



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por  
bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I  
2020.**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Palomino Paico, Segundo Gonzalo (ORCID: 0000-0002-2004-9680)

Vargas Mejia, Edison Saul (ORCID: 0000-0003-2857-7402)

**ASESOR:**

Dr. Suarez Alvites, Alejandro (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA- PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

A Dios, por guiarme y protegerme en todo momento y darme la oportunidad de alcanzar mis objetivos.

A mis padres: por el darme la vida y el apoyo incondicional en cada circunstancia de la vida.

A mis hermanos: por ser la motivación, y darme ánimos siempre.

### **Agradecimiento**

A mis padres: por ser quienes me guiaron por el buen camino y apoyarme en este propósito de ser profesional.

A la universidad cesar vallejo: por darme la oportunidad de formarme en sus aulas como profesional y alcanzar el sueño de ser ingeniero civil.

A todos los docentes de la universidad cesar vallejo: por forjarme e impartir sus valiosos conocimientos a lo largo de la formación profesional.

Al asesor: Ing. Alejandro Benites Suarez por su asesoría y ayuda en desarrollo a lo largo de toda esta investigación.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. MÉTODO .....	20
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Variables y operacionalización .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Procedimientos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Aspectos éticos .....</b>	<b>24</b>
IV. RESULTADOS .....	25
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS .....	47
ANEXOS .....	52

## Índice de tablas

Tabla 1 Características y especificaciones de la tubería HDPE normas ASTM D .....	10
Tabla 2 Características mecánicas de la tubería HDPE.....	11
Tabla 3 Dotación de consumo .....	12
Tabla 4 Ventajas y desventajas del panel solar fotovoltaico .....	15
Tabla 5 Datos generales de la población .....	26
Tabla 6 Periodo de diseño.....	26
Tabla 7 Resultados de la población futura a 20 años.....	27
Tabla 8 Resultados de línea de impulsión.....	29
Tabla 9 Resultados de la presión máxima en la línea de impulsión.....	29
Tabla 10 Resultados del sistema fotovoltaico .....	30
Tabla 11 Costo de la implementación del equipo de bombeo/sistema fotovoltaico .....	31
Tabla 12 Consumo de energía y costo a lo largo del tiempo .....	31
Tabla 13 Resultados de almacenamiento del reservorio.....	32
Tabla 14 Resultados del caculo del hipoclorito necesario.....	32
Tabla 15 Resultados del software WaterCAD .....	35
Tabla 16 Resultados del software WaterCAD .....	36

## Índice de figuras

Figura 1. Trazo de la red de distribución proyectada .....	33
Figura 2. Identificación del reservorio y datos generales .....	34
Figura 3. Ubicación del reservorio .....	34

## Resumen

El presente trabajo de investigación está ubicado el departamento de Lambayeque distrito de Olmos centro poblado las Pampas I, donde no hay un sistema de abastecimiento de agua potable en el cual se tiene como problema general de la investigación ¿Cuál es el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020?, como objetivo general es diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020, en donde se utilizó la siguiente metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. En donde se obtuvo la siguiente conclusión que con los cálculos y resultados de los objetivos específicos se logró hacer el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tuberías HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I, el cual brindara un servicio permanente y de larga vida útil que satisficiera las necesidades y requerimientos de la población al contando con el servicio de agua en cantidad y calidad necesaria. Por lo tanto, se recomienda el uso de las tuberías HDPE por ser tuberías que presentan mayor durabilidad y resistencia a lo largo del tiempo, y su implementación en diferentes proyectos futuros de sistemas de abastecimientos de agua potable.

**Palabras clave:** HDPE, sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, vida útil.

## **Abstract**

This research work is located in the department of Lambayeque, Olmos district, Las Pampas I town center, where there is no drinking water supply system in which the general research problem is what is the design of the supply system of potable water by pumping, with HDPE pipe, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020 ?, as a general objective is to design the drinking water supply system by pumping with HDPE pipe, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020, where used the following methodology of applied type, quantitative approach and non-experimental design. Where the following conclusion was obtained that with the calculations and results of the specific objectives it was possible to design a drinking water supply system by pumping, with HDPE pipes, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I, which would provide a permanent service and of long useful life that will satisfy the needs and requirements of the population by counting on the water service in quantity and quality necessary. Therefore, the use of HDPE pipes is recommended because they are pipes that have greater durability and resistance over time, and their implementation in different projects of drinking water supply systems.

**Keywords:** HDPE, pumped drinking water supply system, useful life.



# I. INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo daremos a conocer la realidad problemática a nivel internacional y nacional como también la justificación, problema general y específicos, objetivo general y específicos.

La reserva de abastecimiento de agua es una dificultad contemporánea y engorrosa en el que participa una serie de componentes que parten más allá del acrecentamiento de número de personas solicitan más este recurso emplearlo en el consumo humano, también para realizar las actividades económicas. El desarrollo urbano, industria y rural ha llevado que el sistema de abastecimiento de agua potable sea indispensable en el desarrollo de las actividades humanas, de la misma forma que asegura una calidad de vida de los habitantes de la zona. ( M. Clark, L. Stafford, & A. Goodrich, 2020) en un sistema de abastecimiento de agua potable tienen dificultades asociadas con la subsistencia y relevo de los partes fundamentales como son tuberías, bombas centrifugas y suministros de agua. Parte de estas dificultades están asociadas con la salud pública, el progreso financiero, el desarrollo de las actividades humanas y los costos de reparación y sustitución de los dispositivos de dicho sistema.

En muchos países de Latinoamérica centrándose en Centro América existe unos escasos de agua económica ya que teniendo los recursos hídricos el estado no se preocupa por darles un sistema de abastecimiento de agua potable ni alcantarillado, adecuado a las necesidades de la población. (Duarte Poveda, Valera Rosales, Miguel, & Barragán, 2019) como se tiene conocimiento en un sistema de abastecimiento de agua potable el desgaste se da en las líneas de flujo o líneas colectoras; ante esto la tubería convencional comúnmente tienden a fisurarse o al desgaste en poco tiempo, por ello se han hecho estudios donde se mostraron que la resistencia de la tubería HDPE al desgaste a la abrasión fue de 3,2 veces mayor a la tubería de acero de carbono durante 900000 ciclos de exposición a una velocidad de 1m/s.

El Perú no es ajeno a ello ya en muchos lugares de nuestro territorio hay zonas rurales que no cuentan con el servicio de agua potable, por ende, no hay un sistema de abastecimiento de agua potable como por ejemplo las zonas nativas de la selva y algunas zonas andinas, y en lugares donde se ha realizado obras de abastecimiento de agua potable el funcionamiento de dicho sistema ha ido

decaendo en el tiempo por las diferentes averías en la tubería utilizada (PVC) es por ello que en la actualidad las tuberías de PVC están siendo reemplazadas por tuberías de polietileno o de polipropileno por sus características. (Oblitas de Ruiz, 2010).

Nuestro trabajo de investigación está ubicado en el departamento de Lambayeque distrito de Olmos centro poblado Las Pampas I, donde no hay un sistema de abastecimiento de agua potable, este centro poblado se abastece de agua de una noria de la comunidad lo que demanda gran esfuerzo y pérdida de tiempo en el trayecto para tener en su domicilio dicho recurso vital, por ende nuestro trabajo de investigación quiere llevar a cabo todo el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con la peculiaridad que vamos a implementar la tubería de HDPE ya que tiene características de mayor duración y tiempo de servicio, como también se utilizará paneles solares fotovoltaicos para suplir la energía que requiere la bomba de impulsión.

La justificación teórica, de la investigación es realizar un diseño de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I, haciendo dicho diseño mediante cálculos manuales de los diferentes componentes del sistema de agua potable por bombeo para lo cual se incluyó el uso de paneles solares como una opción de obtener energía amigable con la naturaleza para la impulsión de la bomba, además la utilización del software Watercad ya que es una herramienta que nos permite economizar recursos y sobrellevar la toma de decisiones en relación a la infraestructura hidráulica. (Gutierrez Tenorio & Huamani Vega, 2019), (Bances Santamaria & Burga Vásquez, 2017).

La justificación social de la investigación es realizar el diseño de abastecimiento de agua potable por bombeo con tubería HDPE en Lambayeque, Olmos, Las Pampas I, ya que el centro poblado de Las Pampas I no tiene un sistema de abastecimiento de agua potable y todos los pobladores sacan dicho recurso de una noria de la comunidad con gran dificultad lo cual con dicho sistema se busca abastecer de agua a la comunidad por ende mejorar la calidad de vida, se escogió la tubería HDPE que es una tubería de alta resistencia y que requiere de un mantenimiento casi nulo porque se sabe cuándo se realiza un sistema de abastecimiento de agua potable una zona rural la obra es

financiada en su totalidad por el estado pero la subsistencia o manteniendo es Ocosteada por los beneficiarios mediante el JASS que son los responsables de la operatividad del sistema de agua potable en el tiempo, también se propone emplear paneles solares fotovoltaicos para suplir la energía de la bomba de impulsión ya que los paneles solares son amigables al medio ambiente y requiere muy poco mantenimiento y así de esa manera la población que tiene escasez de recursos económicos pueda tener un servicio de agua potable eficiente a bajo costo. (Lossio Aricoche, 2012), (Zambrano, 1997).

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cuál es el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿De qué manera Influye la topografía en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020?
- **PE2:** ¿Qué potencia debe tener la bomba para la línea de impulsión en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020?
- **PE3:** ¿Cuál sería el dimensionamiento de los paneles solares y equipamiento para suplir la energía de la bomba de impulsión en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020?
- **PE4:** ¿Cuál es el dimensionamiento de reservorio en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020?
- **PE5:** ¿Cuál es la red de distribución en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020?

El objetivo general es diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Analizar la topografía y su influencia en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020.
- **OE2:** Establecer la potencia de la bomba de impulsión en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020.
- **OE3:** Determinar el número de paneles solares y su equipamiento para suplir la energía de la bomba de impulsión en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020.
- **OE4:** Determinar el dimensionamiento del reservorio en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020.
- **OE5:** Establecer la red de distribución en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I 2020.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se tendrá en cuenta las investigaciones previas relacionadas a nivel nacional e internacional que no tengan una antigüedad mayor a 5 años.

(Macedo, 2016) Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, región San Martín. Tiene como objetivo diseñar una red de abastecimiento de agua potable utilizando paneles fotovoltaicos para suplir la energía requerida de la bomba de impulsión. La metodología descriptiva- transversal. Como conclusión que su caudal de bombeo 1.65 lps con una bomba sumergible de 1.36 Kw-h, teniendo 30 paneles solares de 260 watts, haciendo la red de distribución óptima.

(Amine Guidara, Schmitt, Ezzeddine, Zitoun , & Ihor, 2018) Análisis de integridad de tuberías de HDPE para red de suministro de agua. Tiene como objetivo determinar el comportamiento de las tuberías HDPE en la red de suministros de agua al sur de Túnez. La metodología experimental directa. Como conclusión se determinó una fórmula para calcular la presión de inicios de las grietas, que está en función de la tubería y el tamaño del defecto de la superficie externa, se determinó que las tuberías HDPE tienen un amortiguamiento del 40% más al golpe de ariete.

(Pasco Montoya, 2016) Análisis de las pérdidas de energía por fricción y accesorios en tuberías HDPE de uso común en Cajamarca, 2016. Tiene como objetivo evaluar experimentalmente y teóricamente las pérdidas de carga en tuberías HDPE en diámetros que van desde  $\frac{1}{2}$ " y  $1 \frac{1}{2}$ " y los accesorios. La metodología es experimental. La conclusión general fue que las las tuberías de  $\frac{1}{2}$ " la pérdida de carga oscila entre 49.77% y 59.26% y las de menor pérdida de carga fue en las tuberías de  $1 \frac{1}{2}$ " ya que las velocidades en las pruebas de laboratorio fueron más bajas.

(Hermosa Altez , 2019) Tubería de polietileno de alta densidad en comparación al policloruro de vinilo para un sistema de bombeo, tiene como objetivo determinar las características de las dos tuberías y costo de dicho sistema de bombeo. La metodología utilizada es de tipo cuasiexperimental, descriptiva comparativa. Como conclusión se determinó que el caudal

promedio es de 2,25 m/seg. y que la tubería de polietileno de alta densidad es mucho más eficiente por sus características, aunque la implementación de esta tubería de polietileno de alta densidad es más costosa con una diferencia de S/ 11 778,38 nuevos soles.

(Gibson, 2018) Calidad del agua y compensación hidráulica en agua potable y redes de distribución. Tiene como objetivo verificar la calidad del agua en las redes de distribución y realizar una simulación de Monte Carlo para dicho diseño de red de distribución. la metodología empleada es pre experimental. Como conclusión se determinó que las tuberías de diámetros mínimos (150mm) dan un equilibrio de flujo, calidad de agua y costo, según la simulación de Monte Carlo para dichas tuberías la velocidad del caudal debe ser entre 0,10 y 0,25 m/s para estas tenga un auto-enjuague.

(Gonzales, 2018), Análisis comparativo entre un sistema de abastecimiento de agua potable con tuberías de polietileno de alta densidad y otro de policloruro de vinilo, en el asentamiento humano nueva esperanza, nuevo Chimbote-2018, su objetivo es, analizar comparativamente un sistema de abastecimiento de agua potable con tuberías de polietileno de alta densidad y con otro de policloruro de vinilo, en el Asentamiento Humano Nueva Esperanza- 2018. Utilizando la metodología de diseño de investigación: descriptivo comparativo, como conclusión la tubería PEAD tiene una mayor resistencia al alargamiento con 331.67 mm, mientras que la tubería de policloruro de vinilo al alargamiento con 38 mm, el ensayo de impacto se obtuvo que la tubería PEAD tiene mayor resistencia 225 J/M, mientras que las tuberías de policloruro de vinilo con 47.30 J/M.

(Perez Yzquierdo G. C., 2018) Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de Nuevo Santa Rosa, distrito de Cura Morí, provincia de Piura, departamento de Piura. Tiene como objetivo realizar un diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de Nuevo Santa Rosa. Utiliza una metodología no experimental descriptiva. Tiene como conclusiones con una población de diseño de 232 habitantes, con un diámetro de tubería en la línea de impulsión de 1 ½ “, con una potencia de bomba de 1.5 HP, con un volumen de reservorio de 15 m<sup>3</sup> , con una red de distribución de acuerdo a los parámetros establecidos en la O050.



(Ramírez Aguilar, 2015), Tubería de polietileno de alta densidad resistente al impacto (OE100-RC) destinadas al transporte, distribución y servicio de agua potable. Tiene como objetivo conservar el uso de la tubería de PE 100- RC en diseños de montajes o restauración de redes de agua potable. Utilizando la metodología de tipo no experimental, corte transeccional-descriptivo. Tiene como conclusión que las tuberías PE100-RC tienen una vida útil de 100 años bajo condiciones extremas, una aceptable resistencia hidrostática con un percutor tipo C de 9.1 kg logro una altura de 1750 mm por ultimo tiene menos perdida de carga 1,05% y con un mejor comportamiento con respecto a las tuberías PE100 y PVC.

(Amine Guidara, 2016)Análisis de las condiciones de ruptura de tuberías de polietileno en suministros de agua potable, bajo efecto de flujo transitorio en presencia de una falla, como objetivo tiene definir el comportamiento de tuberías PE100, en un estado transitorio para definir el riesgo de ruptura de dicha tubería. Como metodología de tipo experimental. La conclusión fue que la tubería PE100 no presenta rotura inmediata solo fallas pequeñas  $a/t=1/6$ , con cargas a presión entre 10 a 60 bares dado un factor de seguridad de 1,2.

(Juan Deyviz & Roy Brandon , 2018) Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable con tuberías PVC-0 en el sector Minas del Pedregal, Huarochirí, 2018. Como objetivo realizar un diseño de abastecimiento de agua potable con tuberías PVC-0 en el sector Minas del Pedregal, Huarochirí. La metodología a utilizar fue no experimental de corte transversal, cuantitativa. Como conclusiones se determinó que la topografía influye en el diseño, se realizó un modelamiento en WaterGEAMS evaluando un periodo entre 24-36 horas, como conclusión ultima se determinó que las tuberías a mayor diámetro menor perdida de carga, mayor presión y menor capacidad de la bomba.

A continuación, veremos las teorías relacionadas más resaltantes para esta investigación.

Tubería HDPE (Rodríguez, 2016) la tubería HDPE viene reemplazando a materiales utilizados comúnmente para el sector construcción, para iniciar es importante tener el conocimiento de las características elementales del material, la tecnología utilizada en su fabricación para su posterior diseño con las tuberías HDPE.

Tabla1: Características y especificación de la tubería HDPE norma ASTM

PROPIEDADES	NORMAS	UNIDADES	VALORES
Densidad	ASTM D 762-06	$g/cm^3$	0.995
Negro Humo	ASTM D 1603-06	%	2.0-2.5
Temperatura de flexión en carga a 455 kPa.	ASTM D 648-06	$^{\circ}C$	70
Tensión a ruptura	ASTM D 638-03	$MPa$	34
Resistencia al impacto IZOD a 23°C	ASTM D 256-06	$J/m$	220
Elongación en punto de ruptura	ASTM D 638-03	%	800

Características mecánicas (Bailairon Perez, 2008), las características mecánicas que presentan las tuberías HDPE son:

Tabla 2: Características mecánicas

CARACTERISTICAS MECANICAS
Resistencia a la abrasión
Resistencia al golpe de ariete
Flexibilidad

(Fuente: Elaboración propia)

Características físicas (Bailairon Perez, 2008), son considerablemente livianas, con una consistencia percibida entre 0.93 y 0.96 g/cm<sup>3</sup>, por lo que nadan en el agua y son sencillas de trasladar y manipular.

Dimensionamiento (Plastiforme, 2011), para el dimensionamiento hidráulico de las tuberías HDPE se tienen en cuenta la bajísima rugosidad que presentan, ya que tienen una superficie extremadamente lisa.

Sistema de unión (Bailairon Perez, 2008), existen diversas formas para hacer la unión de tuberías de polietileno y las más conocidas son 5 que son las uniones por electrofusión, unión a tope, unión con accesorios mecánicos, mediante bridas y por juntas elásticas.

Diámetro de tubería (Martinez, 2004) en los diámetros de la tubería se considera bastante el aspecto económico, y su elección es una tarea muy ardua ya que este depende de innumerables factores que cambian de acuerdo a la ubicación de la localidad, cuantificación monetaria del agua, precio de bombeo, uso de destino del agua, las condiciones del suelo, y de los cálculos donde se considera fricción presión etc

$$D = 1.12 \times \left(\frac{n}{4}\right)^{0.25} \times \sqrt{Q_B}. \quad (1)$$

$D$  = diámetro, m

$n$  = número de horas de bombeo

$Q_B$  = caudal de bombeo

Sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo (Rivera, 2019) es el conjunto de obras cuyo objetivo es captar el agua de fuentes naturales, tratarlo para mejorar su calidad, conducir a los lugares habitables y proporcionarlo a los pobladores consumidores a valores cualitativos y cuantitativos permitidos y necesarios.

Población de diseño (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) para evaluar la población futura o de diseño, se emplea el método aritmético.

$$Pd = Pi \times \left(1 + \frac{r \times t}{100}\right) \quad (2)$$

$Pd$ = población de diseño

$Pi$ = población inicial

$r$ = tasa de crecimiento

$t$ = tiempo (años)

Dotación (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda.

Tabla 3: Dotación

REGION	DOTACION SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLOGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRAULICO (TANQUE SEPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

La topografía (Garcia Martin, Rosique Campoy, & Segado Vazquez, 1994) es destinada al estudio de las metodologías para conseguir la representación plana de un pedazo de la superficie del terreno con todas sus referencias, y de la construcción, del conocimiento y la administración de las herramientas necesarias para ello.

Variación de consumo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) la variación de consumo define los resultados de estimación del consumo percapita para la población futura según el periodo de diseño.

a- Consumo medio diario anual (l/s)

$$Q_m = \frac{p_f \times D}{86400 \text{seg.}} \quad (3)$$

$Q_m$ = consumo promedio anual l/s

$P_f$  = Población futura

$D$ = dotación

b- Consumo máximo diario (l/s)

$$Q_{md} = Q_m \times c. v. d \quad (c. v. d. = 1.3) \quad (4)$$

$Q_{md}$ = consumo máximo diario l/s

$Q_m$ = consumo promedio anual l/s

c.v.d= coeficiente según reglamento

c- Consumo máximo horario (l/s)

$$Q_{mh} = Q_m \times C. V. H \quad (C. V. H = 2) \quad (5)$$

$Q_{mh}$ = consumo máximo horario, l/s

$Q_m$ = consumo promedio anual l/s

C.V.H= coeficiente según reglamento

Sistema de captación (Rodríguez, 2001), este tipo de obras son proyectos civiles de ingeniería con la utilización de equipos electromagnéticos que serán utilizados para extraer de manera eficaz y necesaria el agua de la naturaleza sea superficial o subterránea.

Fuente de agua subterránea (Luszczweski Kudra, 1999), el agua por su naturaleza y lugar de procedencia, conforma un recurso primordial frente a la notable carencia de recursos hídricos en la superficie terrestre en comparación

con la depresión a la que se ubica un acuífero, de los materiales que lo conforman y de su ubicación en el globo terráqueo, también se destacan puntos que incrementan su uso entre ellos la ubicación muy próxima al lugar de utilización, la accesibilidad y capacidad de abastecer de agua de manera rápida y eficiente.

Calidad del agua (Gomez, 2003), la calidad del elemento químico denominado agua es el conjunto de agrupaciones, lineamientos, componentes, orgánicos e inorgánicos y la conformación y situación de las composiciones químicas encontradas en el agua.

Caudal de la fuente (Gromer, 2003) nos dice que, el caudal se representa como la letra Q y es la cantidad del fluido que pasa por un determinado tiempo (segundo) sobre una superficie determinada.

$$Q = \frac{\text{volumen del recipiente}}{\text{tiempo}} \quad (6)$$

Q = caudal, l/s

Potencia de la bomba (Viejo Zubicatay & Alvarez Fernandez, 2004) para el cálculo de la potencia de bomba se tomara en cuenta la altura dinámica total, el caudal de bombeo, la gravedad y la eficiencia bomba motor.

$$P_B = \frac{g \times HDT \times Q_B}{\eta_B} \quad (7)$$

$P_B$  = potencia de la bomba, HP

$g$  = gravedad

$HDT$  = altura dinámica total

$Q_B$  = Caudal de bombeo l/s

$\eta_B$  = eficiencia bomba/motor

Panel solar (MORALES, 2008) la palabra método solar se describe a todo equipo o dispositivo para la transformación de energía solar en una nueva forma de energía disponible. La transformación inmediata de energía solar en energía eléctrica se ejecuta en un equipo citado módulo o panel fotovoltaico. Los paneles solares son planchas rectangulares desarrolladas por un acumulado de celdas fotovoltaicas resguardadas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

Tabla 4: Ventajas y desventajas del panel solar

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Vida útil de 20 a 30 años	Alta inversión inicial
Costo y mantenimiento bajo	Necesita reservorio para compensar por los días con radiación solar baja o nula
Impacto ambiental bajo	

Fuente (Cueva, 2019)

Para determinar el equipamiento del sistema fotovoltaico solar se realizará mediante las siguientes formulas:

- Número de paneles

$$N^{\circ} \text{ PANELES} = \frac{Et}{Pp \times HPS \times Pg} \quad (8)$$

$Et$  = cálculo de la energía consumida, w.

$HPS$  = horas pico sola, kwh /m2/d.

$Pp$  = potencia pico del panel, Wp

$Pg$  = factor de perdidas, usualmente 0.9

- Banco de baterías

$$\# \text{ bat} = \frac{Pbat}{Abat} \quad (9)$$

#bat= número de baterías

Pbat= potencia de batería

Abat= amperios hora de la batería, usualmente 250A

- Regulador

$$Ig = NT \times lm \quad (10)$$

Ig= corriente máxima que debe soportar el regulador

NT= número de paneles fotovoltaico

Lm= intensidad máxima de potencia

Línea de impulsión (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), la línea de impulsión es empleada para transportar agua desde una menor cota a una cota situada en una zona más alta. Es la distancia de tubería a partir la captación hasta el reservorio.

Velocidad de agua en la tubería (Afif Khouri, 2004) las velocidades en el interior de una tubería es manejada como condición para la nombramiento del diámetro de la tubería con las pérdidas de carga que se logren dar.

$$\frac{0.6m}{s} < vel. tubería < \frac{2m}{s} \quad (11)$$

$$V = 4 \times \frac{Qb}{(\pi \times DC^2)} \quad (12)$$

V= velocidad, m/s

Qb = caudal de bombeo l/s

Pi=  $\pi$ , 3.14

Dc= diametro de la tubería, mm

Perdida de carga (Khouri, 2004) las pérdidas de carga en tubería se representan de dos tipos, primarias que son las que se origina cuando se produce el rozamiento entre las paredes de la tubería y fluido, mientras que las pérdidas secundarias son producidas por las transiciones entre codos, tees, y accesorios que se utiliza en las tuberías.

- Pérdas de carga primarias

$$S = \left( \frac{Qb}{0.2785 \times C \times DC^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (13)$$

S= pérdida de carga unitaria.

Qb = caudal de bombeo l/s

C= coeficiente de hazen-williams



$$H_f = S \times L \quad (14)$$

$H_f$  =perdida de carga, m.

S= perdida de carga unitaria.

L= longitud, m

- Perdidas de carga secundarias

$$h_s = \Sigma K \times \frac{V^2}{2g} \quad (15)$$

$h_s$  = perdida de carga por accesorio o secundaria

$\Sigma K$  = sumatoria de accesorios

V= velocidad, m/s

G= gravedad, m/s

Golpe de ariete (Lopez, 2005) este suceso es producto de una transición brusca en el movimiento de un fluido contenido en un conducto cerrado y que a consecuencia ocasiona variaciones de presión o vibraciones.

Celeridad (Jaume, 2013) es la velocidad de expansión de las ondas de presión en la tubería de la línea de impulsión.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \beta \times \frac{D}{e}}} \quad (16)$$

a= celeridad, m/s

$\beta$  = coeficiente en función del módulo de Allievi

D= diametro interior de la tubería.

e= espesor de la tubería.

Reservorio (Morales, 2014) un reservorio es un pozo, una obra que sirve para el acopio de aguas proveniente de diferentes fuentes, y conservarlos como reserva para ser consumida en épocas de crisis de este recurso (agua).

$$V.ALMACENAMIENTO = Vr + VR + Vci \quad (17)$$

Vr= volumen de regulacion

VR= volumen de reserva

Vci= volumen contra incendio

Reservorio apoyado sobre la superficie del terreno (Harmsen, 2005) los reservorios apoyados se da cuando se quiere conservar la altura y la presión según la topografía del lugar.

Cloración (Glynn & Heinke, 1999) la cloración es la procedimiento más utilizado para desinfectar el agua de consumo de la población, en la cual se vierte cantidades necesarias de hipoclorito con el fin de matar las bacterias patógenas, este proceso es confiable, económico y fácil de aplicar.

Red de distribución (Briere, 2005) la red de distribución de agua es una obra de hace posible proporcionar el agua en volúmenes idóneos para cumplir con las expectativas actuales con miras a futuro de la población, así como lidiar contra los incendios que muchas veces arrasa con todo por falta de tener al alcance agua suficiente para mitigar dicho evento.

Línea de aducción (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) es la longitud o tramo de tubería desde el reservorio o lugar de reserva hasta la primera casa u obra complementaria, debe tener la capacidad de transportar el caudal máximo horario.

Análisis hidráulico (Trapoto Jaume, 2013) el análisis de una red de distribución es método por el cual se calcula los volúmenes pasantes por las diferentes tuberías de la red de distribución, también se calcula las presiones en los nodos, demanda del sistema, también la metodología de optimización del diámetro de tuberías y el material de elaboración de estas, además de los distintos elementos del sistema.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2*g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2*G} + H_f \quad (18)$$

Z= cota piezometrica

$\gamma$ = peso específico del agua

P= presión

$v$ = velocidad

$g$ = gravedad

$H_f$ = pérdida de carga

Presión del agua (Harper, 2003) para tener un sistema de abastecimiento directo a presión es necesario que los materiales, accesorios y demás enseres sanitarios se deben ubicar a una altura por debajo del almacenamiento para ello es necesario que la red de distribución tenga una presión no menor de 2 kg/m<sup>2</sup> para así de esa manera asegurara que los lugares más alejados tengan un buen servicio también se debe tener en cuenta que se tiene las pérdidas de fricción, obstrucción, cambios de sentido y los diámetros de menor dimensión.

$$H_i = \frac{P_i}{\gamma} + Z_i \quad (19)$$

$Z$ = cota piezometrica

$P$ = presión

$\gamma$ = peso específico del agua

Software Watercad (Sanchez Merlo, 2013) Se precisa como un software que admite diseñar sistemas de distribución y conducción de líquidos a presión para examinar su conducta hidráulica o realizar su dimensionamiento. Su aplicación es extensa en el abastecimiento de agua, distribución de agua para riego, sistemas contra incendio, conducción de diversos líquidos a presión. Establece la conducta hidráulica, visualiza el estado de la red y descubre los problemas que se presenten, planifica mejoras para la red, mejora los contextos de operación de la red, determina y fiscaliza la cantidad de agua que llega.

### **III. MÉTODO**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada (Behar Rivero, 2008) recibe el nombre de activa, dinámica, activa. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquiere.

El tipo de esta investigación aplicada ya que vamos a aplicar los conocimientos adquiridos previamente para desarrollarla.

El enfoque de la investigación es cuantitativo (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Babtista Lucio, 2014) se da un enfoque cuantitativo cuando los resultados se da a conocer de manera numérica.

El enfoque del trabajo de investigación es cuantitativo ya que los resultados que vamos a obtener se miden de manera numérica y con dichos resultados vamos a verificar nuestros objetivos.

El diseño de investigación es no experimental (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Babtista Lucio, 2014) investigaciones que se ejecutan sin la administración deliberada de variables y en los que solo se contempla los fenómenos en su ecosistema natural para examinar.

La investigación es no experimental porque mi variable independiente no se puede manipular.

Corte de investigación es transversal (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Babtista Lucio, 2014) son estudios que acoplan información en un solo momento único.

La investigación es transversal porque recopila información en un solo momento ya que con los datos obtenidos población, topografía, mecánica de suelo, caudal de la fuente se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE.

Alcance de la investigación es descriptivo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Babtista Lucio, 2014) busca expresar propiedades y características importantes de un hecho en estudio.

El alcance de la investigación es descriptivo ya que vamos a analizar los resultados obtenidos.

### **3.2 Variables y operacionalización**

A continuación, las variables estudiadas son:

- Variable independiente: Tubería HDPE
- Variable dependiente: Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable

La operacionalización de las variables se encuentra en el anexo 2

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

La población (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Babtista Lucio, 2014) agrupación completa de temas que conciertan con explícitas especificaciones.

En la presente investigación la población es el conjunto de sistema de abastecimiento de agua potable con tubería HDPE en actividad en la ciudad de Olmos, la muestra es el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, con tubería HDPE las Pampas I-Olmos. El muestreo no es aleatorio fue tomado por conveniencia.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos según (Sanchez, Reyes, & Mejia, 2018) son medios que se utiliza para compilar datos de la investigación. Consiguen ser directas o indirectas.

La técnica de recolección de datos a realizar será la observación del problema y realidad que hay en el centro poblado a investigar, haciendo una inspección visual de toda el área para hacer posible el desarrollo del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tuberías HDPE, Lambayeque-Olmos-Pampas I 2020.

Instrumento de recolección de datos (Sanchez, Reyes, & Mejia, 2018) el instrumento viene hacer el objeto que es pieza de una técnica de recolección de datos, estos podrían ser : guías aparatos, manuales, reglamentos, cuestionarios, exámenes etc.

El instrumento de recolección de datos en mi investigación es las fichas técnicas de la tubería HDPE, bomba centrifuga sumergible, panel solar fotovoltaico, además también la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural 2018 que es la norma de diseño en zonas rurales en el Perú.

La validez (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Babtista Lucio, 2014) grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.

La confiabilidad (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Babtista Lucio, 2014) en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes.

Los instrumentos mencionados, brindan la confianza ya que las fichas técnicas de la tubería HDPE, bomba centrifuga sumergible, panel solar fotovoltaico están certificada y la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural es una norma reglamentada por el ministerio de vivienda.

### **3.5 Procedimientos**

Para el proceso de esta investigación primero se ha tenido en cuenta las bases teóricas de libros y los antecedentes referentes al presente tema en desarrollo, posterior a ello se realizará el procesamiento de los datos que serán la topografía y los datos técnicos de la población, para realizar el cálculo manual de la línea de impulsión, potencia de la bomba, dimensionamiento de paneles solares fotovoltaico, reservorio, y mediante el software WaterCAD la red de distribución, elementos con los cuales se llegara a los resultados y las conclusiones de la investigación.

### **3.6 Método de análisis de datos**

En la presente investigación el método de análisis de datos es de alcance descriptivo ya que se calcula y predimensionar los elementos que tiene un sistema de abastecimiento de agua potable con la peculiaridad de incorporar a dicho sistema la tubería HDPE, dando como resultados un diseño optimo y eficiente.

### **3.7 Aspectos éticos**

En el transcurso de este desarrollo de investigación se ha consignado los derechos de autor proporcionados por libros, revistas, manuales, fichas y reglamentos ya que fueron utilizadas para la estructura del presente trabajo de investigación. Prueba de ello se han escrito de manera textual las referencias bibliográficas respectivas.



## **IV. RESULTADOS**

El diseño de abastecimiento de agua potable está conformado por la captación subterránea, la línea de impulsión, bomba de impulsión, dimensionamiento de paneles solares, reservorio y la red de distribución. La localidad que se escogido para esta investigación es el centro poblado de Las pampas I la cual está ubicado en el distrito de Olmos Departamento de Lambayeque.

#### 4.1- Datos de la población

Tabla 5: Datos generales de la población

POBLACION	FUENTE	N° HABITANTES
Las Pampas I	NORIA COMUNAL	253
<b>TOTAL</b>	253 PERSONAS	

Fuente: elaboración propia

#### 4.2- Periodo de diseño para cada componente del sistema de agua potable

Se utilizó la Tabla 6: Periodo de diseño

Periodo de diseño recomendado para poblaciones rurales	
COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO
Obras de captación	20 años
Conduccion o impulsión	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Distribucion	20 años

Fuente:(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

Para este proyecto se tomará en consideración que el periodo de diseño será de 20 años.

#### 4.3- Calculo de la población futura

Para la investigación se utilizará una tasa de crecimiento de 1.8% según los censos realizados en el año 2007 y 2017 por el INEI y se utilizara el método aritmético que es dicho método que nos dice que utilicemos la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistema de saneamiento en el ámbito rural.

- Población actual 253 habitantes
- Población futura 345 habitantes

Tabla 7: resultados de la población futura a 20 años.

AÑOS	POBLACION FUTURA
2020	245
2021	258
2022	263
2023	267
2024	272
2025	276
2026	281
2027	285
2028	290
2029	294
2030	299
2031	304
2032	308
2033	313
2034	317
2035	322
2036	326
2037	331
2038	335
2039	340
2040	345

Fuente: elaboración propia

Se utilizó la ecuación

$$P_f = 253 \text{ habitantes} \left( 1 + \frac{1.80 \times 20 \text{ años}}{100} \right) = 345 \text{ habitantes} \quad (1)$$

4.1- Determinar la dotación

Se utilizó la Tabla 3

REGION	DOTACION Se utilizó la Tabla 3 SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLOGICA (l/hab.xd.)	
	Sin arrastre hidráulico (composteria y hoyo ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

Para la investigación se utilizará la dotación de 90 l/hab.-d

4.2- Consumos

- Consumo promedio anual

Se utilizó la ecuación

$$Q_m = \frac{345 \text{ habitantes} \times 90 \text{ l/hab} \times \text{dia}}{86400} = 0.36 \frac{l}{s} \quad (3)$$

- Consumos máximos

Consumo máximo diario c.v.d= 1.3

Se utilizó la ecuación

$$Q_{md} = 0.36 \text{ l/s} \times 1.3 = 0.47 \text{ l/s} \quad (4)$$

Consumo máximo horario C.V.H= 2

Se utilizó la ecuación

$$Q_{mh} = 0.36 \text{ l/s} \times 2 = 0.72 \text{ l/s} \quad (5)$$

Para la investigación el caudal medio diario es 0.47 l/s y el caudal máximo horario 0.72 l/s.

#### 4.3- Datos generales de la captación de agua subterránea.

Nombre de la fuente: Noria Comunal

Profundidad: aproximadamente 45m de profundidad

Tipo de fuente: agua subterránea

Caudal promedio: (L/s): 4.08 l/s

Cota de techo de la noria: 133.16 m.s.n.m

#### 4.4- Línea de impulsión

Tabla 8: resultados de la línea de impulsión

Caudal de bombeo	Diametro de tubería	Velocidad media de flujo	Perdida de carga en la tubería	Perdida de carga locales	Altura dinamica (HDT)
1.41 l/s	1 1/2 "	0.729 m/s	11.67 m	0.14 m	55 m

Fuente: elaboración propia

Se consideró un tiempo de 8 horas ya que en zonas rurales el servicio no es constante como en zonas urbanas.

Se considera un diámetro comercial que sería de 1 ½ “pulgada de tubería de HDPE que es la tubería de elección.

Como velocidad media de flujo es de 0.729 m/s cumple con la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

La pérdida de carga total en la tubería es 11.81 m que es la suma de pérdida de carga de la tubería más la pérdida de carga por accesorio.

Tabla 9: resultados de la presión máxima en la línea de impulsión

Aceleridad	Tiempo de cierre de valvula	Recorrido de la onda	Golpe de ariete maximo	Presion maxima
186.96 m/s	1.58 s	9.32 s	13.89 m.c.a.	68.89 m.c.a

Fuente: elaboración propia

Con los cálculos efectuados, la línea de impulsión será de una tubería de HDPE pe80 de 1 ½ “en toda la longitud, la línea de impulsión cumple con los parámetros técnicos establecidos por la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

#### 4.5- Calculo de potencia bomba

Se utilizó la ecuación

$$P_B = \frac{\frac{9.81m}{s^2} \times 55 m \times 0.00141m^3/s}{60\%} \quad (7)$$

$$P_B = 1.26 \text{ kwh} \rightarrow 2HP$$

Se ha elegido una bomba centrifuga sumergible, de la marca Grundfos modelo SQF 3A-10, la cual cumple con nuestros requerimientos.

#### 4.6- Calculo de paneles solares fotovoltaicos

Tabla 10: resultados del sistema fotovoltaico

Energia consumida	Horas pico	N° Paneles solares	Paneles solares en serie	Banco de baterias	Regulador	Inversor
11415.20 w	3.72 Kwh/m2	28	1	11 baterias de 250 v.	229.6 A	1500 w

Fuente: elaboración propia

Se calculó la cantidad de paneles solares fotovoltaico con una potencia de 150 watts teniendo en cuenta la ficha técnica, con un factor perdida de energía de 0.75 y las horas pico de irradiación solar de la zona.

Las configuraciones de la conexión de los 28 paneles solares fotovoltaicos serán conectadas en serie teniendo en cuenta las características técnicas de la bomba centrifuga sumergible.

Para nuestro sistema fotovoltaico se necesitará 3 reguladores de 80 A.

Para el cálculo del inversor se tomará en cuenta la potencia del equipo de bombeo que es de 1220 w según este criterio se tomó un inversor con la capacidad de 1500 w, 12 v.

- Costo beneficio de los paneles solares

Tabla 11: Costo de la implementación del equipo de bombeo/sistema fotovoltaico.

EQUIPAMIENTO PARA EL BOMBEO EL AGUA/SISTEMA FOTOVOLTAICO			
ACCESORIO	CANTIDAD	PRECIO	COSTO PARCIAL
BOMBA	1	S/ 1,916.44	S/ 1,916.44
PANEL	28	S/ 417.19	S/ 11,681.32
REGULADOR	3	S/ 1,553.47	S/ 4,660.41
BATERIA	11	S/ 750.49	S/ 8,255.39
INVERSOR	1	S/ 1,821.04	S/ 1,821.04
COSTO TOTAL			S/ 28,334.60

Fuente: elaboración propia

Tabla 12: Consumo de energía y costo a lo largo del tiempo

CONSUMO DE ENERGIA Y COSTO A LO LARGO DEL TIEMPO PROYECTADO			
TIEMPO	WATTS	COSTO POR kWh	COSTO PARCIAL
1 día	11.4152	S/ 0.55	S/ 6.31
1 año	4166.548	S/ 0.55	S/ 2,304.52
20 años	83330.96	S/ 0.55	S/ 46,090.35

Fuente: elaboración propia

Como podemos observar el costo beneficio utilizando paneles fotovoltaicos para suplir la energía de bomba es recomendable ya que a lo largo del tiempo es más económico, además en el centro poblado Las Pampas I, son personas de muy bajos recursos.

#### 4.7- Cálculo del reservorio

Tabla 13: Resultados de almacenamiento del reservorio

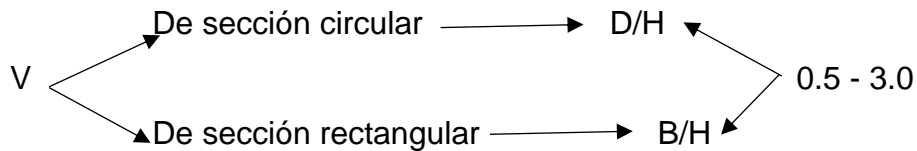
Volumen de regulación	Volumen de reserva	Volumen contra incendio	Volumen de almacenamiento
15.53 m <sup>3</sup>	5.18 m <sup>3</sup>	0	21m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia

Se determinó el almacenamiento del reservorio proyectado para 20 años, no hay volumen contra incendio porque la población es menor a 10000 personas.

#### - Medidas del reservorio

Se determinó el reservorio circular con el siguiente parámetro



Por lo tanto, tenemos el reservorio con las siguientes medidas 4 m de diámetro y 1.68 m de altura.

$$V_{\text{almac.}} = \pi R^2 \times H$$

$$V_{\text{almac.}} = \pi (2^2) \times 1.68\text{m} = 21,11 \text{ m}^3$$

Medidas que si cumplen con el parámetro establecido 4 m /1.68 m =2,38 valor dentro del rango.

#### 4.8- Cálculo de desinfección con solución de hipoclorito de sodio o calcio.

Tabla 14: Resultados del cálculo del hipoclorito necesario

Hipoclorito necesario	peso comercial del hipoclorito	Caudal horario del hipoclorito/ concentración preprada	Volumen de solución/ tiempo de consumo
3.384 gr/h	5.21 gr/h	2.084 l/h	25.008 litros

Fuente: elaboración propia

La calidad del agua subterránea de la captación es adecuada para los parámetros admisibles establecidos según Digesa, por ello se requiere el tratamiento mínimo como es la desinfección mediante el hipoclorito de sodio o calcio.



#### 4.4- Para la red de distribución se utilizó el software WaterCAD.

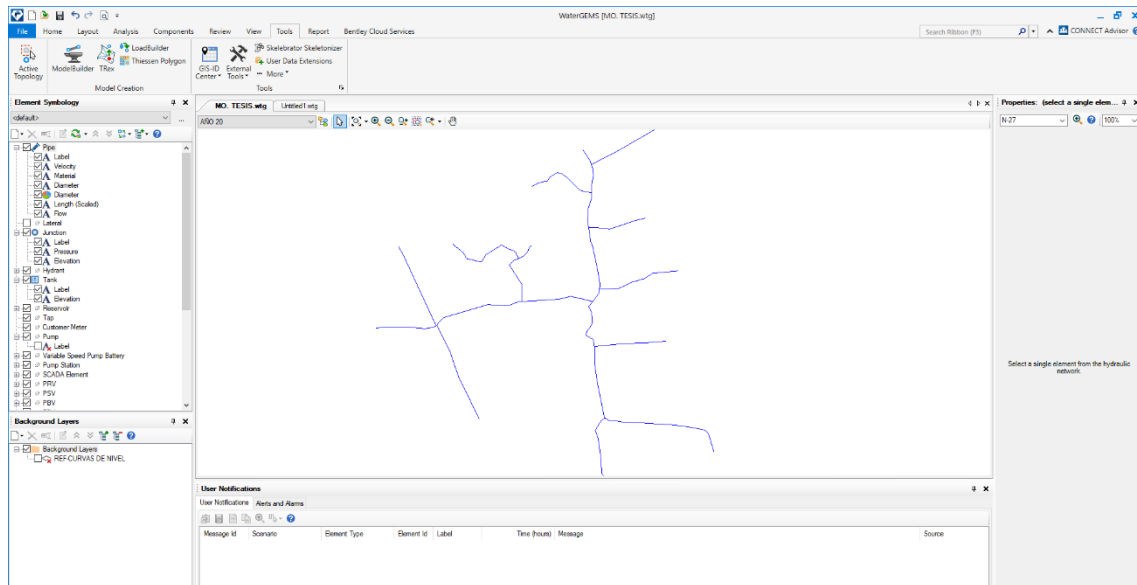


Figura 1 (Fuente software WaterCAD) trazo de la red de distribución

Se determinó una red de distribución de tipo abierta ya que la red presenta una tubería de mayor diámetro y posee diferentes ramales que nacen a partir de la tubería principal y terminan en puntos ciegos esto debido a la topografía y a la ubicación de las viviendas ya que por ser un centro poblado se encuentran distantes.

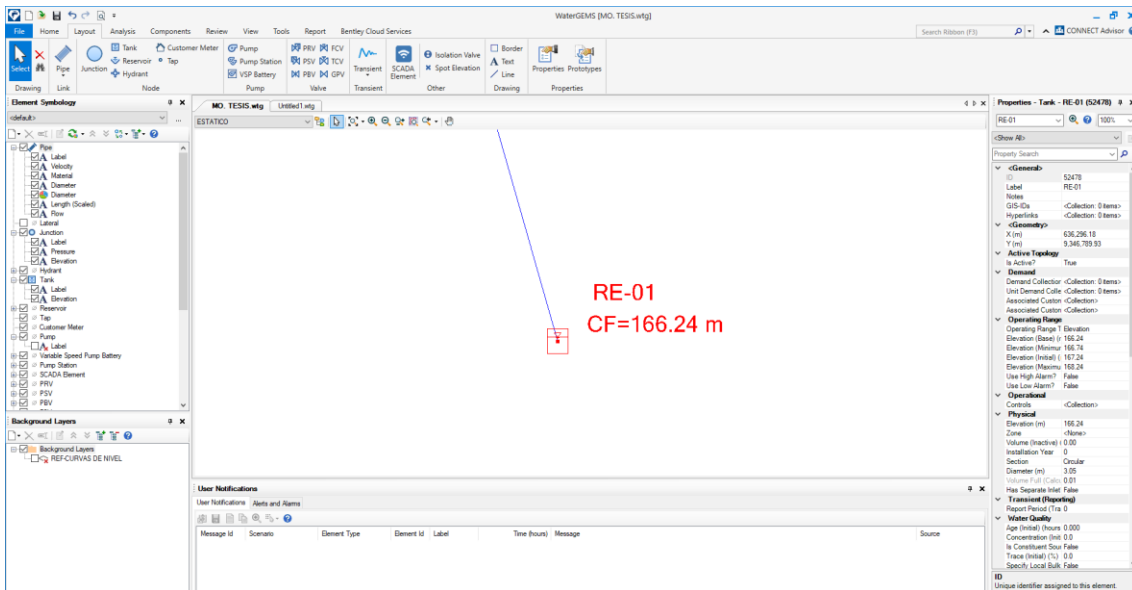


Figura 2 (Fuente software WaterCAD) datos del reservorio

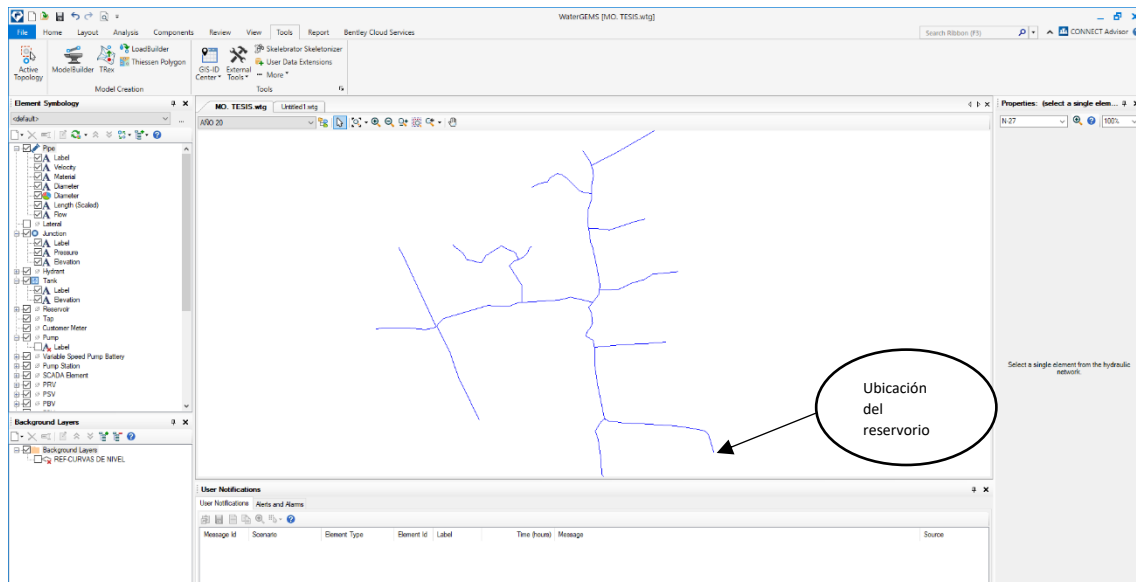


Figura 3 (Fuente software WaterCAD) ubicación del reservorio

El reservorio está ubicado en la cota 169.35 m.s.n.m., a 33.19 m de diferencia con relación a la altura de la captación, teniendo una capacidad de  $21 \text{ m}^3$  de agua, siendo dicho reservorio de sección circular tipo apoyado.

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
T-1	56.70	N-18	N-16	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-2	122.07	N-7	N-5	28.00	HDPE	140.00	0.05	0.08
T-3	170.70	N-7	N-3	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-4	191.96	N-10	N-6	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-5	196.16	N-21	N-14	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-6	205.35	N-12	N-23	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-7	240.80	N-17	N-8	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-8	280.61	N-28	N-29	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-9	242.54	N-24	N-9	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-10	277.50	N-19	N-22	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-11	295.53	N-12	N-13	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-12	349.21	N-11	N-4	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-13	385.81	N-18	N-2	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-14	467.97	N-5	N-1	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-15	67.69	N-26	N-25	28.00	HDPE	140.00	0.02	0.04
T-16	9.62	N-26	N-28	28.00	HDPE	140.00	0.05	0.08
T-17	3.10	N-11	N-12	55.40	HDPE	140.00	0.07	0.03
T-18	49.37	N-20	N-19	55.40	HDPE	140.00	0.22	0.09
T-19	96.41	N-17	N-18	55.40	HDPE	140.00	0.07	0.03
T-20	119.81	N-21	N-17	55.40	HDPE	140.00	0.12	0.05
T-21	180.43	N-24	N-20	55.40	HDPE	140.00	0.50	0.21
T-22	211.19	N-19	N-21	55.40	HDPE	140.00	0.17	0.07
T-23	240.72	N-20	N-27	55.40	HDPE	140.00	0.25	0.10
T-24	243.22	N-15	N-24	55.40	HDPE	140.00	0.55	0.23
T-25	307.38	N-27	N-11	55.40	HDPE	140.00	0.12	0.05
T-26	393.30	N-15	N-10	55.40	HDPE	140.00	0.15	0.06
T-27	422.53	N-10	N-7	55.40	HDPE	140.00	0.10	0.04
T-28	173.62	N-27	N-26	55.40	HDPE	140.00	0.10	0.04
T-29	420.25	RE-01	N-15	79.20	HDPE	140.00	0.72	0.15

Tabla 15 (Fuente software WaterCAD) resultados de velocidades y diámetros

En esta tabla se da a conocer los resultados de las velocidades encontradas, la cual para la red de distribución se determinó 29 join o puntos en los cuales se va a distribuir, se determinó también los diámetros que son de 1", 2" y 2 ½ "pulgadas de tuberías HDPE.

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
N-1	140.00	27
N-2	139.00	27
N-3	138.28	29
N-4	136.00	30
N-5	133.31	34
N-6	133.16	34
N-7	132.90	34
N-8	132.89	33
N-9	132.81	34
N-10	132.71	34
N-11	131.49	35
N-12	131.29	35
N-13	131.00	35
N-14	130.22	36
N-15	130.00	37
N-16	129.84	37
N-17	129.62	37
N-18	129.50	37
N-19	129.14	37
N-20	128.66	38
N-21	128.38	38
N-22	127.72	39
N-23	127.29	39
N-24	127.28	39
N-25	125.80	41
N-26	125.79	41
N-27	125.76	41
N-28	125.35	41
N-29	125.34	41

Tabla 16 (Fuente software WaterCAD) presiones m.c.a

En esta tabla se da conocimiento el parámetro fundamental en la red de distribución ya que sin la presión según la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural las presiones oscilan entre los 5 m.c.a y 50 m.c.a.

## **V. DISCUSIÓN**

En este capítulo de discusión se describe las similitudes y diferencias encontradas en el desarrollo de la presente investigación que lleva por título diseño de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tubería HDPE, Lambayeque-Olmos-las pampas I 2020 con respecto a investigaciones anteriores descritas como antecedentes de esta investigación.

La topografía (García Martín, Rosique Campoy, & Segado Vázquez, 1994) es destinada al estudio de las metodologías para conseguir la representación plana de un pedazo de la superficie del terreno con todas sus referencias, y de la construcción, del conocimiento y la administración de las herramientas necesarias para ello. El resultado de esta investigación sobre la influencia de la topografía como se ha detallado si influye directamente en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable con tubería HDPE porque conociendo el relieve presentado se determinó los elementos que van a conformar dicho sistema en la presente investigación se consideró elementos como la línea de impulsión, tipo de reservorio y red de distribución estos resultados tienen semejanzas a la investigación desarrollada por (Juan Deyviz & Roy Brandon, 2018) donde detallaron que la topografía es una herramienta necesaria con la cual se define que la zona de esta investigación está conformado por pendientes variables fuertes por ello se determinó que los elementos que conforman el diseño de abastecimiento en la zona Minas de Pedregal son línea de impulsión debido a que la captación está por debajo de la cota del reservorio.

Potencia de la bomba (Viejo Zubicatay & Álvarez Fernández, 2004) para el cálculo de la potencia de bomba se tomara en cuenta la altura dinámica total, el caudal de bombeo, la gravedad y la eficiencia bomba motor. El resultado de la actual investigación en la cual se determinó que la potencia de la bomba es de 2HP tomando en consideración una altura dinámica total de 52.91 m y un caudal de bombeo de 1.41 l/s este resultado guarda estrecha similitud con la investigación (Pérez Yzquierdo G. C., 2018) en la cual la potencia de la bomba de impulsión es de 1.5 HP, con una altura dinámica de 72.5 m y un caudal de bombeo de 1 l/s lo cual guarda concordancia con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

Panel solar fotovoltaico solar (MORALES, 2008) la palabra método solar se describe a todo equipo o dispositivo para la transformación de energía solar en una nueva forma de energía disponible. La transformación inmediata de energía

solar en energía eléctrica se ejecuta en un equipo citado módulo o panel fotovoltaico. Los paneles solares son planchas rectangulares desarrolladas por un acumulado de celdas fotovoltaicas resguardadas por un marco de vidrio y aluminio anodizado. Los resultados obtenidos en esta investigación teniendo una potencia de bomba de 2HP, las horas picos solares de 3.72, 28 paneles solares de 150 watts de 12 voltios, 3 reguladores de 80 A, 11 baterías 250Ah 12 v y 1 inversor de 1500w 12v. Los resultados son proporcionales a la investigación de (Macedo, 2016) la cual para una bomba de 2 HP, con horas pico de 4.09, 30 paneles 150 watts de 12 voltios, 3 reguladores de 80 A, 14 baterías 250Ah 12 v y un inversor de 1200 W 12v.

Reservorio (MORALES,2014) un reservorio es un pozo, una obra que sirve para el acopio de aguas proveniente de diferentes fuentes, y conservarlos como reserva para ser consumida en épocas de crisis de este recurso (agua). El resultado de la actual investigación tiene la capacidad del reservorio para una población de 345 habitantes es de 21 m<sup>3</sup> de agua, de tipo asentado de forma circular con un diámetro de 4.0 m y altura de 1.65.m. Los resultados difieren de (Perez Yzquierdo G. C., 2018) nos menciona que para una población de diseño de 232 personas tendrá una capacidad de 15 m<sup>3</sup> con un reservorio rectangular con una altura de 1.75 m y una base de 2.85m.

Red de distribución (BRIERE,2005) la red de distribución de agua es una obra de hace posible proporcionar el agua en volúmenes idóneos para cumplir con las expectativas actuales con miras a futuro de la población, así como lidiar contra los incendios que muchas veces arrasa con todo por falta de tener al alcance agua suficiente para mitigar dicho evento. . El resultado de la actual investigación en la cual se determinó la red de distribución mediante el software WaterCAD en el cual se determinó una red de distribución abierta, la cual consta de 29 joins y con diámetros de tuberías HDPE, de 1", 2" y 2 ½" pulgadas, con presiones entre los 27 m.c.a. y 41 m.c.a. Ante ello según el antecedente internacional difiere (Ramirez Aguilar, 2015) hayan las pérdidas de carga en cada tramo con modelación hidráulica, realizan laboratorio con ciertos criterios según el reglamento y analiza el comportamiento mecánico de la tubería PE100.

Teniendo como resultados de la investigación expuesta donde consideró un tiempo de 8 horas ya que en zonas rurales el servicio no es constante, un diámetro comercial que sería de 1 ½ “pulgada de tubería de HDPE, velocidad media de flujo es de 0.729 m/s , pérdida de carga total en la tubería es 11.81 m .El calculó la potencia de la bomba para el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable siendo necesaria una bomba de 2 HP caballos de fuerza teniendo en cuenta para este cálculo parámetros como la altura dinámica total, caudal de bombeo y eficiencia bomba – motor. Se necesita de 28 paneles solares de 150 watts 12 voltios, 11 baterías de 250 v, 3 reguladores 80 v, un inversor de 1500w. Se dimensionó el reservorio con una capacidad de 21 m<sup>3</sup> de agua, de tipo asentado de forma circular con un diámetro de 4.0 m y altura de 1.65.m. La red de distribución la cual consta de 29 joins y con diámetros de tuberías HDPE, de 1”, 2” y 2 ½” pulgadas, con presiones entre los 27 m.c.a. y 41 m.c.a. Los resultados obtenidos de (Ramirez Aguilar, 2015) Tubería de polietileno de alta densidad resistente al impacto (OE100-RC) destinadas al transporte, distribución y servicio de agua potable, la cual estamos en discordancia, desacuerdo ya que según su investigación lo ve de carácter experimental donde ve la resistencia las pérdidas de cargas reales a través de ensayos de laboratorio, tuberías PE100-RC tienen una vida útil de 100 años bajo condiciones extremas, una aceptable resistencia hidrostática con un percutor tipo C de 9.1 kg logro una altura de 1750 mm por ultimo tiene menos perdida de carga 1,05% con respecto a las tuberías PE100 y PVC.

Nuestra investigación tiene concordancia con 2 antecedentes en el ámbito general ya que por un lado hemos realizado el cálculo de los paneles fotovoltaicos y hemos implementado la tubería HDPE para ello estos dos antecedentes mencionados a continuación tenemos resultados parecidos.

(Perez Yzquierdo G. C., 2018) Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de Nuevo Santa Rosa, distrito de Cura Morí, provincia de Piura, departamento de Piura. Tiene como objetivo realizar un diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de Nuevo Santa Rosa. Utiliza una metodología no experimental descriptiva. Tiene como conclusiones con una población de diseño de 232 habitantes, con un diámetro de tubería en la línea de impulsión de 1 ½ “, con una potencia de



bomba de 1.5 HP, con un volumen de reservorio de  $15 \text{ m}^3$  , con una red de distribución de acuerdo a los parámetros establecidos en la O050.

(Macedo, 2016) Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, región San Martín. Tiene como objetivo diseñar una red de abastecimiento de agua potable utilizando paneles fotovoltaicos para suplir la energía requerida de la bomba de impulsión. La metodología descriptiva- transversal. Como conclusión que su caudal de bombeo 1.65 lps con una bomba sumergible de 1.36 Kw-h, teniendo 30 paneles solares de 260 watts, haciendo la red de distribución óptima.

## **VI. CONCLUSIONES**

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

1.- La topografía influye directamente en el diseño del sistema de abastecimiento de agua con tubería HDPE debido a que la topografía que se encontró es de relieve plana por lo tanto se tiene que ganar altura para que la red de distribución funcione a gravedad es por ello que se diseñó la línea de impulsión hacia el reservorio siendo necesaria la implementación de un sistema de bombeo.

2.- Se calculó la potencia de la bomba para el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable siendo necesaria una bomba de 2 HP caballos de fuerza teniendo en cuenta para este cálculo parámetros como la altura dinámica total, caudal de bombeo y eficiencia bomba – motor, Se ha elegido una bomba centrífuga sumergible, de la marca Grundfos modelo SQF 3A-10, la cual cumple con nuestros requerimientos del sistema.

3.- Se dimensionó el sistema fotovoltaico en la cual necesita de 28 paneles solares de 150 watts 12 voltios de potencia de la marca Era solar para generar la suficiente energía que haga funcionar a la bomba de impulsión así mismo se requiere de 3 reguladores MPPT LCD de capacidad de 80 A marca Must solar, 11 baterías de plomo ácido abierto de 250Ah 12 v de la marca Upower SPO250 y un inversor de 1500w 12v MPPT de la marca Must solar.

4.- Se dimensionó el reservorio con una capacidad de 21 m<sup>3</sup> de agua, de tipo asentado de forma circular con un diámetro de 4.0 m y altura de 1.68.m, cumpliendo con los parámetros establecidos en reglamento nacional de edificaciones, teniendo en cuenta para este dimensionamiento el caudal máximo horario.

5.- La red de distribución se elaboró mediante el software WaterCAD en el cual se determinó una red de distribución abierta, la cual consta de 29 joins y con diámetros de tuberías HDPE, de 1", 2" y 2 ½" pulgadas, con presiones entre los 27 m.c.a. y 41 m.c.a. cumpliendo con la norma técnica de diseño de: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento rural.

6.- Con los cálculos y resultados de los objetivos específicos se logró hacer el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, con tuberías HDPE, Lambayeque-Olmos-Las Pampas I, el cual brindara un servicio permanente y de larga vida útil que satisficiera las necesidades y requerimientos de la población al contando con el servicio de agua en cantidad y calidad necesaria.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda para realizar una investigación de saneamiento rural visitar, conocer la problemática y necesidades de la población, ya que con esa información se tendrá de manera real datos específicos de la zona para planear y organizar una buena investigación.
2. Para el desarrollo de futuras investigaciones al momento de realizar los cálculos se debe seguir rigurosamente cada parámetro, de acuerdo a las especificaciones técnicas y guiándose de las diferentes fichas técnicas de los componentes a utilizar en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable como son las fichas técnicas de la tubería, de la bomba, paneles.
3. Se recomienda el uso de las tuberías HDPE por ser tuberías que presentan mayor durabilidad y resistencia a lo largo del tiempo, y su implementación en diferentes proyectos futuros de sistema de abastecimiento de agua potable.
4. se recomienda la implementación de un sistema de suministro de energía amigable con la naturaleza con es el sistema fotovoltaico que es un sistema que brinda energía eficiente y económica.
5. Para futuras investigaciones nacionales realizar estudio de laboratorio con la tubería HDPE, ya que encontramos antecedentes internacionales donde realizan dichos estudios con las presiones y fluidez del agua para analizar el comportamiento real de la tubería antes solicitaciones.

## **REFERENCIAS**

- Bances Santamaria, J. V., & Burga Vásquez, J. I. (2017). *Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazan, Nueva Esperanza y La Victoria, Distrito de Elias Soplin Vargas, Rioja-2017*. Tarapoto, San martin-Peru.
- M. Clark, R., L. Stafford, C., & A. Goodrich, J. (2020). *CIVIL ENGINEERING DATABASE*. Obtenido de <https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockkey=0034666>
- Afif Khouri, E. (2004). *Apuntes de hidraulica para explotaciones forestales*. Universidad de oviedo.
- Allievi. (20 de junio de 2020). *Golpe de Ariete en Tuberías de Impulsión*. Obtenido de <https://cidta.usal.es/cursos/redes/modulos/libros/unidad%209/calgolpe.PDF>
- Amine Guidara, M. (2016). *Analisis de las condiciones de ruptura de tuberias de polietileno en suministros de agua potable, bajo efecto de flujo transitorio en presencia de una falla*. Lorraine, Fracia.
- Amine Guidara, M., Schmitt, C., Ezzeddine, H.-T., Zitoun , A., & Ihor, D. (2018). *Analisis de integridad estructural de tuberias de HDPE para red de suministro de agua*. Tunez.
- Bailairon Perez, L. (2008). *Tuberias de polietileno manual tecnico*. Madrid.
- Behar Rivero, D. (2008). *METODOLOGIA DE LA INVETIGACION*.
- Briere, F. (2005). *Distribucion de agua potable colecta de desagues y agua de lluvia*. Montreal.
- Cueva, J. Z. (2019). *SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES*. cajamarca.
- Duarte Poveda, G., Valera Rosales, M., Miguel, M., & Barragán, M. (2019). *EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ENCAMISADO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD: ALTERNATIV DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE CORROSIÓN-DESGASTE LÍNEAS DE FLUJO*. Bucaramanga, Colombia.



- Ferrando, P. (2016). *tuberia de polietileno PE100*. Valencia.
- Garcia Martin, A., Rosique Campoy, M., & Segado Vazquez, F. (1994). *Topografia basica para ingeniero*. Murcia: Servicio de publicaciones Universidad de Murcia.
- Gibson, J. (2018). *Calidad del agua y compesacion hidraulica en agua portable y redes de distruibucion*. Toronto, Estados Unidos.
- Glynn, H., & Heinke, G. (1999). *Ingenieria ambiental*. Ciudad de Mexico: Pearson Educacion.
- Gomez. (2003). *Calidad de agua para consumo humano*.
- Gonzales, V. (2018). *Analisis comparativo entre un sistema de abastecimiento de agua potable con tuberia de polietileno de alta densidad y otro de policloruro de vinilio, en el asentamiento humano Nueva Esperaza, Nuevo Chimbote*. Chimbote.
- Gromer. (2003). *captacion-caudal de la fuente*.
- Gutierrez Tenorio, Y. E., & Huamani Vega, E. M. (2019). *MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE*. Lima.
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Pontificie universidad Catolica.
- Harper, E. (2003). *Manual de instalaciones electromecanicas en casa y edificios*. Mexico.
- Hermosa Altez , C. (2019). *Tuberia de polietileno de alta densidad en comparacion al policloruro de vinilo para un sistema de bombeo*. Huancayo, Peru.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Babtista Lucio, P. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- Jaume, A. T. (2013). *Infraestructuras hidraulico-sanitarias I. Abastecimiento de distribucion de agua*. Alicante, España: Universidad de alicante.
- Juan Deyviz, Z., & Roy Brandon , L. (2018). *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable* . Lima.

- Khouri, E. A. (2004). *Apuntes de hidraulica para explotaciones forestales*. Oviedo, España: Universidad de Oviedo servicio de publicaciones.
- Lopez, R. J. (2005). *Mantenimiento y servicios a la produccion*. España: Marcombo.
- Lossio Aricoche, M. M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Piura, Peru.
- Luszczweski Kudra, A. (1999). *Redes industriales de tubería, bombas para agua, ventiladores y compresores*. España.
- Macedo, A. Y. (2016). *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, mediante energia solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Region San martin*. Moyobamba.
- Martinez. (2004). *Mecanica de fluidos*.
- Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento. (2018). *NORMA TECNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLOGICAS PARA SISTEMAS DE SANAMIENTO EN EL AMBITO RURAL*. Lima.
- Morales. (2014). *Elementos estructurales en abastecimientos de agua pable*.
- MORALES, V. H. (2008). *GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA EN LA FACULTAD*.
- Oblitas de Ruiz, L. (2010). *Servicio de agua potable y saneamiento en el Peru: beneficios potenciales y determinantes del exito*.
- Pasco Montoya, J. C. (2016). *Analisis de las perdidas de energia por friccion y accesorios en tuberias HDPE de uso comun en cajamarca 2016*. Cajamarca, Peru.
- Perez Yzquierdo, G. C. (2018). *Diseño de sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de nuvo santa, distrito de Cura Mori, Provincia de Piura, Departamento de Piura*. Trujillo.
- Plastiforme. (2011). *Manual tecnico de tuberia HDPE*. Cochabamba-Bolivia.

- Ramirez Aguilar, R. X. (2015). *tuberia de polietileno de alta densidad resistente al impacto (PE100-RC) destinada al transporte, distribucion y servicio de agua potable*. Guayaquil, Ecuador.
- Rivera, L. y. (2019). *Sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo*.
- Rodriguez. (2001). *Sistema de captacion*.
- Rodriguez, A. S. (2016). *conducciones forzadas por gravedad con tuverias HDPE*.
- Sanchez Merlo, Y. M. (2013). *Modelamiento computarizado de sistemas de distribucion de agua con WaterCAD V8*. Lima, Peru: Colegio de Ingenieros del Peru.
- Sanchez, Reyes, & Mejia. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- SYSTEM, P. G. (19 de junio de 2020). *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. Obtenido de [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/tools.html#MR](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#MR)
- Trapoto Jaume, A. (2013). *Infraestructuras hidraulico-sanitrias I. Abastecimiento y distribucion de agua* .
- Viejo Zubicatay, M., & Alvarez Fernandez, J. (2004). *Bombas teoria, diseño y aplicaciones*. Ciudad de mexico: Limusa S.A.
- Zambrano, D. (1997). *Agua y Saneamiento experiencia en el Peru*. Lima, Peru.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
LAS TUBERIAS DE POLIETILENO HAN CAMBIADO DESDE LA ENTRADA EN VIGOR DE LA NUEVA NORMA EUROPEA QUE LAS REGULA, CONTEMPLANDO TIPOLOGIAS DE TUBERIAS DE POLIETILENO Y UTILIZACION DE DICHAS TUBERIAS (libro: tubería de polietileno manual técnico, Luis Bailaron Pérez, 2009).	LA TUBERIA HDPE VIENE REMPLAZANDO A MATERIALES UTILIZADOS COMUNMENTE PARA EL SECTOR CONSTRUCCION, PARA INICIAR ES IMPORTANTE TENER EL CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERISTICAS ELEMENTALES DEL MATERIAL, LA TECNOLOGIA UTILIZADA EN SU FABRICACION PARA SU POSTERIOR DISEÑO CON LAS TUBERIAS HDPE. (artículo: conducciones forzadas por gravedad con tuberías HDPE. Abrahan Segundo López Rodríguez, 2016)	VARIABLE INDEPENDIENTE: TUBERIA HDPE	CARACTERISTICAS TECNICAS	CARACTERISTICAS MECANICAS	-
				CARACTERISTICAS FISICAS	-
			DIMENSIONAMIENTO	DIAMETRO	PULGADA
				LONGITUD	METROS
				TERMOFUSION	-
UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ES UN CONJUNTO DE DIBERSAS OBRAS QUE TIENEN COMO OBJETIVO SUMINISTRAR AGUA A UNA POBLACION EN CANTIDADES SUFICIENTES, CALIDAD ADECUADA, PRESION NECESARIA Y DE MANERA CONTINUA. (libro: abastecimiento de agua, Pedro Rodriguez Ruiz, 2001)	UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO CONSTA FUNDAMENTALMENTE DE LAS SIGUIENTES PARTES: PARAMETROS DE DISEÑO, CAPTACION, LINEA DE IMPULSION, RESERVORIO Y RED DE DISTRIBUCION. (libro: abastecimiento de agua , Pedro Rodriguez Ruiz, 2001)	VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO	ESTUDIOS BASICOS	TOPOGRAFIA	-
				CALCULO DE DOTACION	LITROS × HABITANTE/ <sub>DIA</sub>
			SISTEMA DE CAPTACION	CAUDAL DE LA FUENTE	LITROS/ <sub>SEGUNDO</sub>
				CALIDAD DEL AGUA	-
				CAPACIDAD DE LA BOMBA	HP
				DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL SOLAR	-
			LINEA DE IMPULSION	VELOCIDAD	METROS/ <sub>SEGUNDO</sub>
				PRESION	m.c.a.
				DIAMETRO	PULGADA
				PERDIDA DE CARGA	METROS
			RESERVORIO	TIPO DE RESERVORIO	-
				DIMENSIONAMIENTO	METROS
			RED DE DISTRIBUCION	LINEA DE ADUCCION	-
				PRESION	m.c.a
				DIAMETRO	PULGADA

## Anexo 2: Ficha técnica de tuberías HDP

Sistema completo de tuberías y conexiones de **POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD** para abastecimiento de agua



PAVCO

INFRAESTRUCTURA-Polietileno de alta densidad-PAVCO

SEALADO DE DAPAL  
NTP ISO 4427  
Producto Conformado  
Compuesto color azul de 20mm hasta 215mm PN10 y PN16

NTP- ISO 4427: 2008

Factor de Seguridad = 1.25

DIÁMETRO EXTERNO (mm)		ESPEORES (mm) - PESO (Kg/m)																					
		Tipo de PE	SDR 6		SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6		SDR 17		SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41		
			S 2.5		S 3.2		S 4		S 5		S 6.3		S 8		S 10		S 12.5		S 16		S 20		
			PN 25	PN 20	PN 25	PN 20	PN 16	PN 16	PN 12.5	PN 10 (*)	PN 8	PN 6	PN 5	PN 4	PN 3.2	PN 2.5	PN 2	PN 1.6	PN 1.25	PN 1	PN 0.8	PN 0.6	PN 0.5
Mín (DIM)	Máx	Diám. Medio	Ovalidad	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso	e <sub>min</sub>	Peso
20.0	20.3	20.2	1.2	3.4	0.19	3.0	0.17	2.3	0.13	2.0	0.12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.0	25.3	25.2	1.2	4.2	0.29	3.5	0.25	3.0	0.22	2.3	0.17	2.0	0.15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
32.0	32.3	32.2	1.3	5.4	0.47	4.4	0.40	3.6	0.33	3.0	0.28	2.4	0.23	2.0	0.20	--	--	--	--	--	--	--	--
40.0	40.4	40.2	1.4	6.7	0.73	5.5	0.62	4.5	0.52	3.7	0.44	3.0	0.36	2.4	0.30	2.0	0.25	--	--	--	--	--	--
50.0	50.4	50.2	1.4	8.3	1.13	6.9	0.97	5.6	0.81	4.6	0.68	3.7	0.56	3.0	0.46	2.4	0.37	2.0	0.31	--	--	--	--
63.0	63.4	63.2	1.5	10.5	1.80	8.6	1.53	7.1	1.30	5.8	1.08	4.7	0.89	3.8	0.73	3.0	0.59	2.5	0.49	--	--	--	--
75.0	75.5	75.3	1.6	12.5	2.55	10.3	2.18	8.4	1.83	6.8	1.51	5.6	1.27	4.5	1.04	3.6	0.84	2.9	0.68	--	--	--	--
90.0	90.6	90.3	1.8	15.0	3.68	12.3	3.12	10.1	2.64	8.2	2.19	6.7 (*)	1.82	5.4 (*)	1.49	4.3	1.20	3.5	0.99	--	--	--	--
110.0	110.7	110.4	2.2	18.3	5.48	15.1	4.68	12.3	3.92	10.0	3.27	8.1 (*)	2.69	6.6 (*)	2.23	5.3	1.81	4.2 (*)	1.45	--	--	--	--
160.0	161.0	160.5	3.2	26.6	11.59	21.9	9.88	17.9	8.31	14.6	6.93	11.8 (*)	5.71	9.5 (*)	4.67	7.7	3.83	6.2 (*)	3.11	--	--	--	--
200.0	201.2	200.6	4.0	33.2	18.08	27.4	15.44	22.4	12.99	18.2	10.80	14.7 (*)	8.89	11.9 (*)	7.31	9.6	5.97	7.7 (*)	4.83	--	--	--	--
250.0	251.5	250.8	5.0	41.5	28.26	34.2	24.10	27.9	20.23	22.7	16.84	18.4 (*)	13.91	14.8 (*)	11.36	11.9	9.25	9.6 (*)	7.53	--	--	--	--
280.0	281.7	280.4	9.8	46.5	35.46	38.3	30.23	31.3	25.42	25.4	21.11	20.6	17.44	16.6	14.27	13.4	11.66	10.7	9.41	--	--	--	--
315.0	316.9	316.0	11.1	52.3	44.87	43.1	38.26	35.2	32.16	28.6	26.74	23.2	22.10	18.7	18.09	15.0	14.69	12.1	11.96	9.7	9.67	7.7	7.72
355.0	357.2	356.1	12.5	59.0	55.98	48.5	48.54	39.7	40.87	32.2 (*)	33.94	26.1	28.03	21.1	23.00	16.9	18.65	13.6	15.16	10.9	12.24	8.7	9.83
400.0	402.4	401.2	14.0	--	--	54.7	61.67	44.7	51.85	36.3	43.10	29.4	35.57	23.7	29.11	19.1	23.75	15.3	19.21	12.3	15.56	9.8	12.48
450.0	452.7	451.4	15.6	--	--	61.5	78.01	50.3	65.64	40.9	54.62	33.1	45.05	26.7	36.89	21.5	30.07	17.2	24.30	13.8	19.65	11.0	15.76
500.0	503.0	501.5	17.5	--	--	--	--	55.8	80.92	45.4	67.38	36.8	55.64	29.7	45.59	23.9	37.14	19.1	29.98	15.3	24.20	12.3	19.58
560.0	563.4	561.7	19.6	--	--	--	--	62.5	101.52	50.8	84.45	41.2	69.78	33.2	57.09	26.7	46.48	21.4	37.62	17.2	30.47	13.7	24.43
630.0	633.8	631.9	22.1	--	--	--	--	70.3	128.46	57.2	106.96	46.3	88.22	37.24	72.35	30.0	58.75	24.1	47.66	19.3	38.47	15.4	30.89
710.0	716.4	713.2	--	--	--	--	--	79.3	164.5	64.5	136.14	52.2	112.27	42.1	91.93	33.9	74.93	27.2	60.71	21.8	49.04	17.4	39.39
800.0	807.2	803.6	--	--	--	--	--	89.3	--	72.6	172.68	58.8	142.50	47.4	116.63	38.1	94.90	30.6	76.97	24.5	62.11	19.6	50.00
900.0	908.1	904.1	--	--	--	--	--	--	81.7	218.61	66.2	180.48	53.3	147.54	42.9	120.21	34.4	97.34	27.6	78.71	22.0	63.14	

NOTA: Para presiones de trabajo diferentes a los indicados, favor de contactarse con nuestro Departamento Técnico

### TUBO CON PROTECCIÓN UV

COLOR	PRUEBAS DE VALIDACIÓN DE PROTECCIÓN UV		
	Características	Requisitos	Método de ensayo
Negro	Contenido de negro de humo	2 a 2.5% por masa	ISO 6964
	Dispersión de negro de humo	< grado 3	ISO 18553
Azul	Resistencia a la interperie	Radiación Solar acumulativa > 3.5 gr/m <sup>2</sup>	ISO 16871
	Dispersión del pigmento	< grado 3	ISO 18553

Prueba solicitadas en la NTP ISO 4427



### TUBO SIN PROTECCIÓN UV

COLOR	PRUEBAS DE VALIDACIÓN		
	Características	Requisitos	Método de ensayo
Azul	Dispersión del Pigmento	< grado 3	ISO 18553

Exposición a la radiación solar limitada.

- Presión nominal (PN) corresponde a la máxima presión operativa permisible PPM5, expresada en bar, del tubo a 20° C.

- Espesor mínimo exigido por la norma NTP ISO 4427.

(\*) Certificación NFS INASSA  
NTP ISO 4427  
Compuesto color azul

# Multiples sistemas de empalmes



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL HDPE (MATERIA PRIMA) PARA TUBERÍAS FABRICADAS BAJO NORMA NTP ISO 4427

Las normas ISO exigen requisitos para la materia prima a utilizar. En este caso, el material o compuesto se designa en categorías de acuerdo a su MRR (Mínima Resistencia Requerida a 20°C), para que la tubería tenga una duración de 50 años. Mexichem fabrica sus tuberías de HDPE con las dos categorías más altas PE 100 y PE 80, cuyos requisitos se exponen a continuación.

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SEGÚN NTP ISO 4427

Designación de la materia prima	Características Mecánicas		Tensión de Circunferencial			
	MRR a 50 años y 20°C	Tensión de Diseño $\sigma_s$	100 horas a 20°C	165 horas a 80°C	1000 horas a 80°C	1 hora a 20°C
<b>MPa (PSI)</b>						
PE80	8 (1160)	6.3 (914)	10 (1450)	4.5 (652)	4.0 (580)	11.3 (1683)
PE100	10 (1450)	8.0 (1160)	12.4 (1798)	5.4 (783)	5.0 (725)	14.0 (2030)

<sup>(1)</sup> 1Mpa = 10 bares

<sup>(2)</sup>  $Q_c = MRR / C$  donde C es un coeficiente de diseño que varía de acuerdo a las condiciones operativas, ambientales y temperatura. En este caso para agua a 20° se a tomado el valor de 1.25. Para otras condiciones operativas se puede variar significativamente por lo cual consultar a nuestro departamento técnico.

## VENTAJAS

- Elevada resistencia a la presión, garantizada por el exigente control de calidad de Mexichem.
- Excelente soldabilidad gracias a la gran calidad de las materias primas utilizadas y al control estricto del proceso de fabricación que realiza Mexichem.
- Amplia gama de productos, fabricados bajo una gran variedad de normas técnicas. ASTM, ISO y NTP. Mexichem es el único fabricante que le ofrece tuberías de grandes diámetros hasta 900 mm.
- Gran flexibilidad y resistencia al impacto, que durante la instalación permite adaptarse a topografías difíciles. Además absorbe esfuerzos por oleaje, vibración o movimientos del terreno. Muy útil para aplicaciones de cruce de ríos, lagos, pantanos y terrenos inestables.
- La tubería es resistente a la corrosión y a la mayoría de productos químicos que se usan en la industria.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS TUBOS SEGÚN NTP ISO 4427

Características físicas	Requisitos	Método de ensayo
Densidad del compuesto	$\geq 93 \text{ kg/m}^3$ 23°C	ISO 1183 - 2
Reversión longitudinal	$\leq 3\%$ sin daños en la superficie	NTP ISO 2505
Índice de fluidez MFR para PE80, PE100	$\pm 20\%$ de cambio de MFR por procesamiento 5 kg a 190°C en 10min	ISO 1133
Tiempo de la inducción a la oxidación	$\geq 20 \text{ min}$	ISO 11357 - 6
Elongación a la rotura $e \leq 5 \text{ mm}$	$\geq 350\%$	ISO 6259 - 1

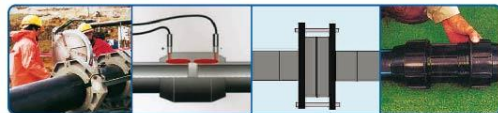
Radio de Curvatura VS Temperatura			
SDR	20°C	10°C	0°C
21	30	52	75
17	27	52	75
13.6	25	52	75
11	25	52	75
9	25	52	75

Factores de Reducción de Presión en las Temperaturas de funcionamiento				
20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
1	0.93	0.87	0.80	0.74

- Gran resistencia y estable frente a la radiación UV.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Insensibilidad a la congelación
- Mayor resistencia al golpe de ariete.

Por ejemplo: SDR 21 a 20° C el radio de curvatura es 30 veces el DN.

## SISTEMAS DE EMPALMES



TERMOFUSIÓN    ELECTROFUSIÓN    BRIDA-STUB END    MECÁNICO



## MEXICHEM PERÚ S.A.

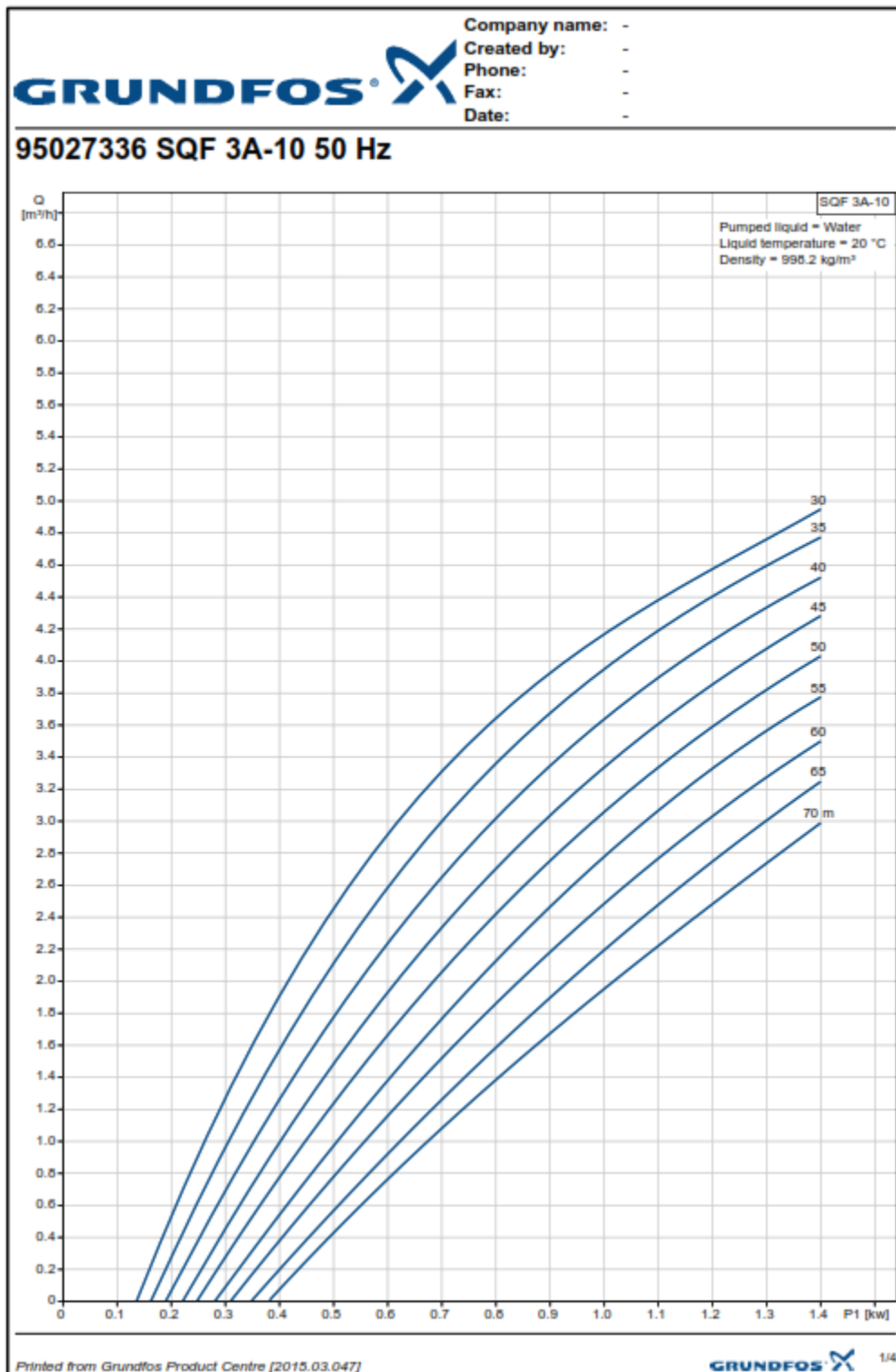
Av. Nugget 555, Lima10 - Perú . Telf.: (51-1) 362-0016. Fax (51-1) 362-3791.

Central de Pedidos: Fax (51-1) 362-7090, 362-7613. <http://www.pavco.com.pe> e-mail: [ventasperu@mexichem.com](mailto:ventasperu@mexichem.com)

Multiples sistemas de empalmes

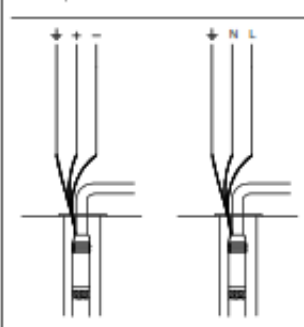
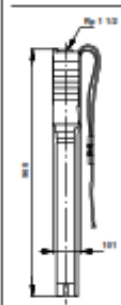
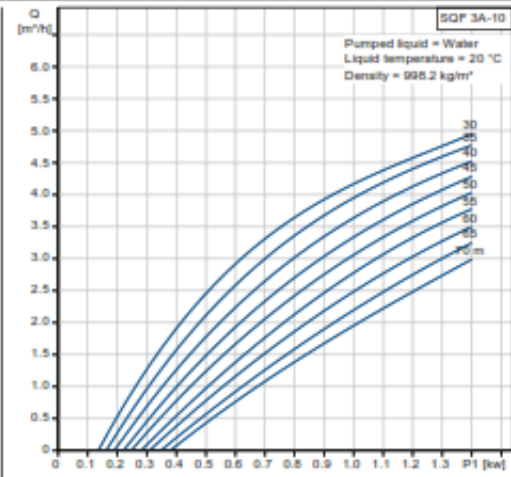
Mayo 2016

### Anexo 3: Ficha técnica de bomba centrifuga sumergible

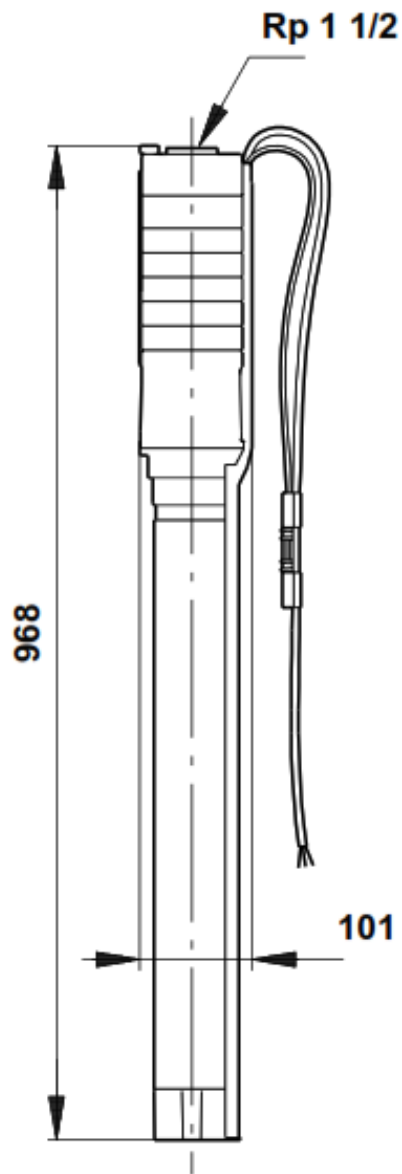




Description	Value
<b>General information:</b>	
Product name:	SQF 3A-10
Position:	
Product No:	95027336
EAN number:	5700634760099
Price:	On request
<b>Technical:</b>	
Approvals on motor nameplate:	CE, CTICK, TR, MARK
Pump No:	95027354
Stages:	10
Valve:	pump with built-in non-return valve
<b>Materials:</b>	
Pump:	Stainless steel DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Impeller:	Stainless steel DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Rotor:	DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Stator:	DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
<b>Installation:</b>	
Maximum ambient pressure:	15 bar
Pump outlet:	Rp 1,25
Minimum borehole diameter:	102 mm
<b>Liquid:</b>	
Pumped liquid:	Water
Maximum liquid temperature:	40 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	998.2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematic viscosity:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Electrical data:</b>	
Motor type:	MSF3
Power input - P1:	1.4 kW
Rated voltage ac:	1 x 90-240 V
Rated voltage dc:	30-300 V
Start. method:	direct-on-line
Rated current:	6.4 A
Power factor:	1,0
Rated speed:	500-3600 rpm
Enclosure class (IEC 34-5):	IP68
Insulation class (IEC 85):	F
Motor protec:	Y
Thermal protec:	internal
Length of cable:	2 m
Motor No:	96275336
<b>Others:</b>	
Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.70
Net weight:	9.5 kg
Gross weight:	11 kg
Shipping volume:	0.026 m <sup>3</sup>
Sales region:	Europe/South America/Japan

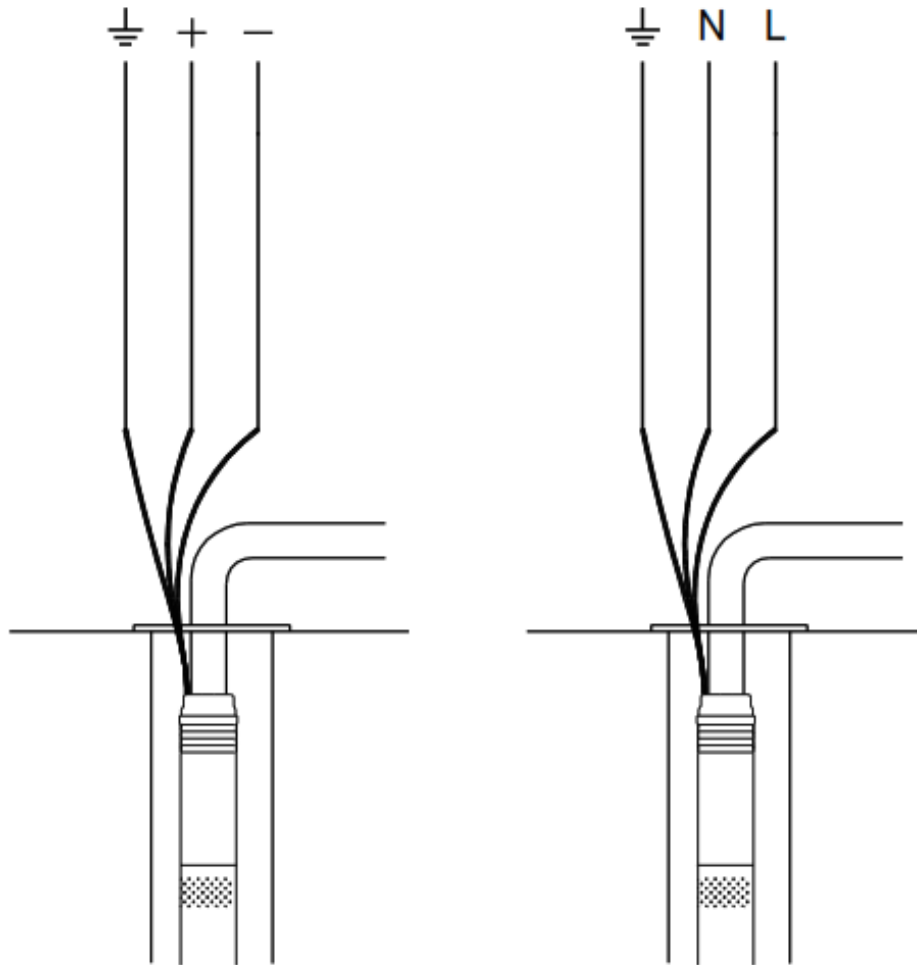


**95027336 SQF 3A-10 50 Hz**



Note! All units are in [mm] unless others are stated.  
Disclaimer: This simplified dimensional drawing does not show all details.

**95027336 SQF 3A-10 50 Hz**



Note! All units are in [mm] unless others are stated.

## Anexo 4: Estudio de laboratorio de la calidad de agua de la captación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-17084/19

Pág. 1/3

Solicitante	: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL
Domicilio legal	: Av. Benavides Nro. 395 - Miraflores - Lima - Lima
Producto declarado	: AGUA DE POZO
Lugar de Muestreo	: Olmos - Lambayeque
Fecha de Muestreo	: 2019 - 10 - 30
Método de Muestreo	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples. Part 9060 A-B, 1060 B-C
Acta de Inspección	: 19CH00584687151
Cantidad de Muestras para el Ensayo	: 1 muestra x 5,875 L
Forma de Presentación	: En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
Identificación de la muestra	: EB: AGUA DE POZO: CASERIO PAMPAS I – HORA: 14:05
Fecha de recepción	: 2019 - 10 - 31
Fecha de inicio del ensayo	: 2019 - 10 - 31
Fecha de término del ensayo	: 2019 - 11 - 07
Ensayo realizado en	: Laboratorio Ambiental / Microbiología (Callao) / ICP-AA
Identificado con	: HIS 19012415 (EXMA-18779-2019)
Validez del documento	: Este documento es válido solo para las muestras descritas

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EB: AGUA DE POZO: CASERIO PAMPAS I – HORA: 14:05	17M	635891	9346676

#### Análisis Microbiológico:

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
Coliformes Totales	UFC/100 mL	<1

Coliformes Totales: Verificado

#### Análisis Físico Químico:

Ensayos	LD	Unidad	Resultados	
Color	1	UC	<1	
Dureza Total	1,00	mgCaCO <sub>3</sub> /L	324	
Nitrógeno Amomiacal	0,020	mg/L	<0,02	
Sólidos Disueltos Totales	2,5	mg/L	965	
Turbiedad	1	NTU	<1	
Aniones por Cromatografía Iónica	Cloruro	0,08	mg/L	198
	Fluoruro	0,002	mg/L	0,195
	Nitrato-N	0,002	mg/L	3,48
	Nitrato-N	0,002	mg/L	0,020
Sulfato	0,06	mg/L	209	
(2) Conductividad	-	uS/cm	1 539	
(2) pH	-	-	7,12	

LD Límite de detección  
(2) In situ



AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-17084/19

Pág. 2/3

Análisis Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,0025	mg/L	0,03396
Antimonio (Sb)	0,0002	mg/L	<0,00020
Arsénico (As)	0,0005	mg/L	0,00213
Bario (Ba)	0,00015	mg/L	0,04083
Berilio (Be)	0,00015	mg/L	<0,00015
Bismuto (Bi)	0,0025	mg/L	<0,00250
Boro (B)	0,01	mg/L	0,2812
Cadmio (Cd)	0,00005	mg/L	<0,000050
Calcio (Ca)	0,1	mg/L	61,73
Cobalto (Co)	0,0003	mg/L	<0,00030
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	<0,00030
Cromo (Cr)	0,0005	mg/L	<0,00050
Estañio (Sn)	0,00025	mg/L	<0,00025
Estroncio (Sr)	0,00045	mg/L	0,6094
Fósforo (P)	0,1	mg/L	<0,100
Hierro (Fe)	0,01	mg/L	0,02591
Litio (Li)	0,00025	mg/L	0,02028
Magnesio (Mg)	0,01	mg/L	31,57
Manganeso (Mn)	0,00025	mg/L	0,00061
Mercurio (Hg)	0,00005	mg/L	<0,00005
Molibdeno (Mo)	0,0002	mg/L	0,00078
Níquel (Ni)	0,00035	mg/L	<0,00035
Plata (Ag)	0,00005	mg/L	<0,00005
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	<0,00020
Potasio (K)	0,01	mg/L	<0,010
Selenio (Se)	0,001	mg/L	0,01138
Silicio (Si)	0,01	mg/L	20,70
Sodio (Na)	0,01	mg/L	182,1
Talio (Tl)	0,00016	mg/L	<0,00016
Teluro (Te)	0,0005	mg/L	<0,00050
Titanio (Ti)	0,0005	mg/L	<0,00050
Uranio (U)	0,00005	mg/L	<0,00005
Vanadio (V)	0,0005	mg/L	0,00171
Wolframio (W)	0,0005	mg/L	<0,00050
Zinc (Zn)	0,0005	mg/L	0,0653

LD: Límite de detección



AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
[info@cerper.com](mailto:info@cerper.com) - [www.cerper.com](http://www.cerper.com)

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

INFORME DE ENSAYO N° 1-17084/19

Pág. 3/3

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Azufre (S)	0,500	mg/L	60,85
Cerio (Ce)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Cesio (Cs)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Escandio (Sc)	0,00015	mg/L	< 0,00015
Gafio (Ga)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Germanio (Ge)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Hafnio (Hf)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Indio (In)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Lantano (La)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Lutecio (Lu)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Niobio (Nb)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Terbio (Tb)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Torio (Th)	0,00015	mg/L	< 0,00015
Yterbio (Yb)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Ytrio (Y)	0,0005	mg/L	< 0,0005
Zirconio (Zr)	0,0005	mg/L	< 0,0005

LD: Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA\*

**MÉTODOS**

Aniones por Cromatografía Iónica: EPA Method 800.0 1993 Determination of inorganic anions by ion chromatography

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2, 2016, Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

(\*) Metales por ICP - Tierras raras: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3125 B, 23 rd Ed.2017, Metals by Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (Validado)

Coliformes Termotolerantes (UFC): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23 rd Ed.2017, Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group, Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure

Coliformes Totales (UFC): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 B, 23 rd Ed.2017, Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media

Color: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017,Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)

(2) Conductividad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017, Conductivity, Laboratory Method

Dureza Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed.2017,Hardness, EDTA Titrimetric Method

Nitrógeno Amoniacal: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017, Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method

Sólidos Disueltos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed.2017, Solids, Total dissolved Solids Dried at 180° C

Turbiedad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.2017,Turbidity, Nephelometric Method

(2) pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 12 de noviembre de 2019  
AM

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

**"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"**

AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

**ANEXO**  
(INFORMATIVO)

**INFORME DE ENSAYO N° 1-17084/19**  
**ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO**

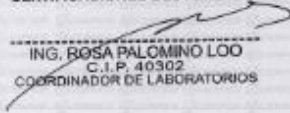
Pág. 1/1

Observaciones:

En el ensayo de **COLIFORMES TOTALES** se encontró Presencia de 300 UFC/100 mL de Heterótrofos.

Callao, 12 de noviembre de 2019  
AM

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

  
-----  
ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
[info@cerper.com](mailto:info@cerper.com) - [www.cerper.com](http://www.cerper.com)

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

## Anexo 5: Ficha técnica del panel solar fotovoltaico

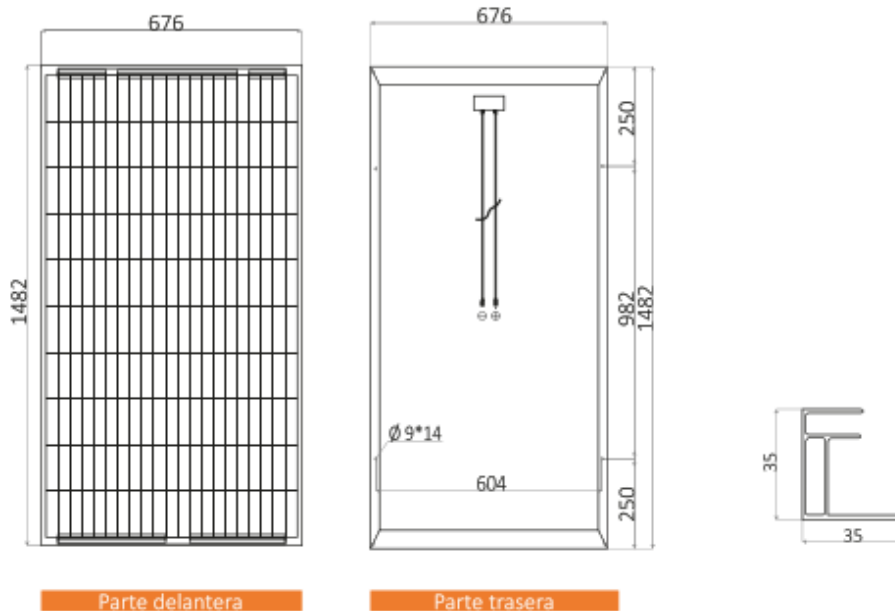


# Panel Solar 150W 12V



## Especificaciones

<b>Tamaño del módulo</b>	<b>1482 x 676 x 35 mm</b>
Tipo de célula	Policristalina 156 x 156 mm
Número de células	36 (4x9)
Potencia máxima (Wp)	150W
Tolerancia de potencia (%)	±3%
Voltaje en circuito abierto (Voc)	22.7V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	8.69A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	18.3V
Intensidad a máxima potencia (Im)	8.20A
Fusible máximo Serie	10A
Número de diodos	2
Longitud y tipo cable	90cm, 4mm <sup>2</sup>
Condiciones del test	1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.08558%/°C
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.29506%/°C
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%/°C
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	15%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE, ROHS
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
	11.0Kg





## Anexo 6: Ficha técnica de la batería para el panel solar fotovoltaico

Fabricación europea

Made in Europe

### SERIE UP-SPO

## SOLAR POWER ABIERTAS SOLAR POWER OPEN

### Características

- Específicamente diseñada para aplicaciones que requieren un suministro permanente y duradero energía de eléctrica.
- Apto para aplicaciones cíclicas.
- Más de 400 ciclos a 75% D.O.D.
- Más de 800 ciclos según IEC 61427.
- Alta resistencia a los ciclos de descarga profunda y repetida.
- Mayor vida útil.
- Placas más gruesas con geometría radial para aumentar la vida y proporcionar mayor CCA.
- Placas ancladas a prueba de vibraciones y golpes.
- Material activo con una composición específica para minimizar el estrés cíclico.
- Aleación especial que asegura la resistencia contra la corrosión de las rejillas y la conductividad del material activo.

### Aplicaciones

Energía fotovoltaica, auto caravanas, caravanas, barcos, carretillas elevadoras, plataformas elevadoras, vehículos eléctricos, barredoras, fregadoras, elevadores, apiladores, luminarias de carretera.

### Main features

- Specially designed for those uses that require a permanent and lasting energy supply.
- Suitable for renewable energy, cyclic use.
- More than 400 cycles at 75% D.O.D.
- More than 800 cycles as per IEC 61427.
- High resistance to deep discharge cycles.
- Long service life.
- Thicker plates with radial geometry to increase service life and provide higher CCA.
- Plates mounted vibration and shock proof.
- Active material with specific composition that minimize stress in cyclic uses.
- Special alloy that ensures grids corrosion resistance and conductivity of the active material.

### Main uses

Solar energy systems, mobile homes, street solar lighting, vessels, fork lifts, lifting platforms, electrical vehicles, sweepers, scrubbing machines, electric stackers, etc.

Model	Nominal Voltage (V)	Capacity Ah 1.80 UVC 20°C		Dimension (mm)						Weight (kg)	QTY x P
		C20	C100	Length		Width		Height			
				mm	in	mm	in	mm	in		
SPO70	12	60	70	240	9.53	175	6.89	190	7.48	14.9	63
SPO85	12	75	85	278	10.94	175	6.89	190	7.48	18.0	57
SPO90	12	80	90	270	10.73	175	6.89	220	8.66	18.7	57
SPO110	12	90	110	353	13.90	175	6.89	190	7.48	21.8	36
SPO115	12	100	115	304	11.97	175	6.89	220	8.66	23.9	58
SPO120	12	105	120	345	13.58	175	6.89	250	9.84	27.1	48
SPO140	12	125	140	345	13.58	175	6.89	285	11.22	30.2	38
SPO165	12	140	165	513	20.20	189	7.44	223	8.78	37.5	32
SPO205	12	180	205	513	20.20	223	8.78	223	8.78	46.3	21
SPO225	12	200	225	518	20.39	274	10.79	242	9.53	56.2	18
SPO250	12	230	250	518	20.39	274	10.79	242	9.53	58.0	18
SPO260	6	240	260	244	9.61	190	7.48	274	10.79	29.0	30

Los parámetros técnicos podrán ser cambiados sin previo aviso.

\* Technical specifications may be change without any notice.



# Anexo 7: Ficha técnica del regulador

## Solar System

## MPPT Solar Charge Controller



### PC1800F Series MPPT Solar Charge Controller

#### Feature:

- 60A/80A MPPT solar charge controller(Fan cooling)
- 12V/24V/48V (auto detection);36V(setting)
- MPPT efficiency>99%,Peak conversion efficiency >98%
- DSP processors technology ensure high speed and performance
- Multi-stage charging mode
- Protection: PV array short circuit , PV reverse polarity , Battery reverse polarity , Over charging , Output short circuit
- Equalization charging function
- BTS function

#### Introduction:

MPPT (Maximum Power Point Tracking)Solar Charge Controller offer an efficient, safe, multi-stage recharging process that prolongs battery life and assures peak performance from a solar array. Each Charge Controller allows customized battery recharging.

#### LCD Display Information



1. ON/MENU: Enter or exit setting mode.
2. UP: Increase the setting data.
3. DOWN: Decrease the setting data.
4. ENTER: Confirm the selection in setting mode.
5. LCD display

LED indicator	Solid On	Messages
5. POWER ON/ CHARGING	Green Solid On	The controller is on.
	Green Flashing	The controller is charging
	Green Flashing	Bulk charge stage : flashing every 0.5 second Absorption stage : flashing every second Equalize stage : flashing every 3 seconds Float stage : flashing every 5 seconds
6. FAULT/ WARNING	Red Solid On	Fault occurs.
	Red Flashing	Warning situation occurs.
7. WIRING FAULT	Red Solid On	Battery polarities are not connected correctly.



1. PV+ : PV array positive terminal
2. PV- : PV array negative terminal
3. BA- : The battery negative terminal
4. BA+ : The battery positive terminal
5. COM: RS485 Communication network terminal(Use for computer)
6. BTS: Battery Remote Temperature sensor terminal
7. USB

#### Solar System Connection



#### Specification

MODEL	PC18-6013F	PC18-6015F	
Nominal Battery System Voltage	12V/24V/48VDC (Auto detection); 36V(setting)		
CONTROLLER INPUT	Battery Voltage	12V	24V
	Maximum Solar Input Voltage	100V	145V
	PV Array MPPT Voltage Range	15-95V	30-130V
	Max PV Input Power(12V)	930W	1250W
	Max PV Input Power(24V)	1675W	2500W
BATTERY	Max PV Input Power(36V)	2613W	3750W
	Max PV Input Power(48V)	3750W	5000W
	Charging Set points	Absorption Stage	Float Stage
	Flooded Battery	14.2V/25.4V/42.8V/56.8V	13.7V/27.4V/41.1V/54.8V
	AGM/Gel/LEAD battery (Default)	14.4V/25.8V/43.2V/57.6V	13.7V/27.4V/41.1V/54.8V
PATTERY	Over-charging voltage	15.5V/30.0V/45.0V/60.0V	
	Over-charging comeback voltage	14.5V/29.0V/44.5V/59.0V	
	Battery defect voltage	10.0V/17.0V/25.5V/34.0V	
	Temperature Compensation coefficient	-3mV/C (cell (25°C ref)	
	Peak Conversion efficiency	96% (MPPT Efficiency 98%)	
GENERAL SPECIFICATION	Max Charging Current	60 amps continuous @ 40°C ambient	80 amps continuous @ 40°C ambient
	Radiating mode	Fan cooling	
DISPLAY & PROTECTION	Protections	Solar high voltage disconnect Solar high voltage reconnect Battery high voltage disconnect Battery high voltage reconnect High temperature disconnect High temperature reconnect	
	Mechanical SPECIFICATIONS	Mounting: Wall mount	
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Machine Dimension(W*H*D)	152*100*294mm (per pcs)	
	G.W(Kg)	3Kg/pcs	
	Package Dimension(W*H*D)	612*308.2*235.6mm (5pcs/ Carton)	
	Gross Weight(Kg)	17.4Kg (per Carton)	19Kg (per Carton)
OTHER	Environmental Rating	Indoor	
	Operation Temperature Range	-25-55°C	
	Ambient humidity	0-90% relative humidity(non-condensing)	
	Altitude	≤3000m	
		Loading(20GP/40GP/40HQ)	
		3000pcs / 6000pcs / 7200pcs	

\* Product specifications are subject to change without further notice.

#### Side panel



#### Back Panel



## Anexo 8: Ficha técnica del inversor

Must Solar Baja Frecuencia 12V / 24V

Inversor Solar de Baja Frecuencia



### PV3000 MPK Series Inversor solar de Baja Frecuencia

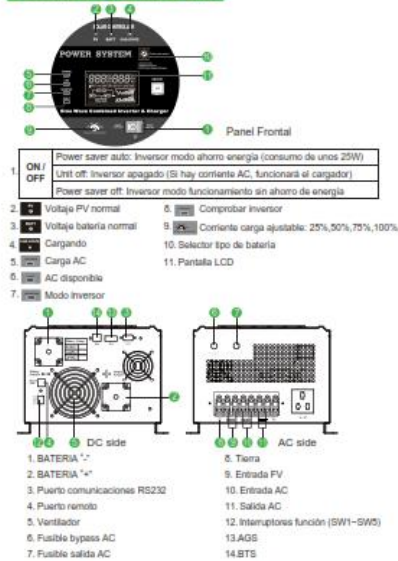
#### Características:

- Potencia de salida entre 1kW y 6kW
- Onda senoidal pura
- Cargador AC de alta potencia
- Regulador MPPT integrado de 80A según versiones
- Eficiencia máxima del MPPT de 98%
- Transformador interno de bobinado en cobre
- Pantalla de monitorización y configuración de ajustes
- Diseño de gran eficiencia con modo de ahorro de energía
- Comunicaciones mediante puerto RS232
- Compatibilidad con generador y arranque automático AGS
- Cargador integrado de entre 35 hasta 75A según versiones
- Aislamiento galvánico

#### Introducción:

Este es un inversor multifunción que combina las tareas de un inversor de baterías junto con un regulador de carga solar de tipo MPPT maximizador y un cargador de baterías integrado para ofrecer un producto todo en uno. Este modelo con bobinado de baja frecuencia crea una senoidal pura a partir de un transformador de cobre, que le da una gran fiabilidad y durabilidad. Podremos visualizar el funcionamiento del inversor a través de la pantalla LCD de su parte frontal.

#### Información pantalla display:



#### Conexión del sistema solar:



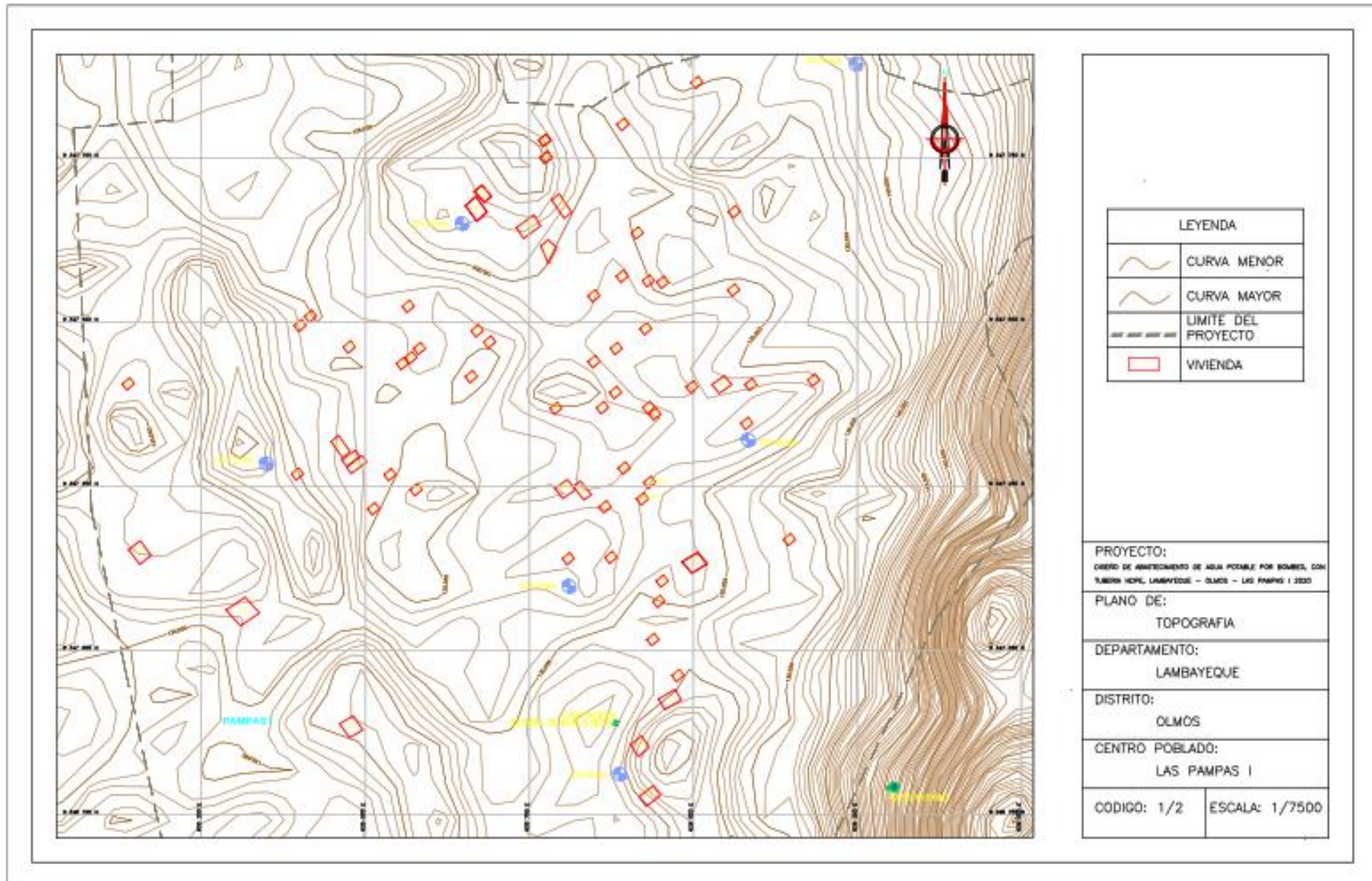
#### Especificaciones

MODELO	PV1-1KW MPK	PV1-1.5KW MPK	PV2-2KW MPK	PV2-3KW MPK	PV3-5KW MPK	PV3-6KW MPK	
Voltaje nominal banco de baterías	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC	24VDC	24VDC/48VDC	
SALIDA INVERSOR	Potencia nominal	1KW	1.5KW	2KW	3KW	5KW	6KW
	Potencia arranque (20ms)	3KW	4.5KW	6KW	9KW	15KW	18KW
	Capacidad arranque motores	1HP	1HP	1HP	2HP	3HP	3HP
	Onda eléctrica	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)			Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)		
	Salida voltaje nominal RMS	220V(230V/240VAC)±10% RMS			220V(230V/240VAC)±10% RMS		
	Frecuencia salida	50Hz/60Hz ±0.3 Hz			50Hz/60Hz ±0.3 Hz		
	Eficiencia Inversor (Pico)	>98%			>98%		
	Eficiencia conector AC	>95%			>95%		
	Factor de potencia	0.8			1.0		
	Tiempo transferencia típico	10ms(max)			10ms(max)		
AC ENTRADA	Voltaje	230VAC			230VAC		230VAC
	Rango voltaje seleccionable	105-280VAC			105-280VAC		105-280VAC
BATERIA	Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz			50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz		
	Voltaje mínimo arranque	10.0VDC / 10.5VDC		20.0VDC-21.0VDC / 40.0VDC-42.0VDC			
	Alarma batería baja	10.5VDC±0.3V		21.0VDC±0.6V / 42.0VDC±1.2V			
	Corte bajo voltaje	10.0VDC±0.3V		20.0VDC±0.6V / 40.0VDC±1.2V			
	Alarma alto voltaje	16.0VDC±0.3V		32.0VDC±0.6V / 64.0VDC±1.2V			
	Recuperación alto voltaje	15.5VDC±0.3V		31.0VDC±0.6V / 62.0VDC±1.2V			
	Consumo en reposo	<25W con modo ahorro		<50W con modo ahorro			
AC CARGADOR	Voltaje salida	Depende tipo batería					Depende tipo batería
	Fusible entrada AC	10A	30A	30A	30A	30A	31.4VDC/62.0VDC
	Protección sobrecarga	15.7VDC		30A		40A	
BYPASS & PROTECCIÓN	Máxima corriente carga	35A	45A	65A	75A	75A	75A / 50A
	Onda de entrada	Onda pura (red o generador)			Onda pura (red o generador)		
	Frecuencia nominal entrada	50Hz o 60Hz			50Hz o 60Hz		
	Protección sobrecarga	Corta-circuitos			Corta-circuitos		
	Protección cortocircuito salida	Corta-circuitos			Corta-circuitos		
REGULADOR CARGA	Límite intensidad Bypass	10A	15A	30A	30A	40A	40A
	Corriente máxima Bypass	30Amp			40Amp		
	Potencia PV máxima	1200W			1600W / 1600W / 3200W		
	Corriente PV máxima	80A			60A		
	Selección voltaje DC	12V			24V/48V auto		
	Rango MPPT	10-100VDC			32-145VDC @ 24V / 64-145VDC @ 48V		
CARACT. FÍSICAS	Voltaje máx. MPPT VOC	100VDC			145VDC		
	Eficiencia máxima	>90%			>95%		
	Consumo stand-by regulador	<2W			<2W		
	Instalación	En pared			En pared		
	Dimensiones (W*H*D)	423*247*197mm			597*247*197mm		
OTROS	Peso neto (Inversor) kg	18.5	18.5	23.5	26.7	50.4	51.5 / 49.2
	Dimensiones embalaje (W*H*D)	570*350*300mm			743*372*312mm		
	Peso bruto (Inversor) kg	21.5	22.4	25.6	31.2	54	55.7 / 53.1
Rango operativo temperatura	0°C to 40°C			-15°C to 60°C			
Temperatura almacenamiento	-15°C to 60°C			-15°C to 60°C			
Nivel sonoro	60dB MAX			60dB MAX			
Pantalla	LED+LCD			LED+LCD			
Volumen 200P40GP40HQ	480uds / 520uds / 1060uds			320uds / 640uds / 750uds			

#### Paneles conexión



## Anexo 9: Plano topográfico y cartográfico





LEYENDA	
	CURVA MENOR
	CURVA MAYOR
	LIMITE DEL PROYECTO
	VIVIENDA

PROYECTO:  
 DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, CON  
 TIERRA HEREA, LAMBAYEQUE - OLMOS - LAS PAMPAS I 2020

PLANO DE:  
 TOPOGRAFIA

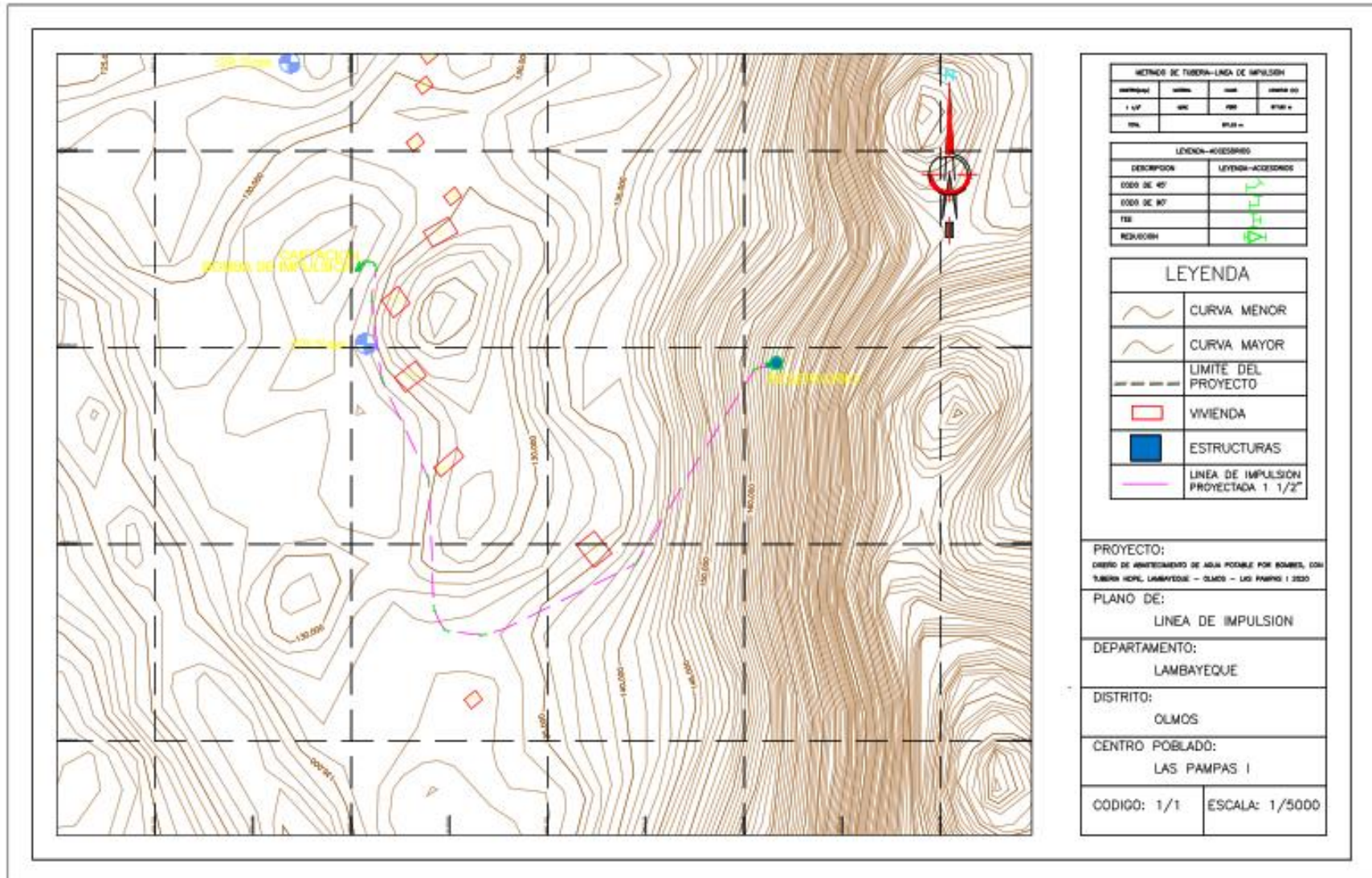
DEPARTAMENTO:  
 LAMBAYEQUE

DISTRITO:  
 OLMOS

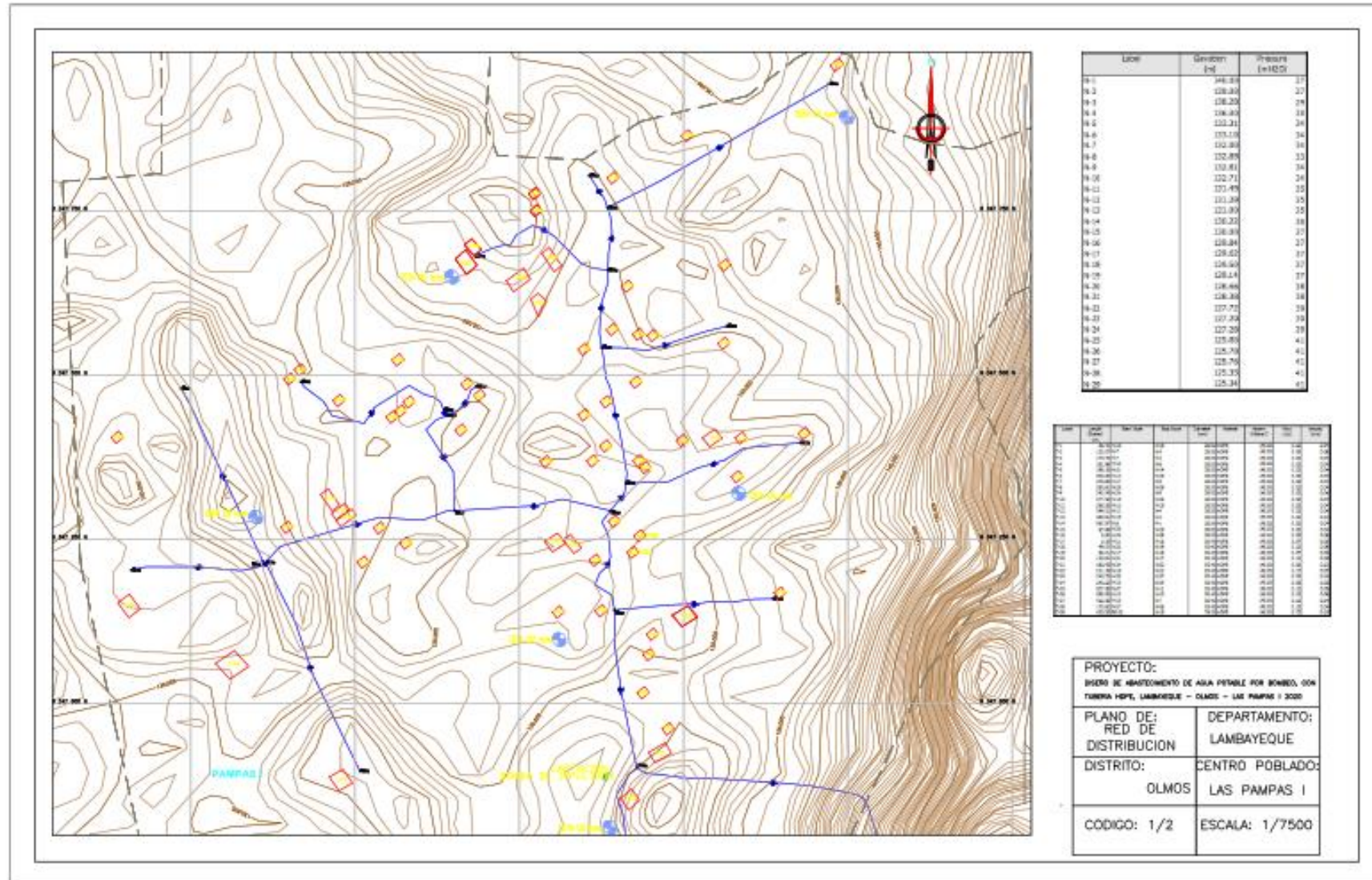
CENTRO POBLADO:  
 LAS PAMPAS I

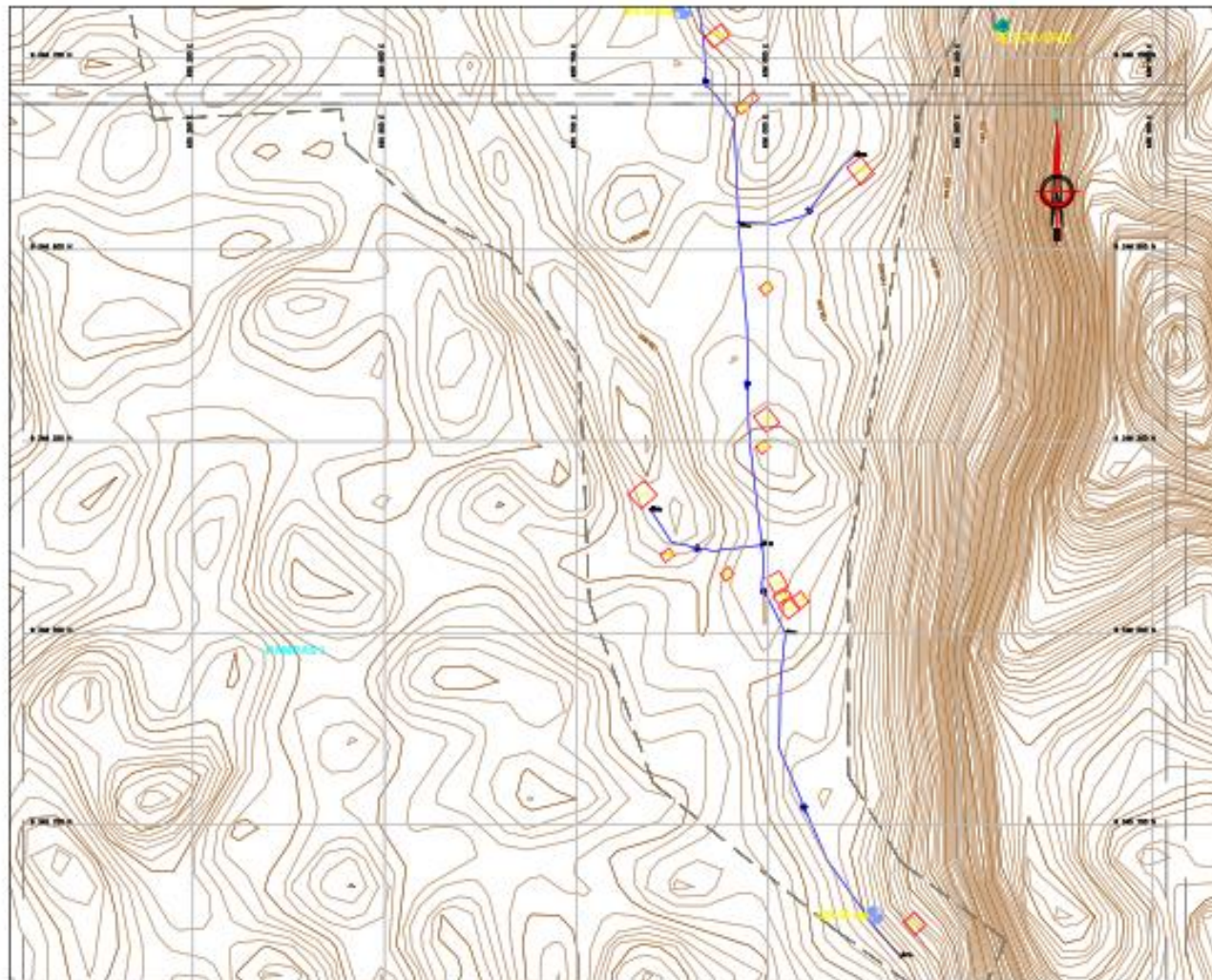
CODIGO: 2/2	ESCALA: 1/7500
-------------	----------------

## Anexo 10: Plano de línea de impulsión



## Anexo 11: Plano de red de distribución





Lote	Desnivel (m)	Presión (mH2O)
9-1	190.69	27
9-2	190.69	27
9-3	195.28	29
9-4	196.69	29
9-5	193.31	28
9-6	193.18	28
9-7	192.99	28
9-8	191.29	27
9-9	192.81	28
9-10	192.71	28
9-11	191.49	28
9-12	191.29	28
9-13	191.69	28
9-14	190.31	28
9-15	190.69	27
9-16	199.84	37
9-17	199.60	37
9-18	199.29	37
9-19	199.14	37
9-20	196.64	28
9-21	190.38	28
9-22	197.11	30
9-23	197.39	30
9-24	197.28	30
9-25	195.89	31
9-26	195.79	31
9-27	195.18	31
9-28	196.18	31
9-29	195.24	31

Orden	Material	Medida	Unidad	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
1	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
6	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
7	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
8	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
9	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
10	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
11	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
12	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
13	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
14	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
15	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
16	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
17	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
18	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
19	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
20	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
21	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
22	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
23	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
24	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
25	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
26	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
27	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
28	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
29	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
30	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
31	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
32	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
33	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
34	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
35	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
36	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
37	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
38	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
39	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
40	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
41	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
42	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
43	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
44	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
45	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
46	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
47	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
48	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
49	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
50	Alcántara	1.0	m	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

**PROYECTO:**  
 DISTRITO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, CON  
 TUBERÍA HDPE, LAMBAYEQUE - OLMOS - LAS PAMPAS I 2020

PLANO DE: RED DE DISTRIBUCIÓN	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
DISTRITO: OLMOS	CENTRO POBLADO: LAS PAMPAS I
CODIGO: 2/2	ESCALA: 1/7500



## Anexo 12: Fotografías del centro poblado Las Pampas I



Foto tomada al centro poblado las Pampas I



Foto tomada al centro poblado las Pampas I

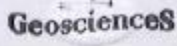
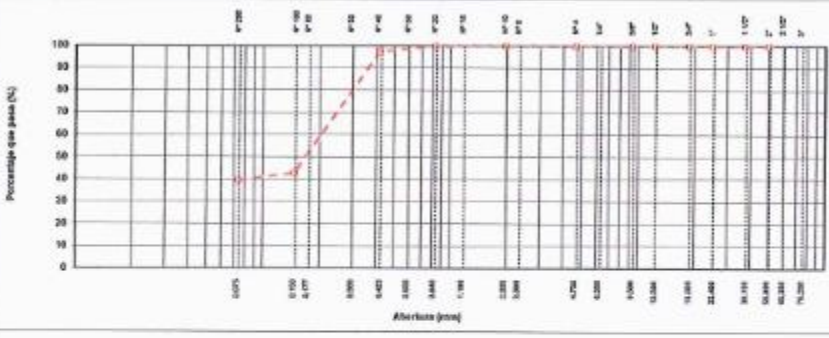


Foto tomada al centro poblado las Pampas I



Foto tomada al centro poblado las Pampas I

# Anexo 13: Estudio de suelo

	OSA NUNYA NUNYA AS INCENSAS		WF. ESTATO W 6931																																																																																																																																																											
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E207 - MTC E204 - ASTM C136)		REALIZADO POR: J.E.S																																																																																																																																																											
			REALIZADO POR: S.S.S.																																																																																																																																																											
PROYECTO : "Mejoramiento y/o Rehabilitación del sistema de Agua y Saneamiento de los caseríos del Distrito de Obnos, Departamento de Lambayeque" Caserío Pampas 1-Obnos-Lambayeque	Registro N°: 003		Fecha: Nov. 2019																																																																																																																																																											
UBICACIÓN : Obnos-Lambayeque-Lambayeque	SOLICITANTE : Ing. Cesar Augusto Pascha Rufete																																																																																																																																																													
<b>I. Datos Generales</b>																																																																																																																																																														
PROCEDENCIA : Caserío Pampas 1-Distrito de Obnos	COORDENADAS UTM : 9347393.000 N - 635994.000 E																																																																																																																																																													
CALICATA : C-63	MUESTRA : 1	Ht - 1																																																																																																																																																												
PROFUND. : 0.50 - 1.20 m.	PESO INICIAL SECO : 100.00 gr.																																																																																																																																																													
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL</b> MTC E 204 - 2016		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b> MTC E 105 - 2016																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ANÁLISIS</th> <th>PESO</th> <th>PORCENTAJE</th> <th>RETENIDO</th> <th>PORCENTAJE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>PPM</th> <th>RETENIDO</th> <th>RETENIDO</th> <th>ACUMULADO</th> <th>QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td></td><td>20.200</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td></td><td>00.350</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td></td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td></td><td>30.100</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td></td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td></td><td>18.000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5/8"</td><td></td><td>12.500</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td></td><td>9.500</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td></td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 4</td><td></td><td>4.750</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 8</td><td></td><td>2.350</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 10</td><td></td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 16</td><td></td><td>1.100</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 20</td><td>0.843</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>N° 30</td><td>0.600</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.9</td><td>99.1</td></tr> <tr><td>N° 40</td><td>0.425</td><td>1.7</td><td>1.7</td><td>2.6</td><td>97.4</td></tr> <tr><td>N° 50</td><td>0.300</td><td>14.3</td><td>14.3</td><td>14.9</td><td>85.1</td></tr> <tr><td>N° 60</td><td>0.177</td><td>38.7</td><td>38.7</td><td>55.6</td><td>44.4</td></tr> <tr><td>N° 100</td><td>0.150</td><td>1.6</td><td>1.6</td><td>57.2</td><td>42.8</td></tr> <tr><td>N° 200</td><td>0.075</td><td>3.2</td><td>3.2</td><td>99.4</td><td>36.8</td></tr> <tr><td>+ N° 200</td><td>FONDO</td><td>39.8</td><td>39.8</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	TAMIZ	ANÁLISIS	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE		PPM	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	3"		20.200				2 1/2"		00.350				2"		50.800				1 1/2"		30.100				1"		25.400				3/4"		18.000				5/8"		12.500				3/8"		9.500				1/4"		6.350				N° 4		4.750				N° 8		2.350				N° 10		2.000				N° 16		1.100				N° 20	0.843	0.1	0.1	0.1	100.0	N° 30	0.600	0.8	0.8	0.9	99.1	N° 40	0.425	1.7	1.7	2.6	97.4	N° 50	0.300	14.3	14.3	14.9	85.1	N° 60	0.177	38.7	38.7	55.6	44.4	N° 100	0.150	1.6	1.6	57.2	42.8	N° 200	0.075	3.2	3.2	99.4	36.8	+ N° 200	FONDO	39.8	39.8	100.0		<table border="1"> <tbody> <tr><td>Peso del Recipiente + Suelo Húmedo</td><td>(g)</td><td>270.00</td></tr> <tr><td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td><td>(g)</td><td>265.70</td></tr> <tr><td>Peso del Agua</td><td>(g)</td><td>4.30</td></tr> <tr><td>Peso del Recipiente</td><td>(g)</td><td>120.00</td></tr> <tr><td>Peso de Suelo Seco</td><td>(g)</td><td>244.90</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td><td>(%)</td><td>2.9</td></tr> </tbody> </table>		Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	270.00	Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	265.70	Peso del Agua	(g)	4.30	Peso del Recipiente	(g)	120.00	Peso de Suelo Seco	(g)	244.90	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.9
TAMIZ	ANÁLISIS	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE																																																																																																																																																									
	PPM	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA																																																																																																																																																									
3"		20.200																																																																																																																																																												
2 1/2"		00.350																																																																																																																																																												
2"		50.800																																																																																																																																																												
1 1/2"		30.100																																																																																																																																																												
1"		25.400																																																																																																																																																												
3/4"		18.000																																																																																																																																																												
5/8"		12.500																																																																																																																																																												
3/8"		9.500																																																																																																																																																												
1/4"		6.350																																																																																																																																																												
N° 4		4.750																																																																																																																																																												
N° 8		2.350																																																																																																																																																												
N° 10		2.000																																																																																																																																																												
N° 16		1.100																																																																																																																																																												
N° 20	0.843	0.1	0.1	0.1	100.0																																																																																																																																																									
N° 30	0.600	0.8	0.8	0.9	99.1																																																																																																																																																									
N° 40	0.425	1.7	1.7	2.6	97.4																																																																																																																																																									
N° 50	0.300	14.3	14.3	14.9	85.1																																																																																																																																																									
N° 60	0.177	38.7	38.7	55.6	44.4																																																																																																																																																									
N° 100	0.150	1.6	1.6	57.2	42.8																																																																																																																																																									
N° 200	0.075	3.2	3.2	99.4	36.8																																																																																																																																																									
+ N° 200	FONDO	39.8	39.8	100.0																																																																																																																																																										
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	270.00																																																																																																																																																												
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	265.70																																																																																																																																																												
Peso del Agua	(g)	4.30																																																																																																																																																												
Peso del Recipiente	(g)	120.00																																																																																																																																																												
Peso de Suelo Seco	(g)	244.90																																																																																																																																																												
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.9																																																																																																																																																												
<b>FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO</b>																																																																																																																																																														
Tamaño Medio (mm)		(mm)																																																																																																																																																												
Porcentaje de Grava 3" > N° 4		(%)																																																																																																																																																												
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4		(%)																																																																																																																																																												
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200		(%)																																																																																																																																																												
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>																																																																																																																																																												
UCAS : A676 D 3407 1-45	UN	Arena Blanca																																																																																																																																																												
AMSTO : A676 D 3362	A-7-6 (S)																																																																																																																																																													
<b>LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</b> MTC E 150 - 2016 / MTC E 111 - 2016																																																																																																																																																														
Límite Líquido (LL)		43.0																																																																																																																																																												
Límite Plástico (LP)		20.7																																																																																																																																																												
Índice Plástico (PI)		13.2																																																																																																																																																												
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>																																																																																																																																																														
																																																																																																																																																														

  
**Stevens A. Sanabria Sosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 204003

  
**Tcc. Hernán Alberto Cano Sosa**  
 Técnico de Laboratorio

PROYECTO : "Mejoramiento y/o Rehabilitación del sistema de Agua y Saneamiento de los caseríos del Distrito de Olmos, Departamento de Lambayeque" Caserío Pampas 1-Olmos-Lambayeque

Registro N°: 3

Fecha: Nov. 2019

UBICACIÓN : Olmos-Lambayeque-Lambayeque

SOLICITANTE : Ing. Cesar Augusto Pecho Rufesto

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : Caserío Pampas 1-Distrito de Olmos  
 CALCATA : C-02  
 PROFUND. : 0.50 - 1.20

COORDENADAS UTM : 9347292.000 N - 635808.000 E  
 MUESTRA : M - 1

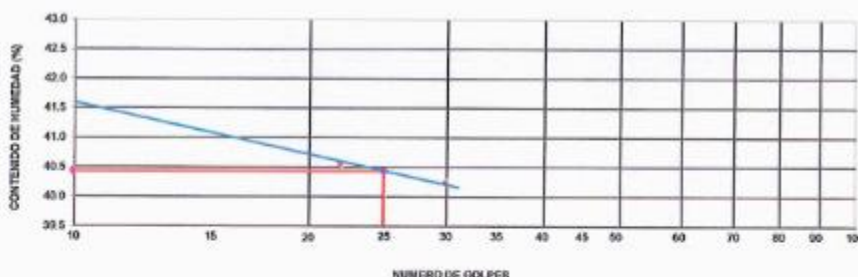
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

N° TARRO		42	54	48
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	501.91	456.35	494.66
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	389.31	357.70	381.57
PESO DE AGUA	(g)	112.60	98.65	113.09
PESO DEL TARRO	(g)	124.29	150.00	100.54
PESO DEL SUELO SECO	(g)	265.02	247.70	281.03
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.49	40.58	40.24
NUMERO DE GOLPES		5	22	30

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111)**

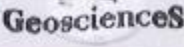
N° TARRO		45	75	51
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	207.03	175.51	164.02
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	104.75	159.09	168.32
PESO DE AGUA	(g)	20.20	16.43	15.70
PESO DEL TARRO	(g)	116.38	101.95	112.73
PESO DEL SUELO SECO	(g)	71.39	57.13	55.69
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	28.4	28.8	28.2

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

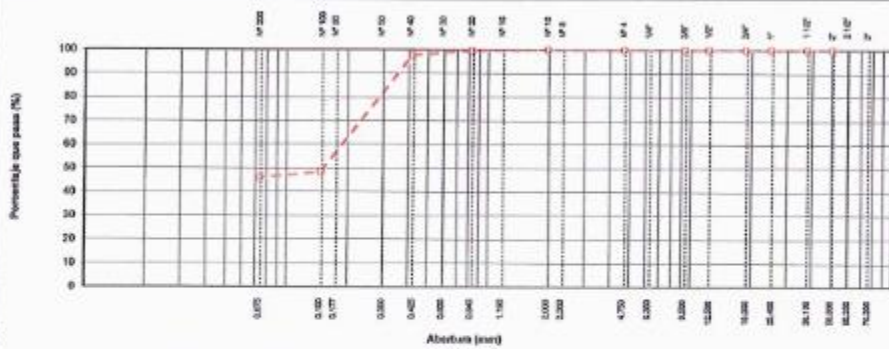


CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	40.4
LIMITE PLASTICO	28.5
INDICE DE PLASTICIDAD	11.9

OBSERVACIONES

	UNIVERSIDAD DE PERU	WF, ENSAYO N° 002																																																																																																																																															
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - NTC E107 - NTC E204 - ASTM C136)	REALIZADO POR: R.C.S																																																																																																																																															
		REVISADO POR: S.A.A.																																																																																																																																															
PROYECTO : "Mejoramiento y/o Rehabilitación del sistema de Agua y Saneamiento de los caseríos del Distrito de Olmos, Departamento de Lambayeque" Caserío Pampas 3-Olmos-Lambayeque		Registro N°: 002																																																																																																																																															
UBICACIÓN : Olmos-Lambayeque-Lambayeque		Fecha: Nov. 2019																																																																																																																																															
SOLICITANTE : Ing. Cesar Augusto Pechá Rufato																																																																																																																																																	
<b>I. Datos Generales</b>																																																																																																																																																	
PROCEDENCIA : Caserío Pampas 3-Distrito de Olmos	COORDENADAS UTM : 9347292.000 N - 635968.000 E																																																																																																																																																
CALICATA : C-02	MUESTRA : M - 1																																																																																																																																																
PROFUND. : 0.50 - 1.20 m.	PESO INICIAL SECO : 100.00 gr.																																																																																																																																																
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL</b> <b>NTC E 204 - 2016</b>		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b> <b>NTC E 109 - 2016</b>																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ANILLO (Ø)</th> <th>PESO RETENIDO</th> <th>PORCENTAJE RETENIDO</th> <th>RETENIDO ACUMULADO</th> <th>PORCENTAJE C/R. PAMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>60.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>4.750</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 8</td><td>2.360</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td></tr> <tr><td>N° 16</td><td>1.190</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>99.9</td></tr> <tr><td>N° 20</td><td>0.840</td><td>0.3</td><td>0.3</td><td>0.4</td><td>99.6</td></tr> <tr><td>N° 30</td><td>0.600</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>0.9</td><td>99.1</td></tr> <tr><td>N° 40</td><td>0.425</td><td>1.3</td><td>1.3</td><td>2.2</td><td>97.8</td></tr> <tr><td>N° 50</td><td>0.300</td><td>12.4</td><td>12.4</td><td>14.6</td><td>85.4</td></tr> <tr><td>N° 60</td><td>0.250</td><td>35.9</td><td>35.9</td><td>60.5</td><td>49.5</td></tr> <tr><td>N° 100</td><td>0.150</td><td>1.1</td><td>1.1</td><td>61.6</td><td>48.4</td></tr> <tr><td>N° 200</td><td>0.075</td><td>2.3</td><td>2.3</td><td>63.9</td><td>46.1</td></tr> <tr><td>&lt; N° 200</td><td>FONDO</td><td>48.1</td><td>48.1</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>	TAMIZ	ANILLO (Ø)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE C/R. PAMA	3"	76.200					2 1/2"	60.350					2"	50.800					1 1/2"	38.100					1"	25.400					3/4"	19.000					1/2"	12.500					3/8"	9.500					1/4"	6.350					N° 4	4.750					N° 8	2.360					N° 10	2.000				100.0	N° 16	1.190	0.1	0.1	0.1	99.9	N° 20	0.840	0.3	0.3	0.4	99.6	N° 30	0.600	0.5	0.5	0.9	99.1	N° 40	0.425	1.3	1.3	2.2	97.8	N° 50	0.300	12.4	12.4	14.6	85.4	N° 60	0.250	35.9	35.9	60.5	49.5	N° 100	0.150	1.1	1.1	61.6	48.4	N° 200	0.075	2.3	2.3	63.9	46.1	< N° 200	FONDO	48.1	48.1	100.0		<table border="1"> <tbody> <tr><td>Peso del Recipiente + Suelo Húmedo</td><td>350.30</td></tr> <tr><td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td><td>351.50</td></tr> <tr><td>Peso del Agua</td><td>4.60</td></tr> <tr><td>Peso del Recipiente</td><td>120.00</td></tr> <tr><td>Peso de Suelo Seco</td><td>230.00</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>2.1</td></tr> </tbody> </table>	Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	350.30	Peso del Recipiente + Suelo Seco	351.50	Peso del Agua	4.60	Peso del Recipiente	120.00	Peso de Suelo Seco	230.00	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.1
TAMIZ	ANILLO (Ø)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE C/R. PAMA																																																																																																																																												
3"	76.200																																																																																																																																																
2 1/2"	60.350																																																																																																																																																
2"	50.800																																																																																																																																																
1 1/2"	38.100																																																																																																																																																
1"	25.400																																																																																																																																																
3/4"	19.000																																																																																																																																																
1/2"	12.500																																																																																																																																																
3/8"	9.500																																																																																																																																																
1/4"	6.350																																																																																																																																																
N° 4	4.750																																																																																																																																																
N° 8	2.360																																																																																																																																																
N° 10	2.000				100.0																																																																																																																																												
N° 16	1.190	0.1	0.1	0.1	99.9																																																																																																																																												
N° 20	0.840	0.3	0.3	0.4	99.6																																																																																																																																												
N° 30	0.600	0.5	0.5	0.9	99.1																																																																																																																																												
N° 40	0.425	1.3	1.3	2.2	97.8																																																																																																																																												
N° 50	0.300	12.4	12.4	14.6	85.4																																																																																																																																												
N° 60	0.250	35.9	35.9	60.5	49.5																																																																																																																																												
N° 100	0.150	1.1	1.1	61.6	48.4																																																																																																																																												
N° 200	0.075	2.3	2.3	63.9	46.1																																																																																																																																												
< N° 200	FONDO	48.1	48.1	100.0																																																																																																																																													
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	350.30																																																																																																																																																
Peso del Recipiente + Suelo Seco	351.50																																																																																																																																																
Peso del Agua	4.60																																																																																																																																																
Peso del Recipiente	120.00																																																																																																																																																
Peso de Suelo Seco	230.00																																																																																																																																																
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.1																																																																																																																																																
<b>FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO</b>																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tbody> <tr><td>Tamaño Máximo (mm/peq)</td><td>N° 10</td></tr> <tr><td>Porcentaje de Grava 75 &gt; N° 4 (%)</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>Porcentaje de Arena N°200 &lt; N°4 (%)</td><td>53.9</td></tr> <tr><td>Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)</td><td>46.1</td></tr> </tbody> </table>		Tamaño Máximo (mm/peq)	N° 10	Porcentaje de Grava 75 > N° 4 (%)	0.0	Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	53.9	Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	46.1																																																																																																																																								
Tamaño Máximo (mm/peq)	N° 10																																																																																																																																																
Porcentaje de Grava 75 > N° 4 (%)	0.0																																																																																																																																																
Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	53.9																																																																																																																																																
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	46.1																																																																																																																																																
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		<b>DESCRIPCIÓN SUCS</b>																																																																																																																																															
SUCS	ASTM D 2487-05 SM	Arenas Bravas																																																																																																																																															
AMBITO	ASTM D 593: A4 (S)																																																																																																																																																
<b>L. LIQUIDO, L. PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</b> <b>NTC E 110 - 2016 / NTC E 111 - 2016</b>																																																																																																																																																	
Límite Líquido (LL):		48.4																																																																																																																																															
Límite Plástico (LP):		28.5																																																																																																																																															
Índice Plástico (IP):		19.9																																																																																																																																															

CURVA GRANULOMÉTRICA



  
 Shiven A. Sanabria Sosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 204003

  
 Yec. Hernán Alberto Cano Sosa  
 Técnico de Laboratorio

**PROYECTO :** "Mejoramiento y/o Rehabilitación del sistema de Agua y Saneamiento de los caseríos del Distrito de Olmos, Departamento de Lambayeque" Caserío Pampas I-Olmos-Lambayeque  
**UBICACIÓN :** Olmos-Lambayeque-Lambayeque  
**SOLICITANTE :** Ing. Cesar Augusto Pachá Rufato

Registro N°: 1  
 Fecha: Nov. 2019

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA :** Caserío Pampas I-Distrito de Olmos  
**COORDENADAS UTM :** 9347368.009 N - 635528.000 E  
**CALICATA :** C-01  
**MUESTRA :** M - 1  
**PROFUND. :** 0.60 - 1.20

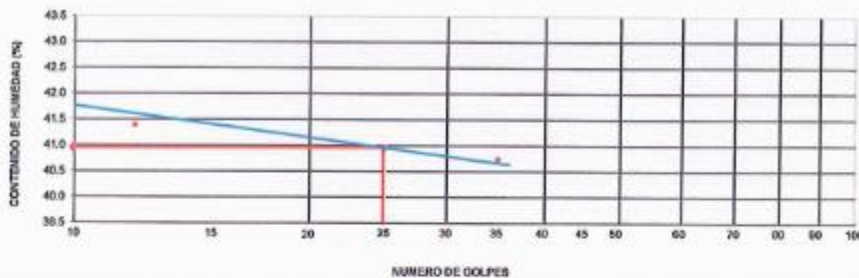
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

N° TARRO		10	25	67
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	478.84	471.05	452.87
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	369.92	369.22	355.27
PESO DE AGUA	(g)	114.92	107.83	97.60
PESO DEL TARRO	(g)	92.60	102.77	115.73
PESO DEL SUELO SECO	(g)	271.32	260.45	239.64
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.38	41.40	40.74
NUMERO DE GOLPES		6	12	35

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111)**

N° TARRO		20	4	66
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	173.75	225.10	191.46
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	156.89	190.56	175.05
PESO DE AGUA	(g)	16.86	28.22	15.60
PESO DEL TARRO	(g)	97.83	98.66	122.62
PESO DEL SUELO SECO	(g)	59.17	98.00	55.24
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.6	28.8	29.3

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	41.0
LIMITE PLASTICO	28.9
INDICE DE PLASTICIDAD	12.1

**OBSERVACIONES**

--



PROYECTO : "Mejoramiento y/o Rehabilitación del sistema de Agua y Saneamiento de los caseríos del Distrito de Olmos, Departamento de Lambayeque" Caserío Pampas I-Olmos-Lambayeque

Registro N°: 3

UBICACIÓN : Olmos-Lambayeque-Lambayeque

Fecha: Nov. 2019

SOLICITANTE : Ing. Cesar Augusto Pacheco Rufate

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : Caserío Pampas I-Distrito de Olmos  
 CALCATA : C-03  
 PROFUND. : 0.50 - 1.20

COORDENADAS UTM : 8347593.000 N - 635994.000 E  
 MUESTRA : N - 1

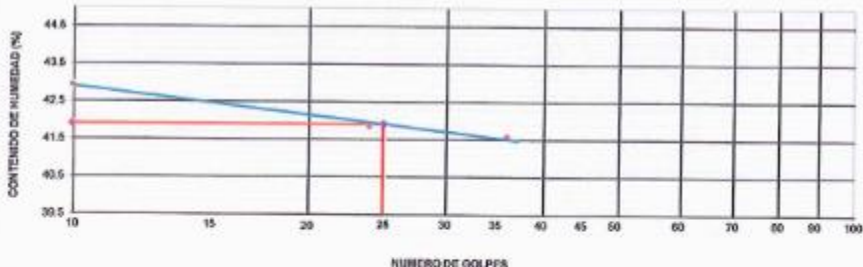
**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)**

N° TARRO		50	18	75
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	606.25	400.95	515.13
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	385.48	382.87	300.70
PESO DE AGUA	(g)	220.77	117.08	121.34
PESO DEL TARRO	(g)	104.24	103.20	101.95
PESO DEL SUELO SECO	(g)	281.24	279.67	291.84
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.94	41.00	41.58
NUMERO DE GOLPES		10	24	35

**LIMITE PLASTICO (MTC E 111)**

N° TARRO		00	18	11
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	210.06	300.20	221.18
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	107.20	178.61	194.67
PESO DE AGUA	(g)	22.46	21.69	20.51
PESO DEL TARRO	(g)	117.39	103.20	104.41
PESO DEL SUELO SECO	(g)	79.81	75.41	90.28
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.1	28.6	20.4

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	41.0
LIMITE PLASTICO	20.7
INDICE DE PLASTICIDAD	13.2

**OBSERVACIONES**

--



## Anexo 14: Cálculos realizados

Línea de impulsión

- Caudal de bombeo

$$Q_B = \frac{Q_{md} \times 24}{n} \quad (20)$$

$Q_{md}$ = consumo máximo diario l/s

$n$ = número de horas de bombeo

$$Q_B = \frac{0.47 \text{ l/s} \times 24 \text{ h}}{8 \text{ h}} = 1.41 \text{ l/s}$$

- Diámetro de tubería

Se utilizó la ecuación

$$D = 1.12 \times \left(\frac{n}{4}\right)^{0.25} \times \sqrt{Q_B} \quad (1)$$

$D$  = diámetro, m

$n$  = número de horas de bombeo

$Q_B$  = caudal de bombeo

$$D = 1.12 \times \left(\frac{8 \text{ h}}{4}\right)^{0.25} \times \sqrt{0.00141 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$D = 0.0496 \text{ m} = 1 \frac{1}{2} \text{ " pulgada}$$

Se considera un diámetro comercial que sería de 1 ½ "pulgada de tubería de HDPE que es la tubería de elección.

- Velocidad media de flujo

Se utilizó la ecuación

$$\frac{0.6 \text{ m}}{\text{s}} < \text{vel. tubería} < \frac{2 \text{ m}}{\text{s}} \quad (11)$$

Se utilizó la ecuación

$$V = 4 \times \frac{Qb}{(\pi \times DC^2)} \quad (12)$$

V= velocidad, m/s

Qb = caudal de bombeo l/s

Pi=  $\pi$ , 3.14

Dc= diametro de la tubería, mm

$$V = 4 \times \frac{1.41 \text{ l/s}}{(\pi \times (\frac{49.6 \text{ mm}}{1000})^2)}$$

$$V = 0.729 \text{ m/s}$$

Como velocidad media de flujo es de 0.729 m/s cumple con la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

- Perdida de carga en la tubería

Se utilizó la ecuación

$$S = \left( \frac{Qb}{0.2785 \times C \times DC^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (13)$$

S= perdida de carga unitaria.

Qb = caudal de bombeo l/s

C= coeficiente de hazen-williams

$$S = \left( \frac{\frac{1.41 \text{ l/s}}{1000}}{0.2785 \times 150 \times (0.0496 \text{ mm})^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.0134$$

Se utilizó la ecuación

$$H_f = S \times L \quad (14)$$

$$H_f = 0.0134 \times 871.53 \text{ m}$$

$$H_f = 11.67 \text{ m}$$

$H_f$  =perdida de carga, m.

S= perdida de carga unitaria.

L= longitud, m

- Perdida de carga locales (por accesorios)

Se utilizó la ecuación

$$h_s = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g} \quad (15)$$

$h_s$  = perdida de carga por accesorio o secundaria

$\Sigma K$  = sumatoria de accesorios

V= velocidad, m/s

G= gravedad, m/s

$$h_s = 5.3 \times \frac{(0.729 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_s = 0.14 \text{ m}$$

Tabla 17: Valores K de los accesorios

ACCESORIO	K (valor)
CODOS DE 45°	0.4
DERIVACION EN T	0.9

Fuente: elaboración propia

La pérdida de carga total en la tubería es 11.81 m que es la suma de perdida de carga de la tubería más la perdida de carga por accesorio.

- La altura dinámica total (HDT)

$$HDT = H_g + H_f + H_{\text{escurrimiento}} \quad (21)$$

$HDT$ = altura dinámica total

$H_g$ =diferencia de niveles en captación y reservorio, m

$H_{f \text{ total}}$ = pérdida de cargas totales, m

$H_{\text{escurr}}$ =altura libre de escurrimiento, m

$$HDT = 33.19 \text{ m} + 11.81 \text{ m} + 10 \text{ m} = 55 \text{ m}$$

- Presión máxima
  - Longitud: 871.53 m
  - Desnivel: 33.19 m (reservorio a captación)

Aceleridad

Se utilizó la ecuación

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \beta \times \frac{D}{e}}} \quad (16)$$

$a$ = celeridad, m/s

$\beta$  = coeficiente en función del módulo de Allievi

$D$ = diametro interior de la tubería.

$e$ = espesor de la tubería.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 111.1 \times \frac{0.0496\text{m}}{0.002\text{m}}}}$$

$$a = 186.96 \text{ m/s}$$

Tabla 18: Valores de  $\beta$

Valores de $\beta$ en la fórmula de Allievi		
Material	E módulo de elasticidad $K_p / \text{cm}^2$	$\beta$
PVC	30	33.33
HDPE	9000	111.11
LDPE	2000	500

Fuente: Coeficientes de  $\beta$  (Allievi, 2020)

- Tiempo de cierre de la válvula

$$T = 1 + \frac{k+L+V}{g \times H} \quad (22)$$

$$T = 1 + \frac{1.5 \times 871.53m \times 0.729 m/s}{9.81m/s^2 \times 55m} = 1.58 s$$

K= Valor del coeficiente K según Mendiluce

L= longitud, m

V= velocidad m/s

g= gravedad  $m/s^2$

H= altura dinamica total

Tabla 19: Valor del coeficiente K según Mendiluce

L	K
500<L<1500	1.5

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo de recorrido de la onda de presión en la tubería.

$$T = \frac{2 \times L}{a} \quad (23)$$

T= tiempo de recorrido de la onda

L= longitud, m

a= celeridad

$$T = \frac{2 \times 871.53m}{186.96m/s} = 9.32 s$$

El tiempo de cierre de 2.83s es menor que el utilizado por la onda de presión en el recorrido 8.39 s por lo tanto se trata de un cierre rápido.

- Golpe de ariete máximo

Por lo tanto, como se determinó que es un cierre rápido aplicamos la siguiente formula.

$$P_g = \frac{a \times V}{g}, \quad (si T < \frac{2 \times L}{a}) \quad (24)$$

$P_g$ = golpe de ariete

a= celeridad

V= velocidad m/s

g= gravedad

$$P_g = \frac{188.08 m/s \times 0.729 m/s}{9.81m/s^2}$$

$$P_g = 13.89 m. c. a.$$

- Presión máxima

$$P_t = \Delta niveles + P_g \quad (25)$$

$P_t$  = presión máxima, m.c.a.

$\Delta niveles$  = altura dinamica total m

$P_g$  = golpe de ariete

$$P_t = 55 m + 13.89m. c. a. = 68.89 m. c. a.$$

Con los cálculos efectuados, la línea de impulsión será de una tubería de HDPE pe80 de 1 ½ “en toda la longitud, la línea de impulsión cumple con los parámetros técnicos establecidos por la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

#### 4.5- Calculo de potencia bomba

Se utilizó la ecuación

$$P_B = \frac{g \times HDT \times Q_B}{\eta_B} \quad (7)$$

$P_B$  = potencia de la bomba, HP

$g$  = gravedad

$HDT$  = altura dinámica total

$Q_B$  = Caudal de bombeo l/s

$\eta_B$  = eficiencia bomba/motor

$$P_B = \frac{\frac{9.81m}{s^2} \times 55 m \times 0.00141m^3/s}{60\%}$$

$$P_B = 1.26 kwh \rightarrow 2HP$$

Se ha elegido una bomba centrifuga sumergible, de la marca Grundfos modelo SQF 3A-10, la cual cumple con nuestros requerimientos.

#### 4.6- Calculo de paneles solares fotovoltaicos

Tabla 20: Datos generales para cálculo de paneles fotovoltaico

HP	kwh	Horas de bombeo
2	1.26	8

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de la energía consumida

Tabla 21: Datos generales de la energía de la bomba de impulsión

Datos	Valores
Eficiencia de la batería	95 %
Eficiencia del inversor	90%
Horas de Bombeo	8 h
Potencia de la bomba	1220 w

Fuente: elaboración propia

$$Et = \frac{P_B \times t}{n_b \times n_{inv.}} \quad (27)$$

$P_B$  = potencia de la bomba, W.

t= horas de bombeo

$n_b$  = eficiencia de la batería

$n_{inv.}$  = eficiencia del inversor

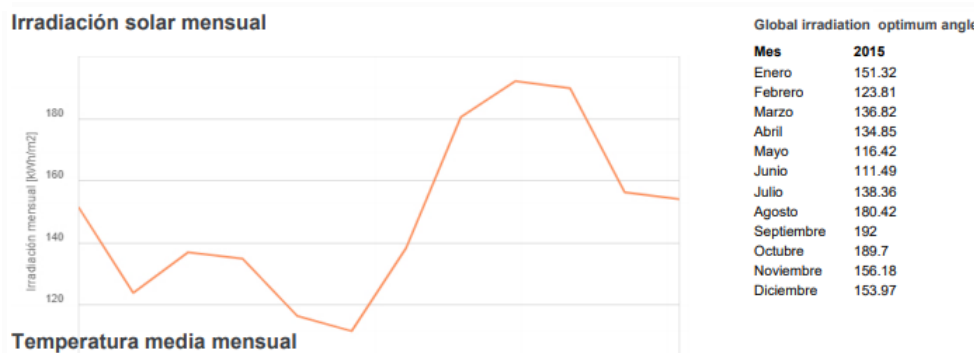
$$Et = \frac{1260w \times 8h}{95\% \times 90\%}$$

$$Et = 11415.20 w$$

Se determinó 11415.20 w la energía consumida en 1 día.

- cálculo de las horas pico

Figura 4: Irradiación solar mensual en el distrito de olmos



Fuente: PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM  
(SYSTEM, 2020)



Tabla 22: Horas solar pico mensuales (Kwh/m2/d) en el distrito de Olmos

MES	IRRADIACION	HORAS SOLAR PICO
ENERO	151.32	4.88
FEBRERO	123.81	4.27
MARZO	136.82	4.41
ABRIL	134.85	4.50
MAYO	116.42	3.76
JUNIO	111.49	3.72
JULIO	138.36	4.46
AGOSTO	180.42	5.82
SETIEMBRE	192	6.40
OCTUBRE	189.7	6.12
NOVIEMBRE	156.18	5.21
DICIEMBRE	153.97	4.97

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que para el cálculo de los paneles solares se tendrá un valor 3.72 Kwh/m2 ya que es las horas picos en el mes de junio donde se tiene la menor irradiación solar.

- Numero de paneles solares

Se calculará la cantidad de paneles solares fotovoltaico con una potencia de 150 watts teniendo en cuenta la ficha técnica, con un factor perdida de energía de 0.75 y las horas pico de irradiación solar de la zona.

Se utilizó la ecuación

$$N^{\circ} \text{ PANELES} = \frac{Et}{Pp \times HPS \times Fp} \quad (8)$$

$Et$  = cálculo de la energía consumida, w.

$HPS$  = horas pico sola, kwh /m2/d.

$Pp$  = potencia pico del panel, Wp

$Fp$  = factor de perdidas, usualmente 0.9

$$N^{\circ} \text{ PANELES} = \frac{11415.20w}{150w \times 3.72kwh \times 0.75} 27.18 \cong 28 \text{ paneles solares}$$

- Cálculo de paneles en serie

$$N_s = \frac{V_{bat}}{V_p} = \frac{12 \text{ v}}{18.3 \text{ v}} = 0.61 \equiv 1 \text{ paneles en serie} \quad (27)$$

$N_s$ = cálculo del número de paneles en serie

$V_{bat}$ = tensión nominal de la batería, voltios

$V_p$ = tensión nominal del panel solar fotovoltaico, voltios

Las configuraciones de la conexión de los 28 paneles solares fotovoltaicos serán conectadas en serie teniendo en cuenta las características técnicas de la bomba centrífuga sumergible.

- Banco de baterías

Tabla 23: Datos generales para determinar banco de baterías

Días de autonomía	1
Profundidad de descarga ( $P_d$ )	35%
Amperios hora de batería ( $a_{bat}$ )	250 A
Voltaje de la batería ( $V_{bat}$ )	12 V

Fuente: elaboración propia

- Potencia de la batería

$$P_{bat} = \frac{\Delta E}{V_{bat} \times P_d} \quad (29)$$

$P_{bat}$ = potencia de la batería, amperios hora.

$\Delta E$  = energía consumida al día, w

$V_{bat}$ = voltaje de la batería, voltios

$P_d$ = profundidad de descarga

$$P_{bat} = \frac{11415.20 \text{ w}}{12 \times 0.35} = 2717.90 \text{ Ah}$$

- Números de baterías  
Se utilizó la ecuación

$$\# \text{ bat} = \frac{P_{bat}}{A_{bat}} \quad (9)$$

#bat= número de baterías

Pbat= potencia de batería

Abat= amperios hora de la batería, usualmente 250A

$$\# \text{ bat} = \frac{2717.90}{250} = 10.87 \equiv 11 \text{ baterías.}$$

- Calculo del regulador  
Se utilizó la ecuación

$$I_g = NT \times lm \quad (10)$$

Ig= corriente máxima que debe soportar el regulador

NT= número de paneles fotovoltaico

Lm= intensidad máxima de potencia

$$I_g = 28 \text{ paneles} \times 8.20 \text{ A} = 229.6 \text{ A}$$

Para nuestro sistema fotovoltaico se necesitará 3 reguladores de 80 A.

Para el cálculo del inversor se tomará en cuenta la potencia del equipo de bombeo que es de 1220 w según este criterio se tomó un inversor con la capacidad de 1500 w, 12 v.

#### 4.7- Calculo del reservorio

- Volumen de almacenamiento  
Se utilizó la ecuación

$$V_{alm.} = V_r + V_R + V_{ci} \quad (17)$$

Vr= volumen de regulacion

VR= volumen de reserva

Vci= volumen contra incendio

- Volumen de regulación

$$Vr = 25\% \times Qmh \quad (30)$$

Qmh= consumo máximo horario l/s

$$Vr = 25\% \times \frac{62100l}{1000} = 15.53 m^3$$

- Volumen de Reserva

$$VR = 0.25 \times \frac{Vr}{0.75} \quad (31)$$

Vr= volumen de reserva  $m^3$

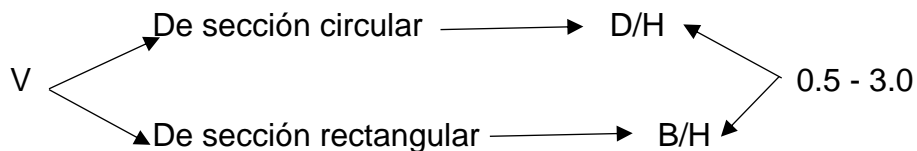
$$VR = 0.25 \times \frac{15.53m^3}{0.75} = 5.18 m^3$$

$Vci = 0$  ya que la poblacion es menos a 10000 personas

$$Valm = 15.53 + 5.18 + 0 = 20.71 m^3 \rightarrow 21m^3$$

- Medidas del reservorio

Se determinó el reservorio circular con el siguiente parámetro



Por lo tanto, tenemos el reservorio con las siguientes medidas 4 m de diámetro y 1.68 m de altura.

$$Valmac = \pi R^2 \times H$$

$$Valmac = \pi (2^2) \times 1.68m = 21,11 m^3$$

Medidas que si cumplen con el parámetro establecido  $4 m / 1.68 m = 2,38$  valor dentro del rango.

4.8- Cálculo de desinfección con solución de hipoclorito de sodio o calcio.

- Hipoclorito necesario

$$P = Q \times d \quad (32)$$

P= peso en cloro en gr/h

Q= caudal de agua a clorar en m<sup>3</sup>/h

d= dosificación adoptada en gr/m<sup>3</sup>

$$Q = 0.47 \frac{l}{s} \times \frac{3600}{1000} = 1.692 l$$

$$P = 1.692 l \times 2 = 3.384 gr/h$$

- Peso comercial del hipoclorito en base al porcentaje del cloro.

$$P_c = \frac{P \times 100}{r} \quad (33)$$

P= peso en cloro en gr/h

P<sub>c</sub>= peso producto comercial g/h

r= porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial, %

$$P_c = \frac{3.384 gr/h \times 100}{65\%} = 5.21 gr/h$$

- Caudal horario de la solución de hipoclorito en función de la concentración de la solución preparada.

$$q_s = \frac{P_c \times 100}{c} \quad (34)$$

P<sub>c</sub>= peso del producto comercial kg/h

q<sub>s</sub>= demanda horaria de la solución l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1kg

c= concentración de la solución, %

$$q_s = \frac{0.521 kg/h \times 100}{25\%} = 2.084 l/h$$

- Volumen de solución en función del tiempo de consumo del recipiente que se almacena la solución.

$$V_s = q_s \times t \quad (35)$$

$V_s$ = volumen de la solución en litros l (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación)

$q_s$ = demanda horaria de la solución l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1kg

$t$ = tiempo de uso de los recipientes de solución, h

$$V_s = 2.084l/h \times 12h$$

$$V_s = 25.008 \text{ lt.}$$

La calidad del agua subterránea de la captación es adecuada para los parámetros admisibles establecidos según Digesa, por ello se requiere el tratamiento mínimo como es la desinfección mediante el hipoclorito de sodio o calcio.