	19
3.1.2. Causas.....	19

3.1.3.	Consecuencias.....	20
3.1.4.	Hipótesis del proyecto.....	20
3.2.	Objetivos y resultados finales.....	20
3.2.1.	Objetivos	20
3.2.2.	Resultados	21
3.2.3.	Diagnóstico y estudio del manantial; y acondicionamiento de la zona del proyecto	21
3.2.4.	Diseño del prototipo del sistema de tratamiento y del suministro de energía...	27
3.2.5.	Implementación del prototipo	35
Capítulo 4: Resultados, viabilidad, cronograma, presupuesto e impactos		47
4.1.	Análisis de la calidad del agua	47
4.2.	Viabilidad comercial del proyecto.....	49
4.2.1.	Análisis de mercado	49
4.2.2.	Segmento objetivo o mercado meta	52
4.3.	Viabilidad económica financiera del proyecto	56
4.4.	Cronograma de actividades y presupuesto del proyecto	58
4.5.	Plan de negocio del proyecto.....	60
4.5.1.	Análisis FODA.....	60
4.5.2.	Análisis de la industria.....	61
4.6.	Impactos esperados.....	62
4.6.1.	Impactos económicos.....	62
4.6.2.	Impactos sociales	62
4.6.3.	Impactos en la formación de cadenas productivas o clústeres y otras externalidades	63
4.6.4.	Potencialidad de ser replicado por empresas similares	63
4.6.5.	Impactos en tecnología.....	63
4.6.6.	Impactos ambientales.....	63
4.6.7.	Medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados como negativos y permanentes (o temporales)	64
Conclusiones		65
Bibliografía		69
Apéndices		71
Apéndice A.....		73
Apéndice B.....		77
Apéndice C.....		105
Apéndice D.....		119

Introducción

El agua es un recurso que hace posible la existencia de cualquier organismo vivo sobre la tierra. Sin embargo, no toda el agua disponible en el planeta puede ser consumida directamente por el ser humano puesto que el 97.5% aproximadamente es agua salada (agua de mar) y solo un 2.5% es agua dulce de la cual solo tenemos acceso a un 0.007% (ALLPE, 2012).

A pesar de que solo tenemos acceso a una minúscula porción de toda el agua existente, esta es suficiente para el abastecimiento de la población mundial. Pero, este abastecimiento no es uniforme, creándose un problema de escasez que afecta a más de un 40% de la población mundial y se prevé que aumente en los próximos años. (Naciones Unidas, s.f.).

Se estima que 783 millones de personas no tienen acceso a agua limpia y que más de 1 700 millones viven actualmente en cuencas de ríos en las que el uso del agua supera su recarga (Naciones Unidas, s.f.).

Al problema de una mala distribución en el abastecimiento de agua se suma la contaminación que genera el hombre; imposibilitando el consumo de agua directo de los ríos o manantiales como se hacía muchos años atrás debido a que el agua contiene una serie de organismos y sustancias que son dañinas para el ser humano. Por todo lo anterior se hace necesaria la potabilización con innovación y bajos recursos.

Según reportes periodísticos de este año aproximadamente ocho millones de peruanos carece del servicio de agua potable (RPP, 2017). Esta situación de carencia es más agravante principalmente en las provincias. Por ejemplo en la provincia de Sechura (Región Piura) se cuenta solo con el servicio de agua potable durante dos horas al día para una población de cerca de 60 mil personas. Además, las empresas que operan en la zona también tienen dificultades para la adquisición de este recurso haciendo que su rentabilidad se vea afectada y evitando el desarrollo económico de la provincia de Sechura.

Ante este gran problema que sufren muchos, la empresa **Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.** en asociación con la **Universidad de Piura** y con el apoyo económico del **Ministerio de Producción** a través del **Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad - FIDECOM**, desarrollaron el proyecto denominado “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura” con el propósito de evaluar la factibilidad de implementar un sistema a escala piloto para la obtención de agua potable usando energía solar y consecuentemente mejorar la oferta de agua potable para la población de Sechura.

La presente investigación, contiene cuatro capítulos que se centran en el diseño e implementación de un sistema de potabilización de agua:

- El primer capítulo enmarca el desarrollo del proyecto conceptualizando el enfoque del PMI del cual se basa su gestión. Y la participación de los fondos concursables de INNOVATE PERU sobre los cuales se sustentó económicamente la ejecución del proyecto.
- En el segundo capítulo se describe a detalle la empresa que ejecutó el proyecto: su organización, terrenos, infraestructura, equipos, maquinaria, giro económico, participación de mercado y oportunidades de crecimiento.
- En el tercer capítulo se centra al desarrollo del proyecto referido al problema que dio origen al mismo, causas del problema como el mal servicio ofrecido por la empresa que concesiona el servicio de agua potable en la provincia de Sechura, la hipótesis de hacer posible la implementación de un sistema de potabilización con ayuda de la energía solar, los objetivos que se resumen en lograr implementar dicho sistema, los resultados a obtener en el proyecto como los estudios de calidad del agua tratada, el diseño e implementación del sistema de potabilización donde se muestra los pasos seguidos para hacer posible la concreción del proyecto.
- En el cuarto y último capítulo se presentan los resultados del agua potabilizada (estudios de calidad) que cumple con los estándares mínimos de calidad para ser consumida, la viabilidad económica que muestra el estudio mercantil respecto a competidores, cronograma de actividades del proyecto, presupuesto para el desarrollo del mismo, el plan de negocios que considera como la aceptan los consumidores el nuevo producto y los impactos que generó el proyecto.

Finalmente es necesario precisar que este proyecto fue aprobado por INNOVATE PERÚ en la 7° convocatoria del concurso PIPEI - FIDECOM y ejecutado entre los meses de agosto del 2014 y agosto del 2016 (cierre formal del proyecto) bajo convenio PIPEI N°180-2014. Además, ha sido considerado como un proyecto innovador, replicable por otras empresas e incluso se ha pensado en patentar el sistema de potabilización.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1. Dirección de proyectos

En el Perú la dirección de proyectos es un tema relativamente nuevo, se estima que en el país solo hay un poco más de 3 500 profesionales certificados (PMI, 2016) como “Profesional en Dirección de Proyectos” (PMP por sus siglas en inglés *Project Management Professional*) que se desempeñan en sectores como la construcción, minería, petróleo y energía; sin embargo, hoy por hoy son muchos otros y diversos los sectores en los que se desarrollan este tipo de profesionales.

Todos esos sectores acrecientan la necesidad de adjuntar profesionales PMP debido a diversos factores tales como la globalización, nuevos mercados, nuevas líneas de productos o servicios, inversión pública entre otros.

El Ministerio de Producción en la última década ha impulsado a las empresas a desarrollar proyectos innovadores, que les ayuden a crecer y a ser más competitivas en el mercado tanto nacional como internacional y, lógicamente, es necesario que estos proyectos sean dirigidos de manera eficaz y eficiente por lo que se hace necesario de PMP.

Para poder comprender mejor la relación que tiene la dirección de proyectos y los PMP respecto a la investigación realizada primero se define lo qué es un proyecto.

Según el *Project Management Institute* (2013, p. 3), “un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. A partir de esta definición se puede interpretar que un proyecto tiene y sigue una serie de acciones (esfuerzo) que se realizan entre una fecha de inicio y una fecha fin (temporal) para lograr un objetivo (producto, servicio o resultado).

Teniendo en cuenta la definición anterior; **“Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”** es un proyecto que

tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de potabilización de agua de un manantial con la ayuda de energía solar. Este trabajo ha sido dirigido bajo el enfoque de la Dirección de Proyectos.

Y ¿Qué es la dirección de proyectos? pues bien el *Project Management Institute* (2013, p. 5) define la Dirección de Proyectos como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo”.

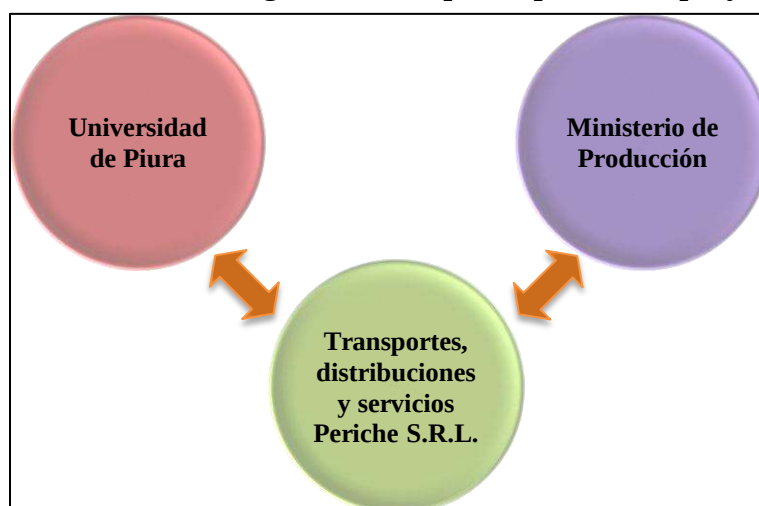
1.1.1. Organización en la Dirección de Proyectos

Todo proyecto se desarrolla dentro de un marco más amplio como lo es una empresa y hay una serie de factores que influyen en la forma en cómo se dirige y desarrolla un proyecto. Estos factores son según el *Project Management Institute* (2013): la cultura y estilos de la organización, la forma de comunicarse tanto interna como externamente, la estructura organizativa, activos de los procesos y los factores ambientales de la empresa.

El proyecto **“Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”** es un proyecto que se ha desarrollado bajo la influencia de tres organizaciones:

- Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. (Empresa ejecutora)
- Universidad de Piura. (Institución investigadora)
- Ministerio de Producción a través del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad - FIDECOM. (Institución financiadora)

Figura 1
Relación entre las organizaciones participantes del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se muestra en la figura 1, la Universidad de Piura y el Ministerio de Producción se relacionan directamente con la empresa siendo este el escenario ideal que busca impulsar el estado peruano.

La empresa que cuenta con las ideas busca el respaldo científico-tecnológico que desarrolla la Universidad y el financiamiento del estado (Ministerio). Este último facilita e incentiva

la participación de las empresas creando una especie de vinculación entre la empresa y la universidad que durante años han trabajado de manera aislada.

Estas tres organizaciones, a pesar de contar con culturas y estilos de trabajo distintos, formas de comunicarse diversas, sus estructuras organizativas totalmente variadas y activos y factores ambientales que se han complementado mutuamente han logrado que el proyecto sea dirigido y desarrollado con éxito.

El gerente de la empresa “Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.” desde su dirección ha logrado que su idea innovadora se haga realidad, poniendo a disposición todo el *know how* respecto al problema de desabastecimiento de agua en la zona de Sechura, además de contar con la infraestructura necesaria para lograr el desarrollo del proyecto.

Por otro lado la Universidad de Piura ofreció el respaldo científico e ingenieril para la planificación del proyecto, el personal calificado así como los laboratorios para los estudios necesarios.

Por último, el Ministerio de Producción aportó el financiamiento con el que se costó todo el trabajo y los recursos utilizados desde el inicio hasta el cierre del proyecto.

1.1.2. Director de proyectos

La dirección de proyectos se puede definir como el arte para administrar de manera adecuada el tiempo, los costos, los recursos y la calidad para lograr el objetivo que persigue un proyecto. Pero como arte, debe ser realizado por alguien que haya desarrollado las competencias adecuadas y necesarias para poder cumplir con el reto que plantea la dirección de proyectos.

La función y responsabilidad de dirigir un proyecto es desarrollada por el Director de Proyecto que según el *Project Management Institute* (2013, p. 16) es “la persona asignada por la organización ejecutora para liderar al equipo responsable de alcanzar los objetivos del proyecto”.

Para el caso del proyecto **“Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”**, el director del proyecto se corresponde con el tesista de esta investigación (también gerente de la empresa ejecutora). Como lo propone el *Project Management Institute* (2013, p.17), sus características son:

- Conocimiento en dirección de proyectos.
- Alto desempeño en las funciones y tareas propias del director de proyectos.
- Actitud apropiada ante problemas y situaciones complejas.
- Liderazgo en la dirección del personal involucrado.
- Facilidad de comunicación en distintos niveles de jerarquía.
- Poder de negociación para lograr acuerdos que favorezcan el éxito del proyecto.

Estas características le han permitido interactuar de forma adecuada con los miembros del equipo y los involucrados de las organizaciones participantes, demostrando gran destreza en sus habilidades éticas, interpersonales y conceptuales.

1.2. Innóvate Perú

El Ministerio de la Producción a través de su Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innóvate Perú) busca incrementar la productividad empresarial a través del fortalecimiento de los actores del ecosistema de la innovación (empresas, emprendedores y entidades de soporte) y facilitar su interrelación entre ellos.

Los objetivos de Innóvate Perú son:

- Incrementar la innovación en los procesos productivos empresariales.
- Impulsar el emprendimiento innovador.
- Facilitar la absorción y adaptación de tecnologías para las empresas.

Para cumplir con los objetivos planteados Innóvate Perú administra los siguientes fondos:

- Proyecto de Innovación para la Competitividad (FINCyT 2).
- Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (FIDECOM).
- Fondo Marco para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FOMITEC).
- Fondo MIPYME

Estos recursos administrados por Innóvate Perú se entregan a las empresas u organismos a través de concursos de alcance nacional, para el cofinanciamiento no reembolsable de proyectos de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación), en todos los sectores de la actividad productiva.

1.2.1. FIDECOM

El Gobierno peruano ha creado el Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad – FIDECOM, liderado por el Ministerio de la Producción, que cuenta con 200 millones de soles para promover la investigación y desarrollo de proyectos de innovación productiva de utilización práctica en las empresas.

El FIDECOM tiene por objetivo cofinanciar proyectos orientados a:

- Promover la investigación y desarrollo de proyectos de innovación productiva de utilización práctica para las empresas.
- Desarrollar y fortalecer las capacidades de generación y aplicación de conocimientos tecnológicos para la innovación y el desarrollo de las capacidades productivas y de gestión empresarial de los trabajadores y conductores de las microempresas.

A este fondo pueden acceder empresas y las asociaciones civiles de carácter productivo legalmente constituidas en el país y las microempresas formales, sus trabajadores y conductores, en asociación con entidades académicas y puede cofinanciar hasta el 75% del monto total del proyecto.

Los proyectos que financia el fondo pueden ser:

- Proyectos de Innovación Productiva: Son proyectos que apuntan al desarrollo de innovación en procesos, productos y servicios, la transferencia y difusión

tecnológica para aplicación práctica para el incremento de la productividad y competitividad empresarial.

- Proyectos de Transferencia de Conocimientos para la Innovación Productiva y Gestión Empresarial: Son proyectos que buscan la incorporación de conocimientos tecnológicos en procesos, productos, servicios y otros de las microempresas, a través del fortalecimiento de la capacidad de innovación, producción y gestión empresarial y la aplicación por parte de las microempresas de conocimientos tecnológicos.

Estos proyectos pueden tener un plazo máximo de ejecución de 24 meses, siendo el monto máximo de financiamiento de 404 mil 100 nuevos soles de Recursos No Reembolsables (RNR) dependiendo del tipo de concurso al cual se presenten las empresas.

Actualmente el fondo maneja los siguientes concursos:

- Concurso de Proyectos de Innovación productiva de Empresas Asociadas - PIPEA.
- Concurso de Proyectos Asociativos de Transferencia Tecnológica para Microempresas - PATTEM.
- Concurso de Proyectos de Innovación para Microempresas - PIMEN.
- Concurso de Proyectos de Innovación Productiva para Empresas Individuales - PIPEI.
- Concurso de Proyectos de Validación y Empaquetamiento de Innovaciones.
- Concurso de Proyectos Sectoriales de Innovación.
- Concurso para la Mejora de Calidad.
- Incorporación de Recursos Humanos Altamente Calificados en Empresas.

1.2.2. Concurso de Proyectos de Innovación Productiva para Empresas Individuales - PIPEI

Este concurso cofinancia hasta por 280 mil soles para proyectos de innovación tecnológica que se orienten a la obtención de un nuevo (o sustancialmente mejorado) producto (bien o servicio) y proceso, que estén dirigidos a su introducción exitosa en el mercado. Los beneficiarios son: Empresas y asociaciones civiles de carácter productivo.

El concurso es convocado por el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad del Ministerio de la Producción. Los recursos provienen del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad - FIDECOM.

El objetivo de esta convocatoria es financiar proyectos a escala piloto que permitan obtener resultados a nivel de prueba o ensayo, a efectos de disminuir riesgos e incertidumbres tecnológicas antes de su escalamiento comercial.

A este concurso pueden presentarse las empresas y asociaciones civiles de carácter productivo (entidades solicitantes) que registren ventas anuales superiores a 150 UIT y menores a 2 300 UIT en la última declaración anual y acreditar por lo menos un (1) año de funcionamiento continuo contado desde la fecha de inicio de actividades según el Registro Único de Contribuyentes (RUC), estar activo y con domicilio habido.

Las entidades solicitantes pueden tener como entidades asociadas a: universidades o instituciones de educación superior legalmente constituidas en el país o el extranjero, públicas o privadas; instituciones de investigación, desarrollo e innovación sin fines de

lucro, legalmente constituidas en el país o en el extranjero, públicas o privadas, precisando que sus estatutos o normas de creación incluyen la investigación y el desarrollo tecnológico; o entidades del gobierno vinculadas directamente al desarrollo de la investigación, innovación, productividad y competitividad.

El proyecto **“Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”** ha sido presentado por la empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. en asociación con la Universidad de Piura como entidad asociada en la séptima convocatoria del concurso de Proyectos de Innovación Productiva para Empresas Individuales (PIPEI).

El proyecto se presentó al concurso a través de la Ficha de Proyecto la cual pasó por dos evaluaciones, una realizada por los evaluadores externos y otra realizada por el comité de área considerando los siguientes criterios:

- Mérito técnico
- Mercado potencial e impacto esperado
- Fortalezas de la asociación entre la Entidad Solicitante y Entidad Asociada.

Los resultados de la evaluación del proyecto se encuentran en el Apéndice A.

Posterior a la aprobación del proyecto se pasó a la fase de la firma de convenio en donde se dio la formalización de la entrega de los RNR por parte del FIDECOM a la entidad ejecutora.

Capítulo 2

La empresa: Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.

2.1. La empresa

Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. es una empresa familiar que se encuentra ubicada en la provincia de Sechura, Piura. La empresa inició sus actividades en el año de 1997 brindando el servicio de transporte de agua. La demanda de agua de la industria pesquera de la zona debido al boom de la anchoveta para la producción de harina de pescado fue tal que en poco tiempo la empresa pudo adquirir vehículos propios para continuar brindando el servicio a gran escala. Actualmente la empresa brinda los servicios de:

- Venta de agua a empresas pesqueras, acuícolas y mineras.
- Transporte de carga seca en general.
- Transporte de maquinaria pesada en camabaja y movimiento de tierra.
- Distribución de materiales.
- Transporte de pasajeros.
- Alquiler de maquinaria, entre otros servicios.

Sus clientes más reconocidos son:

- MUNICIPALIDADES DE LA PROV. SECHURA
- CEMENTOS PACASMAYO S.A.
- FERTILIZANTES S.A.
- FAUTHNER EXPLORATION S.A.

Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. apunta a brindar un servicio profesional, seguro y eficiente, satisfaciendo las necesidades, deseos y expectativas de sus clientes, manteniendo siempre una alta calidad. Todo ello también implica una respuesta rápida y oportuna ante cualquier solicitud o inconveniente.

Para responder a las exigencias descritas, Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. ofrece a su personal capacitación permanente buscando la mejora continua del servicio ofrecido y del trabajo realizado por cada uno de sus miembros.

2.1.1. Misión, visión y organigrama

Misión:

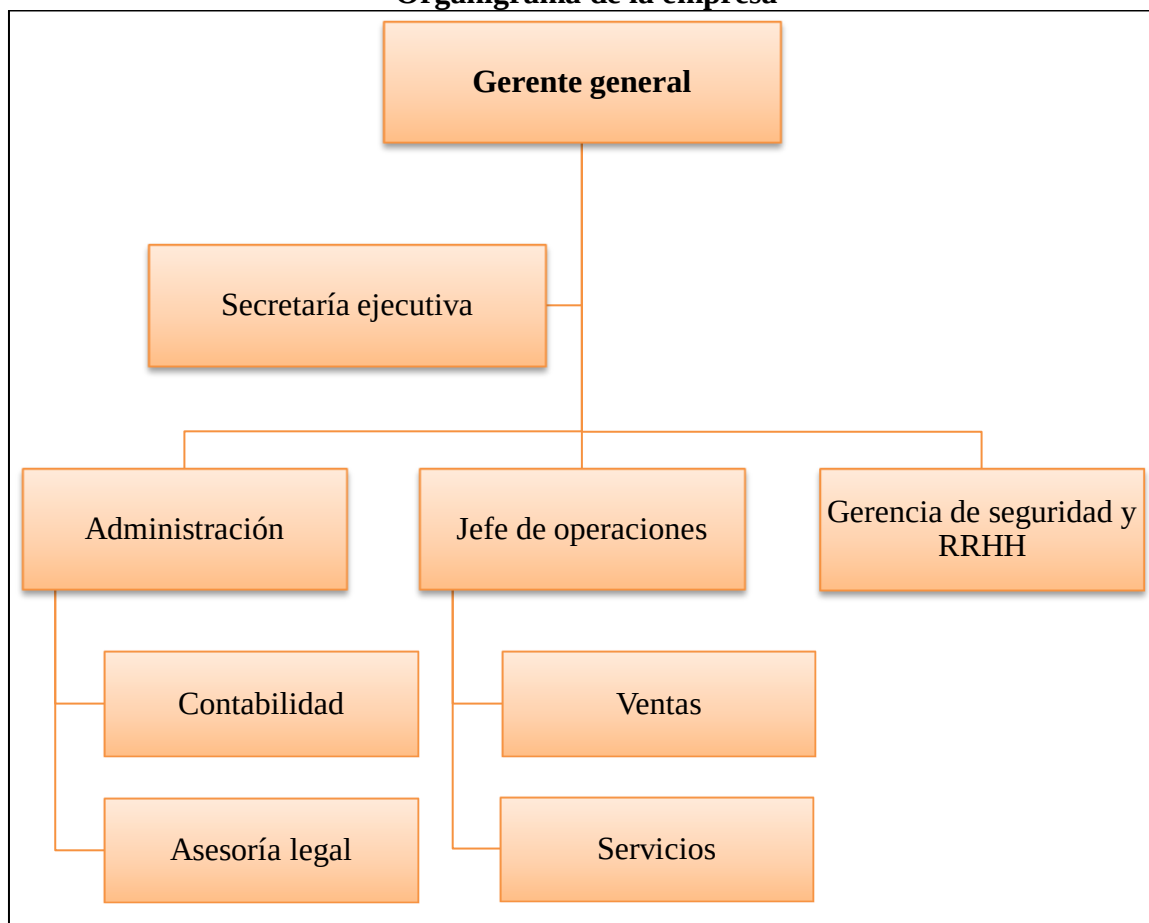
Satisfacer las necesidades de las empresas que requieran nuestros servicios, además de contribuir al desarrollo de la región mediante el servicio de transporte terrestre de carga con calidad, eficiencia y seguridad.

Visión:

Ser una empresa de transporte de carga moderna, eficiente, con altos estándares de seguridad y con reconocimiento regional, nacional e internacional.

Organigrama:

Figura 2
Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

2.1.2. Infraestructura y equipos

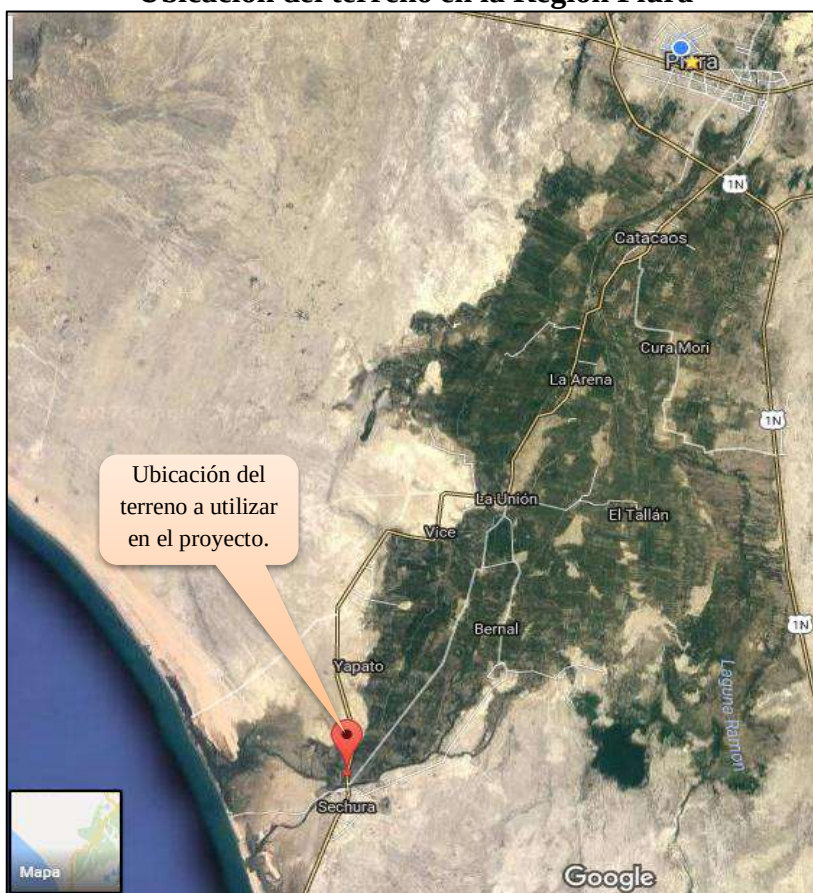
Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. a través de los años ha ido incrementando sus activos que le han ayudado a ampliar y mejorar los servicios que ofrece. Actualmente, entre los principales vehículos que posee son:

- Tractores
- Camiones
- Semi remolques (cisternas y plataformas)
- Vehículos de carga liviana (cisternas de menor capacidad), entre otros.

Además, cuenta con un local y algunos terrenos en la ciudad de Sechura. Uno de estos terrenos tiene un área aproximada de 14 000 metros cuadrados en cual se han construido oficinas, un patio de maniobras y depósitos.

Para el proyecto “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura” el gerente general de la empresa ha dispuesto la utilización de uno de los terrenos para su ejecución. Este terreno cuenta con un manantial de agua del cual se ha tramitado los permisos y licencias respectivas a la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El terreno a utilizar para el proyecto se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas S 05°32.654’ W 080°49.139’, para una mejor ubicación del terreno este se muestra con mayor claridad en las figuras 3 y 4.

Figura 3
Ubicación del terreno en la Región Piura



Fuente: Google Maps

Figura 4
Coordenadas del manantial



Fuente: Google Maps

2.1.3. Situación actual de la empresa respecto a su negocio y participación del mercado

Actualmente, Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. logra alcanzar la suma de 820 000.00 soles al año en ventas. El 70% de estos ingresos son generados exclusivamente por el transporte de agua a las empresas de la región y el 30% restante se obtiene de los otros servicios que ofrece.

El agua que transporta tiene dos fuentes principales de extracción:

- El manantial del terreno ubicado a las afueras de Sechura.
- La planta de tratamiento del consorcio Pro Gestión (actualmente administrada por la Municipalidad de Sechura desde Diciembre del 2015).

En ningún caso Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. adiciona un costo por el agua fuera del transporte; puesto que el agua de manantial no cumple con los estándares mínimos de calidad necesarios y el agua del consorcio Pro Gestión es comprada a través de tickets, por la empresa que solicita el transporte.

En Sechura la demanda de agua potable ha aumentado debido al crecimiento poblacional y económico sostenido que ha tenido la ciudad en los últimos años. El índice de crecimiento poblacional es de 3.73% (Population.City, 2015), más del doble del índice de crecimiento de la región que es de 1.42% (INEI, 2015, p. 9) mientras que los principales sectores económicos con mayor crecimiento son la pesca, el comercio y la minería. Lamentablemente la oferta de agua potable no ha crecido a la misma velocidad creando un alto nivel de déficit del recurso. Sólo para el consumo humano de los pobladores de la ciudad se necesita una cantidad aproximada de 2 000m³ (dos mil metros cúbicos) al día¹.

¹ Valor calculado a partir del número de pobladores del distrito de Sechura (2015) por el mínimo necesario de agua para el cuidado de la salud recomendado por la OMS.

Esto es paradójico teniendo en cuenta que gracias a la significativa inversión pública y privada que se ha visto reflejada en un crecimiento de los sectores económicos, se debió ver acompañado de mejoras en la infraestructura para ofrecer mejores servicios básicos.

En la actualidad, existen un reducido número de empresas que ofrecen agua potable para uso industrial y/o el consumo humano en Sechura y alrededores (Vice, Parachique, Bayóvar). Para el caso de agua de consumo industrial, se sabe que el consorcio Pro Gestión (ahora Municipalidad de Sechura) sólo destina 550m³ diarios de agua, además, en muchos casos, las industrias de la zona cuentan con mini plantas propias para tratar el agua del consorcio Pro Gestión; con el fin de que esta pueda ser utilizada según lo establecido en sus procesos industriales. Respecto al agua de consumo humano, existe la oferta de Pro Gestión de 450m³ diarios la cual racionaliza proporcionando solo dos horas al día; y que incluso debe ser hervida para poder consumirla. También, se encuentra la empresa de Agua Spring que transporta y vende bidones de agua de 20 litros a un costo de S/. 14.00 en Sechura.

En consecuencia, se concluye que los competidores directos de la empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. son:

- El consorcio Pro Gestión para el agua de uso industrial y humano.
- Agua Spring para el de consumo humano.

El consorcio Pro Gestión cuenta con una infraestructura limitada y antigua que sólo permite abastecer a las industrias y a la población de la ciudad de Sechura con una cantidad diaria de agua muy baja (solo el 22.5% de lo mínimo necesario para la población). Además, se sabe que el modelo de negocio del consorcio Pro Gestión no está alineado con el concepto de buen servicio; pues, para atender a las industrias, entrega limitados tickets que generan largas colas entre los clientes. A pesar de que la administración de la planta de tratamiento ahora está a cargo de la Municipalidad de Sechura para mejorar su oferta y el servicio, no se ha concretado y tampoco hay indicios de que se concrete en el mediano plazo el financiamiento necesario para el mejoramiento en infraestructura.

Por otro lado Agua Spring tiene su planta de agua en Piura donde venden sus productos a S/. 8.00 el bidón de 20 litros y requiere transportarla a Sechura, lo que genera un aumento considerable del precio al consumidor final en un 80% por bidón.

Todo esto refleja claramente que se trata de un sector con una demanda totalmente desatendida y una clamorosa exigencia de soluciones. Además, es un sector con bajo nivel de competitividad y escasas barreras de entrada para la empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. que cuenta con la valiosa y principal fuente de materia prima para el proceso de tratamiento (agua de un manantial ubicado en su propio terreno). De no atender esta clamorosa necesidad, Sechura corre el riesgo de perder capitales privados ya que los inversionistas podrían decidir migrar a otras ciudades con mejores ofertas de necesidades básicas.

Posterior a la culminación y éxito del proyecto “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura” se espera que la empresa implemente una planta de tratamiento que sea capaz de procesar al menos 200m³ diarios de agua. Esto implica que la oferta aumentaría a 750m³ diarios de agua para el consumo de la industria; lo que representará un incremento del 36.36% de la oferta actual e implicaría una participación del 26.6% en el mercado. Se estima que la empresa cuente con una demanda

potencial de agua para consumo industrial de 18 industrias. Consecuentemente para el caso del agua para consumo humano, existe la oferta de la empresa Agua Spring que transporta y vende un bidón de agua hasta en S/. 14.00 en Sechura. Se espera que la empresa cuente con una demanda de agua para consumo humano equivalente al 50% del mercado potencial que atiende la empresa de Agua Spring en la provincia de Sechura que son representadas por un aproximado de 150 familias.

2.2. Competitividad empresarial de la empresa

Tal como se mencionó en el capítulo 1, el estado peruano busca incentivar a que las empresas promuevan proyectos que les ayuden a: mejorar sus procesos, crear nuevas líneas de producción o introducir nuevas tecnologías que les aporte mayor competitividad en el mercado local o externo.

Para lograr ser competente en un mercado tan globalizado como el actual no solo basta con implementar mejoras o ejecutar proyectos, sino que previamente se debe realizar un análisis macro del comportamiento del mercado y de la situación actual de la empresa. Por ello es necesario y primordial que las empresas conozcan claramente cuáles son sus fortalezas y debilidades y que tipo de oportunidades y amenazas ofrece el mercado para que sus proyectos y mejoras puedan tener un sustento fiable que les ayuden a lograr con éxito los propósitos trazados.

2.2.1. Análisis FODA

A continuación se presentan los resultados del análisis FODA realizado a la empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.

Fortalezas

- Cuenta con amplias instalaciones.
- Está disponible a ofrecer el servicio las 24 horas del día.
- Ubicación estratégica de las instalaciones. De fácil acceso, a un costado de la carretera, cerca de grifos y a menos de 10 minutos del centro de Sechura.
- Dispone de vehículos con la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos de los clientes y son de propiedad de la empresa.
- La empresa goza de una experiencia de 20 años en el servicio de carga a nivel.
- Cuenta con un plan de contingencia para abastecer a las empresas pesqueras con agua potable (reservorio de 250m³ en caso que el pozo de rebombeo administrado por el consorcio Pro Gestión tuviera problema).
- Cuenta con su propio taller de mecánica para el mantenimiento y revisión de los vehículos.
- Cuenta con el personal capacitado e idóneo lo cual le permite dar una buena atención al cliente.
- Posicionamiento de la empresa en los sectores de producción.
- Cartera de clientes fidelizados.

Debilidades

- No cuenta con un plan de marketing adecuado.
- Sus ingresos mayormente dependen del servicio de transporte de agua a las empresas pesqueras.
- Escasa disponibilidad de capital propio para realizar grandes inversiones.
- No dispone de la cantidad de vehículos necesarios para cubrir la demanda de los clientes.
- Limitaciones para ampliar sus rutas fuera de la ciudad de Sechura.

Oportunidades

- Disponibilidad de recursos en la zona para realizar inversiones en desarrollar una nueva línea de productos para otro sector que complemente las actividades de la empresa de transportes.
- Política económica respecto al desarrollo sostenido de las MYPES establecida por el estado peruano a través del financiamiento de proyectos innovadores.
- Facilidad para acceder a financiamiento para nuevas inversiones.
- Los avances tecnológicos permiten contar con herramientas y métodos que permiten mejorar en procesos e innovar con nuevos productos cubriendo las necesidades de los clientes.
- Gran cantidad de clientes insatisfechos por las fallas que deja la competencia en el mercado.
- La competencia en su mayoría está conformada por empresas sin reconocimiento en la zona.

Amenazas

- Llegada de posibles competidores a Sechura.
- Existencia de vedas de anchoveta (prohibiciones de pesca).
- Posible presencia de extorsionadores en la zona volviéndola vulnerable a la inseguridad mermando en el libre funcionamiento de la empresa.
- Los actuales competidores están logrando cierto nivel de afianzamiento, lo que se está traduciendo en la reducción de participación en el mercado.
- Inestabilidad en el precio de los combustibles reduce los márgenes de ganancias de la empresa.
- La falta de los servicios básicos (agua potable) reduce la posibilidad de nuevas inversiones generando un decrecimiento en los principales sectores económicos de la ciudad.

2.2.2. Sustento de mercado del producto y servicio a ofrecer

Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. pretende implementar una planta de tratamiento de agua que sea óptima para el consumo industrial y el consumo humano, por ello, a partir del presente trabajo de investigación la empresa analiza la factibilidad técnica de la planta a través de un prototipo que le ayude a definir claramente los elementos necesarios para la implementación y además incluye un breve análisis de mercado que le dará una visión general de la parte comercial que es posterior a la implementación de la planta.

A continuación se presenta el sustento de mercado a través de los puntos considerados por la entidad que financia el proyecto para validar la pertinencia comercial del producto y servicio a ofrecer. En este sustento se considera la oportunidad de negocio, el público objetivo, los competidores cercanos, las ventajas con las que cuenta la empresa para lograrlo y la diferenciación de producto frente a lo ofrecido por su competencia.

Oportunidad comercial existente

En el año 2012, Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. obtuvo ingresos aproximados de S/. 550 000.00, de los cuales el 80% correspondió al servicio de transporte de agua hacia las industrias de Sechura y Bayóvar.

Según la información histórica de la empresa, el transporte del agua se realiza desde las instalaciones del consorcio Pro Gestión, donde se encuentra la fuente, y desde el manantial que posee la empresa, en una proporción de 50% y 50% entre ambas.

El agua ofrecida por el consorcio Pro Gestión y la extraída del manantial no cuenta con los niveles mínimos de salubridad, por lo cual, las mismas empresas de la zona han tenido que proveerse de pequeñas plantas de tratamiento para poder utilizar el agua en sus procesos. Además, le resta operatividad a las empresas puesto que sus líneas de producción no son las de tratamiento de agua, lo que causa un costo adicional haciéndolas menos competitivas.

También, el consorcio Pro Gestión tiene una oferta limitada de agua, por ello hace entrega de tickets para la venta generando largas colas en espera para ser atendidas, lo que a su vez crea malestar y disconformidad en los clientes y detiene y/o reduce la producción de las empresas.

Por otro lado el crecimiento poblacional en la ciudad de Sechura ha creado mayor necesidad de agua potable la cual no se está atendiendo adecuadamente. El consorcio Pro Gestión solo brinda dos horas al día del servicio de agua potable lo que produce que las familias se tengan que abastecer de otras formas. Una de estas formas es a través de la adquisición de bidones de agua que lo adquieren a la empresa de Agua Spring a un costo que va entre los S/. 12 a S/. 14 por bidón de 20 litros, un costo que está muy por encima del ofrecido en la ciudad de Piura lugar donde se envasa este producto.

De todo lo anterior se concluye que las cantidades y calidad de agua que se ofrece diariamente a las empresas es deficitario y que el agua que se ofrece a la población por medio de bidones tiene un costo muy elevado en la zona, reflejando un claro panorama de un nicho de mercado atendido de forma incompleta e insatisfactoria siendo esto una oportunidad de negocio que se pretende atender a partir de la implementación de la planta piloto que se realice con el proyecto.

Identificación del mercado potencial

A partir de la implementación a gran escala del prototipo propuesto en este proyecto se pretende obtener dos tipos de producto:

1. Agua no potable de uso industrial: Este producto no es potabilizado puesto que el agua no pasa por el sistema de esterilización UV. Su mercado potencial son las industrias del sector que necesitan agua no potable pero con unos estándares mínimos de calidad para ser utilizada en sus procesos. A través de la actividad de transporte de agua que realiza Transportes, Distribuciones y Servicios Periche

S.R.L. se ha podido identificar que existen por lo menos 18 industrias que necesitan este tipo de producto en sus procesos. Su demanda de agua varía según temporadas y en promedio asciende a 266m^3 por día considerando solo lo que atiende la empresa a través del transporte de agua.

2. Agua potable para el consumo humano: Este producto es apto para el consumo humano directo, sin tener que hervirla ni realizarle ningún tipo de tratamiento adicional. El mercado potencial son las familias de la zona que se abastecen de agua de bidón adicionalmente al proporcionado por el consorcio Pro Gestión siendo este último restringido a un par de horas al día, también va dirigido a las empresas que tienen oficinas en la ciudad, las cuales necesitan agua potable para brindarles a sus empleados en los días que laboran. En una consulta realizada a la empresa proveedora se pudo obtener que en promedio una familia de 4 personas consume un bidón de 20 litros cada dos días; y una empresa de 4 empleados, un bidón de 20 litros cada cuatro días.

Competidores

Por los tipos de producto que ofrecerá la empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. se han identificado los siguientes competidores:

- Para el caso de agua no potable de uso industrial se competiría con el consorcio Pro Gestión; no obstante, se conoce por reportes actuales que este consorcio ya no tiene la concesión de proveer de agua a la ciudadanía sechurana desde diciembre del 2015 y que en su lugar la Municipalidad de Sechura asumirá temporalmente la administración de este servicio. También se sabe que la Municipalidad de Sechura realizará los estudios técnicos necesarios para poder elegir al próximo operador y que además deberá contar con la aprobación de la ciudadanía o caso contrario sería la misma Municipalidad la que asumiría la administración permanente.

Lo lamentable es que en la transferencia del servicio, la Municipalidad ha recibido una infraestructura totalmente acabada para lo cual se tendrá que hacer una fuerte inversión para poder mejorar la calidad y cantidad de agua que se ofrece. La Municipalidad de Sechura ha prometido innumerables veces la ampliación de la oferta, el interés en buscar nuevas fuentes de agua; pero en la realidad, esto no se concreta ni se visualiza en el mediano plazo. Así, de esta forma se perjudica a la industria que tiene que invertir fuertes cantidades de dinero en sus propias plantas de tratamiento puesto que es la única empresa que ofrece el servicio en toda la provincia de Sechura.

- Y para el caso de agua potable para el consumo humano los competidores directos serán las empresas de envasado de agua potable para consumo humano. El agua envasada que consume la ciudadanía viene en presentación de bidones y son de empresas que están ubicadas en la capital del departamento, Piura. La principal empresa que tiene una fuerte presencia en el mercado local es Agua Spring, la cual ha logrado un buen posicionamiento en Sechura. Sin embargo, en la actualidad no existe una empresa oriunda de la provincia que brinde este servicio con un precio más accesible siendo este último un factor determinante que ayudará a lograr un fuerte posicionamiento en poco tiempo.

Ventajas competitivas

Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. es una empresa familiar natural de Sechura; debido a ello sus miembros conocen de cerca la realidad de la población respecto a la carencia de agua potable. Sus competidores directos, consorcio Pro Gestión (ahora Municipalidad de Sechura) y Agua Spring, evidentemente observan la misma realidad pero no han compartido dicha carencia. Esta identificación con la población, le permitirá a definir claramente cómo llegar al usuario final. Se debe recordar que actualmente, el negocio de Transportes Periche se centra en el transporte de agua. Con el proyecto se busca ampliar las líneas del negocio, es decir además de la demanda industrial se busca atender la demanda de consumo humano con una fuerte inversión y bajos costos de operación. Para lograr ello fundamentalmente se han venido realizando diferentes análisis que garanticen un agua que cumpla parámetros microbiológicos, de calidad organoléptica y con los de control obligatorio. Asegurando estas características evidentemente las ventas incrementarán.

Diferenciación

Se recalca nuevamente, que el éxito del proyecto permitirá que la empresa pueda atender dos mercados distintos. Para el caso del agua potable para el consumo humano, la principal diferencia frente a su competidor será el precio y la calidad del agua. El precio será menor pues la planta de tratamiento se ubicará en la misma provincia de Sechura y no en la capital del departamento de Piura. De esta forma desaparecerán los costos de transportes que suelen ser elevados. Asimismo, la tecnología propuesta es limpia y genera pocos desperdicios o contaminación ambiental. Se conoce que las otras empresas que brindan agua para consumo humano utilizan procesos de osmosis inversa que generan más contaminación.

Por otro lado, para el caso de agua no potable de consumo industrial, la principal diferenciación será el servicio que se ofrecerá (tratamiento del agua y el transporte). Pues se asume que las industrias de la zona (Sechura y Bayóvar) elegirán relacionarse directa y únicamente con Transportes Periche ya que les brindará un servicio completo sin intermediarios que les resultará más económico y rápido. Actualmente, las empresas tienen que tratar con el consorcio Pro Gestión para la venta (a través de tickets racionalizados) y por otro lado con Transportes Periche para el traslado, esto incrementa sus costos y reduce los indicadores de eficiencia de las empresas compradoras.

A todo lo anterior Transportes Periche adiciona el trato personalizado que le brinda a sus clientes, siendo esta última una de sus principales características de la empresa.

Capítulo 3

El proyecto: “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”

3.1. Memoria Técnica

3.1.1. Problema central

En los últimos años los distintos gobiernos han propuesto dentro de sus planes de trabajo proyectos de agua y saneamiento para solucionar el problema que sufren cientos de miles de peruanos con el desabastecimiento de agua potable y la falta de sistemas de desagüe y alcantarillado. Por ejemplo en este último gobierno el ejecutivo destrabó 17 proyectos de agua y saneamiento por 35 millones de soles (Diario La República, 2016) para los departamentos de Lambayeque, Puno, Junín, San Martín, Lima, Tumbes, Cajamarca y Amazonas. No obstante, muchos otros departamentos sufren aún este problema; por ejemplo en el departamento de Piura, específicamente en la provincia de Sechura el consorcio Pro Gestión, empresa que brinda el servicio de agua potable, ha manifestado abiertamente que se deben habilitar nuevas fuentes de agua para la ciudad ya que actualmente, solo disponen de una fuente a punto de colapsar, pozo de Altos Negros. Esto genera:

- Una injusta racionalización del agua para el pueblo (2 horas/día)
- La inversión de las empresas industriales de la zona en la compra de sus propios equipos para el tratamiento del agua.

La falta de agua se ha agudizado aún más en los últimos años, puesto que Sechura ha experimentado un fuerte crecimiento económico y poblacional.

3.1.2. Causas

Se identifica como causa principal del desabastecimiento de agua en la provincia de Sechura la falta de una infraestructura adecuada que pueda almacenar y tratar el agua

necesaria para la población y las empresas. La infraestructura actual del único proveedor de agua es antigua e ineficiente, incluso para estándares internacionales es considerada obsoleta. El mantenimiento de la red de agua y alcantarillado no es planificado y muchas veces sólo se "apagan incendios". Existen graves deficiencias en la satisfacción de las necesidades básicas de la población y de la industria desde hace muchos años. A pesar del crecimiento económico, en los últimos años se ha descuidado la inversión para explotar fuentes potenciales de agua, situación que ha sido públicamente reconocida por las autoridades de la zona, hasta el punto de solicitar inversión privada para que aumente la oferta de esta necesidad básica. Existe una amplia brecha entre la tasa de crecimiento de la oferta de agua potable y la demanda de este recurso.

3.1.3. Consecuencias

Hay reportajes en las redes sociales² que evidencian las consecuencias de la falta de agua a través de una población escéptica al no ver mejoras para solucionar sus necesidades básicas. Los pobladores, cansados de esta situación, han comenzado a manifestarse públicamente en las calles con el fin de que las autoridades tomen cartas en el asunto; esto se ha evidenciado cada vez más seguido e incluso algunas veces han llegado a cometer actos de violencia. Al existir un limitado, privilegiado y oneroso acceso al agua, el crecimiento del comercio se ve limitado. Por lo tanto, se limitan también las fuentes de trabajo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y la calidad de vida no mejoran. El sector industrial tiene que invertir en sus propias plantas de tratamiento de agua para su potabilización, aumentando sus costos con el riesgo de volverlas menos competitivas. Al existir un único proveedor de agua potable la calidad del servicio es pésima. Además, esto puede menoscabar en la salud de la población, puesto que no tienen la cantidad de agua necesaria para el aseo personal, la limpieza y la preparación de los alimentos.

3.1.4. Hipótesis del proyecto

Existen muchas tecnologías para el tratamiento de agua. Para el proyecto se ha escogido la combinación que se considera óptima y aproveche mejor las condiciones del entorno (desierto, sol, altas temperaturas a lo largo del año). Se considera un proceso metodológico innovador para la zona y el país. Además, se conoce de experiencias exitosas en otras partes del mundo que experimentalmente han logrado este objetivo.

Por lo tanto, la hipótesis que se plantea es la siguiente: “Es posible implementar una planta en la que se trate y potabilice el agua utilizando energía solar”.

3.2. Objetivos y resultados finales

3.2.1. Objetivos

Objetivo general

Fabricar un prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar para ampliar la cobertura de agua potable (uso industrial y consumo humano) en la provincia de Sechura (Piura).

² Links de referencia:

- http://www.youtube.com/watch?v=JQ0Cm_858AA
- <https://www.youtube.com/watch?v=iRYYNbiMdSg>

Objetivos específicos

- Diagnóstico y estudio del manantial; y acondicionamiento de la zona del proyecto.
- Diseño del prototipo del sistema de tratamiento y del suministro de energía.
- Implementación del prototipo.
- Puesta en marcha y prueba del prototipo.

3.2.2. Resultados

Resultado final

Prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar.

Resultados intermedios

- Informe de estudio hidrogeológico (ver Apéndice B).
- Informe de estudio del marco legal.
- Informe de acondicionamiento.
- Informe de diseño de cribado y filtros.
- Informe de diseño del reactor UV.
- Informe de diseño del sistema de suministro de energía fotovoltaica.
- Informe de la implementación del sistema de bombeo y suministro de energía fotovoltaica.
- Informe de la implementación del sistema de tratamiento de agua.
- Informe de la puesta en marcha del prototipo.
- Informe de la prueba de rendimiento del prototipo.
- Informe de las pruebas de calidad del agua tratada.

3.2.3. Diagnóstico y estudio del manantial; y acondicionamiento de la zona del proyecto

Para iniciar con el diseño e implementación del prototipo que potabiliza el agua se necesita conocer el estado hidrológico y geológico del manantial así como también saber sobre la calidad del agua con la que se trabajará. Esto es de suma importancia puesto que a partir de este diagnóstico dependerá los acondicionamientos a realizar y los procesos a implementar para lograr la potabilización del agua.

Diagnóstico hidrogeológico

El terreno donde se desarrolló el proyecto se encuentra ubicado en el valle del río Piura a una cota promedio de 28.5 m.s.n.m., en el distrito de Sechura, provincia del mismo nombre en el departamento de Piura y según las coordenadas UTM WG584.

El pozo artesanal de interés para el estudio presenta un área de 1 343 metros cuadrados, abarcando casi el 80 % del área del terreno antes mencionado y se encuentra al costado de la carretera que comunica Piura y Sechura, a unos dos kilómetros de la ciudad de Sechura, como se muestra en la figura 5.

Figura 5
Terreno del proyecto

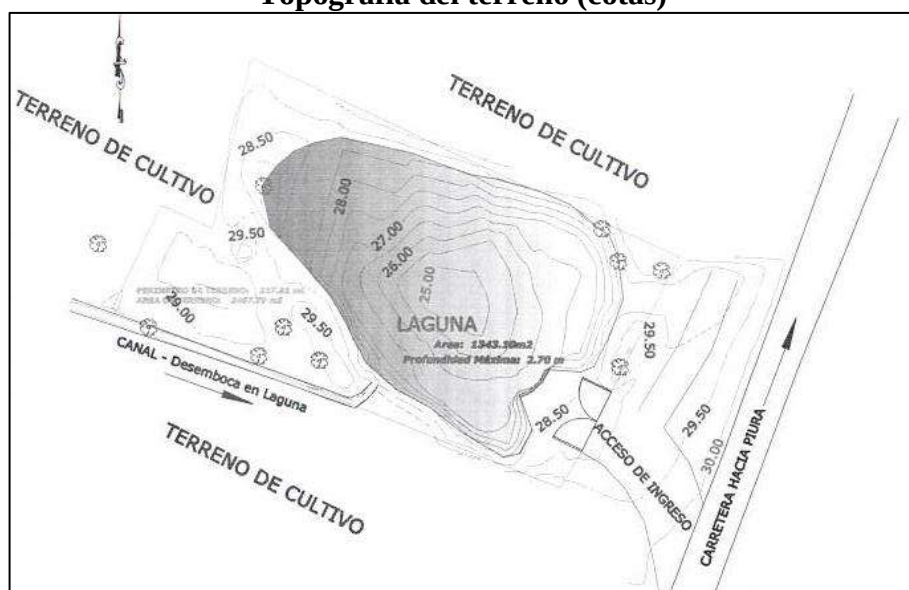


Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

La región donde se asienta el terreno se caracteriza por ser agrícola con un clima sub-tropical, seca y árida, donde la temperatura es templada casi todo el año, con una precipitación fluvial anual de 250 mm, las temperaturas se encuentran entre 18°C y 26°C desde mayo a septiembre y de 25°C a 37°C los meses de octubre a abril. Estas precipitaciones y temperaturas pueden sufrir incrementos atípica cuando se produce el Fenómeno “El Niño”.

El pozo presenta una profundidad máxima de 2.7 metros, con topografía variable, presentándose las cotas más bajas en el centro del pozo con valor de 25 m.s.n.m., tal como se presenta en la figura 6.

Figura 6
Topografía del terreno (cotas)



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Además, el pozo artesanal se encuentra en una llanura de inundación, dentro de la zona baja de la cuenca del río Piura. Para poder determinar el perfil estratigráfico se realizaron cinco calicatas³, cuyos resultados mostraron que el pozo se encuentra en un área de descarga natural.

Las características dinámicas del pozo, es decir, la recuperación en el llenado del pozo ante una extracción se determinó bajo los siguientes pasos:

- Marca de un nivel de referencia en uno de los lados del pozo que permita el registro de los niveles del pozo en diferentes momentos de la extracción del caudal, como para registrar la recuperación del nivel del agua en dicho pozo.
- Extracción de agua y registro de la cota al final de la extracción.
- Toma de niveles del agua en diferentes periodos de tiempo para conocer el proceso de recuperación del nivel de agua del pozo.

De varias tomas realizadas se obtuvo la curva de recuperación del nivel de agua en el pozo. Estas extracciones fueron de 29 metros cúbicos en 30 minutos. Se observa que la recuperación del nivel de agua inicial se puede alcanzar ese mismo día, indicando que por su topografía, la posición del pozo permite una continua recarga del nivel de agua.

Tomando en cuenta los diferentes valores de extracción del agua y los objetivos del proyecto, que son la fabricación de un prototipo que potabilice el agua de este pozo empleando energía solar, se determinó la extracción de un caudal de 0.5 metros cúbicos diarios.

Estudio de la calidad de las aguas del pozo artesanal

Los análisis de laboratorio aseguran conocer la calidad del agua con la cual se va a trabajar en el proceso de potabilización; para ello, las muestras de agua tomadas del manantial fueron realizadas teniendo como criterio el valor de la conductividad eléctrica de la misma. El resultado que se obtuvo con el criterio establecido fue la de tomar una sola muestra de agua como representativa de todo el manantial.

En el análisis se realizaron estudios físicos, químicos y bacteriológicos en distintos momentos teniendo como referentes de calidad los estándares establecidos por el MINAM:

- La muestra tomada en julio del 2013 se encontró que los cloruros fue de 642.5 mg/L, la dureza total de 664 mg/L y sólidos disueltos totales de 1707 mg/L valores que se encuentran por encima de los valores máximos impuestos por MINAM para la subcategoría A3⁴, que son 250, 500 y 1 500 mg/L respectivamente.
- De la muestra en septiembre del 2014 se obtuvo que los parámetros fueron los siguientes: cadmio 0.0172 mg/L, cloruros 733 mg/L, dureza total de 616 mg/L y sólidos disueltos totales de 1880 mg/L, en esta prueba se incluye la presencia de cadmio cuyo valor máximo impuesto por el MINAM debe ser de 0.01 mg/L. Al

³ Una calicata es una excavación que se hace en el suelo, de medidas variables, generalmente de superficie de un metro cúbico, cuya profundidad permita apreciar claramente el perfil de suelo donde crecen las raíces del cultivo y como se produce el humedecimiento de este (SEPOR, 2010).

⁴ El MINAM categoriza el agua en 1-A a aquellas aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y las divide en subcategorías. En este caso el agua del manantial se ubica en la subcategoría A3 que es para aguas que puede ser potabilizadas con tratamiento avanzado por las condiciones en la que se encuentra.

igual que la prueba anterior los valores se encuentran por encima de los mínimos establecidos.

Los resultados completos de los análisis realizados al agua del manantial se observan más a detalle en el Apéndice C.

Tomando en cuenta los resultados mostrados y los estándares establecidos por el MINAM se propone que el agua debe ser potabilizada bajo tratamientos avanzados.

Acondicionamiento de la zona del proyecto

Además de los estudios que se realizaron sobre el terreno y los análisis de laboratorio que se hicieron al agua del manantial, se han realizado acondicionamientos sobre el área a trabajar. Estos trabajos incluyeron:

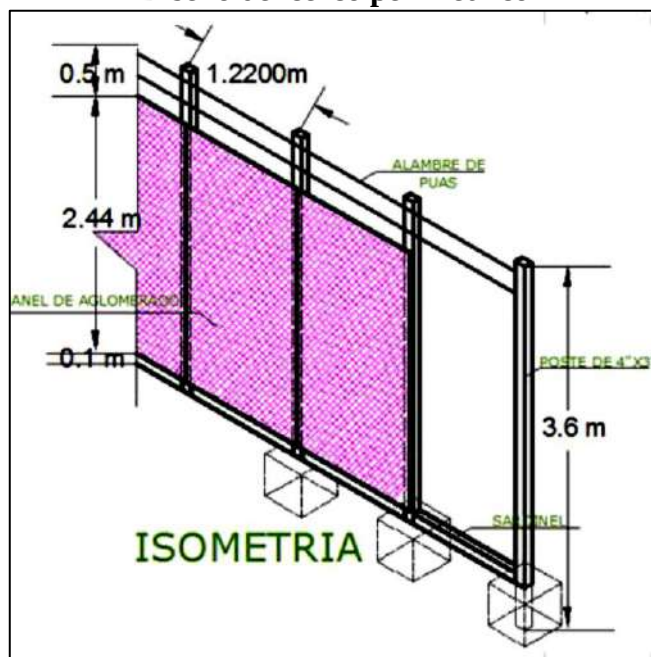
- Instalación de cerco perimetral
- Implementación de plataformas

Instalación de cerco perimetral: El cerco perimetral cuenta con una longitud aproximada de 111 metros lineales de paneles de aglomerante prensado. El trabajo de instalación contó con las siguientes actividades:

- Limpieza del terreno y demarcación de los vértices del mismo para alinear el cerco.
- Instalación de parantes de madera de 12 pies de alto por 3"x4" de sección. Los parantes fueron colocados verticalmente y alineados a una distancia de 1.2 metros lineales, en la base se instaló un dado de concreto de aproximadamente 60 cm x 60 cm enterrados en terreno natural con concreto (h/c 8:1).
- Instalación de planchas de aglomerante prensado de 1.22 m x 2.44 m de 18 mm de espesor, colocados en posición vertical y sujetos a los parantes de madera con pernos cabeza de coche galvanizados de 4.5"x 1/4" cada 40 cm.
- Vaciado de sardinell con un espesor de 10 cm, a nivel de fondo de tablero de aglomerante, de concreto (h/c 8:1).
- Pintado de cerco con dos capas de barniz marino aplicado con compresora en una mezcla barniz y aguarrás mineral.

En la figura 7 se muestra el diseño del cerco perimétrico, y en la figura 8 se puede apreciar el cerco perimétrico instalado.

Figura 7
Diseño del cerco perimétrico



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Figura 8
Cerco perimétrico instalado



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Implementación de plataformas: Se colocaron plataformas de concreto en un área aproximada de 32 metros cuadrados. Para la realización del trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- Limpieza, deshierbado y nivelación manual en las zonas indicadas, construyendo una senda de ingreso hacia la parte posterior del terreno.
- Estabilización del borde de la laguna con gavión⁵. En la realización de este trabajo se procedió a colocar piedra pirca de 8" a 12" y en un volumen de 5 metros cúbicos aproximadamente.
- Para confinar el material elegido para la senda fue necesario la construcción de un sardinel de concreto (h/c 8:1) paralelo que está distanciado 90 cm y tiene una longitud de 32 metros lineales.
- Nivelación y compactado del terreno en la zona donde se construirá la senda. Luego se colocó una capa de afirmado comprimido con plancha compactadora en la zona confinada para el uso de la senda.
- Se colocaron bloquetas de 20 cm x 10 cm x 6 cm sobre una capa de arena gruesa confinada y compactada en un área de 32 metros cuadrados aproximadamente.
- Se construyó una losa de paso del canal, que permita el acceso a la caseta de bombeo. La losa tiene aproximadamente 4.5 metros cuadrados y se elaboró con fierro de ½" y de 10 cm de espesor.

En la figura 9 se muestra el diseño del cerco perimétrico, y en la figura 8 se puede apreciar el cerco perimétrico instalado.

Figura 9
Senda de acceso y losa de paso de canal



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

⁵ Los gaviones son paralelepípedos rectangulares a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación.

3.2.4. Diseño del prototipo del sistema de tratamiento y del suministro de energía

El diseño del prototipo del sistema de tratamiento y del suministro de energía se ha dividido en tres partes:

- Diseño del sistema de tratamiento.
- Diseño del sistema de esterilización.
- Diseño del sistema de bombeo solar.

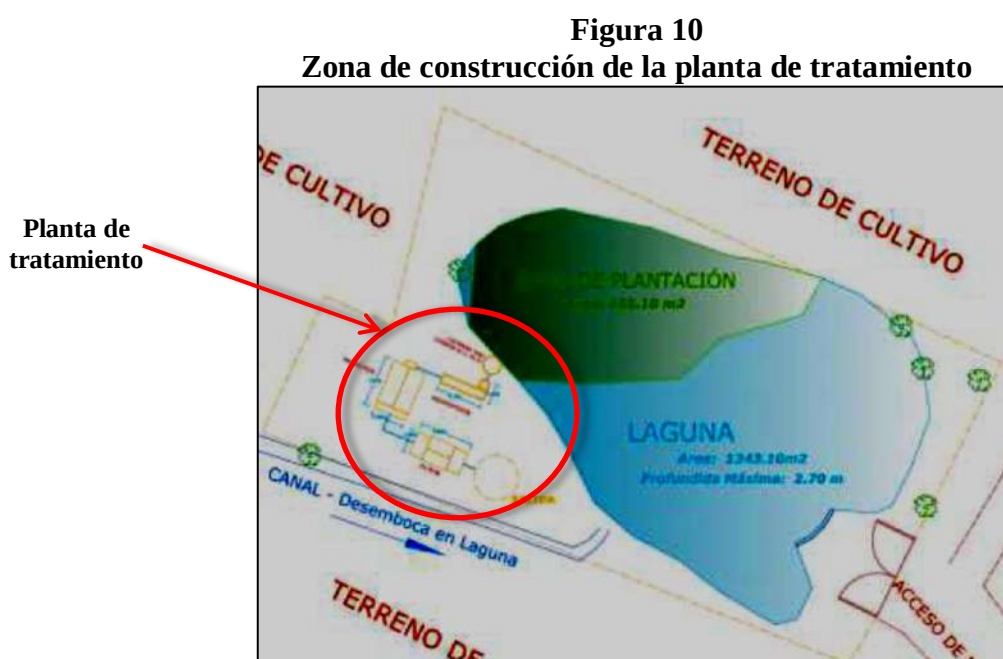
Diseño del sistema de tratamiento

El proyecto comprende la construcción de una planta de tratamiento (a escala piloto) que incluye el diseño del sistema de captación de agua, del sedimentador, del prefiltro y del filtro lento.

Para el diseño se tuvieron las siguientes consideraciones:

- La dotación de 10 metros cúbicos al día.
- Población de 284 hab.
- Almacenamiento de 4 metros cúbicos.
- Caudal $Q = 0.40$ litros por segundo.

En la figura 10 se muestra la zona en la cual se construirá la planta de tratamiento

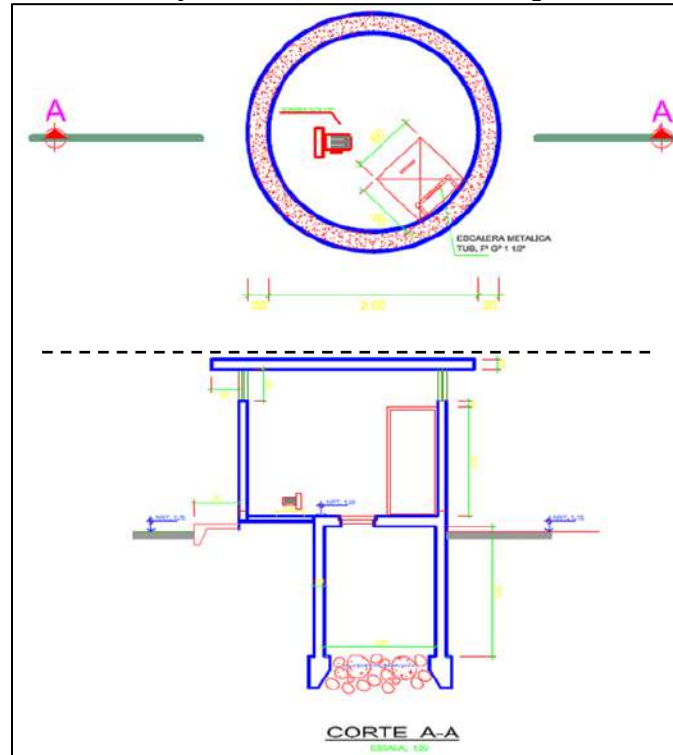


Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

El sistema de captación de agua de la laguna cuenta con una cisterna (tipo caissón) con un diámetro de 1.75 metro y una altura de 2.5 metros, su estructura es de concreto armado y una fuerza de compresión igual a 210 kg/cm², y lleva una malla de diámetro de ½" @ 20 cm.

En el fondo de la cisterna se coloca un filtro consistente en piedra over de tamaño máximo 2". Esta estructura servirá para captar el agua proveniente de la laguna y se elevará al sedimentador mediante una bomba de 0.75 hp.

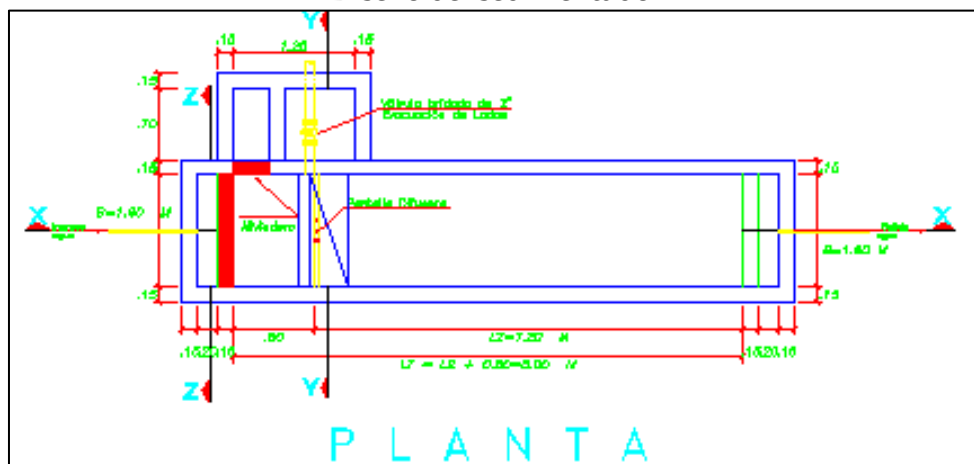
Figura 11
Vista horizontal y frontal del sistema de captación de agua



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

El sedimentador es una estructura de concreto armado compuesta por una caja para la válvula bridada de 2" y la caja del sedimentador con su respectivo aliviadero y pantalla difusora. Para la implementación del sedimentador, que es la primera estructura del sistema de filtración lenta de arena, se consideró el diseño mostrado en la figura 12.

Figura 12
Diseño del sedimentador



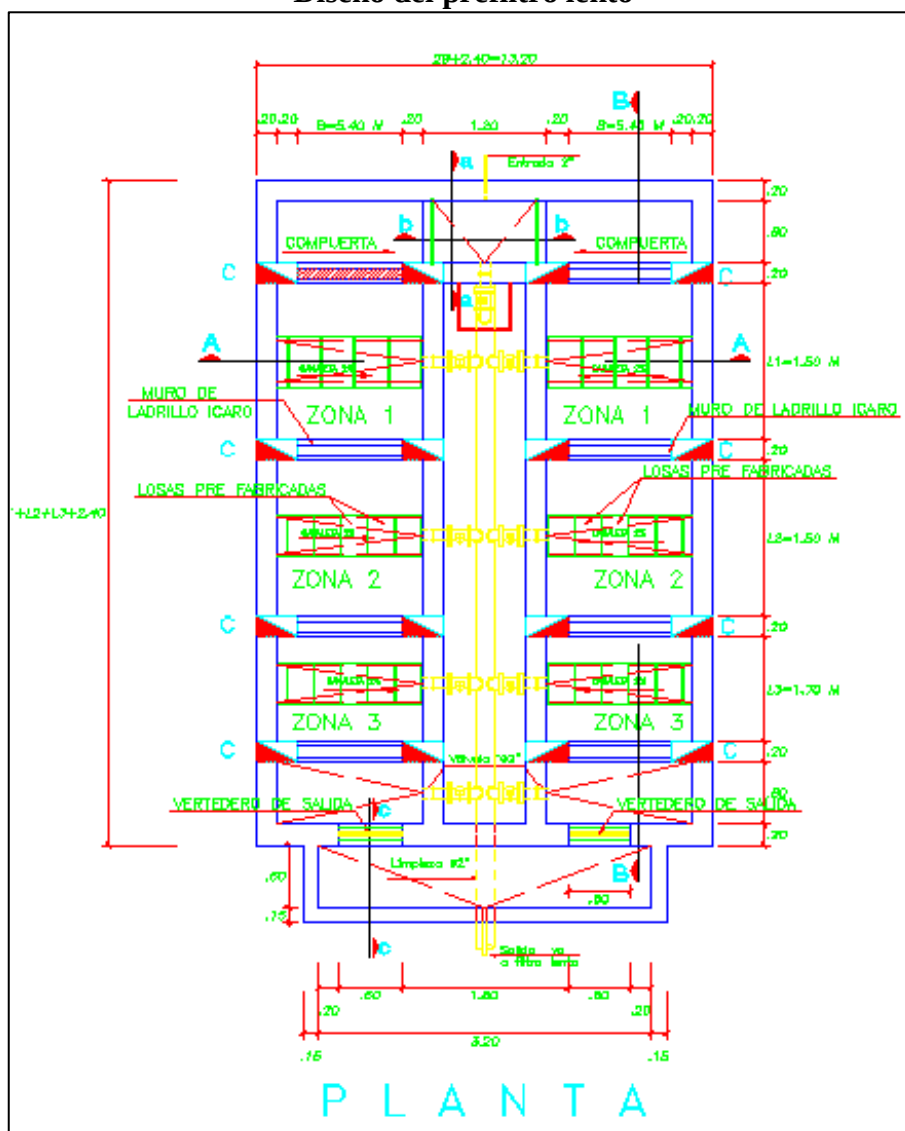
Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

El prefiltro lento considera la construcción en 2 unidades de prefiltros lentos de concreto armado cuyas medidas exteriores son: 3.80 m x 4.70 m. Se identifican tres zonas donde se colocara la grava:

- Zona 1, se colocará grava de 4 cm. – 3 cm.
- Zona 2, se colocará grava de 3 cm. – 2 cm.
- Zona 3, se colocará grava de 1 cm. – 2 cm.

En la figura 13 se muestra el diseño de los prefiltros.

Figura 13
Diseño del prefiltro lento

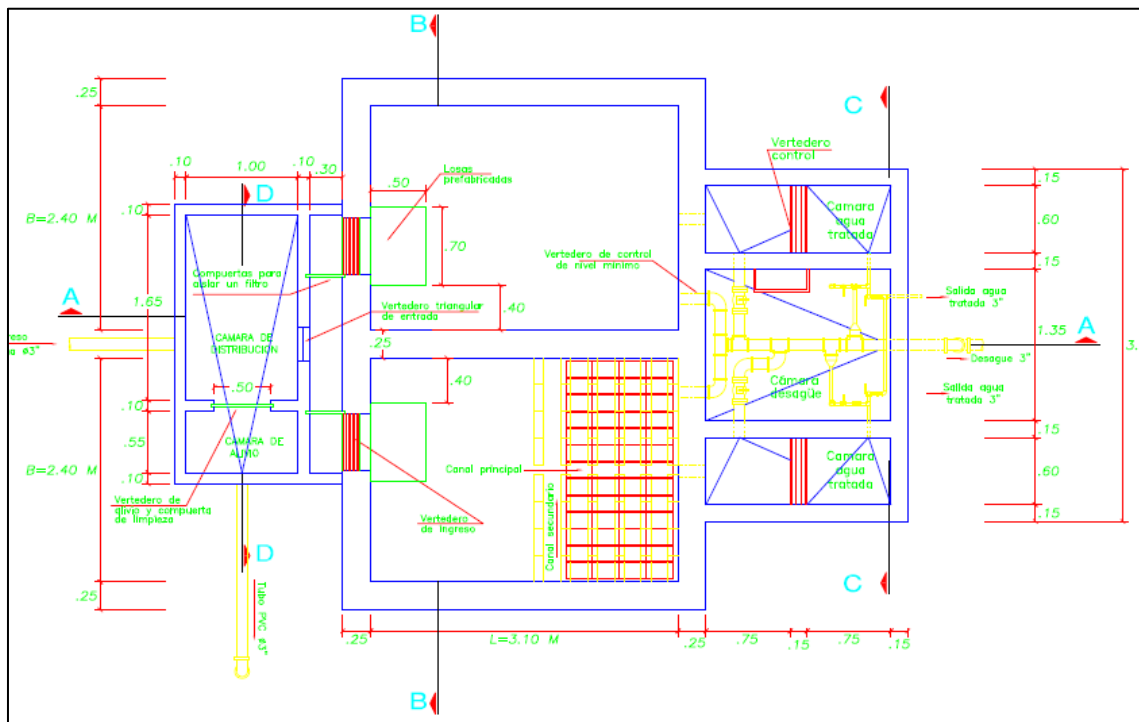


Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Filtro lento también contará con dos unidades de filtros lentos de concreto armado cuyas medidas exteriores son: 3.40 m x 2.80 m. Los componentes de entrada son: una cámara de alivio, una cámara de distribución, compuertas y un vertedero triangular de entrada; los componentes de salida son: cámara de desagüe y 02 cámaras de agua tratada.

El diseño del filtro lento se muestra en la figura 14.

Figura 14
Diseño del filtro lento



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Diseño del sistema de esterilización

El sistema de destilación (esterilización) de agua solar está compuesto por:

- Paneles de destilación solar.
- 02 tanques de almacenamiento.
- Tuberías de conducción.
- Equipo de bombeo de agua.
- Estructuras metálicas de soporte para tanque elevado, paneles destiladores y tanque de almacenamiento de agua destilada.

El panel de destilación solar a utilizar es el CAROCELL™ 3000. La tecnología empleada para estos paneles es eficiente y rentable, el ciclo de funcionamiento del panel permite purificar cualquier tipo de agua, por ejemplo: agua contaminada de residuos industriales, aguas subterráneas salubres, acuíferos salinos y agua de mar. Las dimensiones del panel utilizado son 1110 mm x 2880 mm con un área de trabajo efectiva de 3 metros cuadrados.

El principio de funcionamiento del panel CAROCELL™ se basa en un proceso de evaporación acelerada en un sistema de destilación tipo paño. El sistema recibe el agua impura a través de un suministro alimentado a presión o gravedad (en nuestro caso por gravedad), y lo dispersa uniformemente en su superficie, la energía solar calienta el agua creando un diferencial de temperatura desde el interior del panel hacia afuera del panel, lo que a su vez vaporiza y condensa el agua en la pantalla del panel.

El proceso de vaporización y condensación de agua genera gotitas de agua destilada en la pantalla del panel que se desplazan hacia la parte inferior del panel, donde se encuentra un sistema de recolección que separa el agua destilada del agua de desecho.

Los tanques de almacenamiento de agua, tanto de agua del manantial como el agua destilada que se obtiene después de pasar por el proceso de destilación del panel, serán Rotoplas o similar. Estos deben contar con un filtro que retenga tierra y sedimentos para evitar que se tapen las tuberías, y deben inhibir la reproducción de bacterias.

Se instala una red de tuberías de PVC para conducir el agua a través del circuito de tratamiento.

El sistema de bombeo permite elevar el agua a 5 metros de altura con la finalidad de garantizar la presión por gravedad necesaria para la alimentación del panel destilador.

Para la implementación del sistema de esterilización se requieren tres estructuras metálicas de soporte:

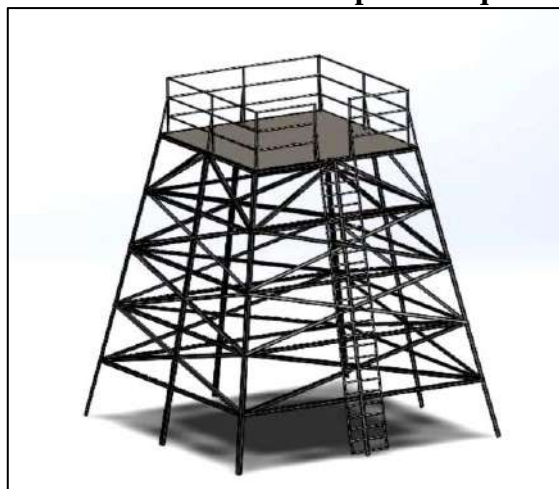
- Torre metálica para sostener el tanque elevado de agua cruda, cabe indicar que este tanque alimentará también al sistema de filtración con filtros de arena.
- Estructura metálica para el montaje de los paneles destiladores.
- Estructura metálica para sostener tanque de agua tratada.

En lo que respecta a las consideraciones que se han tenido en cuenta para el diseño de la torre metálica son:

- La estructura deberá soportar un tanque de 5000 litros por lo que se diseñará con la capacidad máxima del tanque que será de 5080 litros y teniendo en cuenta que el tanque tiene un peso aproximado de 40 kg.
- La altura de la torre será de 5 metros.
- El peso de 2 a 3 personas que estarán a cargo del ensamblaje y en un posterior mantenimiento. El peso aproximado de cada persona será de 85 kg.
- La velocidad del viento de 35 a 40 km/h aproximadamente, según datos climatológicos de la zona en cuestión.

En la figura 15 se muestra el diseño de la estructura metálica para el tanque elevado.

Figura 15
Diseño de estructura metálica para tanque elevado



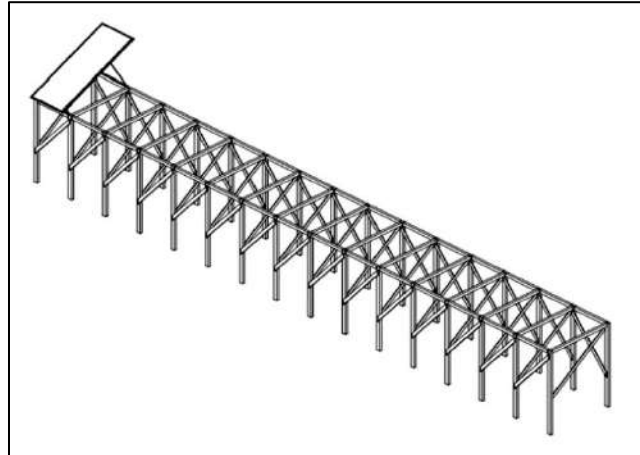
Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy

Por otro lado, los detalles y consideraciones para el diseño de la estructura para el montaje de los paneles destiladores son:

- El peso aproximado de cada panel destilador es de 20 kg.
- Velocidad del viento de 35 a 40 km/h aproximadamente según datos climatológicos de la zona.

En la figura 16 se muestra el diseño de la estructura metálica para los paneles destiladores.

Figura 16
Diseño de estructura metálica para panel destilador



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Diseño del sistema de bombeo solar

La planta piloto de potabilización de agua de manantial contempla la implementación de dos subsistemas:

- El sistema de tratamiento basado en filtros de arena, con un potencial de procesamiento de 10 metros cúbicos por día,
- Y un sistema de tratamiento basado en destilación solar, con un potencial de 0.5 metros cúbicos por día.

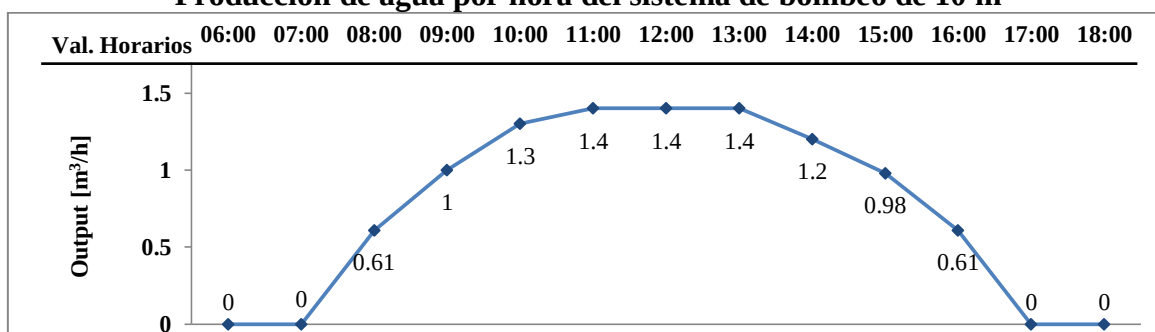
El primero de ellos, debe contar con un suministro de agua no potabilizada de 10 metros cúbicos y estará a 5 metros de altura y para el segundo, debe tener un suministro de 2.5 metros cúbicos (considerando el agua de desecho) y también estarán a 5 metros de altura.

El sistema de bombeo solar deberá contar con los siguientes equipos:

- 01 bomba solar.
- 01 panel fotovoltaico.
- 01 sistema de tuberías de conducción.
- 01 sistema de control de carga.

En el caso del primer sistema de bombeo de 10 metros cúbicos se estima una producción variable a lo largo de las horas del día según se aprecia en la figura 17.

Figura 17
Producción de agua por hora del sistema de bombeo de 10 m³

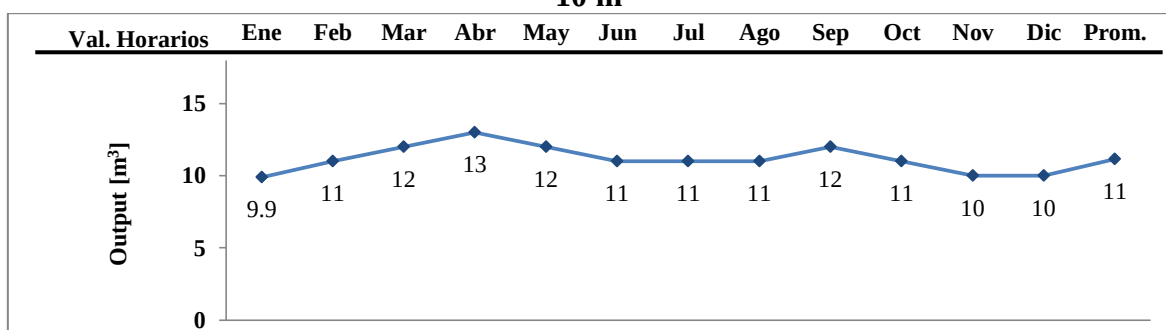


Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

La producción total del día es de 9.9 metros cúbicos obteniéndose el 99.9% de eficiencia del sistema de bombeo.

Lo correspondiente a la producción diaria promedio a lo largo de los meses, se muestra en la figura 18.

Figura 18
Producción promedio diaria de agua a lo largo de los meses del sistema de bombeo de 10 m³

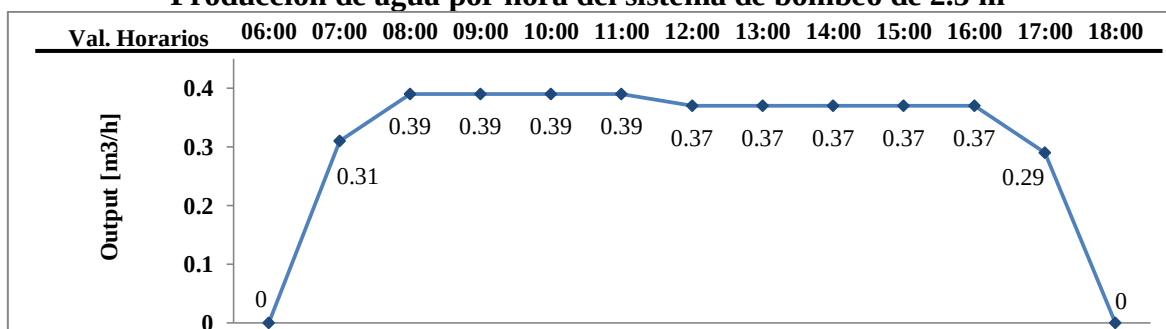


Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

La producción promedio diaria a lo largo de los meses es de 11 metros cúbicos obteniéndose el 110% de eficiencia del sistema de bombeo.

Para el caso del segundo sistema de bombeo de 2.5 metros cúbicos se estima una producción variable a los largo de las horas del día según se aprecia en la figura 19.

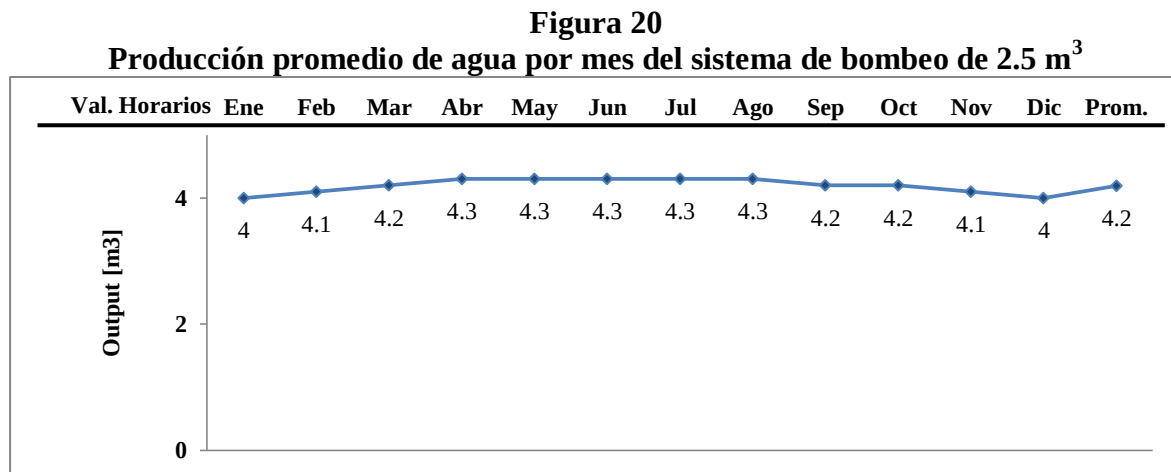
Figura 19
Producción de agua por hora del sistema de bombeo de 2.5 m³



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

La producción del día es de 4 metros cúbicos, obteniéndose el 160% de eficiencia del sistema de bombeo.

Lo correspondiente a la producción diaria promedio a lo largo de los meses, se muestra en la figura 20.



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

La producción promedio diaria a lo largo de los meses es de 4.2 metros cúbicos obteniéndose el 168% de eficiencia del sistema de bombeo.

El sistema de bombeo fotovoltaico considera los parámetros de los equipos seleccionados en cada uno de los sistemas de bombeo de 10 y 2.5 metros cúbicos se muestran en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1: Sistema de bombeo de 10 m³ para sistema de filtro de arena

Parámetro					
Lugar:	Perú, Piura (6° Sur, 81° Oeste)	Temperatura del agua:	20 °C		
Rendimiento diario requerido	10 m ³ ; Dimensionamiento para Enero	Pérdida por suciedad:	5.0 %	Cable motor:	60 m
Tipo de tubería:	Plastic, drawn/pressed, new: 0.007 mm	Altura estática:	6 m	Longitud de tubería:	60 m
Productos	Cantidad	Detalles			
PS 150 C-SJ5-8	1 pz.	Sistema de bomba sumergible, incluido regulador, motor y extremo de la bomba			
INTIPOWER 120	1 pz.	120 Wp; 1 x 1 módulos PV; 25 ° inclinado			
Cable motor	60 m	6 mm ² Cable trifásico			
Tubería	60 m	35 mm (diámetro interior) Tubería			
Accesorios	1 conjunto	Well Probe, Float Switch, SunSwitch, PV Disconnect 440-40-1			

Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Tabla 2: Sistema de bombeo de 2.5 m³ para sistema de destilación solar

Parámetro					
Lugar:	Perú, Piura (6° Sur, 81° Oeste)	Temperatura del agua:	20 °C		
Rendimiento diario requerido	3.0 m ³ ; Dimensionamiento para Enero	Pérdida por suciedad:	5.0 %	Cable motor:	60 m
Tipo de tubería:	Plastic, drawn/pressed, new: 0.007 mm	Altura estática:	10 m	Longitud de tubería:	60 m
Productos	Cantidad	Detalles			
PS 200 HR-04-2	1 pz.	Sistema de bomba sumergible, incluido regulador, motor y extremo de la bomba			
RISEN SPY240S	1 pz.	240 Wp; 1 x 1 módulos PV; 25 ° inclinado			
Cable motor	60 m	2.5 mm ² Cable trifásico			
Tubería	60 m	30 mm (diámetro interior) Tubería			
Accesorios	1 conjunto	Well Probe, Float Switch, SunSwitch, PV Disconnect 440-40-1			

Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

3.2.5. Implementación del prototipo

La planta piloto que se implementó cuenta con dos subsistemas:

- Sistema de filtración lento en arena.
- Sistema de destilación de agua con energía solar.

El sistema de filtración lento en arena está compuesto por un sistema de captación de agua, un sedimentador, un prefiltro, un filtro de arena y una cisterna.

El sistema de destilación de agua con energía solar consta de una estructura de soporte para los paneles destiladores, los paneles destiladores y el tanque de almacenamiento de agua destilada.

En la figura 21 se muestra un esquema en 3D en la que se visualiza la ubicación de los dos subsistemas en el terreno junto al manantial.

Figura 21
Esquema 3D de planta de tratamiento de agua



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

a. Sistema de filtración lento en arena

El sistema de filtración basado en filtros de arena contempla la construcción de un sistema de captación de agua, un sedimentador, un prefiltro y un filtro lento. El volumen de agua tratada en el diseño es de 10 metros cúbicos al día, y el caudal promedio se estima en 0.4 litros por segundo.

Trazado de estructuras

Los trabajos iniciales de implementación consistieron en demarcar en el terreno, de acuerdo a los planos de diseño, los bloques de las estructuras del sedimentador, prefiltro, filtro y la cisterna de almacenamiento.

En la figura 22 se muestra el trabajo de demarcación en el terreno.

Figura 22
Trabajo de demarcación en el terreno



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Construcción del sistema de captación de agua de manantial

Para el sistema de captación de agua de manantial se consideró la implementación de una caseta de bombeo con un caisson⁶ en su interior, también se habilitó un segundo nivel para ubicar en la losa superior los tanques de almacenamiento de agua no potabilizada del sistema de bombeo. Es importante señalar que el diseño original consideraba una estructura metálica sobre la caseta para soportar los tanques de almacenamiento (ver figura 15), la modificación realizada obedece a una mejora en el sistema cara a temas de mantenimiento.

La cisterna tipo caisson ubicada en el interior de la caseta tiene un diámetro de 1.75 metros y una profundidad de 2.5 metros. Su estructura es de concreto armado y una fuerza de compresión igual a 210 kg/cm^2 y lleva una malla de $\varnothing 1/2'' @ 0.20$ metros.

En la figura 23 se muestra el trabajo de construcción del sistema de captación de agua.

⁶ Caisson: Estructura de concreto armado, que es hincado hasta la profundidad necesaria mediante métodos manuales o con equipo.

Figura 23
Trabajo de construcción del sistema de captación de agua



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Los trabajos de implementación de relleno de conchuela elevaron el nivel de la caseta en un metro. Esto generó que el nivel de agua en el caisson se reduzca por lo que fue necesario ampliar la profundidad del mismo instalando dos cilindros perforados en el fondo del tanque, estos trabajos se pueden apreciar en la figura 24.

Figura 24
Trabajo de ampliación del caisson e instalación de cilindros

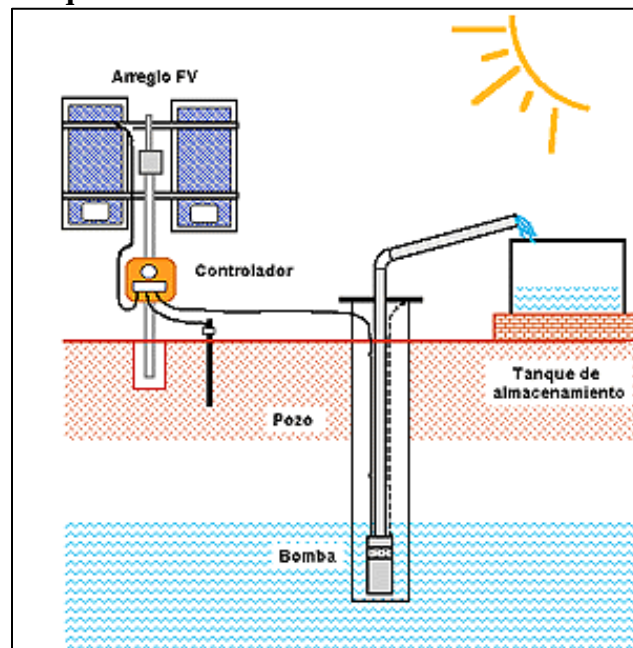


Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Implementación del sistema de bombeo fotovoltaico para sistema de filtrado

El sistema de bombeo fotovoltaico eleva el agua desde el caisson hasta dos tanques de almacenamiento de 2.5 metros cúbicos, ubicados en la parte superior de la caseta de bombeo. El esquema de implementación se muestra en el esquema de la figura 25.

Figura 25
Esquema del sistema de bombeo fotovoltaico



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

En el diseño del sistema de bombeo fotovoltaico se consideró una temperatura promedio de 35 °C y una demanda de energía diaria igual a 7 800 WHp. El sistema consta de 4 paneles solares de 195 Wp, que permite bombear un máximo de 12 metros cúbicos por día con una altura dinámica de 15 metros.

El funcionamiento del sistema de bombeo está regulado por un tablero de control automático, teniendo en el caisson y en el tanque elevado dos boyas con sensores de control de nivel bajo y nivel alto respectivamente.

Sedimentador

Para la implementación del sedimentador, que es la primera estructura del sistema de filtración lenta de arena, se consideró el diseño mostrado en la figura 12 y con la finalidad de obtener los niveles necesarios que garanticen el flujo del agua a través del sistema de filtración lento de arena, se realizó un relleno de conchuela en la base del sedimentador. En la figura 26 se muestra los trabajos realizados en las etapas de construcción del sedimentador.

Figura 26
Etapas de construcción del sedimentador



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Prefiltro

La segunda etapa del procesamiento de agua en el sistema de filtración lenta de arena es el prefiltro, cuyo diseño se muestra en la figura 13 y el avance de su construcción se muestra en la figura 27.

Figura 27
Etapas de construcción del prefiltro



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Filtro lento

La tercera etapa del procesamiento de agua en el sistema de filtración lenta de arena es el filtro lento, cuyo diseño se muestra en la figura 14. En la figura 28 se muestra el avance de la construcción.

Figura 28
Etapas de construcción del filtro lento



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Cisterna de almacenamiento de agua tratada

La etapa final del sistema de filtración lenta de arena es la cisterna de almacenamiento de agua tratada, la cual se ubica a la salida del filtro lento de arena. En la figura 29 se puede apreciar la etapa final de la construcción de la cisterna.

Figura 29
Construcción de la cisterna



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

En la figura 30 se aprecia el sistema de filtración basada en filtros de arena culminado y en funcionamiento.

Figura 30
Sistema de filtración basada en filtros de arena



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

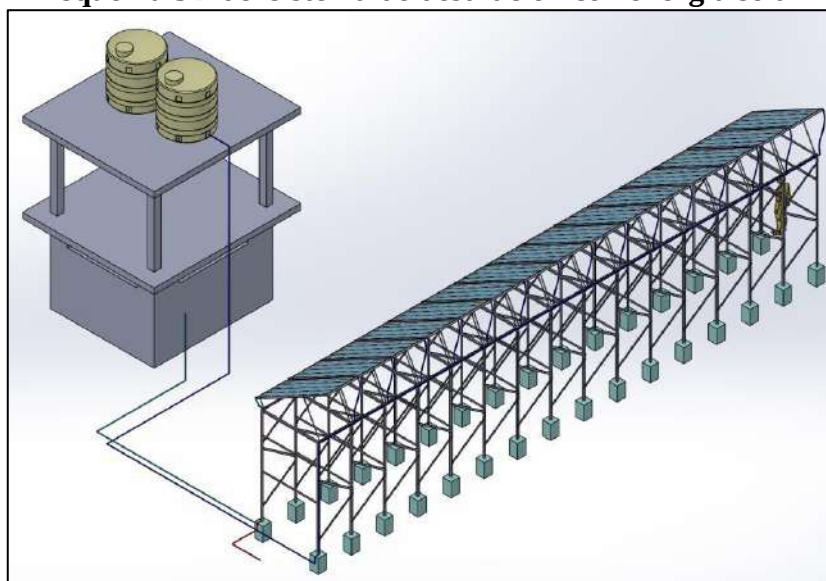
Después de tratar y almacenar el agua en la cisterna se bombea hacia los camiones cisterna que la trasladan para su uso final.

b. Sistema de destilación de agua con energía solar

El sistema de destilación de agua con energía solar contempla la construcción de una estructura metálica de soporte para los paneles destiladores, la instalación de los mismos y el sistema de almacenamiento.

El suministro de agua no potabilizada se realiza desde uno de los tanques de almacenamiento ubicados en la parte superior de la caseta de captación de agua. El volumen de agua destilada obtenida con el diseño es de aproximadamente 300 litros por día. El esquema del sistema de destilación se muestra en la figura 31.

Figura 31
Esquema 3D del sistema de destilación con energía solar



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Estructura de soporte de paneles destiladores solares

La estructura de soporte de los paneles destiladores solares ha sido fabricada con materiales de acero y se han unido con soldadura. En la base de los parantes se utilizó cemento.

La construcción de la estructura de soporte de paneles destiladores solares están en función de la figura 16 y se han considerado diferentes factores como: el peso de los paneles, el peso de las estructuras, la fuerza de los vientos y movimientos sísmicos.

Para determinar la ubicación idónea de la estructura de soporte de los paneles destiladores se realizó una simulación de la trayectoria solar en la zona del proyecto, y su efecto sobre los paneles solares.

La zona de emplazamiento se encuentra a $5^{\circ}32'40.03''$ de latitud Sur y a $80^{\circ}49'7.27''$ de latitud oeste, de acuerdo a ello el recorrido solar es como el que se muestra en la figura 32. También se ha evaluado el efecto de la trayectoria solar los días 21 de junio y 21 de diciembre.

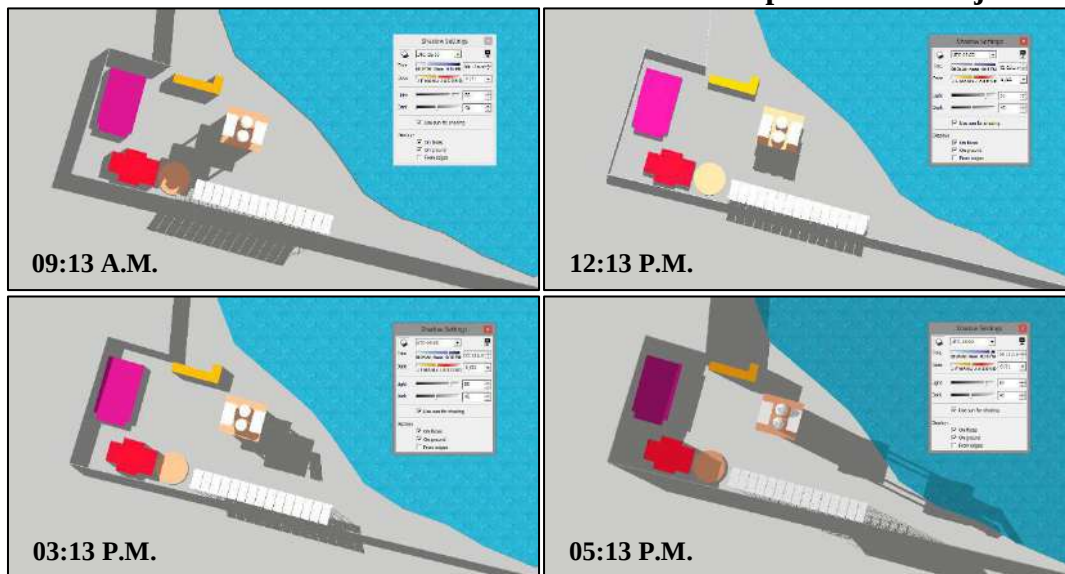
Figura 32
Recorrido solar en la zona del terreno



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

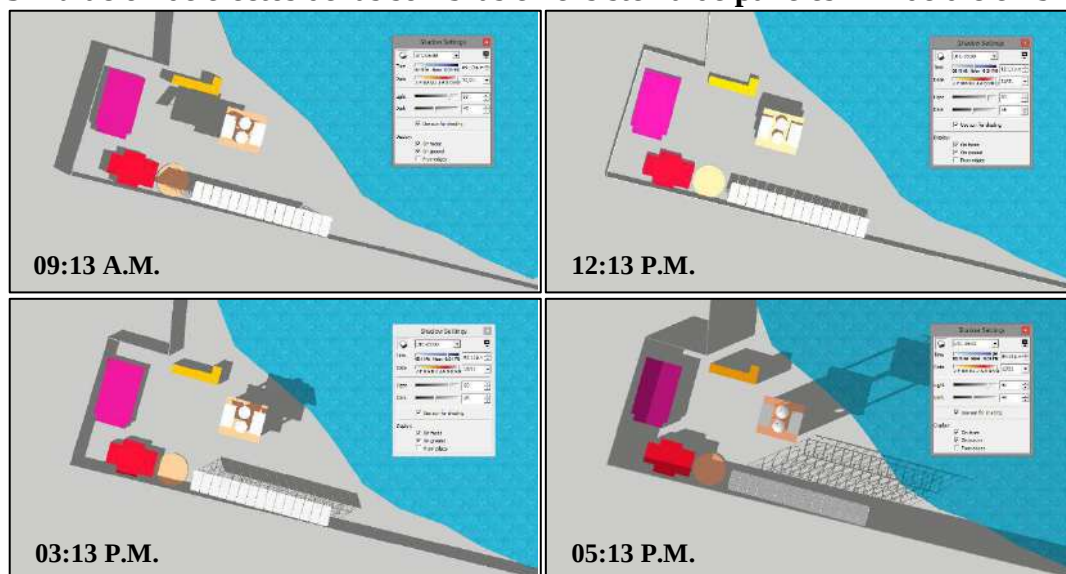
En las figuras 33 y 34 se muestra el efecto de las sombras en los paneles destiladores y se puede apreciar que en la ubicación seleccionada no son afectados. En la simulación se ha considerado tiempos a lo largo del día cuyos resultados obtenidos son en las siguientes horas: 9:13 am, 12:13 pm, 3:13 pm, 5:13 pm.

Figura 33
Simulación de efectos de las sombras en el sistema de paneles - 21 de junio



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Figura 34
Simulación de efectos de las sombras en el sistema de paneles - 21 de diciembre



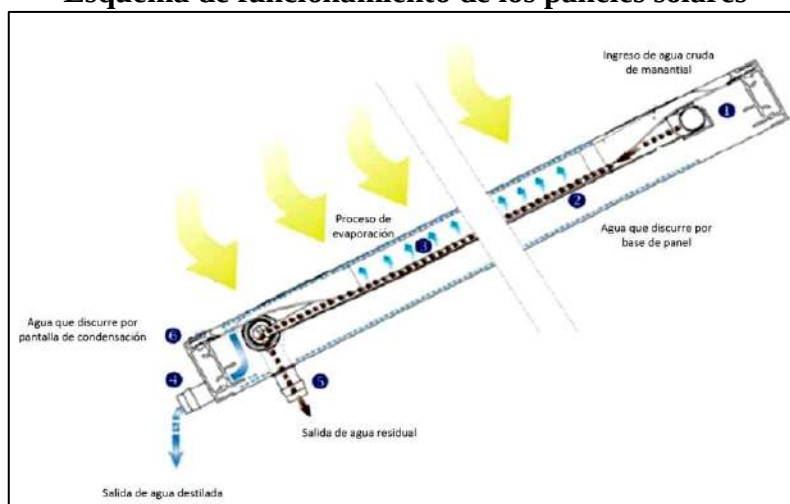
Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Instalación de paneles destiladores solares

Los paneles destiladores solares son del modelo CAROCELL™ 3000 cuya tecnología empleada es eficiente y rentable. El ciclo de funcionamiento del panel permite purificar cualquier tipo de agua. Las dimensiones del panel utilizado son 1110 x 2880 mm con un área de trabajo efectiva de 3 metros cuadrados.

El principio de funcionamiento se esquematiza en la figura 35, donde se puede apreciar el ingreso de agua no potabilizada de manantial en la parte superior, para discurrir por el paño en el interior del panel destilador, en este proceso y por efecto de la radiación solar el agua se evapora. Luego por efecto del choque térmico que se genera al poner en contacto el vapor de agua con la pantalla superior del panel esta se condensa para luego discurrir por la pantalla hacia la parte inferior del panel donde es recolectada. El agua que no logra evaporarse se drena.

Figura 35
Esquema de funcionamiento de los paneles solares



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Con la finalidad de validar el funcionamiento del panel destilador solar se instaló uno de los paneles destiladores en la zona del proyecto. Al poner en funcionamiento utilizando agua no potabilizada de manantial en el ingreso, se obtuvo agua destilada al que se le realizó el análisis de calidad.

En la figura 36 se muestra el panel destilador instalado durante el muestreo realizado por personal del laboratorio de sanitaria de la Universidad de Piura.

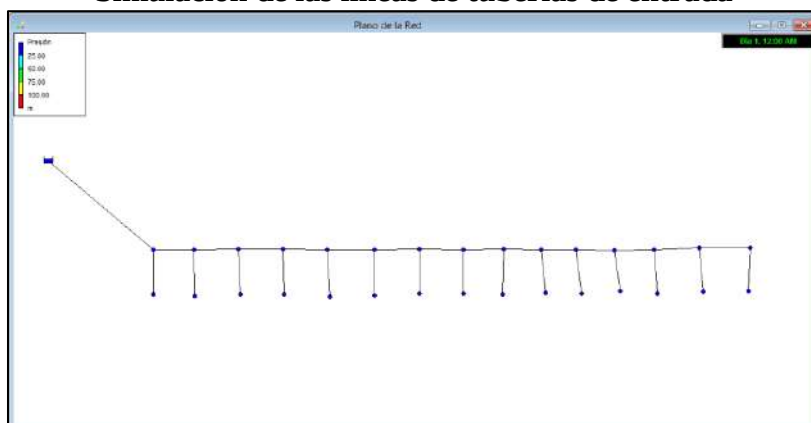
Figura 36
Panel solar instalado para prueba



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Para el cálculo hidráulico que permite definir las tuberías del sistema de destilación el análisis se centró en la línea de tuberías de entrada, debido a que las otras líneas (de salida y desfogue) tienen una caída considerable. Se empleó el software EPANET que permitió calcular si las cotas y las líneas de ductos determinan una configuración óptima para que todos los paneles de destilación reciban agua sin ningún problema, como se aprecia en la figura 37. En el resultado de la simulación ningún nodo de entrada a cada panel tiene pérdidas por presión, por lo que se concluye que no hay problemas de succión con esta configuración de línea de ductos.

Figura 37
Simulación de las líneas de tuberías de entrada



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

En la figura 38 se muestra el proceso inicial de construcción de la estructura de soporte de los paneles y los paneles instalados, previo a la instalación de tuberías.

Figura 38
Proceso de construcción de los soportes y paneles solares instalados



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

La conexión de las tuberías a los paneles destiladores se realizó utilizando mangueras flexibles, similares a la empleadas en riego por goteo, resistentes a la intemperie. En la figura 39 se muestra la instalación de las mangueras a los paneles solares.

Figura 39
Instalación de mangueras flexibles



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Una vez instalado el sistema de destilación se puso en marcha. El agua ingresa en el panel, por efecto de la radiación solar se evapora y al tener contacto con la pantalla superior del panel se genera un choque térmico que la condensa y discurre a lo largo de la pantalla superior hasta la parte inferior del panel donde es colectada.

Finalmente el agua destilada es llevada hacia el interior de la caseta de bombeo, donde es almacenada en un tanque de 750 litros. En la figura 40 se muestra el tanque instalado.

Figura 40
Tanque de almacenamiento de agua destilada



Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

Capítulo 4

Resultados, viabilidad, cronograma, presupuesto e impactos

4.1. Análisis de la calidad del agua

Después de implementar el sistema de potabilización se procedió a poner en funcionamiento y se obtuvo las primeras muestras de agua potabilizada a las que se les realizaron los análisis de calidad para determinar si es apta para el consumo industrial y humano.

Las muestras analizadas corresponden a dos tipos de agua, estas son:

- Agua natural o de manantial (código Lab 023/16)
- Agua procesada (código Lab 025/16)

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria cuyos resultados se presentan en el Apéndice D. A continuación se muestra la síntesis de los resultados:

Resultados físicos-químicos

Tabla 3: Resultados Físicos-Químicos

Tipo ensayo	Unidad	L.D.M	Lab. 023/16	Lab. 025/16
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	--	1117	1202
Cloruros	mg Cl-/L	1	143	186
Nitratos	mg NO_3^-/L	0,4	1,3	3,5
Sólidos totales disueltos	mg Sólidos totales disueltos/L	3	692	731
Sulfatos	mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$	1	127	156

Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

En la tabla 3 se puede observar que los valores de los ensayos practicados en cada muestra de agua, natural y potable, aumentaron su valor de una muestra a la otra. Esto se explica debido a las siguientes razones:

- El nivel de eficiencia alcanzado por el filtro no fue el adecuado debido al poco tiempo de funcionamiento.
- La disolución del material causado por el contacto directo de la caída del agua con la piedra en la parte superior del filtro.
- La falta de protección de la planta que se encuentra al aire libre y cerca al mar donde es muy frecuente encontrar aves que sueltan excretas sobre los filtros.

A pesar de lo descrito líneas arriba, en ningún caso se supera el límite permisible por el reglamento de calidad de agua.

Resultados microbiológicos

Tabla 4: Resultados Microbiológicos

Tipo ensayo	Unidad	L.D.M	Lab 023/16	Lab 025/16
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml	1,0	4 200	32 000
Coliformes Termotolerantes (NMP)	NMP/100 ml	1,8	<1,8	920
Coliformes Totales (NMP)	NMP/100 ml	1,8	<1,8	33
Escherichia Coli	NMP/100 ml	1,8	<1,8	33

Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

En la tabla 4 se observa un incremento en la cantidad de bacterias heterotróficas⁷ de la muestra de agua procesada (Lab 025/06). Este incremento se debió a:

- La falta de saneamiento en el almacén del producto final y
- Por el incremento de nitratos (ver tabla 3) que ocasiona un hábitat apropiada para la proliferación de las bacterias.

También se obtuvo un resultado de cloro residual < 0,1 evidenciándose la falta de cloración del agua.

Resultados biológicos

Tabla 5: Resultados Biológicos

Tipo ensayo	Unidad	L.D.M	Lab 023/16	Lab 025/16
Cuantificación de protozoos y helmintos parásitos en agua para uso y consumo humano.	Protozoos (quiste/oquiste)	N° org/L	1	<1
	Helmintos (huevos)			<1
Reconocimiento y enumeración de organismos de vida libre.	Algas	N° org/L	1	178235
	Protozoarios			<1
	Rotíferos			2
	Copépodos			140
	Nematodos			4
Pseudomona aeruginosa		UFC/100 ml	1	<1

Fuente: Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy.

⁷ Las bacterias heterotróficas, están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución. Estas bacterias son organismos que deben obtener su alimento de materia orgánica, incapaces de usar materia inorgánica para formar proteínas y carbohidratos.

En la tabla 5 se observan los resultados que evidencian el buen funcionamiento del sistema de filtrado. Así tenemos que:

- La cantidad de protozoarios, rotíferos, copépodos y nematodos se han reducido en el agua procesada (Lab 025/16); debido a que estos organismos, al pasar por filtros de arena y tamizados, quedaron atrapados.
- En cuanto a la cantidad de algas se aprecia una reducción importante en el agua procesada (Lab 025/16). Dicha reducción se dio a causa de la retención de las algas que pasan por los filtros de arena y gravas, además, el incremento del número de bacterias produjo una competencia con las algas por obtener las fuentes de nitrato y carbono.

4.2. Viabilidad comercial del proyecto

La viabilidad comercial del proyecto se centra en el estudio de mercado para medir el nivel de aceptación del agua embotellada extraída del subsuelo de Sechura y procesada con energía solar.

4.2.1. Análisis de mercado

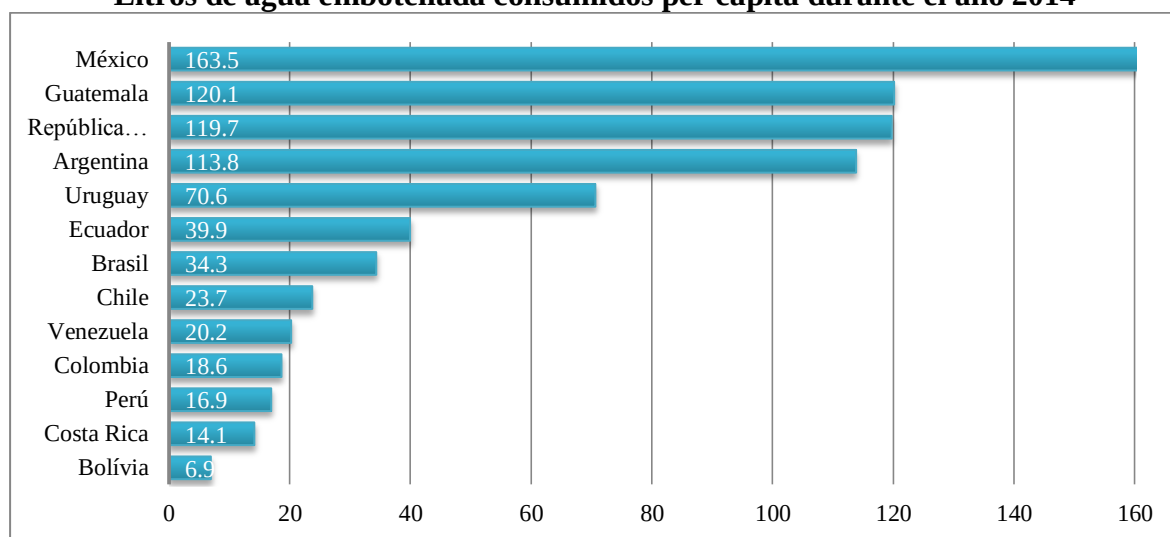
Mercado mundial

A nivel mundial, el agua embotellada se ha enfocado en convertir el elemento líquido en un producto diferenciado por su procesamiento (purificada, destilada, espumosa o natural) o por su lugar de origen, lo que puede convertirla en algo exclusivo y por tanto muy caro. Por ejemplo, Finé es una marca comercializada como una de las más limpias y puras del mundo, pues es extraída de un manantial en el monte Fuji de Japón.

Mercado latinoamericano

Según *Euromonitor International* y América Economía, el consumo per-cápita de agua embotellada en Perú registra cerca de 17 litros. Una cantidad muy baja si la comparamos con otros países de la región latinoamericana. Por ejemplo, en México, donde cada persona consume alrededor de 160 litros al año. En la figura 41 se muestra las estadísticas de consumo de agua per cápita en países de Latinoamérica.

Figura 41
Litros de agua embotellada consumidos per cápita durante el año 2014



Fuente: Adaptado de Euromonitor International

Mercado nacional

En el Perú, el sector está regulado mediante el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano a través del Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Respecto a los hábitos de consumo, generalmente se realiza dentro de casa y en épocas de verano su consumo es mayor fuera de casa por el notable incremento de la temperatura. La tendencia del consumo se direcciona al cuidado de la salud y durante el verano se cambia el consumo de bebidas carbonatadas por el de agua embotellada. Según la comunidad médica, se recomienda consumir 2 litros de agua al día, lo que conlleva al consumidor a poco a poco elevar su consumo pues los doctores son agentes influyentes en el target.

Identificación de competidores y su posicionamiento

San Luis: Es una marca con más de 60 años en el mercado nacional, fue introducida al mercado por la embotelladora El Pacífico y vendida a la Corporación Lindley en el 2004 (The Coca-Cola Company). Inicialmente, su estrategia fue comunicar que era una bebida mineral y en los '90 su slogan fue: “San Luis es vida”, cambiando luego al slogan actual: “San Luis, eso que te mueve” dejando de lado lo de agua mineral, enfatizándose ahora en el balance interno. Además, la marca San Luis ha impulsado mucho el tema ecológico invitando a sus consumidores a reciclar el plástico.

Cielo: Es una marca con más de 10 años en el mercado nacional, fue lanzada inicialmente por el Ajegroup para el NSE C y D, luego se fue posicionando como una bebida para mejorar el estilo de vida. Su slogan es “Agua Cielo eleva tu vida”. Usa generalmente spots publicitarios con personajes de segmentos económicos altos, como profesionales, mujeres rubias y fitness. Actualmente su slogan es “En este verano, lo importante es el interior” ofreciendo además un atributo diferencial en su producto como lo son las coenzimas Q10 y un diseño más estilizado en su envase.

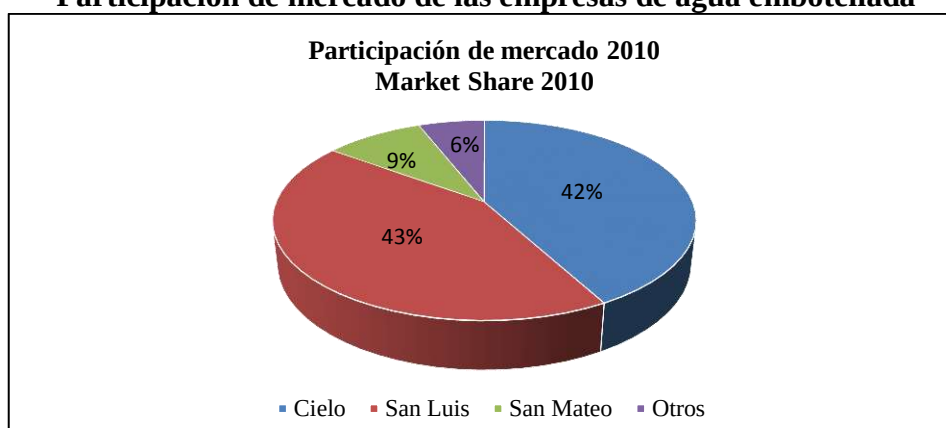
San Mateo: Es una marca que a partir del 2006 cambio su diseño luciéndose totalmente renovado. Se dirige al NSE A y por ende tiene el mayor precio del mercado. No tiene la

mayor parte del mercado, es la tercera marca en market share, pero tiene uno de los más altos niveles de recordación. Se ha posicionado “apuntando principalmente al cuidado personal del consumidor”.

Participación de mercado

El mercado de agua embotellada se encuentra dividido entre tres marcas fuertemente posicionadas que se reparten el 94% de las ventas, siendo la primera marca San Luis con 43%, seguida por Agua Cielo con 42% y en tercer lugar San Mateo con solo 9% tal como se muestra en la figura 42. El 6% restante se ha fragmentado entre las diferentes marcas de micro empresas que se desarrollan de manera local en las diferentes ciudades, principalmente en las ciudades capitales de cada región.

Figura 42
Participación de mercado de las empresas de agua embotellada



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de: “El mercado de las aguas: un solo elemento, distintos consumidores.”

En el estudio realizado en el distrito de Sechura se obtuvo como *top of mind* o primera marca en el consumidor agua “San Luis” (52%) y le sigue una marca Regional de Sechura denominada “Agua Inmaculada” (19.6%). Estos resultados se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6: Posicionamiento de marca

Marca	Total de encuestas	Porcentaje
	102	100.0%
San Luis	53	52.0%
Cielo	16	15.7%
San Mateo	4	3.9%
Spring	3	2.9%
Fuente	0	0.0%
Sta María	0	0.0%
Vida	1	1.0%
Inmaculada	20	19.6%
otras	5	4.9%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

4.2.2. Segmento objetivo o mercado meta

Tamaño de mercado

El mercado potencial por cercanía geográfica sería la población de la provincia de Sechura, que cuenta con seis distritos los cuales totalizan una población de 75 151 habitantes (urbana + rural). En la tabla 7 se muestra la distribución de la población urbana:

Tabla 7: Población urbana

Distritos	Población Urbana
Sechura	32 144
Bellavista de La Unión	3 344
Bernal	5 633
Cristo Nos Valga	2 218
Vice	12 335
Rinconada Llicuar	2 823
Total	58 497

Fuente: INEI Piura. Compendio estadístico 2011.

Considerando con juicio de expertos y datos de venta de empresas del sector de agua embotellada en bidones para Piura, se calcula la demanda potencial en unidades de bidones de 20 litros para la provincia urbana de Sechura.

- *Cálculo del mercado*

$$N^{\circ} \text{ de familias} = \left(\frac{\text{Población}}{5} \right) \times NSE_{ABC}^8 = \frac{58\,497}{5} \times 0.331 \cong \mathbf{3\,873 \text{ familias objetivo}}$$

- *Demanda potencial anual en unidades*

Considerando un consumo de 2 bidones por semana en temporada baja (en los meses de Mayo a Noviembre) y 3 bidones por semana en temporada alta (en los meses de diciembre a abril).

$$N^{\circ} \text{ de bidones por año} = \frac{(N^{\circ} \text{ de familias objetivo} \times N^{\circ} \text{ de bidones por semana en temporada baja} \times N^{\circ} \text{ de semanas en temporada baja})}{+} \\ (N^{\circ} \text{ de familias objetivo} \times N^{\circ} \text{ de bidones por semana en temporada alta} \times N^{\circ} \text{ de semanas en temporada alta})$$

$$N^{\circ} \text{ de bidones por año} = (3\,873 \times 2 \times 36) + (3\,873 \times 3 \times 16) = \mathbf{464\,760 \text{ bidones}}$$

Asimismo, el mercado secundario estaría distribuido en los distritos con mayor población y que limitan con Sechura. Estos distritos son: La Arena con una población urbana total de 30 886 y La Unión con una población urbana total de 33 369; ambos están ubicados en un radio de 20 a 30 kilómetros a la redonda y porque la familia cuenta con una empresa de transporte con la que podrían hacer "alianza estratégica" para el transporte primario del producto final.

⁸ Debido a que no se cuenta con el valor de la proporción de familias de los NSE A, B y C para la provincia de Sechura se ha considerado el valor existente a nivel departamental.

- *Cálculo del mercado secundario*

$$N^{\circ} \text{ de familias} = \left(\frac{\text{Población}}{5} \right) \times NSE_{ABC} = \frac{30\,886 + 33\,369}{5} \times 0.331 \cong \mathbf{4\,254 \text{ familias objetivo}}$$

- *Demanda potencial anual en unidades del mercado secundario*

Para determinar la demanda potencial del mercado secundario se tiene en cuenta las mismas consideraciones de consumo que las definidas para el mercado de la provincia de Sechura.

$$N^{\circ} \text{ de bidones por año} = \frac{(N^{\circ} \text{ de familias objetivo} \times N^{\circ} \text{ de bidones por semana en temporada baja} \times N^{\circ} \text{ de semanas en temporada baja})}{+ (N^{\circ} \text{ de familias objetivo} \times N^{\circ} \text{ de bidones por semana en temporada alta} \times N^{\circ} \text{ de semanas en temporada alta})}$$

$$N^{\circ} \text{ de bidones por año} = (4\,254 \times 2 \times 36) + (4\,254 \times 3 \times 16) = \mathbf{510\,480 \text{ bidones}}$$

Capacidad de producción y participación de mercado

La capacidad de producción a nivel de planta piloto es de 10 m³ diarios de agua potable. Asimismo produce 300 litros/día de agua destilada. Constituyéndose actualmente las empresas Periche en productor de agua potable y agua destilada.

Los 10 m³ equivalen a 500 bidones de agua embotellada de 20 litros por día lo que significa una producción de 12 500 bidones al mes y de 150 000 al año. Con esta capacidad se lograría una participación de mercado de 15%.

Hábitos

El estudio revela que ambas aguas, potable (de grifo) y embotellada, son consumidas por la población. Pero el grado de insatisfacción por el agua potable de grifo es grande y así se comprueba en las supervisiones realizadas en el presente mes por la Defensoría del Pueblo junto con la Dirección de salud ambiental de Piura (Diario Correo, 2016).

Tabla 8: Procedencia del agua

Procedencia	Total de encuestas	Porcentaje
	121	100.0%
De grifo	55	45.5%
Embotellada	56	46.3%
Otras	10	8.2%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

En la tabla 8 se muestra los canales de procedencia del agua que se consume en la provincia de Sechura siendo el agua de grifo y la embotellada las que tienen más del 90% de consumo.

Tabla 9: Calidad del agua de grifo

Calidad del agua	Total de encuestas	Porcentaje
	102	100.0%
Muy mala	10	9.8%
Mala	24	23.5%
Indiferente	42	41.2%
Buena	23	22.6%
Muy buena	3	2.9%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

En la tabla 9 se indica que la tercera parte de los encuestados valora que el agua de grifo que se distribuye en la provincia de Sechura es de mala calidad.

Tendencias

Tal como se muestra en la tabla 10, el consumidor de agua en Sechura valora principalmente el agua embotellada por los siguientes criterios: Higiene (20%), Salud (18.4%) y Sabor (16.4%).

Tabla 10: Factores relevantes para elegir agua embotellada

Criterios	Total de encuestas	Porcentaje
	305	100.0%
Pureza	49	16.1%
Higiene	61	20.0%
Sabor	50	16.4%
Por minerales	20	6.5%
Salud	56	18.4%
Precio	38	12.4%
Marca	31	10.2%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 5.6%.

Nivel de aceptación del proyecto y del nuevo producto

Se explicó a los encuestados que el proyecto consistía en la fabricación de una planta piloto que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar, un sistema que no perjudica el medio ambiente, sostenible en el tiempo y que hace uso de los recursos de la zona.

Se evalúa esta iniciativa y se obtiene que el 93.4% de los encuestados la califica en el *top box* (buena y muy buena). Los resultados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11: Calificación de la iniciativa

Calificación	Total de encuestas	Agua de grifo	Agua embotellada	Otros
	121	55	56	10
Muy mala	0	0%	0%	0%
Mala	0	0%	0%	0%
Indiferente	8	7.3%	7.1%	0%
Buena	78	70.9%	60.7%	50.0%
Muy buena	35	21.8%	32.2%	50.0%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

En las pruebas del producto los resultados obtenidos que se muestran en la tabla 12 indican que la mayoría (87.3%) de los encuestados estarían dispuestos a comprar un bidón de 20 litros. Asimismo, la mayoría de los encuestados (91%) estas dispuestos a pagar entre S/. 8.00 y S/. 10.00 soles por un bidón tal como se muestra en la tabla 13 y más de la mitad (59.8%) de los encuestados indicó que el nombre “Agua del Desierto de Sechura” es el más aceptado tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 12: Disposición al consumo

Respuesta	Total de encuestas	Agua de grifo	Agua embotellada	Otros
	121	55	56	10
Definitivamente Sí	37	38.2%	23.2%	30%
Probablemente Sí	67	50.9%	57.1%	70%
Indiferente	9	5.5%	10.7%	0%
Probablemente No	5	5.5%	3.6%	0%
Definitivamente No	3	0%	5.4%	0%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

Tabla 13: Evaluación de disposición de gasto

Disposición al gasto	Total de encuestas	Agua de grifo	Agua embotellada	Otros
	121	55	56	10
S/. 6.00 soles	11	10.9%	8.9%	0%
S/. 8.00 soles	55	45.5%	46.4%	40%
S/. 10.00 soles	55	43.6%	44.6%	60%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

Tabla 14: Elección de nombre

Nombre propuesto	Total de encuestas	Porcentaje
	102	100%
Agua sol	13	12.7%
Agua del desierto de Sechura	61	59.8%
Agua Periche	2	2.0%
Agua San Martín de Tours	17	16.7%
Agua Santa Beatriz	6	5.9%
Otros	3	2.9%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

Nota: Muestreo no probabilístico. Nivel de confianza del 95% y un error estimación del 10%.

4.3. Viabilidad económica financiera del proyecto

Estimación de ventas

En la tabla 15 se muestra un estimado de las ventas que se espera lograr en los próximos 5 años teniendo en cuenta el número de familias objetivo (mercado principal y secundario) que se han definido en el punto 4.2.2.

Tabla 15: Estimación de ventas

Variable	Año					
	0	1	2	3	4	5
Tamaño de mercado objetivo	Año de inversión	8 126	10 564	13 734	17 854	23 210
Awareness		35%	35%	40%	42%	45%
Intención de compra		92%	92%	92%	92%	92%
Cobertura		30%	35%	40%	40%	45%
N° de hogares que compraría		785	1 191	2 022	2 759	4 324
Frecuencia de compra anual		52	52	52	52	52
Tamaño de compra por ocasión (bidones 20 litros)		2.31	2.31	2.31	2.31	2.31
Volumen de ventas totales (bidones 20 litros)		94 295	143 014	242 833	331 467	519 396
Volumen de ventas totales (valor venta)		S/. 47 1476	S/. 736 524	S/. 1 288 106	S/. 1 809 476	S/. 2 915 631
Participación de mercado (%)		9.66%	11.27%	14.72%	15.46%	18.63%

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar.

A partir de las ventas estimadas se ha calculado el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Los resultados se muestran en la tabla 16.

Tabla 16: Flujo de caja

Concepto	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión	S/. 322 260		S/. 100 000			
Ventas	S/. 0	S/. 471 476	S/. 736 524	S/. 1 288 106	S/. 1 809 476	S/. 2 915 631
Costo de producción	S/. 0	S/. 306 459	S/. 478 741	S/. 837 269	S/. 1 176 159	S/. 1 895 160
Utilidad bruta	S/. 0	S/. 165 017	S/. 257 783	S/. 450 837	S/. 633 317	S/. 1 020 471
Gastos generales	S/. 23 574	S/. 23 574	S/. 36 826	S/. 64 405	S/. 90 474	S/. 145 782
Gastos comerciales	S/. 0	S/. 47 148	S/. 73 652	S/. 154 573	S/. 217 137	S/. 437 345
Gastos prestamos	S/. 0	S/. 0	S/. 43 725	S/. 43 725	S/. 43 725	S/. 43 725
Utilidad operativa	S/. 345 834	S/. 94 295	S/. 3 580	S/. 188 134	S/. 281 981	S/. 393 620

Valor actual neto (VAN)	S/. 219 492
Tasa interna de retorno (TIR)	32 %
Tasa de interés mínima	12 %

Fuente: Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar..

El proyecto busca generar los siguientes impactos económicos en la empresa con una marca comercial para agua embotellada en presentación de bidones de 20 litros.

Para el cálculo de las ventas (tabla 15) se ha considerado las siguientes variables:

- Mercado potencial de 8 126 familias objetivo de los distritos de Sechura, La Arena y La Unión.
- Recordación de marca (awareness) de 35% en los años 1 y 2 y de 40% a 45% entre los años 3, 4 y 5.
- Intención de compra de 92% durante los próximos 5 años.
- Cobertura de 30% en el primer año, 35% para el segundo, 40% para el tercero y cuarto y 45% para el quinto.
- De las 52 semanas al año, en los meses de alta demanda (diciembre - marzo) se compran 3 bidones por semana y en los meses de baja demanda (abril - noviembre) se compran 2 bidones por semana, por lo cual se obtiene una media ponderada anual de 2.31 bidones por semana.
- Para el precio se considera un incremento acorde a la inflación en 3%.

Asimismo se espera que en los próximos años los consumidores cada vez más conscientes de su salud y alimentación y bebida saludables estén tendiendo hacia un mayor consumo de agua embotellada.

Con ello las ventas son del orden de 94 295 bidones en el primer año que significaría una participación de mercado de 9.66% en el primer año teniendo una capacidad de producción superior (150 000) durante los dos primeros años por lo que se considera una inversión en

el segundo año para aumentar la capacidad productiva que satisfaga la demanda de los siguientes 3 años.

En la tabla 16 se ha calculado el valor actual y la tasa interna de retorno con la estimación de ventas obtenidas en la tabla 15 y para ello se han considerado las siguientes variables:

- Costos de producción del 65% de las ventas.
- Los gastos generales se calcularon con un valor del 5% de las ventas. Excepto en el año de inversión cuyo valor es el mismo al del año 1.
- Para apoyar un aumento en la recordación de marca y mantener la intención de compra se ha considerado una partida por gastos comerciales (publicidad) respecto a las ventas, con un valor del 10% durante los años 1 y 2, del 12% para los años 3 y 4 y del 15% para el año 5.
- Por último, los gastos financieros (prestamos) consignados corresponden a la inversión realizada en el año 2 para aumentar la capacidad productiva por los menos de los próximos 3 años. La inversión contempla una tasa de interés del 15%.

Hay que considerar que la inversión inicial no implica devolución bancaria pues son recursos no reembolsables del proyecto financiado por el estado.

Con dichas consideraciones los resultados obtenidos son:

Valor Actual Neto (VAN): S/. 219 492

Tasa Interna de Retorno (TIR): 32%

4.4. Cronograma de actividades y presupuesto del proyecto

El proyecto se ha planificado para ser diseñado y ejecutado en un periodo de 12 meses. Las actividades consideradas para el desarrollo del proyecto están descritas en la tabla 17.

Tabla 17: Cronograma de actividades

Actividad		Duración (meses)	Mes											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Componente 1: Diagnóstico y estudio del manantial y acondicionamiento de la zona del proyecto.														
1.1	Estudio hidrogeológico y análisis orgánico e inorgánico del agua	2	X	X										
1.2	Presentación del expediente para el otorgamiento de uso de agua	2	X	X										
1.3	Acondicionamiento de la zona de desarrollo del proyecto	2		X	X									
Componente 2: Diseño del prototipo del sistema de tratamiento y del suministro de energía.														
2.1	Diseño del sistema de tratamiento preliminar (cribado)	1			X									
2.2	Diseño del filtro de arena	2			X	X								
2.3	Diseño del filtro de turbidez	2			X	X								
2.4	Diseño del reactor solar	3			X	X	X							
2.5	Diseño del sistema de suministro de energía fotovoltaica	2				X	X							

Actividad		Duración (meses)	Mes											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Componente 3: Implementación del prototipo.														
3.1	Implementación del sistema de bombeo y suministro de energía fotovoltaica	4						X	X	X	X			
3.2	Implementación del sistema de filtración de agua	5						X	X	X	X	X		
3.3	Implementación del sistema de esterilización de agua	5						X	X	X	X	X		
Componente 4: Puesta en marcha y prueba del prototipo.														
4.1	Puesta en marcha del prototipo	1											X	
4.2	Prueba de rendimiento del prototipo	1											X	
4.3	Prueba de calidad del agua tratada	1											X	
Componente 5: Gestión y cierre del proyecto.														
5.1	Formulación del proyecto	1	X											
5.2	Elaboración de la línea base	2	X	X										
5.3	Elaboración de la línea de salida	2											X	X
5.4	Ampliación del estudio de mercado	3										X	X	X
5.5	Publicación de artículos en revistas especializadas / arbitradas / indexadas	1												X
5.6	Propiedad intelectual	2											X	X
5.7	Elaboración y presentación de Tesis	2											X	X
5.8	Elaboración y presentación del informe técnico financiero	4		X				X				X		X
5.9	Taller de difusión de resultados del proyecto	1												X
5.10	Elaboración y presentación del informe final de resultados y lecciones aprendidas	2											X	X

Fuente: Elaboración propia.

El presupuesto para el proyecto se muestra en las tablas 18 y 19.

Tabla 18: Presupuesto por entidades aportantes

Nombre de la entidad	Aporte No Monetario S/.	Aporte Monetario S/.	Aporte Total S/.	Porcentaje %
Entidad solicitante				
Transportes, distribuciones y servicios Periche S.R.L.	23 400.00	52 843.06	76 243.06	18.48
Entidad(es) asociada				
Universidad de Piura	66 900.00	0.00	66 900.00	16.22
Entidad financiadora				
FINCYT	0.00	269 416.94	269 416.94	65.30
Total	90 300.00	322 260.00	412 560.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Presupuesto por partida de gasto y entidades aportantes

Partida presupuestal	Aporte Monetario FIDECOM S/.	Aporte Monetario Entidad solicitante S/.	Aporte Monetario Entidad asociada S/.	Aporte No Monetario Entidad solicitante S/.	Aporte No Monetario Entidad asociada S/.	Total S/.	% Aporte FIDECOM
Consultorías	42 000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42 000.00	15.59
Equipos y bienes duraderos	4 237.29	762.71	0.00	0.00	24 000.00	29 000.00	1.57
Gastos de gestión	13 000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13 000.00	4.83
Honorarios	64 400.00	12 000.00	0.00	23 400.00	42 900.00	142 700.00	23.90
Materiales e insumos	12 711.86	2.288.14	0.00	0.00	0.00	15 000.00	4.72
Otros gastos elegibles	12 847.46	16 152.54	0.00	0.00	0.00	29 000.00	4.77
Pasajes y viáticos	4 118.64	741.36	0.00	0.00	0.00	4 860.00	1.53
Servicios de terceros	116 101.69	20 898.31	0.00	0.00	0.00	137 000.00	43.09
Total	269 416.94	52 843.06	0.00	23 400.00	66 900.00	412 560.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Plan de negocio del proyecto

El plan de negocio del proyecto consta de dos partes el análisis de la situación de la empresa realizado a través de la metodología “Análisis FODA” y el análisis industrial del sector a través de un “Análisis Porter”. Ambos se describen a continuación.

4.5.1. Análisis FODA

Fortalezas

- Fuerte sentido de pertenencia familiar empresarial.
- Respaldo de la Empresa Periche como proveedor de agua potable y agua industrial.
- La empresa cuenta con clientes que demandaron en el año 2015: 5 640 metros cúbicos de agua potable para consumo y 9 151 metros cúbicos de agua industrial.
- Liquidez empresarial.
- Accesibilidad a créditos si se requiere financiamiento externo.
- Cuenta con red de canales de distribución.
- Proyecto en etapa piloto con respaldo de Innovate Perú y Universidad de Piura que a nivel de prototipo produce diariamente 10 metros cúbicos de agua industrial y 300 litros de agua potable para consumo.
- Terreno propio donde se instala la planta piloto y el manantial.
- Aceptación de la población como iniciativa favorable del proyecto.

Debilidades

- Bajo nivel de recordación de la Empresa Periche.
- Falta de estrategia comercial.

- Necesidad de establecer sistema de producción con estándares de calidad y con autorización de DIGESA y sistema de comercialización para nuevo negocio.
- Es un producto de consumo vital por tanto los esfuerzos se deben centrar en la diferenciación del proceso productivo y estrategia comercial.

Oportunidades

- Baja calidad de agua de consumo humano en Sechura.
- Fuerte identidad regional.
- Crecimiento constante del consumo de agua embotellada en el país.
- Participación en un mercado con alto rendimiento.
- Posibilidad de acceder a nuevos mercados fuera de la provincia de Sechura.
- Establecimiento de alianzas estratégicas con negocios y distribuidores de la zona.
- Falta de cumplimiento de normas de calidad en los productos de agua embotellada de los competidores locales.
- Disposición al consumo de la nueva propuesta de agua embotellada.

Amenazas

- Principal sustituto el agua de grifo.
- Alto posicionamiento de agua embotellada de corporaciones: Agua San Luis y Agua Cielo.
- Diversidad de diferentes marcas y presentaciones del agua embotellada que se ofertan en el mercado nacional y local.
- Posibles restricciones al uso de agua natural.
- Impacto ambiental que genera el uso de envases de plástico.

4.5.2. Análisis de la industria

Amenaza de nuevos participantes

El negocio de agua embotellada se caracteriza por ser rentable, de fácil operación y rápida recuperación de capital.

El crecimiento y mercado potencial hacen factible el ingreso de pymes para implementación del rubro en esa localidad.

Una barrera de entrada lo constituyen los canales de distribución que son relevantes en el negocio y que debe ser fuerte para garantizar abastecimiento y llegada al mayor mercado potencial.

Rivalidad entre empresas existentes

La industria del agua embotellada tiene más de 60 años y ha tenido un gran crecimiento. Las principales marcas de este sector han sufrido constantes cambios en sus estrategias comerciales en la última década, sus mensajes publicitarios se han orientado a ofrecer estatus y/o bienestar. Son tres marcas que dominan el mercado nacional.

En el Perú, el mercado se encuentra en crecimiento puesto que el consumo per-cápita es uno de los más bajos en Latinoamérica.

Asimismo el producto tiene diversas presentaciones y agresivas campañas publicitarias.

Amenaza de productos sustitutos

El sustituto del agua embotellada es el agua de grifo, sin embargo se asocia a baja calidad. Y el agua embotellada se asocia a calidad, salud y bienestar.

Respecto al precio, un sustituto es el jugo envasado, pero el precio restringe la sustitución.

Poder de negociación de compradores

En el mercado existen diversidad de ofertantes y demandantes, por tanto, los compradores no determinan la producción que viene regulada por el mercado y pueden elegir con facilidad y cambiar sin restricción a su proveedor de agua.

Poder de negociación de proveedores

Los proveedores no son determinantes en el negocio y se caracterizan por tener bajo nivel de negociación, pues existe variedad en el mercado para todos los equipos e insumos que requiere la producción del agua embotellada. El inversionista puede elegir aquel que se ajuste a sus costes presupuestales y estrategias.

4.6. Impactos esperados

4.6.1. Impactos económicos

El desarrollo de Sechura se ve reflejado en el sector industrial y específicamente en el sector terciario: comercio, transporte, turismo, ocio, etc. Esto aumenta la necesidad de agua potable. El servicio promedio de dos horas diarias que actualmente se brinda es insuficiente. Además, existe evidencia que diariamente las industrias tampoco cubren completamente sus requerimientos de agua potable, ya que Pro Gestión ofrece sólo mil metros cúbicos de agua por día para la ciudad y las industrias. El éxito del proyecto permitirá ofrecer un nuevo producto y aumentar la oferta de agua potable, a un precio menor que el actual.

Los indicadores sobre los que se tendrá impacto positivo son: aumento de ingresos en la empresa, aumento en la rentabilidad para las empresas que consuman agua más barata, mejor salud y ahorro en las familias.

4.6.2. Impactos sociales

En pleno siglo XXI, en Sechura, aproximadamente el 26% de viviendas no tiene acceso a agua potable. Además, existe una injusta y absurda racionalización debido a problemas técnicos. Pro Gestión divide su limitada capacidad de mil metros cúbicos por día entre la ciudad (550 metros cúbicos) y las industrias (450 metros cúbicos); dejando desatendidos a gran parte de sus clientes.

Los indicadores sobre los que se tendrá impacto positivo son: aumento de puestos de trabajo, aumento de familias con acceso a agua potable, disminución de epidemias y enfermedades por malas prácticas de almacenamiento de agua, aumento del índice de desarrollo humano y mejora de salud. Además, al aumentar la oferta de agua podrán

desarrollarse fácilmente los negocios, permitiendo así mayores beneficios sociales para la población de la zona.

4.6.3. Impactos en la formación de cadenas productivas o clústeres y otras externalidades

En la zona de alcance del proyecto se fortalecerá la cadena productiva de tratamiento de agua que actualmente viene siendo ejecutada solamente por una única empresa: Pro Gestión. El proyecto permitirá eliminar el monopolio de abastecimiento de agua que actualmente hay en Sechura y desaparecerán parcialmente los problemas ya mencionados: pésima calidad del agua, mal servicio, elevados precios, escasez del recurso, etc. El éxito del proyecto también permitirá fortalecer el negocio de traslado de agua, ya que no dependerá solamente de Pro Gestión. Asimismo, la disponibilidad de agua permitirá el desarrollo de las industrias y comercio de la zona, con las ventajas que esto implica.

4.6.4. Potencialidad de ser replicado por empresas similares

En Sechura, se ubica el desierto más grande del país. Existen distintas fuentes de agua: el Estuario de Virrila, oasis en las desembocaduras del Río Piura, y otros manantiales dispersos. Todas estas fuentes de agua comparten las mismas características de entorno: clima cálido y seco, con escasas lluvias, presencia de sol durante todo el año. Por ello, se afirma que sí hay disponibilidad de materia prima para esta industria. Además, la combinación tecnológica que se propone utilizar ha sido aplicada con éxito en otros lugares. Esto aumenta la probabilidad de éxito del proyecto. Por estas razones, se considera factible la replicabilidad y transferencia de tecnología a otras empresas que puedan aportar a aumentar la oferta y calidad de agua potable que actualmente se brinda.

4.6.5. Impactos en Tecnología

La implementación de reactores solares para el tratamiento de agua con fines de consumo humano o uso industrial, representa un importante impacto tecnológico en la zona debido a que se basa en el uso de energía solar, una energía limpia y renovable. El funcionamiento de estos reactores está garantizado por el gran potencial de radiación solar de la zona (6 kwh/m^2) y el largo periodo de exposición solar (12 horas diarias). Considerando lo antes indicado, y que no existe una propuesta comercial de este tipo en la zona, el éxito del proyecto generará replicas que solucionen los problemas de demanda de agua. Asimismo cabe señalar los reactores solares contribuyen a paliar el problema energético actual, debido a que no requiere el uso de combustibles fósiles ni de energía eléctrica convencional.

4.6.6. Impactos ambientales

Hay impacto ambiental positivo puesto que el sistema de tratamiento de agua del manantial a utilizar no atenta contra la flora y fauna. El manantial se encuentra en una zona alejada (desierto), el ruido generado por las maquinarias a utilizar en el proceso será mínimo y no afectará a la población. No se utilizarán componentes contaminantes durante la extracción del agua; por ello, no hay efectos negativos en el aire y el suelo de la zona.

Aprovechando las bondades climáticas de la zona, para el proceso de desinfección del agua se utilizará energía renovable (solar); en lugar de la energía eléctrica que sí tiene impactos

ambientales negativos. Respecto a los residuos del sistema fotovoltaico, se prevé que sean reciclados por empresas especialistas (SGS PERU), que puede recuperar hasta el 77%.

4.6.7. Medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados como negativos y permanentes (o temporales)

No se han identificado impactos ambientales a considerar. En todo caso, los profesionales, consultores y empresas que brinden servicios tecnológicos que participarán del proyecto tendrán una explícita advertencia de evitar o considerar los impactos ambientales que pudiesen surgir en la ejecución del proyecto. En el caso de duda, el coordinador del proyecto, el representante legal de la empresa y el investigador principal tomarán decisiones de mitigación inmediatas.

Conclusiones

1. Las MYPES (Microempresas y Pequeñas Empresas) tienen un gran potencial de crecimiento a través de ideas innovadoras que no pueden ser desarrolladas por falta de recursos económicos y/o humanos. Normalmente esto se debe a que dedican gran parte de su tiempo en la gestión y operatividad y les queda muy poco o nada de tiempo para innovar; ya sea en productos, servicios, procesos o técnicas que optimicen su productividad, rentabilidad y los hagan más competitivos en el mercado nacional e internacional.
2. La oportunidad que ofrece el Ministerio de Producción a través de sus programas de fondos concursables con recursos no reembolsables (RNR) ayuda en gran medida a que las MYPES se “motiven” a desarrollar esas ideas innovadoras, convirtiéndose en un catalizador para el desarrollo empresarial. Además, busca que esas ideas tengan el soporte técnico y científico para poder concretarse satisfactoriamente por ello ofrece más fondos a aquellas empresas que se asocian a una institución de educación superior o científica para desarrollar sus proyectos.
3. La asociación Empresa - Universidad - Estado ha dado excelentes resultados. tal como se evidencia en la siguiente página web <http://www.innovateperu.gob.pe/quienes-somos/proyectos-financiados>, ideas hechas proyectos de innovación que se han desarrollado gracias a los RNR siendo un ejemplo claro el presente proyecto que se ha desarrollado en este documento.
4. El desarrollo de este proyecto contó con un coordinador de proyecto que desarrolló muy bien el rol de *Project Manager* gracias a sus competencias, conocimientos y habilidades interpersonales. Y además, estuvo siempre apoyado por los docentes-investigadores, técnicos y personal calificado.
5. La empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. entidad solicitante del proyecto tiene un gran potencial tal como lo muestra el análisis FODA que se le realizó, tanto en la infraestructura y el personal calificado siendo

este último el más importante. Pero también tiene algunas debilidades que debe mejorar como por ejemplo la dependencia de la mayor parte de ingresos debido a una línea de servicio y la deficiencia de capital para poder invertir en nuevos productos. Es por ello que el proyecto desarrollado ayudará a superar principalmente estas dos debilidades creando una nueva línea de servicio-producto (tratamiento de agua y venta de agua embotellada) generando ingresos por otra línea con una mayor rentabilidad.

6. Se evidencia un problema de escasez de agua en Sechura pues se registra un déficit de 77.5%, es decir, no se llega a abastecer ni con la cuarta parte de lo que se debería ofrecer. Por ello, el proyecto denominado “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura” presentado por la empresa Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L. es ideal para poder paliar este problema que aqueja a los pobladores sechuranos.
7. Este proyecto beneficiará el desarrollo económico puesto que las empresas instaladas en Sechura tendrán otra opción para poder contar con agua potable necesaria para el desarrollo de sus actividades generando una mayor productividad y rentabilidad en las mismas.
8. Se pudo generar agua potable apta para el consumo industrial y humano a partir de la energía solar aprovechando el potencial de este tipo de energía en la zona aminorando en gran medida los costos de operación que se hubiesen podido crear por el uso de combustibles fósiles o energía eléctrica, que además generan contaminación.
9. Es posible fabricar un prototipo que potabilice el agua usando energía solar y que podría ser replicable a gran escala para obtener mayor productividad. Pero, para ello es necesario hacer los estudios hidrogeológicos pertinentes, tener los permisos necesarios como el de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), contar con los diseños de los distintos sistemas que se puedan implementar y realizar las pruebas del producto.
10. Se realizaron estudios: físicos, químicos, microbiológicos y biológicos al agua potabilizada. En todos ellos los resultados fueron aceptables, sin embargo hay algunas recomendaciones a tener en cuenta puesto que el sistema se puso en marcha por primera vez. Algunas de las principales recomendaciones son: limpiar periódicamente los depósitos donde se almacena el agua tratada, los sistemas de filtro no deben dejar de funcionar más de 48 horas, monitorear constante los filtros, incluir la cloración en la etapa de almacenamiento (etapa final) y proteger adecuadamente los filtros y las zonas de almacenamiento.
11. El proyecto presenta factibilidad técnica porque es posible fabricar el prototipo, económica porque el presupuesto está dentro de los parámetros de RNR que el estado proporciona, social porque es una oportunidad de ampliar la oferta de agua ante la escasez de la misma y ambiental porque no contamina y usa energía limpia.
12. El análisis comercial refleja un mercado principal de 3 873 familias objetivo y un mercado secundario, aún mayor, de 4 254 familias objetivo, lo cual suman un total de 8 126 familias objetivo que se pretende atender.

13. Tomando en cuenta factores como la intención de compra, recordación de marca y la cobertura que la empresa tendría el número de familias que compraría se reduce radicalmente a solo 785, dando como resultado una demanda de 94 295 bidones al año y que significa un poco más del 60% de la capacidad productiva de la planta piloto.
14. La demanda del año 1 y 2 es aceptable para la capacidad productiva de la planta piloto por lo que se puede satisfacer dicha demanda por lo menos durante los dos primeros años. Pero además, la empresa considera pertinente invertir en el año 2 para aumentar la capacidad productiva que ayude a satisfacer la demanda de por lo menos los próximos 3 años.
15. A pesar de los competidores y su posicionamiento en el mercado, hay un alto porcentaje de consumidores (87.3%) que están dispuesto a comprar un bidón de 20 litros de agua. Asimismo, más del 90% de los encuestados están dispuestos a pagar entre S/. 8.00 y S/. 10.00 por bidón y el 59.8% de los encuestados indicó que el nombre “Agua del Desierto de Sechura” es el más aceptado.
16. Los resultados del análisis económico financiero dan buenos resultados respecto a la inversión realizada teniendo como Valor Actual Neto de S/. 219 492 y una Tasa Interna de Retorno de 32%, lo que nos indica un proyecto bastante aceptable respecto a la rentabilidad que se lograría.
17. Existe la probabilidad de que otras empresas entren al mercado debido a que no existen barreras de entrada fuertes. Por ello la empresa debe tomar sus previsiones para optimizar el proceso o crear estrategias de marketing que ayuden a la sostenibilidad del negocio.
18. Los impactos económicos son positivos puesto que se genera mayor rentabilidad en la empresa ejecutante, se aminoran los costos a las empresas que hacen uso de este recurso y se ofrece una nueva opción más económica a las familias que compran agua embotellada.
19. Los impactos sociales son positivos porque al ofertar más agua las familias tendrán mayor acceso a este recurso mejorando su calidad de vida.
20. Los impactos tecnológicos son positivos porque se puso la tecnología (paneles solares) a disposición para mejorar los procesos de tratamiento de agua.
21. Por último, los impactos ambientales también son positivos porque se utiliza energía inagotable, renovable y cero contaminante.

Bibliografía

- ALLPE Medio Ambiente. (2012). El volumen de agua dulce de la Tierra es una diminuta esfera. Blog Medioambiente.org. Obtenido de <http://www.medioambiente.org/2012/05/el-volumen-de-agua-dulce-de-la-tierra.html>
- Bianchini Ingeniero. (s.f.). Gaviones. Sistemas de corrección fluvial muros de contención urbanismo. Obtenido de https://www.abianchini.es/es/catalogos/item/download/50_54d47ee49bf67752940400d046bb03d7
- Biblioteca Virtual en Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. (2005). Especificaciones técnicas para la construcción de captaciones especiales. Lima. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/025_Construccion_captaciones_especiales/Construcci%C3%B3n_captaciones_especiales.pdf
- Diario Correo. (2016). Agua de mala calidad consumen en Sechura. Edición impresa (22/03/2016). p 5.
- Diario La República. (2016). Se destrabaron 17 proyectos de agua y saneamiento por S/ 35 millones en 30 días. Obtenido de <http://www.larepublica.pe/impresaeconomia/803095-se-destrabaron-17-proyectos-de-agua-y-saneamiento-por-s-35-millones-en-30-dias>
- Euromonitor International. (2014). Gráfico del Día: El consumo de agua embotellada en América Latina. Obtenido de <http://ameco.mobi/negocios-industrias/grafico-del-dia-el-consumo-de-agua-embotellada-en-america-latina>
- Fiestas, H., Sánchez, E., Quinde, M., & Cumpa, A. (2016). Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy. In: Proceedings of the World Congress on

- Engineering and Computer Science 2016 Vol II. San Francisco, IAENG. pp 963-966.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2015). Estado de la población peruana 2015. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1010/index.htm>
- Innovate Perú. (2017). Obtenido de <http://www.innovateperu.gob.pe/>
- Ministerio del ambiente. (2015). Modifican los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per153057.pdf>
- Naciones Unidas. (s.f.). Agua. Obtenido de <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2017). La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (s.f.). Servicios de aguas para la salud. Cambio climático y salud humana. Obtenido de <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/water/es/>
- Pasache, M.B.; Fiestas, H. & Sánchez, E.A (2018). Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar: Proceedings de 16th LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education, and Technology: Innovation in Education and Inclusion". Lima-Peru 2018.
- PMI Lima Perú Chapter. (2016). Obtenido de <http://www.pmi.org.pe/nuevoportal/>
- Population.City. (2015). Sechura. Población. Obtenido de <http://poblacion.population.city/peru/sechura/>
- Project Management Institute. (2013). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Quinta Edición. Pensilvania: Project Management Institute Inc.
- Radio Programas del Perú. (2017). El agua es un bien escaso que el Perú no sabe administrar. Obtenido de <http://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969>
- Radio Programas del Perú. (2015). Piura: Municipio de Sechura no renovará contrato con Pro Gestión. Obtenido de <http://www.rpp.pe/peru/piura/piura-municipio-de-sechura-no-renovara-contrato-con-pro-gestion-noticia-906433>
- Servicio de Programación y Optimización del Uso del Agua de Riego. (2010). Uso de calicatas para evaluar el riego. Obtenido de <https://www.unops.org/ApplyBO/File.aspx/04.01%20-%20ANEXO%204%20-%20Estudio%20Suelos%20-%20parte1.pdf?AttachmentID=452a7362-3e29-4c34-81f5-9b7f85a1a815>

Apéndices

Apéndice A
Resultados de convocatoria

RESULTADOS FINALES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS PIPEI

NOTA IMPORTANTE

PROYECTOS EN PROCESO DE EVALUACIÓN

Las Entidades Solicitantes cuyos proyectos se encuentran "EN PROCESO DE EVALUACIÓN", se actualizará periódicamente la publicación durante los siguientes días.

PROYECTOS DESAPROBADOS

Las Entidades Solicitantes cuyos proyectos obtuvieron el resultado "DESAPROBADO", recibirán por correo electrónico los resultados de la evaluación de su proyecto. Asimismo, si la Entidad Solicitante lo cree conveniente puede presentar nuevamente su proyecto en la 8ª convocatoria del concurso PIPEI, y para ello, tiene 2 opciones:

1. Presentar nuevamente su proyecto previo el levantamiento de las observaciones desde el inicio de la Convocatoria, o
2. Solicitar una reconsideración en la instancia o etapa de evaluación donde desaprobó (Evaluación Externa o Comité Técnico), sometiéndose a las bases de la convocatoria vigente.

Para aquellas entidades que soliciten reconsideración de la evaluación en la etapa donde desaprobaron, podrán hacerlo **solo hasta el 12 de Mayo de 2014** y deberán solicitar el modelo de carta de reconsideración al correo mluna@finicyt.gob.pe.

(*) El orden en el que se encuentran los proyectos no indica ningún tipo de orden de mérito u ordenamiento especial.

N°	Código de Proyecto	Entidad Solicitante	Procedencia de la Entidad Solicitante	Título del Proyecto	ÁREA	Envío de proyecto vía Sistema en Línea	Filtro Legal	1ª etapa Evaluación	2ª etapa Evaluación
								Evaluación Externa	Comité Área
19	PIPEI-7-P-128-031-13	MAGTEL PERU S.A.C.	LIMA	DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA PARA MONITOREO ON-LINE DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN LIMA METROPOLITANA	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	APROBADO
20	PIPEI-7-P-129-032-13	SISTEMAS ELECTRONICOS VECTOR SRL	AREQUIPA	INTERFAZ DE ACCESO COMMON PARA LOS DISTINTOS SISTEMAS ANTIGUOS Y MODERNOS EN LA PLATAFORMA DE COMUNICACIONES DEL CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA REGIONAL	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	EN PROCESO DE EVALUACIÓN
21	PIPEI-7-P-130-033-13	ACUICOLA MARES DEL SUR SAC	LIMA	MEJORA DE LA PROPAGACION DE CEPAS JUVENILES DE CHONDRODONTOMUS CHAMISSOI PROVENIENTES DE ESPOROCULTIVO, CON LA TECNOLOGÍA DE DISCOS DE FIACIÓN SECUNDARIA (DFS) CON DIFERENTES TEMPERATURAS Y NUTRIENTES EN CONCHAS DE ABANICO DESECHADAS, EN PARACAS, PISCO, ICA	CIENCIAS AGRARIAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
22	PIPEI-7-P-137-035-13	SWEDPE S.R.L.	AREQUIPA	PLATAFORMA DE BUENAS PRÁCTICAS DE TRABAJO EN GESTIÓN DE PROYECTOS EPCM, MULTIPRESARIAL EN ENTORNO COLABORATIVO SOBRE WEB.	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	DESAPROBADO
23	PIPEI-7-P-139-036-13	PUBLICACIONES Y CONTENIDOS PERU S.A.C.	AREQUIPA	Desarrollo de un prototipo de libro físico de alta calidad y de bajo precio impreso en máquinas convencionales que permita a los autores independientes competir con la piratería.	CIENCIAS TECNOLÓGICAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
24	PIPEI-7-P-143-038-13	TRANSPORTES.DISTRIBUCIONES Y SERVICIOS PERICHE S.R.L.	PIURA	FABRICACIÓN DE PROTOTIPO QUE POTABILICE EL AGUA DE UN MANANTIAL EMPLEANDO ENERGÍA SOLAR PARA AMPLIAR LA COBERTURA DE AGUA POTABLE EN LA PROVINCIA DE SECHURA (PIURA).	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	APROBADO
25	PIPEI-7-P-145-039-13	GLOBAL NET INGENIEROS S.A.C.	LIMA	SISTEMA BLENDING DE FORMACIÓN PREUNIVERSITARIA DIRIGIDA A JOVENES DE TODO EL PAÍS QUE QUIEREN POSTULAR A CUALQUIER UNIVERSIDAD A NIVEL NACIONAL.	OTROS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	APROBADO
26	PIPEI-7-P-160-040-13	HUERTO GENESIS S.A.C.	LIMA	VALIDACIÓN DEL CULTIVO DE 4 VARIEDADES MEJORADAS DE UVA SIN SEMILLA (ARRA) CON UN MISMO SISTEMA DE CONDUCCIÓN, A ALTA DENSIDAD, OBTENIENDO MAYOR PRODUCTIVIDAD POR HECTÁREA, MENOR NÚMERO DE RACIMOS Y MEJOR TAMAÑO DE BAYA CON UN ESTÁNDAR DE MANEJO DE MENOR COSTO	CIENCIAS AGRARIAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
27	PIPEI-7-P-162-041-13	AGRONEGOCIOS GENESIS SAC	LIMA	ADAPTABILIDAD DE TRES NUEVAS VARIEDADES HÍBRIDAS DE ESPÁRRAGOS 100% MASCULINOS EN CONDICIONES DE CLIMA CÁLIDO	CIENCIAS AGRARIAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	EN PROCESO DE EVALUACIÓN
28	PIPEI-7-P-164-042-13	GALEON COSMETICA DEL PERU	LIMA	CREACION DEL ACTIVO COSMETICO BABA DE CARACOL LIOFILIZADA (SNAIL SECRETION FILTRATE) PARA ATENDER LA CRECIENTE DEMANDA POR PARTE DE LABORATORIOS FARMACEUTICOS Y COSMETICOS EXTRANJEROS Y EXPORTACION AL MUNDO.	CIENCIAS MÉDICAS Y DE LA SALUD	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
29	PIPEI-7-P-166-043-13	LEOCAR EIRL	LIMA	Desarrollo e implementación de un sistema de trazabilidad e inocuidad y la generación de mayor valor a través de procesos óptimos de producción de carne de vacuno de la empresa Leocar EIRL en la zona de Iscozacín - Oxapampa	CIENCIAS TECNOLÓGICAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	DESAPROBADO
30	PIPEI-7-P-168-044-13	CONECTA2 PERU EIRL	LIMA	DESARROLLO DE UN SISTEMA INTRA CONSTRUCTIVO DE PROFESIONALIZACIÓN DE VENDEDORES Y NO VENDEDORES DE CAMPO A PARTIR DE EXPERIENCIAS PROPIAS	OTROS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
31	PIPEI-7-P-170-045-13	AGRO INCHI S.A.C.	UCAYALI	PRODUCCIÓN EN SEMI-LIBERTAD DE CERDOS CRIOLLOS MEJORADOS, PARA LA ELABORACIÓN ARTESANAL DE CECINAS Y OTROS PRODUCTOS DE ALTA CALIDAD ORGANOLÉPTICA, EN LA REGIÓN UCAYALI	CIENCIAS AGRARIAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	DESAPROBADO
32	PIPEI-7-P-173-047-13	LF GESTION TOTAL E.I.R.L.	LIMA	Diseño e implementación a nivel piloto de un sistema de optimización de operaciones de producción en la planta de alimentos balanceados para animales de Ganadería Santa Elena S.A.	OTROS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	DESAPROBADO
33	PIPEI-7-P-181-048-13	JHOMI ORGANIC COTTON SRL	LIMA	INNOVACIÓN EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS CERTIFICADAS COMO ORGÁNICAS, ANTIALÉRGICAS Y ANTIBACTERIALES, A TRAVÉS DE LA VALIDACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL USO DE FIBRA COBRE EN EL TEJIDO.	CIENCIAS TECNOLÓGICAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
34	PIPEI-7-P-185-126-13	EXANDAL S.A.	LIMA	MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL GERMEN DE TARA, SUBPRODUCTO DE LA SEMILLA DE TARA PARA UTILIZARLO COMO FUENTE PROTEICA EN REEMPLAZO DE LA PROTEÍNA DE TORTA DE SOYA EN ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TRUCHA ARCO IRIS Y GAMITANA.	CIENCIAS TECNOLÓGICAS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	DESAPROBADO
35	PIPEI-7-P-186-049-13	ICONCONSULTING TECH S.A.C.	LIMA	DESARROLLO DE UN ECOSISTEMA INTEGRAL DE BIG DATA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN Y RESPUESTA POR PARTE DEL ESTADO DEL PERÚ, EN EL REGISTRO DE INFORMACIÓN Y ATENCIÓN DE REQUERIMIENTOS SOLICITADOS POR LOS CIUDADANOS, AL SECTOR PÚBLICO.	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	RECEPCIONADO	ADMITIDO	DESAPROBADO	-
36	PIPEI-7-P-189-050-13	LF GESTION TOTAL E.I.R.L.	LIMA	Diseño e implementación a nivel piloto de un sistema de gestión de proyectos productivos complejos en zonas rurales del Perú	OTROS	RECEPCIONADO	ADMITIDO	APROBADO	DESAPROBADO

Apéndice B
Informe Hidrogeológico

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

**DISEÑO IMPLEMENTACION
Y
EVALUACION
DEL
PROTOTIPO DE UN SISTEMA
DE TRATAMIENTO
DE AGUA POTABLE
UTILIZANDO ENERGIA SOLAR
EN SECHURA**



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

INDICE

1.0.- ASPECTOS GENERALES.

- 1.1.- UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO Y SITUACION ACTUAL
- 1.2.- CONDICIONES CLIMATICAS

2.0.- GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO.

- 2.1.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES
- 2.2.- SISMICIDAD
- 2.3.- GEODINAMICA EXTERNA

3.0.- ACTIVIDADES REALIZADAS

- 3.1.- EXCAVACION DE CALICATAS
- 3.2.- DESCRIPCION DE CALICATAS
- 3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 3.3.1.- Contenido de Humedad Natural
 - 3.3.2.- Peso Especifico
 - 3.3.3.- Análisis Granulométrico por Tamizado
 - 3.3.4.- Limite de Consistencia AASHO
 - 3.3.5.- Densidad Máxima y Humedad Óptima
 - 3.3.6.- Análisis químicos
 - 3.3.7.- Resistencia al Corte Directo de Suelos



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

4.0.- ANALISIS DE LA CIMENTACION.

- 4.1.- CAPACIDAD PORTANTE Y CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA DEL TERRENO
- 4.2.- PARAMETROS PARA DISEÑO SISMO-RESISTENTE.
- 4.3.- AGRESION DEL SUELO AL CONCRETO
- 4.4.- ANALISIS DE LICUACION DE ARENAS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

- Testimonio Fotográfico
- Ensayos de Laboratorio



Percy Távara Serrate
Tpo. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
REG. CIP 17 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

1.0.- ASPECTOS GENERALES.

El presente estudio de Mecánica de Suelos realizado con la finalidad de Cimentación, ubicado en el distrito de Sechura, Provincia y departamento de Piura, fue ejecutado por personal capacitado de Laboratorio de suelos, a solicitud de la Empresa Transportes Periche EIRL.

El objetivo principal es determinar las propiedades Físico Mecánicas de los suelos y la capacidad portante del terreno donde se ha proyectado la construcción de dicha planta.

1.1.- UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO Y SITUACION ACTUAL

Ubicación y accesos

Ubicación

La zona del Proyecto está ubicada en el Distrito de Sechura, Provincia de Sechura.

Ubicación hidrológica

El proyecto se ubica en el Distrito de Sechura, perteneciente a la Provincia de Sechura, del Departamento de Piura.



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

1.2.- CONDICIONES CLIMATICAS

La zona de estudio se encuentra ubicada en una zona sub-tropical, seca y árida con características similares, imperantes en las regiones desérticas donde la temperatura es templada en casi todo el año, con una precipitación pluvial anual de 250 mm. Notándose una diferencia de mayo a setiembre donde la temperatura mínima llega hasta 18°C y la máxima alcanza hasta 26°C; mientras que de octubre a abril la temperatura varía de 25° a 37°C.

Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el "Fenómeno del Niño", en cuyo período las lluvias son intensas de hasta 600-800 mm. Acumulados.

2.0.- GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO.

El área de emplazamiento donde se ha proyectado la construcción de esta obra Civil la misma que se encuentra ubicada en el distrito de Sechura.

Geológicamente el área de estudio se encuentra en una zona agrícola; y como terreno de fundación se encuentran arenas de gran fino, limosa SM y arena limosa mal gradada (SP-SM).



Percy Távora Serrato
 Tco. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

El relieve de la zona en estudio es de una topografía suave y en las excavaciones realizadas para la cimentación, en la parte superior se presentan arenas con materiales de relleno como raíces concreto y otros, que será necesario eliminar hasta su nivel de 0.77m como promedio o según cota del ingeniero proyectista y reemplazar con material transportado que cumpla con las Especificaciones Técnicas de material para relleno.

2.1.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES

La región donde se ubica la zona de estudio se encuentra en la depresión Para - andina (Sub Cuenca Sechura), limitada por la línea de Costa Pacífica al Oeste y la estribación de la Cordillera Occidental al Este en donde se observan fallas de tipo normal.

La depresión se encuentra rellena por materiales de diferente composición, formando canteras, arcillas, arenas de origen aluvial, marino o cólico las que actualmente conforman la llanura costanera, en la que se observan pequeñas depresiones y colinas y que en épocas de grandes avenidas las primeras son inundadas.

2.2.- SISMICIDAD

La Región del Noroeste de los Andes Peruanos y la Costa en particular, se caracteriza por la existencia de la Fosa Peruano - Chilena que constituye una zona de mayor actividad sísmica y tectónica del Planeta separando el continente sudamericano de una profunda cuenca oceánica (Placa Pacífica).



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

En cuanto a sismicidad, el borde continental del Perú, libera el 14% de la energía sísmica del planeta y la zona donde se construirá esta obra, ubicada en la Caleta Constante, se encuentra en la Región de mayor sismicidad, Zona III, según las normas peruanas de diseño sísmico (Ver figura Zonas Sísmicas), establecido en el reglamento general de construcciones.

Estudios realizados por Grange et al (1978), revelaron que el buzamiento de la zona de Benioff para el Norte del Perú es por debajo de los 15° , lo que da lugar a que la actividad tectónica, como consecuencia directa del fenómeno de subducción de la Placa Oceánica debajo de la Placa Continental, sea menor con relación a la parte Central y Sur del Perú y por lo tanto la actividad sísmica y el riesgo sísmico también disminuyen considerablemente.

Desde el punto de vista Neotectónico, la zona donde se realizaran las cimentaciones, no presenta diaclasas, ni fracturas y fallas de distensión, por lo que no hay evidencias de deformación neotectónica tal como se pudo apreciar en las calicatas excavadas del presente estudio.

2.3.- GEODINAMICA EXTERNA.

De los procesos Físico - Geológicos Contemporáneos de Geodinámica externa, la mayor actividad corresponde a los procesos de erosión e inundación de las zonas depresivas durante los periodos extraordinarios de lluvias, relacionadas con el fenómeno "El Niño", así como la migración y deposición de arenas cólicas transportadas de Sur a Norte, con ciertas variaciones del vector dirección.



Percy Távara Serrato
 Ing. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

El relieve de la zona en estudio es de una topografía suave y en las excavaciones realizadas para la cimentación, en la parte superior se presentan arenas con materiales de relleno como raíces concreto y otros, que será necesario eliminar hasta su nivel de 0.77m como promedio o según cota del ingeniero proyectista y reemplazar con material transportado que cumpla con las Especificaciones Técnicas de material para relleno.

2.1.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES

La región donde se ubica la zona de estudio se encuentra en la depresión Para - andina (Sub Cuenca Sechura), limitada por la línea de Costa Pacífica al Oeste y la estribación de la Cordillera Occidental al Este en donde se observan fallas de tipo normal.

La depresión se encuentra rellena por materiales de diferente composición, formando canteras, arcillas, arenas de origen aluvial, marino o eólico las que actualmente conforman la llanura costanera, en la que se observan pequeñas depresiones y colinas y que en épocas de grandes avenidas las primeras son inundadas.

2.2.- SISMICIDAD

La Región del Noroeste de los Andes Peruanos y la Costa en particular, se caracteriza por la existencia de la Fosa Peruano - Chilena que constituye una zona de mayor actividad sísmica y tectónica del Planeta separando el continente sudamericano de una profunda cuenca oceánica (Placa Pacífica).



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

En cuanto a sismicidad, el borde continental del Perú, libera el 14% de la energía sísmica del planeta y la zona donde se construirá esta obra, ubicada en la Caleta Constante, se encuentra en la Región de mayor sismicidad, Zona III, según las normas peruanas de diseño sísmico (Ver figura Zonas Sísmicas), establecido en el reglamento general de construcciones.

Estudios realizados por Grange et al (1978), revelaron que el buzamiento de la zona de Benioff para el Norte del Perú es por debajo de los 15°, lo que da lugar a que la actividad tectónica, como consecuencia directa del fenómeno de subducción de la Placa Oceánica debajo de la Placa Continental, sea menor con relación a la parte Central y Sur del Perú y por lo tanto la actividad sísmica y el riesgo sísmico también disminuyen considerablemente.

Desde el punto de vista Neotectónico, la zona donde se realizarán las cimentaciones, no presenta diaclasas, ni fracturas y fallas de distensión, por lo que no hay evidencias de deformación neotectónica tal como se pudo apreciar en las calicatas excavadas del presente estudio.

2.3.- GEODINAMICA EXTERNA.

De los procesos Físico - Geológicos Contemporáneos de Geodinámica externa, la mayor actividad corresponde a los procesos de erosión e inundación de las zonas depresivas durante los periodos extraordinarios de lluvias, relacionadas con el fenómeno "El Niño", así como la migración y deposición de arenas cólicas transportadas de Sur a Norte, con ciertas variaciones del vector dirección.



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

Los factores que influyen en los fenómenos geológicos mencionados son: las precipitaciones pluviales, filtraciones y el transporte eólico.

Los fenómenos de geodinámica externa afectan en general al área de estudio y zonas adyacentes en épocas de intensas precipitaciones pluviales; siendo el principal de ellos la inundación, y afectaran eventualmente las instalaciones durante los periodos de ocurrencia de los mismos, caso del "Fenómeno del Niño" que es de carácter cíclico y de periodo de recurrencia de 11 a 12 años de promedio; aunque no siempre de la misma intensidad por lo que en el diseño debe considerarse un drenaje adecuado.

Un segundo fenómeno pero de carácter subordinado es el de migración de arenas eólicas que afectan al área de estudio.

3.0.- ACTIVIDADES REALIZADAS

Para la ejecución del presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento del terreno con fines de programar las excavaciones.
- Reconocimiento Geológico de áreas adyacentes.
- Trabajos de excavación, descripción de calicatas y muestreos de suelos alterados e inalterados (monolitos).
- Ensayos de laboratorio y obtención de parámetros Físico -Mecánicos de los suelos.
- Análisis de la Capacidad Portante y Admisible del terreno con fines de cimentación.
- Redacción del informe, conclusiones y recomendaciones.



Percy Távora Serrato
Tco. de Suelos y Paviment.



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

3.1.- EXCAVACION DE CALICATAS

Con la finalidad de ubicar los puntos de excavación de las calicatas en el terreno, se realizó un reconocimiento de campo, determinándose la excavación de dos calicatas, hasta la profundidad de - 3.00m.

En las calicatas excavadas se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción, asimismo se procedió a la obtención de muestras disturbadas para los ensayos granulométricos, límites de plasticidad, peso específico, análisis químicos, y toma de muestras de suelos inalterados constituidos por monolitos.

Que permitieron obtener los parámetros mediante ensayos de corte directo, asentamiento diferencial, etc.

Posteriormente se realizó la descripción litológica de los diferentes horizontes.

3.2.- DESCRIPCION DE CALICATAS

Con la información obtenida mediante los análisis granulométricos, y observando el perfil estratigráfico del sondeo se ha establecido la siguiente columna:



Percy Távora Serra
 Tco. de Suelos y Pavimentación



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

• **CALICATA C-1 (SUR ESTE)**

S/M

0.00 m. a 1.80 m.

Arenas limosa con residuos sólidos para la construcción.

M - 1

1.20 m. a 2.00m.

Limos con arcilla color marrón de textura dura húmeda de consistencia homogénea. a la clasificación SUCS "ML-CL"

M - 2

2.00 m. a 3.00m.

Arena limosa sin cohesión color beige de textura firme muy húmeda de consistencia homogénea a la clasificación SUCS "SM".

NIVEL FREATICO.- Con respecto a su nivel freático se localiza a -1.80m, y material saturado desde los -1.50m

• **CALICATA C-2 (NOR ESTE)**

S/M

0.00 m. a 0.70 m.

Arenas limosa con raíces, materia orgánica.



Percy Távara Serrato
Tco. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

M - 1

0.70 m. a 3.00m.

Arenas limosas mal gradada de color beige de textura firme muy húmeda de consistencia homogénea. a la clasificación SUCS "SP - SM"

NIVEL FREATICO.- Con respecto a su nivel freático se localiza a -1.80m, y material saturado desde los -1.25m,

• **CALICATA C-3 (NORTE)**

S/M

0.00 m. a 0.50 m.

Arenas limosa con raíces, materia orgánica.

M - 1

0.50 m. a 3.00m.

Arenas pobremente gradada de color beige claro de textura firme muy húmeda de consistencia homogénea. a la clasificación SUCS "SP"

NIVEL FREATICO.- Con respecto a su nivel freático se localiza a -1.90m, y material saturado desde los -1.60m,



Percy Távara Serrato
 Tco. de Suelos y Paviment



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17504

• **CALICATA C-4 (NOROESTE)**

S/M

0.00 m. a 0.35 m.

Arenas limosa con raíces, materia orgánica.

M - 1

0.35 m. a 1.50m.

Arenas pobremente gradada de color beige claro de textura suave muy húmeda de consistencia homogénea. a la clasificación SUCS "SP"

NIVEL FREATICO.- Con respecto a su nivel freático se localiza a -0.30m, y material saturado desde los -0.00m,

• **CALICATA C-5 (SUR OESTE)**

S/M

0.00 m. a 0.50 m.

Arenas limosa con raíces, materia orgánica.

M - 1

0.50 m. a 3.00m.

Arenas limosa mal gradada de color beige claro de textura firme muy húmeda de consistencia homogénea. a la clasificación SUCS "SP- SM"

NIVEL FREATICO.- Con respecto a su nivel freático se localiza a -1.65m, y material saturado desde los -1.30m,



Percy Távora Serrato
Ing. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17504

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

La toma de muestras disturbadas se realizó para cada horizonte, las muestras fueron depositadas tanto en los boxes para ensayos de humedad natural como en bolsas plásticas para ensayos granulométricos, límites de Atterberg, peso específico y monolitos para los ensayos de corte directo y asentamiento diferencial, con sus respectivas Normas que a continuación se detallan.

- Análisis Granulométrico por Tamizado
- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Corte Directo con especímenes remoldeados y saturados ASTM D-3080
- Peso Específico de Sólidos
- Análisis Químicos del contenido de Sales, agresivas al concreto
- Humedad Natural

Con los análisis granulométricos y límites de Atterberg, así como por observaciones de campo se han elaborado los perfiles estratigráficos que acompañan el presente informe.

3.3.1.- Contenido de Humedad Natural.-

De acuerdo a los ensayos realizados, se han podido establecer rangos de humedad natural en los suelos arenosos, que está en un promedio de 12.39% Y 30.63%, cuyos valores aumentan con la profundidad (ver Cuadro de resultados Corte Directo).



Percy Távora Serrato
 Tco. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

3.3.2.- Peso Específico.-

La mayoría de suelos ensayados tales como arenosos y arenos limosos, muestran valores muy similares, que varían entre los 2.64 gr-cm³, en función a su contenido de minerales pesados.

3.3.3.- Análisis Granulométrico por Tamizado.-

Este ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco, que permitió la clasificación de los suelos del tipo SM Y SM-SC.

3.3.4.- Límite de Consistencia AASHO - 89 - 60.-

Con las fracciones que pasan el tamiz N° 40, se realizaron ensayos de límites de consistencia de la muestras, dando los siguientes resultados

CALICATA / MUESTRA	C-1- M1	C-1- M2	C-2- M1	C-3- M1	C-4- M1	C-5- M1			
% Límite Líquido	24.8	NP	NP	NP	NP	NP			
% límite plástico	18.8	NP	NP	NP	NP	NP			
% Índice de Plasticidad	6.0	NP	NP	NP	NP	NP			


Percy Távara Serrato
 Tco. de Suelos y Paviment.


Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

3.3.5.- Resistencia al Corte Directo de Suelos.-

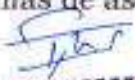
Con la finalidad de obtener los parámetros del ángulo de rozamiento interno (ϕ) y la cohesión (C) de los materiales se programaron ensayos de corte, en muestras inalteradas en los suelos de tipo arenoso (SM) Y(SP-SM), en los intervalos de 0.60-3.00m. de profundidad considerando los tipos de suelos predominantes; ensayándose en estado natural (ver resultados en formatos).

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

N°	TIPO DE	PROFUN-	ANGULO DE	COHESION	PESO	HUME
CALICATA	SUELOS	DIDAD	ROZAMIENTO		VOLUME-	DAD
		(m)	INTERNO	(c)	TRICO	W%
			(°)			
C-2	SP - SM	0.60 - 2.00	31°	0.00	1.676	2.39

4.0.- ANALISIS DE LA CIMENTACION.

En el análisis de cimentación se debe considerar los parámetros de ángulo de rozamiento interno, compacidad del suelo, peso volumétrico, ancho de la zapata y la profundidad de la cimentación. Así mismo en suelos arenosos deberá estudiarse los problemas de asentamientos relativos.


Percy Távora Serrato
 Ing. de Suelos y Pavimentos


Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

4.1.- CAPACIDAD PORTANTE Y CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA DEL TERRENO

Llamada también capacidad última de carga del suelo de cimentación. Es la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada.

Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi para zapatas corridas de base rugosa en el caso de un medio friccionante o medianamente denso; también se hace extensivo para el caso de zapatas aisladas.

Es necesario mencionar que de acuerdo a la excavación se identificaron suelos del tipo arenoso (SM) Y (SP - SM) poco compacto a medianamente denso, con poco contenido de humedad natural.

A continuación se realiza el análisis de la cimentación para diferentes profundidades (Ver Cuadro de Capacidad Portante y Capacidad Admisible).

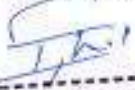
En suelos friccionantes y medianamente densos con bajos valores de cohesión (c).

PARA CIMIENTOS CORRIDOS.-

$$Q_c = C * N_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.5 * \gamma * B * N'_g$$

PARA ZAPATAS AISLADAS.-

$$Q_c = 1.3 * C * N_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.4 * \gamma * B * N'_g$$



Percy Távara Serrato
 Tco. de Suelos y Pavimentos



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

DONDE.-

γ = Peso Volumétrico gr /cm³
Df. = Profundidad de cimentación
 ϕ = Angulo de fricción interna.
B = Ancho de zapata
N'g y N'q = Factores de carga.

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Es la capacidad admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño de la estructura. También se le conoce como "Carga de Trabajo" o Presión de Trabajo" (Cuadro de Capacidad Admisible).

$$P_t = \frac{Q_c}{F_s}$$

Donde :

P_t = Presión de trabajo (kg/cm²)
Q_c = Capacidad de carga.
F_s = Factor de seguridad (3).



Percy Távara Serrato
Tco. de Suelos y Pavimentación



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

4.2.- PARAMETROS PARA DISEÑO SISMO-RESISTENTE.

Las limitaciones impuestas por la escasez de información sísmica en un periodo estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilístico y la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa de riesgo sísmico de la Región Nor Oeste Peruano.

F. Moreano (Investigador 1994), establece mediante la aplicación de métodos de los mínimos.

Cuadrados y la Ley de recurrencia:

$$\log n = 0.208472 - 0.51704 + 0.15432 M.$$

Una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el periodo medio de retorno para sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 se puede observar en el siguiente cuadro:

Magnitud Mb	Probabilidad de Ocurrencia			Periodo medio de retorno (años)
	20 (años)	30 (años)	40 (años)	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

Lo que nos indica que cada 40.80 años se producirá un sismo de mb = 7.0 y cada 73.90 años se producirá un sismo mb = 7.5.


Percy Távara Serrato
 Tco. de Suelos y Pavimento


Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
 CIP 17604

Además el factor de reducción por ductilidad y amortiguamiento depende de las características de la edificación según los materiales usados y el sistema de estructuras para resistir la fuerza sísmica.

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica para el territorio Peruano (Normas Técnicas de edificaciones E.030 para Diseño Sismoresistente), el área de estudio se ubica en la zona 03, cuyas características principales son:

- Sismos de Magnitud 7 MM
- Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre 8 y 9.
- El mayor Peligro Sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin, 1978) :
 Temblores Superficiales debajo del océano Pacífico.
 Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
 Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes occidentales.
 Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y Huaypira de actividad Neotectónica.

De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismo resistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio:

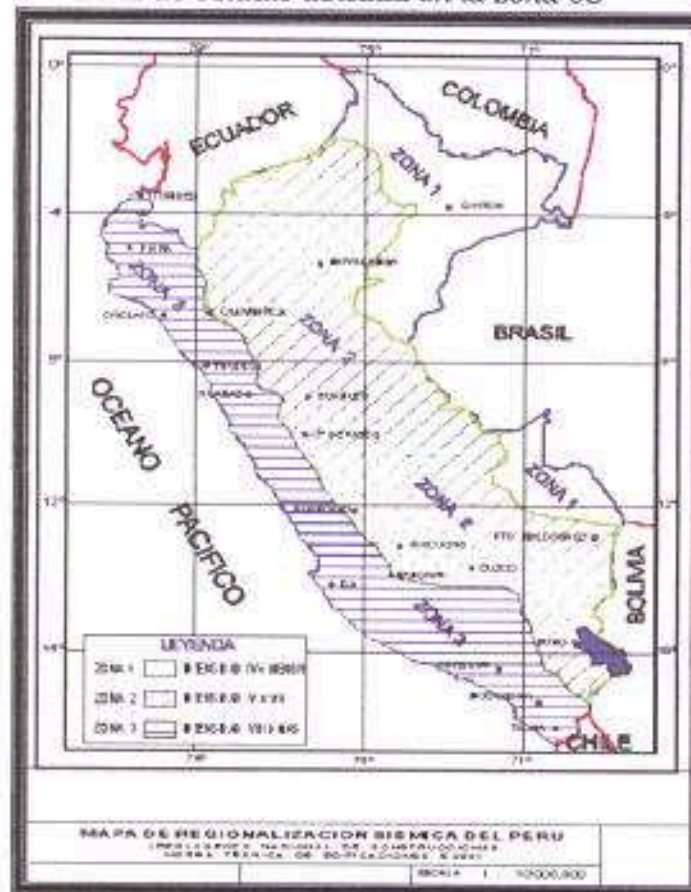
Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 3
Factor de zona	$Z(g) = 0.4$
Suelo Tipo	S - 3
Amplificación del suelo	$S = 1.4$
periodo predominante de vibración	$T_p = 0.9 \text{ seg}$
Sísmico	$C = 2.5$
Uso	$U = 1.5$


Percy Távara Serrato
 Tco. de Suelos y Pavimento


Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEÓLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

Mapa de zonificación sísmica
Zona de estudio ubicada en la zona 03



4.3.- AGRESION DEL SUELO AL CONCRETO

Los suelos arenosos a la profundidad de cimentación proyectada, presentan contenido de **sales solubles** totales de 0.032% Y 0.038%, valores que nos indican baja agresividad al concreto, por lo que se puede utilizar cemento portland tipo "MS" para el diseño de concreto, para una mejor durabilidad del concreto.

Percy Távara Serrato
Tcn. de Suelos y Pavimento.

Fuente:
Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEÓLOGO
R.C. 512 SC. 000000

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

4.4.- ANALISIS DE LICUACION DE ARENAS

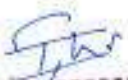
En suelos granulares, las solicitaciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta. Esta pérdida de resistencia del suelo se manifiesta en grandes asentamientos que ocurren

Durante el sismo o inmediatamente después de éste.

Sin embargo, para que un suelo granular, en presencia de un sismo sea susceptible a licuefacción, debe presentar simultáneamente las siguientes características (Seed and Idriss):

- Debe estar constituido por arena fina a arena fina limosa.
- Debe encontrarse sumergida (presencia de napa freática).
- Su densidad relativa debe ser baja.

Dado que en la zona de estudio se construirán un sistema de agua como planta de tratamiento, donde se observan arenas limosas, arenas pobremente gradadas hasta - 3.00m, cuya compacidad aumenta con la profundidad es poco probable la ocurrencia de fenómenos de licuación ante sismos de mb. 7 (último sismo 1,970, mb =7.0) de 40.8 años



Percy Távara Serrato
 Tco. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

5.0- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

5.1.- El área del terreno donde se construirá dicha planta de tratamiento, en función a la densidad, ángulo de fricción interna (θ), Cohesión (C), grado de Compacidad, son considerados del tipo friccionante, no cohesivos con grado de compacidad y resistencia a la penetración que aumentan con la profundidad debido a la humedad natural del terreno.

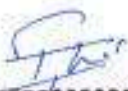
5.2.- La capacidad de carga (Q_c) de los suelos considerados medianamente densos, varía de acuerdo a la profundidad y ancho de la cimentación y/o zapatas:

5.3.- La Capacidad admisible ó Presión de Diseño (P_f) para cimiento o zapata varía según la profundidad y ancho

5.4.- En los suelos donde se ha proyectado la cimentación y/o zapatas corresponden a arenas limosas (SM), arena limosa mal gradada (SP-SM) y de acuerdo con los ensayos de corte directo.

5.5.- Los suelos arenosos a la profundidad de cimentación proyectada, presentan contenido de **sales solubles** totales de 0.032%, y 0.038% valores que nos indican baja agresividad al concreto, por lo que se puede utilizar cemento portland tipo "MS" para el diseño de concreto, para una mejor durabilidad del concreto.

5.6.- Con respecto a su nivel freático se localizó entre 0.30 – y 1.90m.



Percy Távara Serrato
Tco. de Suelos y Pavimento



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

RECOMENDACIONES

5.7.- Para las construcciones de las cimentaciones, serán del tipo superficial de acuerdo a las características siguientes:

- a.-Para la cimentación corridas la profundidad de cimentación medida a partir de la superficie libre del terreno será de 1.00m. La cual tiene una presión admisible de 0.64Kg/cm².
- b.-Para las zapatas aisladas la profundidad medida a partir de la superficie libre del terreno será de 1.20m, la cual tiene una presión admisible de 0.80Kg/cm² o según cálculo del ingeniero proyectista.

5.8.- Los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural de la obra) en el área de cimentación, sea inferior ó cuando menos igual a la presión de diseño ó capacidad admisible.

5.9.- Las condiciones del terreno presentan mayor estabilidad en condiciones de humedad.

5.10.- Se recomienda realizar un corte hasta la profundidad de 0.77m como promedio para eliminar el material contaminado.



Percy Távara Serral
Tco. de Suelos y Paviment



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

ING HIPOLITO TUME CHAPA
DR EN GEOLOGIA
ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS
CIP 17604

5.11.- Con el fin de controlar el posible asentamiento relativo de los suelos se deberá considerar debajo de la cimentación o zapatas una capa de over de 0.40m entre 4" a 6", seguido de una capa de hormigón de 0.20m, para aumentar la capacidad admisible del terreno y estabilizar por encontrarse nivel freático, seguido de un solado de 0.10, se deja la posibilidad que el ingeniero proyectista considere una manta geo textil para evitar que suba el nivel freático

5.12.-El contenido de sales solubles, cloruros, sulfatos y carbonatos es relativamente moderado, que nos indican que los suelos son de bajo a moderado agresividad al concreto por lo cuál se puede utilizar en el diseño de concreto cemento Portland tipo "MS".

5.14.- Se recomienda considerar una partida adicional para entibar y suprimir agua al momento de excavación.

5.13.- También se ha evaluado las canteras posible a usarse en el proceso constructivo, recomendándose la cantera Virgen de Cocharcas (Avendaño), Sechura (de donde se extraerá hormigón, grava, piedra chancada, Cantera Joel, Matacaballo, (se extraerá arena gruesa), y para los acabados estos serán de la cantera Vice - Zapata.

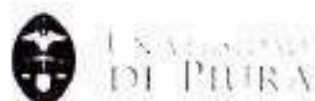


Percy Távara Serrato
Tro. de Suelos y Pavimentación



Dr. Hipólito Tume Chapa
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 17604

Apéndice C
Análisis de laboratorio 2013 - 2014



INFORME DE ENSAYO

IE-128/2013

Pág. 01/03

SOLICITANTE : Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.
TIPO DE MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
DESIGNACIÓN DE MUESTRA : M1: Toma de Cisternas, Sechura
UBICACIÓN GEOGRÁFICA : 17 520086 E / 9387135 N
FECHA DE INGRESO : 25.06.2013
MUESTRA TOMADA POR PERSONAL DEL LABORATORIO

ENSAYO FÍSICO - QUÍMICO	MÉTODO DE ENSAYO	MUESTRA:	
		Fecha de muestreo:	M1
		Hora de muestreo:	25.06.2013
		UNIDAD	08:00 a.m.
			N°Lab.: 0342/13
Temperatura ambiente	2550 B. Métodos Estándar	°C	21.0
Temperatura del agua	2550 B. Métodos Estándar	°C	20.2
Conductividad eléctrica	2510 B. Métodos Estándar	mS/cm	2.82
pH	4500-H ⁺ B. Métodos Estándar	Unid. Est.	7.50
Oxígeno disuelto	4500-O F. Métodos Estándar	mg/L	3.99
Aceites y grasas	5520 D. Métodos Estándar	mg/L	< 0.1
Alcalinidad parcial	2320 B. Métodos Estándar	mg/L (CaCO ₃)	< 1.0
Alcalinidad total	2320 B. Métodos Estándar	mg/L (CaCO ₃)	289.6
Cloruros	4500-Cl ⁻ B. Métodos Estándar	mg/L (Cl ⁻)	642.5
DBO ₅	5210 B. Métodos Estándar	mg/L	1.2
DQO	5220 B. Métodos Estándar	mg/L (O ₂)	16.5
Dureza total	2340 C. Métodos Estándar	mg/L (CaCO ₃)	664
Fosfatos disueltos	4500-P E. Métodos Estándar	mg/L (PO ₄)	< 0.3
Fósforo total	4500 P E. Métodos Estándar	mg/L (P)	< 0.1
Nitrógeno amoniacal	4500-NH ₃ C. Métodos Estándar	mg/L (NH ₃ -N)	< 0.1
Nitrógeno-Nitrato	ISO 7890-3	mg/L (N-NO ₃)	< 0.1
Nitrógeno total	4500-Norg B. Métodos Estándar	mg/L (N)	0.9
Sólidos sedimentables	2540 F. Métodos Estándar	mL/L/H	< 0.1
Sólidos totales disueltos	2540 C. Métodos Estándar	mg/L	1707
Sólidos totales suspendidos	2540 D. Métodos Estándar	mg/L	1.1
Sólidos totales	2540 B. Métodos Estándar	mg/L	1759
Sulfatos	4500-SO ₄ ²⁻ E. Métodos Estándar	mg/L (SO ₄ ²⁻)	167
Turbidez	2130 B. Métodos Estándar	NTU	1.9
ENSAYO MICROBIOLÓGICO	MÉTODO DE ENSAYO	MUESTRA:	
		UNIDAD	M1
Coliformes Termotolerantes	9221 E. Métodos Estándar	NMP/100 mL	N°Lab.: 0342/13
			2.3E+02

El presente "Informe de Ensayo" no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Piura, 12 de julio de 2013

Dr. Ignacio Benavent Trullénque
 Director de Laboratorio

Av. Ramón Mugica 131 Urb. San Eduardo Piura
 Teléfono/fax directo: (51-73) 284500 anexo 3342 Celular: 96-9848198 RPM: #297959
 e-mail: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria: lis-ihhs@udep.pe web: http://www.udep.edu.pe

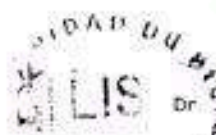


 LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA		INFORME DE ENSAYO	
		IE-128/2013	Pág. 02/03
SOLICITANTE		: Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.	
TIPO DE MUESTRA		: AGUA SUPERFICIAL	
DESIGNACIÓN DE MUESTRA		: M1. Toma de Cisternas Sechura	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		: 17 520086 E / 9387135 N	
FECHA DE INGRESO		: 25.06.2013	
MUESTRA TOMADA POR PERSONAL DEL LABORATORIO			
ENSAYO DE METALES TOTALES POR ICP (*)	MÉTODO DE ENSAYO	MUESTRA	M1
		Fecha de muestreo:	25.06.2013
		Hora de muestreo:	08:00 a.m.
		UNIDAD	Nº Lab.: 0342/13
Calcio	EPA 200.8 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry, Revisión 5.4, 1994	mg/L (Ca)	136.9684
Cobre		mg/L (Cu)	0.0021
Cromo total		mg/L (Cr)	0.0011
Hierro		mg/L (Fe)	0.1502
Magnesio		mg/L (Mg)	93.6706
Manganeso		mg/L (Mn)	0.0429
Potasio		mg/L (K)	19.2994
Zinc		mg/L (Zn)	0.0088

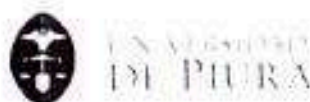
(*) Según Informe de Ensayo No. 74119L/13-MA del Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C. del 09.07.2013

El presente Informe de Ensayo no deberá ser reproducido, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Piura, 12 de Julio de 2013



Dr. Ignacio Benavent Trullenque
Director del Laboratorio



INFORME DE ENSAYO

IE-128/2013

Pág. 03/03

SOLICITANTE : Transportes, Distribuciones y Servicios Periche S.R.L.
TIPO DE MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
DESIGNACIÓN DE MUESTRA : M1. Toma de Cisternas Sechura
UBICACIÓN GEOGRÁFICA : 17 520086 E / 9387135 N
FECHA DE INGRESO : 25.06.2013
MUESTRA TOMADA POR PERSONAL DEL LABORATORIO

ENSAYO DE PESTICIDAS	MÉTODO DE ENSAYO	MUESTRA:	M1
		Fecha de muestreo:	25.06.2013
		Hora de muestreo:	08:00 a.m.
Organoclorados (*)	EPA 8270 D, Rev. 4, February 2006 Method 8270D Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass spectrometry (GC/MS)	UNIDAD	N°Lab.: 0342/13
Alfa-bhc		ug/L	< 0.1
Gamma-bhc		ug/L	< 0.1
Beta-bhc		ug/L	< 0.1
Delta-bhc		ug/L	< 0.1
Heptachlor		ug/L	< 0.1
Aldrin		ug/L	< 0.03
Heptachlor epoxide isomer b		ug/L	< 0.1
Clordane cis		ug/L	< 0.05
Clordane trans		ug/L	< 0.05
4,4'-DDE		ug/L	< 0.1
Endosulfan- α (alpha)		ug/L	< 0.02
Dieldrin		ug/L	< 0.1
Endrin		ug/L	< 0.05
4,4'-DDD		ug/L	< 0.1
Endosulfan- β (beta)		ug/L	< 0.02
4,4'-DDT		ug/L	< 0.1
Endrin aldehyde		ug/L	< 0.1
Methoxychlor		ug/L	< 0.2
Endosulfan sulphate		ug/L	< 0.2
Endrin Ketone		ug/L	< 0.2
Organofosforados (*)	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	M1
o,o,o-Triethylphosphorothioate Thionazin Phorate Sulfotep Disulfoton Dimethoate Methyl parathion Parathion Famphur	EPA 8270 D, Rev. 4, February 2006 Method 8270D Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass spectrometry (GC/MS)	ug/L	< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5
			< 0.5

(*) Según Informe de Ensayo No. 74147L/13-MA del Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C. del 09.07.2013

El presente "Informe de Ensayo" no deberá ser reproducido,
sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que
la reproducción sea en su totalidad

Piura, 12 de julio de 2013

Dr. Ignacio Benavent Trullenque
Director del Laboratorio

Av. Ramón Mugica 131 Urb. San Eduardo Piura
Teléfono/fax directo (51-73) 284500 anexo 3342 Celular 98-9848198 RPM #297959
e-mail: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria ls-ihhs@udep.pe web: http://www.udep.edu.pe



LQ-6410

INFORME DE ENSAYO

Solicitante: UNIVERSIDAD DE PIURA - PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

Tipo de ensayo: Determinación de pH, conductividad eléctrica y sales solubles en 02 (dos) muestras de agua.

Fecha: 13/12/2012.

RESULTADOS

Determinación	Método de ensayo	Q-593/12	Q-594/12
pH a 27 °C	Medida directa	7,39	7,62
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Medida directa	1589	4260
Sales solubles (ppm)	NTP 339.152	1021	2672

Descripción de las muestras: las muestras fueron alcanzadas por el solicitante con la siguiente descripción:

Q-593/12: "Pequeño".

Q-594/12: "Grande".



Dr. Ing. José Luis Barranzuela Q.



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 1 de 8

Solicitante	: UNIVERSIDAD DE PIURA
Domicilio legal	: Av. Ramón Múgica N° 131 Urb. San Eduardo-Piura
Solicitud de ensayo(s)	: Cotización N° 169/14
Cantidad de muestras	: 1
Producto(s) descrito(s) como	: ☒ Agua de manantial
Observación de la(s) muestra(s)	: Muestreo realizado por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
Cantidad de muestra para ensayo(s)	: M1: 10,5 litros.
Forma de presentación	: M1: Botellas de plástico y de vidrio, proporcionadas por el Laboratorio.
Características de la(s) muestra(s)	: M1: Muestra de agua de manantial, ubicado en la Propiedad del Sr. Rolando Periche. Carretera Vice-Sechura, 500 metros antes del puente Sechura. Fecha de muestreo: 25/09/14. Hora de muestreo: 10:00 a.m. Ubicación: 17 520086 E, 9387138 N. Elevación: 17 M.
Fecha de recepción	: 25/09/14
Fecha de inicio de ensayo(s)	: 25/09/14
Fecha de fin de ensayo(s)	: 09/10/14
Identificación de las muestras	: M1; 170/14.
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la(s) muestra(s) descrita(s).

Ensayos	Muestra 1
Aluminio (mg Al/L)*	0,0344
Amoníaco (mg NH ₃ -N/L)	< 0,1
Antimonio (mg Sb/L)*	0,0004
Arsénico (mg As/L)*	0,0142

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los parámetros de medición en campo.
Piura: Av. Ramón Múgica 131, Urb. San Eduardo. T. (073) 28 4500 anexo 1342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959.
E-mail: lts-ihis@udep.pe



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 2 de 8

Bario (mg Ba/L)*	0,1166
Berilio (mg Be/L)*	< 0,0006
Bismuto (mg Bi/L)*	< 0,0003
Boro (mg B/L)*	0,3875
Cadmio (mg Cd/L)*	0,0172
Calcio (mg Ca/L)*	121,0777
Cerio (mg Ce/L)*	< 0,0003
Cloruros (mg Cl/L)	733
Cobalto (mg Co/L)*	0,0004
Cobre (mg Cu/L)*	0,0020
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	1,7 x 10
Coliformes totales (NMP/100 mL)	4,9 x 10
Color verdadero (mg (Pt-Co)/L)	18,0
Conductividad (µS/cm)**	3080
Cromo (mg Cr/L)*	0,0018
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)*	2,3
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)*	9,0
Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	616

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los parámetros de medición en campo.

Piura: Av. Ramón Múgica 131, Urb. San Eduardo. T: (073) 28 4500 anexo 3342, (C) 96-984 8198, (RPM) #297959.
E-mail: iis-ihhs@udep.pe



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 3 de 8

Escherichia coli (NMP/100 mL)*	< 1,8
Estaño (mg Sn/L)*	< 0,0004
Estroncio (mg Sr/L)*	1,6200
Fósforo total (mg P/L)	< 0,1
Hierro (mg Fe/L)*	0,1534
Identificación y Cuantificación de parásitos-Protozoarios (N°/L)*	0
Identificación y Cuantificación de parásitos-Helminthos (N°/L)*	< 1
Litio (mg Li/L)*	0,0100
Magnesio (mg Mg/L)*	78,8381
Manganeso (mg Mn/L)*	0,1493
Mercurio (mg Hg/L)*	< 0,0001
Molibdeno (mg Mo/L)*	0,0087
Níquel (mg Ni/L)*	0,0053
Nitratos (mg NO ₃ /L)	< 0,44
Nitritos (mg NO ₂ /L)	< 0,33
Nitrógeno amoniacal (mg NH ₃ -N/L)	< 0,1
Organismos de vida libre-Algas (N°/L)*	323204
Organismos de vida libre-Protozoarios (N°/L)*	5621

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los parámetros de medición en campo.
Piura: Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo, T (073) 28 4500 anexo 3342, (C) 95 984 8198, (RPM) #297959,
E-mail: ls-ihis@udep.pe



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 4 de 8

Organismos de vida libre-Rotíferos (N°/L)*	5873
Organismos de vida libre-Copépodos (N°/L)*	53
Organismos de vida libre-Nematodos (N°/L)*	0
Oxígeno disuelto (mg/L)**	< 0,1
pH (Unidades de pH)**	7,61
Plata (mg Ag/L)*	< 0,0002
Plomo (mg Pb/L)*	0,0015
Potasio (mg K/L)*	27,9882
Recuento de bacterias heterotróficas (ufc/mL)	$6,1 \times 10^2$
Selenio (mg Se/L)*	0,0031
Silicio (mg Si/L)*	14,4454
Sodio (mg Na/L)*	425,2177
Sólidos totales disueltos (mg/L)	1880
Sulfatos (mg SO_4^{2-} /L)	183
Talio (mg Tl/L)*	< 0,0003
Temperatura del agua (°C)**	23,4
Temperatura del ambiente (°C)**	24,1
Titinio (mg Ti/L)*	0,0052

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los parámetros de medición en campo.
Piura: Av. Ramón Múgica 131, Urb. San Eduardo, T (073) 28.4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPW) #297959.
E-mail: ins-ibhs@udep.pe



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 5 de 8

Torio (mg Th/L)*	< 0,0010
Turbiedad (NTU)	2,5
Uranio (mg U/L)*	0,0010
Vanadio (mg V/L)*	< 0,0003
Zinc (mg Zn/L)*	0,0222

*Ensayo subcontratado al Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C.

**Parámetro medido en campo

Métodos:

Aluminio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Amoníaco: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-NH₃ C. Titrimetric Method.

Antimonio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Arsénico: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Bario: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Berilio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Bismuto: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Boro: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Cadmio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Calcio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Cerio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Cloruros: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-Cl B. Argentometric Method.

Cobalto: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Cobre: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Coliformes termotolerantes: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 9221 E. Fecal Coliform Procedure.

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los parámetros de medición en campo.

Piura: Av. Ramón Múgica 131, Urb. San Eduardo. T. (073) 28-4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959.
E-mail: tis-ihis@udep.pe



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 6 de 8

Coliformes totales: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 9221 B. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Color verdadero: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2120 C. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).

Conductividad: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2510 B. Laboratory Method.

Cromo: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: EPA 405.1 1999 Biochemical Oxygen Demand, 5 días, 20°C.

Demanda Química de Oxígeno: EPA 410.2 1999 Chemical Oxygen Demand, Titrimetric low-level.

Dureza total: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2340 C. EDTA Titrimetric Method.

Escherichia coli: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 22nd Ed.

Estaño: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Estroncio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Fósforo total: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-P E. Ascorbic Acid Method.

Hierro: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Identificación y cuantificación de parásitos (N°/L): SMEWW 21th Ed. 2005 Pathogenic Protozoa APHA AWWA WEF 9711. A -9711. B/ Huevos de Helminths. Ref.: 1) SMEWW 21 th Ed 2005 Part 9711A Pathogenic Protozoa 2) Observación directa. 3) Diagnóstico microbiológico 1987. Koneman, Dowell y Sommers. Ed. Panamericana. Determinación de parásitos y/o Protozoarios patógenos; Manual de procedimientos de Laboratorio para el diagnóstico de parásitos intestinales en el hombre. Método de Ziehl-Neelsen (modificado).

Litio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Magnesio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Manganeso: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Mercurio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Molibdeno: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Níquel: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Nitratos: ISO 7890-3

Nitritos: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-NO₂⁻ B. Colorimetric Method.

Nitrógeno amoniacal: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-NH₃ C. Titrimetric Method.

Organismos de vida libre (Algas, Protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos (N°/L): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2, c.1, G.22nd Ed. 2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques. Zooplankton Counting Techniques (Adaptación).

pH: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-H⁺ B. Electrometric Method.

Oxígeno disuelto: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-O G. Membrane Electrode Method.

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los parámetros de medición en campo.

Piura: Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo. T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959.
E-mail: tis-ihhs@udep.pe



INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 7 de 8

pH: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-H⁺ B. Electrometric Method.

Plata: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Plomo: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Potasio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Recuento de bacterias heterotróficas: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 9215 B. Pour Plate Method.

Selenio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Silicio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Sodio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Sólidos totales disueltos: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2540 C. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.

Sulfatos: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 4500-SO₄²⁻ E. Turbidimetric Method.

Talio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Temperatura del agua: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2550 B. Laboratory and Field Methods.

Temperatura del ambiente: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2550 B. Laboratory and Field Methods.

Titanio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Torio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Turbiedad: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22nd Ed. 2130 B. Nephelometric Method.

Uranio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Vanadio: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.

Zinc: EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry.



UNIVERSIDAD
DE PIURA

INFORME DE ENSAYO N° 087/14

Pág.: 8 de 8

OBSERVACIONES

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro laboratorio sobre las muestras descritas en el presente informe de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Piura, 13 de octubre de 2014


Ing. Esmeralda Calderón Silva
Director Técnico
Reg. CIP N° 51247



Apéndice D
Informe de análisis de agua



INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 1 de 7

Solicitante : Universidad de Piura
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Domicilio legal : Av. Ramón Múgica N°131 Urb. San Eduardo-Piura

Solicitud de ensayo(s) : Cotización 155/15

Cantidad de muestras : 3

Producto(s) : Agua de manantial
descrito(s) como : Agua residual industrial
Agua de proceso

Observación de la(s) muestra(s) : Muestras colectadas por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (Procedimiento para la recepción, identificación, manejo y almacenamiento de muestras P-19)

Cantidad de muestra para ensayo(s) : 18 L

Forma de presentación : Botellas de plástico y de vidrio, en buenas condiciones

Fecha de recepción de la(s) muestra(s) : 06/10/2015

Fecha de inicio de ensayo(s) : 06/10/2015

Fecha de fin de ensayo(s) : 14/10/2015

Validez del documento : Este documento es válido solo para la(s) muestra(s) descrita(s).

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe

INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 2 de 7

Código de Laboratorio			118/15	119/15	120/15
Código de cliente			M1	M2	M3
Fecha de muestreo			06/10/2015	06/10/2015	06/10/2015
Hora de muestreo			12:15	12:30	13:30
Lugar de muestreo			Sechura(Tanque del proyecto)	Sechura(Panel del Proyecto)	Sechura(Panel del proyecto)
Coordenadas	E		17519163	17519163	17519163
	N		9384484	9384484	9384484
	Altitud (msnm)		06	06	06
Tipo de producto			Agua natural	Agua proceso	Agua residual
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis y/o mediciones de campo^(c)					
pH	Unidades de pH	----	7.97	8.22	8.29
Cloro residual	mg Cl ₂ /L	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Temperatura	°C	----	--	--	45.7
Conductividad	μS/cm	----	3080	854	3670
Análisis Físicoquímicos					
Aceites y grasas	mg/L	2	--	--	<2

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe

INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 3 de 7

Color verdadero	mg (Pt-Co)/L	5	19.3	5	--
Cloruros	mg Cl/L	3	638.6	177.8	--
DQO	mg O ₂ /L	5	--	--	59
DBO	mg /L	2	--	--	21
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	1.5	644.0	140.0	--
Olor	---	--	Aceptable	Aceptable	--
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	0.1	<0.1	<0.1	--
Nitrógeno amoniacal	mg NO ₃ ⁻ /L	0.1	--	--	<0.1
Sabor	NTF	1	ND	1	--
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	3	1896	495	--
Sólidos totales suspendidos	mg/L	3	--	--	<3
Sólidos sedimentables	mL/L /h	0.1*	--	--	<0.1
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	5	208.1	57.7	293.9
Turbiedad	NTU	1.0	2.4	2.4	--
Análisis Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1.8	130	<1.8	--
Coliformes Termo-tolerantes	NMP/100 mL	1.8	33	<1.8	--
Escherichia Coli	NMP/100 mL	1.8	33	<1.8	--
Bacterias heterotróficas	UFC/mL	1.8	1500	17	--

Legenda: L.D.M. = Límite de detección del método

(*) Datos proporcionados por el cliente (parámetros in situ)

* LCM=Límite de Cuantificación de método

ND: No Disponible, muestra tiene presencia de coliformes

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe

INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 4 de 7

Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de Referencia	Título	Año de Versión o edición
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A,B 22nd Ed.	Conductivity. Laboratory Method	2012
PH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ A,B 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method	2012
Temperatura	SMEWW- APHA AWWA-WEF. Part 2550 B, 22nd Ed.	Temperature. Laboratory and Field Method	2012
Solidos Sedimentables	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2540 F, 22nd Ed.	Settleable Solids	2012
Solidos Totales Suspendidos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2540 D, 22nd Ed.	Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	2012
Solidos Totales Disueltos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2540 A y C , 22nd Ed.	Total Dissolved Solids Dried at 180°C	2012
Aceite y Grasas	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 5520 B, 22nd Ed.	Liquid-Liquid, Partition Gravimetric Method	2012
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 5210 B, 22nd Ed.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	2012
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 5220 B, 22nd Ed	Chemical Oxygen Demand (COD). Open Reflux Method	2012

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe

INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 5 de 7

Coliformes Totales (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B., 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	2012
Coliformes Termotolerantes (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 E (1, 2) 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	2012
Escherichia coli	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 F1., 22nd Ed	Multiple Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)	2012
Bacterias heterotróficas	SWEWW APHA AWWA-WEF. Part. 9215 B, 22nd Ed.	Heterotrophic plate count. Pour Plate Method	2012
Turbiedad	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. . 22nd Ed. 2130 B.	Nephelometric Method.	2012
Sulfatos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO ₄ ²⁻ E., 22nd Ed	Turbidimetric Method	2012
Sabor	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2160 B., 22nd Ed	Flavor threshold test	2012
Nitrógeno amoniacal	SMEWW APHA-AWWA-WEF. 22nd Ed. 4500-NH ₃ C.	Titrimetric Method.	2012
Nitratos	ISO 7890-3	Spectrometric method using sulfosalicylic acid	1988
Cloro residual	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4500-Cl D, 22nd Ed.	Chlorine (Residual). Amperometric Titration Method	2012

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe

INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 6 de 7

Cloruros	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4500-Cl ⁻ B, 22nd Ed.	Chloride. Argentometric Method	2012
Color verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C 22nd Ed.	Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	2012
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22nd Ed.	EDTA. Titrimetric Method	2012
Olor	SMEWW APHA AWWA-WEF. Part. 2115 B, 22nd Ed.	Threshold Odor Test	2012

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe

INFORME DE ENSAYO N° 72/15

Pág.: 7 de 7

OBSERVACIONES

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro laboratorio sobre las muestras descritas en el presente informe de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
- El informe de ensayo o certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Piura, 14/10/2015



Ing. Felipe Campos Yauce Blga. Yuliana Mendoza Martínez*
C.I.P. 136871 C.B.P. 9149
Director de Calidad del LIS Supervisora de Área

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihhs@udep.pe