

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA



**SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA
HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS
DE CULTIVO – PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI
ANCASH**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

CESAR AUGUSTO MORE SALAS

Callao, 2018

PERÚ



Señor : MORE SALAS, Cesar Augusto
 Escuela Profesional : Ingeniería Mecánica
 Expediente N° : E2004517
 Contiene : 16 folios
 Trámite : Diploma de Título Profesional por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis.
 Aspecto Legal : Resolución N°245-2018-C.U. del 30/10/2018 modificado por Resoluciones N°s 077-2019-CU del 13.02.2019, 131-2019-CU del 09.04.2019, 173-2019-CU del 15.05.2019, 226-2019-CU del 27.06.2019, 331-2019-CU del 27.09.2019 y 084-2021-CU del 27.05.2021.
 Fecha : Callao, 12 de abril de 2022

La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, hace constar que el expediente del recurrente contiene:

INFORME DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS

- a) **Solicitud dirigida al señor Rector**, según formato (anexo 1) de trámite académico-administrativo, para que el Consejo de Facultad apruebe el otorgamiento del Título Profesional o Título de Segunda Especialidad Profesional por Desarrollo de Tesis con Ciclo Taller, consignando obligatoriamente su dirección real, documento de identidad, teléfono, y correo electrónico.
- b) **Copia Simple del grado de bachiller.**
- c) **Declaración Jurada simple** de haber obtenido conocimiento de un idioma extranjero, emitido por el Centro de Idiomas de la Universidad Nacional del Callao (CIUNAC); o de convalidación
- d) **Declaración Jurada de haber donado un libro original** de la carrera profesional del bachiller, ante la Biblioteca Especializada de la Facultad según relación de libros dada por la Oficina de Servicios Académicos y publicada en la Facultad (OPCIONAL)
- e) **Declaración Jurada Simple** de no adeudar libros a la Biblioteca Central y Banco de Libros
- f) **Declaración Jurada de no tener deudas o pagos pendientes a la Universidad.**
- g) **Declaración Jurada de no tener Deudas en la Biblioteca Especializada**, materiales o equipos de la **Oficina de Tecnologías de la Información, y Comunicación, de Laboratorios y Talleres de la Facultad**
- h) **Consignar el número de constancia de Pago** y el día de pago ante la oficina de tesorería o copia de recibo de pago ante la entidad bancaria correspondiente, **de las tasas educativas por caligrafiado de diploma de acuerdo al Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) vigente, los cuales deben estar adheridos en hoja aparte.**
 ✓ Caligrafiado de Diploma S/145.00
- i) **Declaración Jurada de haber sustentado la Tesis original.**
- j) **Declaración Jurada** de haber levantado observaciones, por parte del Presidente del Jurado de Sustentación de Tesis consignadas en el acta de sustentación de tesis.
- k) **Declaración Jurada (anexo 02) de conocer y estar de acuerdo con el presente reglamento** y demás normas y disposiciones legales y reglamentarias sobre la materia.
- l) **Cuatro (04) fotografías actuales, de frente y fondo blanco, de estudio fotográfico, iguales y a color, tamaño pasaporte (varones con terno y corbata, damas con vestido o traje de blusa y saco) nítidas, sin sellos, sin lente.** Las fotos deben estar en un sobre, cerrado y engrapado en una sola hoja aparte.
- m) **Cuatro (04) ejemplares de la Tesis sustentada y aprobada por el jurado de sustentación, debidamente empastados de color azul, según modelo, debiendo el tesista haber incluido las modificaciones o correcciones solicitadas por el Jurado durante la sustentación, si las hubiera.**
- n) **Un (01) CD** conteniendo la Tesis, con su autorización para ser publicada por la Universidad en el Repositorio Institucional, de acuerdo al anexo 3.
- o) **Declaración Jurada simple de la autenticidad de la Tesis para la verificación posterior por la Unidad de Investigación de la Facultad.**
- p) **Copia simple de DNI.**

DICTAMEN N° V-035-2022-CGT-TPIM-FIME:

La Comisión de Grados y Títulos en su Sesión del día **22.04.2022 ACUERDA** recomendar la expedición para la **OBTENCIÓN del DIPLOMA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA, por la modalidad de TESIS CON CICLO DE TESIS** del recurrente, por cumplir con los requisitos que se indican en el **Reglamento de Grados y Títulos**, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-C.U. del 30/06/2021 y remitir al Sr. Decano para consideración del Consejo de Facultad.

Dr. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN	PRESIDENTE	
Mg. YOLANDA ROSA AVALOS SIGUENZA	SECRETARIO	
Ing. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA	MIEMBRO	

DEDICATORIA

A mi amada esposa, mi hija, mis padres,
mis abuelos, mis tíos, mis hermanas,
porque confiaron en mí, fueron y serán
siempre la fuente de mi inspiración y
fortaleza, son la razón de todo mi esfuerzo
y dedicación para mejorar cada día.

AGRADECIMIENTO

A Dios por toda su protección a lo largo de mi camino, porque en los momentos difíciles siempre me ha bastado encomendarme, para sentirme protegido y fortalecido.

A mis padres, por darme la vida, a mis abuelos que supieron forjarme con abnegada dedicación, a mi esposa e hija por su paciencia y sacrificio para cumplir este objetivo, a mis tíos y hermanas que siempre estuvieron para soportarme y alentarme.

A mi querida alma mater Universidad Nacional del Callao, que en su facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía me acogió y se hizo mi hogar durante mi estancia y hermosa época de aprendizaje.

A todos los profesores de pregrado de la especialidad de Ingeniería Mecánica por sus exigencias, enseñanzas, consejos, por compartir gratos momentos de confraternidad y muy en especial a mi asesor, el Ing. Jaime Gregorio Flores Sánchez.

A todas las autoridades de turno y todas las personas de la provincia Antonio Raimondi, especialmente a los alcaldes del distrito de Chingas, que en su momento apoyaron de alguna u otra forma desinteresadamente la iniciativa y con esta investigación.

INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	11
1.2.1. Problema general.....	11
1.2.2. Problemas específicos.....	12
1.3. Objetivos de la investigación.....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos:.....	12
1.4. Limitación de la investigación.....	12
1.5. Justificación.....	13
1.5.1. Justificación legal.....	13
1.5.2. Justificación teórica.....	14
1.5.3. Justificación tecnológica.....	14
1.5.4. Justificación económica.....	15
1.5.5. Justificación social.....	15
1.5.6. Justificación ambiental.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes del Estudio.....	17
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	17
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	20
2.2. Marco teórico y conceptual	22
2.2.1. Marco teórico.....	22
2.1.1. Marco conceptual.....	50
2.2. Definiciones de Términos Básico.....	54
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	56

3.1.	Hipótesis.....	56
3.1.1.	Hipótesis General.	56
3.1.2.	Hipótesis Específicos.	56
3.2.	Identificación y Definición de las Variables.....	56
3.2.1.	Variable Independiente.	56
3.2.2.	Variables Dependiente.....	57
3.3.	Operacionalización de Variables.	57
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....		58
4.1.	Tipo y nivel de investigación	58
4.1.1.	Parámetros de diseño.....	58
4.1.2.	Etapas de diseño.....	59
4.1.3.	Ingeniería de detalle.....	60
4.1.4.	Análisis de costos.....	73
4.2.	Población y muestra.....	76
4.3.	Técnicas e instrumentos para recolección de la información documental.	76
4.4.	Técnicas e instrumentos para recolección de la información de campo. ...	76
4.5.	Análisis y procesamiento de datos.	76
CAPÍTULO V: RESULTADOS		120
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		122
6.1.	Contrastación de la hipótesis.	122
6.2.	Contrastación de los resultados con estudios similares.	122
6.3.	Responsabilidad ética.	122
CONCLUSIONES.....		123
RECOMENDACIONES.....		123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		124
ANEXOS.....		127

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1, Viscosidad dl agua a T variable.....	25
Tabla N° 2.2, Tipo de pequeñas centrales, según su potencia.....	40
Tabla N° 2.3, Tipo de pequeñas centrales, según su caída.....	41
Tabla N° 2.4, Valor de K en función de la turbina.....	49
Tabla N° 3.1, Matriz de operacionalización de la variable.....	57
Tabla N° 4.1, Superficie total de terreno para riego – sistema bombeo.....	63
Tabla N° 4.2, Distribución de terreno y caudal de consumo de agua.....	64
Tabla N° 4.3, Demanda de agua para riego, año normal.....	65
Tabla N° 4.4, Demanda de agua para riego, año de sequía.....	65
Tabla N° 4.5, Demanda de agua por riego.....	66
Tabla N° 4.6, Demanda de agua para riego por cada sector.....	67
Tabla N° 4.7, Demanda de agua para turnos de rotación por día.....	67
Tabla N° 4.8, Estaciones de bombeo y caudal de suministro.....	68
Tabla N° 4.9, Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	76
Tabla N° 4.10, Técnicas e instrumentos, recolección de información de campo....	76
Tabla N° 4.11, Análisis de pérdida en la succión – tramo 5.....	80
Tabla N° 4.12, Análisis de pérdida en la descarga – tramo 5.....	81
Tabla N° 4.13, Análisis de pérdida en la succión – tramo 4.....	87
Tabla N° 4.14, Análisis de pérdida en la descarga – tramo 4.....	88
Tabla N° 4.15, Análisis de pérdida en la succión – tramo 3.....	96
Tabla N° 4.16, Análisis de pérdida en la descarga bomba – tramo 3.....	96
Tabla N° 4.17, Análisis de pérdida en la descarga común – tramo 3.....	97
Tabla N° 4.18, Análisis de pérdida en la succión – tramo 2.....	104
Tabla N° 4.19, Análisis de pérdida en la descarga bomba – tramo 2.....	105
Tabla N° 4.20, Análisis de pérdida en la descarga común – tramo 2.....	105
Tabla N° 4.21, Análisis de pérdida en la succión – tramo 1.....	113
Tabla N° 4.22, Análisis de pérdida en la descarga bomba – tramo 1.....	114
Tabla N° 4.23, Análisis de pérdida en la descarga común – tramo 1.....	114
Tabla N° 4.24, Demanda total de enería eléctrica.....	118
Tabla N° 4.25, Medición de caudal río Puchka.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1, Vista satelital parcial, provincia Antonio Raimondi.....	10
Figura N° 2.1, Traslado de un fluido de un punto a otro.....	37
Figura N° 2.2, Esquema de una pequeña central hidroeléctrica.....	41
Figura N° 2.3, Bomba centrífuga.....	50
Figura N° 2.4, Resumen clasificación de bombas.....	51
Figura N° 2.5, Proceso de transformación de energía hidráulica.....	53
Figura N° 4.1, Ubicación provincia Antonio Raimondi.....	62
Figura N° 4.2, Distribución de estaciones de bombeo y presas de agua.....	69
Figura N° 4.3, Bocatoma, canal de conducción y casa maquinas.....	72
Figura N° 4.4, Esquema del sistema de bombeo de agua.....	73
Figura N° 4.5, Esquema de disposición de bombas en paralelo.....	77
Figura N° 4.6, Curva de la bomba seleccionada – Estación 05.....	83
Figura N° 4.7, Parámetros de operación del fabricante – Estación 05.....	84
Figura N° 4.8, Curva de la bomba seleccionada – Estación 04.....	90
Figura N° 4.9, Parámetros de operación del fabricante – Estación 04.....	91
Figura N° 4.10, Esquema de disposición de bombas en paralelo.....	92
Figura N° 4.11, Curva de la bomba seleccionada – Estación 03.....	99
Figura N° 4.12, Parámetros de operación del fabricante – Estación 03.....	100
Figura N° 4.13, Curva de la bomba seleccionada – Estación 02.....	108
Figura N° 4.14, Parámetros de operación del fabricante – Estación 02.....	109
Figura N° 4.15, Curva de la bomba seleccionada – Estación 01.....	117
Figura N° 4.16, Parámetros de operación del fabricante – Estación 03.....	118

RESUMEN

La presente investigación es una iniciativa individual y trata del diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica para irrigación de terrenos de cultivo de la provincia Antonio Raimondi – Ancash, con el propósito de resolver el problema de la carencia de agua para riego que existe actualmente en la zona.

El problema de investigación se ha sustentado en la carencia de recurso hídrico para riego de terrenos de cultivo, debido a ello, la producción agrícola solo ocurre en función a las lluvias y que se traducen en 5 meses de trabajo para una cosecha, que implementado el sistema de bombeo se incrementa esta producción a dos cosechas por año.

La metodología consiste en evaluar las condiciones geográficas, extensión de terrenos, capacidad de caudal de río (fuente de abastecimiento), condiciones para la instalación del sistema de bombeo, capacidad de aprovechamiento hidráulico para la generación de energía eléctrica que alimente el sistema, mediante una pequeña central hidroeléctrica, puesto que las condiciones de caudal y salto de agua son favorables en el lugar.

Se tiene una superficie de terreno de 6,832.00 Ha para irrigar, y la demanda de agua por día es de 23,984.64 m³ por día, para tal fin se ha planteado cinco (05) estaciones de bombeo y seis (presas de almacenamiento de agua), que están adecuadamente distribuidos para los que se ha dimensionado en función a las áreas de terreno que debe cubrir cada una de estas presas.

Para la generación de energía eléctrica, la demanda total es de 3MW, se ha encontrado un salto de agua de 47 m, cuyo caudal requerido es de 8.14 m³/s y está muy por debajo del caudal mínimo del río en época de estiaje de 29.75m³/s.

Palabras claves: Sistema de bombeo, energía hidráulica e irrigación de terrenos.

ABSTRACT

The present investigation is an individual initiative and deals with the design of a water pumping system with hydraulic energy for irrigation of agricultural lands of the province Antonio Raimondi - Ancash, with the purpose of solving the problem of the lack of water for irrigation currently exists in the place.

The research problem has been based on the lack of water resources for irrigation of agricultural land, due to this, agricultural production only occurs as a function of rainfall, which translates into 5 months of work for a harvest, which implemented the pumping system, this production increases to two crops per year.

The methodology consists in evaluating the geographical conditions, land extension, river flow capacity (source of supply), conditions for the installation of the pumping system, capacity for hydraulic use for the generation of electric power that feeds the system, through a small hydroelectric plant, since the conditions of flow and water jump are favorable in the place.

There is a land area of 6,832.00 Ha to irrigate, and the water demand per day is 23,984.64 m³, for this purpose, five (05) pumping stations and six (water storage dams), have been proposed, which are properly distributed and dimensioned according to the areas of land that each of these dams must cover.

For the generation of electric power, the total demand is 3MW, a water jump of 47m has been found, whose required flow of 8.14 m³/s and is well below the minimum flow of the river in the dry season of 29.75 m³/s.

Keywords: Pumping system, hydraulic energy and irrigation of land.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la carencia de agua para riego en la sierra es un problema recurrente, debido a que los terrenos de cultivo se encuentran muy alejados de los manantes de agua y la agricultura en esta parte del país dependen de las lluvias por lo que el riego en esta zona se ha convertido en un complemento a las lluvias que sirven para salvar las campañas de cultivo y no necesariamente mejorar la producción, por lo tanto, la agricultura no se desarrolla plenamente. La presente tesis, es un modelo que se puede plantear en cualquier parte del Perú, en los ámbitos de similares características a las aplicadas en la provincia de Antonio Raimondi.

El presente informe de tesis, sustenta una de las alternativas de solución a la creciente escases de agua para riego, que padece a lo largo del tiempo la provincia de Antonio Raimondi en el departamento de Ancash, cuya actividad principal es la agricultura, siendo su producto bandera el maíz chocclo y precisamente más del 80% de este producto, se cultivan en el ámbito de los distritos de Aczo, Chingas, Llamellin y Chaccho, los mismos que se encuentran dentro del ámbito de influencia del trabajo de investigación desarrollado: **“Sistema de bombeo de agua con energía hidráulica para irrigar tierras de cultivo. Antonio Raimondi – Ancash”**.

En el capítulo I, se describe la realidad de la problemática, donde se verifica que el principal problema para el desarrollo de la agricultura es la carencia de agua para riego. Para un mejor entendimiento y descripción de las necesidades de la problemática, se coordinó con las autoridades locales, la visita de un equipo de trabajo a dicha provincia y de la reunión establecida con las autoridades, representantes de junta de usuarios de riego, asociación de productores y público usuario se logró identificar el principal problema, para los cuales se han planteado objetivos y precisamente sobre ellos se ha desarrollado el trabajo de investigación.

En el capítulo II, se fundamenta las bases teóricas científicas y tecnológicas que sustentan el desarrollo de la presente investigación, con la aplicación de leyes, principios y definiciones fundamentales con los cuales se logra calcular, determinar, dimensionar, seleccionar materiales y equipos de manera correcta y adecuada.

En el capítulo III, se han planteado la hipótesis general y las específicas, en concordancia con el problema identificado y el objetivo planteado para la investigación. Así mismo a partir de los objetivos planteados se ha logrado identificar y definir las variables independientes y dependientes y, de cuya manipulación de variables (independientes) se logra probar que las hipótesis planteadas han sido las adecuadas.

En el capítulo IV, se expone la metodología de la investigación, en el que se indica el tipo y nivel del diseño de la investigación. También se fundamenta la razón de ser, para la investigación, donde se ha desarrollado todo los cálculos matemáticos y cuyos resultados se han tomado para el diseño de los diferentes componentes del sistema; como la determinación de: superficie de terreno, demanda de agua para riego, caudal de suministro, dimensionado y ubicación de las presas de agua, demanda de energía eléctrica, demanda de agua para generación de energía eléctrica y se ha planteado del mismo modo el diseño del pequeño sistema eléctrico y el sistema de bombeo de agua por estaciones desde el punto cero en la ribera del río Puchka (Chingas) a 2185 m.s.n.m. hasta un punto en la cumbre de Pariagashga (Chaccho) a 3776 m.s.n.m. siendo la altura a superar 1598m.

En el capítulo V, se plasman los resultados obtenidos en el capítulo anterior, en que a partir de la superficie de terreno a irrigar se ha determinado la demanda de agua que se requiere, dada la geografía de la zona se han ubicado las presas de almacenamiento, de tal manera que desde ellas se pueda distribuir adecuadamente el agua, para ello se ha dimensionado la capacidad de almacenamiento de las presas de acuerdo a su ubicación y demanda requerida para cada caso, definiendo con ellas

las estaciones de bombeo. Para cada caso de nivel de las presas se ha calculado el caudal de suministro de agua, con ella se ha seleccionado las bombas para cada estación, la potencia requerida para el sistema de bombeo. De esta manera la generación de la energía requerida será suministrada mediante un pequeño sistema eléctrico (mini central hidroeléctrica) aprovechando la geografía del cauce del río.

En el capítulo VI, se discuten estos resultados contrastando con las hipótesis y otros estudios, que luego de su análisis nos permiten abordar las conclusiones con mayor claridad e inclusive sugerir algunas recomendaciones que ayuden desarrollar mejor las futuras investigaciones similares planteadas en esta tesis.

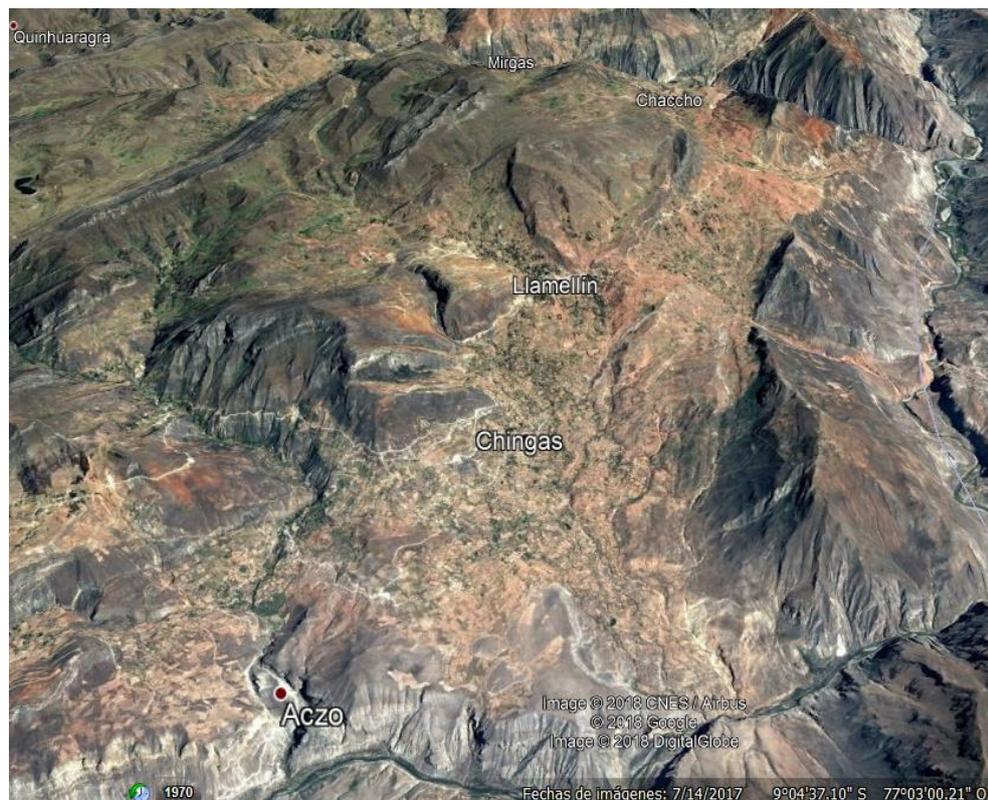
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática.

La provincia Antonio Raimondi, tiene como actividades principales la agricultura y ganadería; pero, estos no se han desarrollado adecuadamente hasta nuestros días, puesto que por ejemplo para la agricultura a pesar de tener bastos terrenos de cultivo no son aprovechados debido a la carencia de agua y solo se cultivan y cosechan en temporadas de lluvias y en una sola cosecha al año, procesos que se lleva a cabo en cuatro o cinco meses y el resto del año no se desarrollan actividades masivas de producción agrícola por lo tanto hay un estancamiento económico.

Figura N° 1.1

VISTA SATELITAL DE LA PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI



Fuente: Captura de pantalla Google heart, fecha de imagen 20.07.2017.

Para lograr una mejor descripción de la realidad problemática, en coordinación con las municipalidades de los distritos involucrados (Aczo, Chingas, Llamellin y Chaccho), se acordó que un equipo de profesionales se constituya a la zona del proyecto. Este equipo en reunión de trabajo, con la participación de las autoridades locales de las comunidades, comités de regantes y asociación de productores, ha logrado realizar una lluvia de ideas, cuyo consolidado se muestra a continuación:

- Carencia de un sistema de suministro de agua para la agricultura.
- Baja producción agrícola, debido a la carencia del recurso hídrico.
- Desaprovechamiento del recurso hídrico (río Puchka) y falta de planificación de una cédula de cultivos.
- Bajos precios de los productos agrícolas.
- Insuficiente infraestructura de riego.
- Reservorio de concreto y artesanales en estado deficiente e insuficiente.
- Terrenos alejados de manantes y cultivos dependientes de las lluvias.
- Deficiente organización de usuarios.
- Migración de la población por falta de trabajo en campo.
- Bajos ingresos económicos y pobreza en la población.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

¿Cómo el diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica puede permitir la irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash?

1.2.2. Problemas específicos.

- i. ¿De qué manera se asegura el caudal de suministro de agua requerido por el sistema de bombeo para satisfacer la demanda?
- ii. ¿Cómo dimensionamos la demanda de energía eléctrica para suministrar a las electrobombas del sistema?
- iii. ¿De qué manera se garantiza la capacidad de almacenamiento de las presas, para cubrir la demanda de agua?

1.3.Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo general.

Diseñar un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica para irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash.

1.3.2. Objetivos específicos:

- i. Determinar el caudal de suministro de agua requerido por el sistema de bombeo para satisfacer la demanda.
- ii. Determinar la demanda de energía eléctrica para suministrar a las electrobombas del sistema.
- iii. Dimensionar las presas de almacenamiento de agua, para cubrir la demanda de agua.

1.4.Limitación de la investigación.

La principal limitación para la investigación ha sido, la escasa información del lugar en las instituciones del estado y principalmente en las propias municipalidades que a pesar de contar con oficinas sectoriales del ministerio

de agricultura no se contaba con información básica como extensión de terrenos actualizados, caudales de riego bajo el sistema actual de riego, etc.

La investigación se limita exclusivamente al cálculo y diseño del sistema de bombeo de agua con energía hidráulica. Aclarando que para este último (energía hidráulica) la investigación solo ha dimensionado la demanda de energía requerida, además se ha evaluado las condiciones geográficas para la generación y se recomienda la posibilidad de ubicar la captación de agua, así como la ubicación de la casa de máquinas. Por tanto, no se ha realizado el diseño del pequeño sistema eléctrico propiamente dicho.

El diseño para el almacenamiento temporal de agua no ha sido parte de la investigación, sin embargo, el dimensionamiento para indicar la capacidad de almacenamiento es parte de la investigación.

El desarrollo de la investigación, se circunscribe a determinadas áreas de los distritos de Aczo, Chingas, Llamellin y Chaccho de la provincia Antonio Raimondi – Ancash.

1.5. Justificación.

1.5.1. Justificación legal.

En el Perú se han emitido leyes y normas técnicas, y sobre las cuales se ampara la presente investigación. A continuación, se detallan estas leyes y normas:

- Decreto Legislativo 17752 – 1969. Ley General del Agua.
- Decreto Legislativo 28338. Ley de Recursos Hídricos y su reglamento.
- Decreto Legislativo 28062. Ley de Desarrollo y Fortalecimiento de Organizaciones Agrarias.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (D.S. 011-2006 – Vivienda).

- Decreto legislativo 1221 – 2015. Ley que mejora la regulación de la distribución de la electricidad para promover el acceso a energía eléctrica en el Perú.
- Código nacional de electricidad (Suministro 2011)
- D. S. 064-2010-EM. Política energética nacional del Perú 2010-2040.
- Código Nacional de Electricidad (Utilización 2006)
- Decreto Legislativo 28749 – 2006. Ley general de electrificación rural y su reglamento, aprobado mediante D. S. 025-2007-EM.
- Decreto Legislativo 27345 - 2000. Ley de promoción del uso eficiente de la energía, aprobado mediante D. S. 053-2007-EM.
- Decreto Legislativo 25844 – 1992. Ley concesiones eléctricas y su reglamento, aprobado mediante D. S. 009-93-EM.

1.5.2. Justificación teórica.

Existe suficientes bases teóricas que sustentan el diseño del sistema de bombeo de agua y del pequeño sistema eléctrico (micro central hidroeléctrica), para ello contamos con diferentes textos académicos, artículos y revistas científicas, investigaciones realizadas, etc.

1.5.3. Justificación tecnológica.

Actualmente existe tecnología que permite impulsar, desde un punto cero a otro punto elevado, grandes volúmenes de agua. Estos equipos son las electrobombas que han sido seleccionados adecuadamente de acuerdo a los resultados de los cálculos y las necesidades del diseño para satisfacer la demanda existente.

Para impulsar el agua, la electrobomba como su nombre lo indica requiere de energía eléctrica y, para suministrar de esta energía se ha planteado el diseño de un pequeño sistema eléctrico (micro central

hidroeléctrica), para tal fin se ha calculado y seleccionado un conjunto de equipos (turbina, generador, transformador, etc.)

1.5.4. Justificación económica.

Actualmente el ingreso económico se limita a la venta de la crianza de sus ganados en menor escala y de los productos agrícolas (siendo su producto bandera el maíz choclo y es el que genera mayor ingreso económico) a pesar de que ocurre una vez al año, lo que hace que el agricultor en el periodo desde la preparación de terreno, sembrío, cultivo hasta la cosecha (diciembre, enero, febrero y marzo), no le genera ingreso alguno, además en el periodo de estiaje que va de abril a noviembre se paraliza cualquier producción agrícola debido a la carencia de agua para esta periodo.

La implementación de la tesis, cambia este comportamiento, debido a que con el suministro de agua para riego, la producción no solo se limite a la temporada de lluvias, sino iniciar un nuevo proceso de producción (en cuanto culmine el primer proceso), que permita una nueva cosecha y considerando el periodo de una cosecha de cinco (05) meses, nos permite tener hasta cinco (05) cosechas en dos (02) años, lo que significa mayores ingresos económicos para las familias, comparado con las dos (02) cosechas que actualmente se tiene para este mismo periodo.

1.5.5. Justificación social.

La escasez del agua para riego es un problema que se ha mantenido en el tiempo hasta nuestra actualidad, lo que no ha permitido un desarrollo económico y social, cuyo impacto es que hay un pueblo con pobreza y pobreza extrema cuyo desarrollo económico, social y cultural se viene postergando por años.

La dependencia de lluvias limita el desarrollo agrícola y la ampliación de la frontera agrícola, lo que hace que la agricultura mueva todo el sistema de producción solo a las temporadas de avenidas (lluvias en el periodo de: diciembre, enero, febrero y marzo), y se torna más crítica en los años en que las lluvias se ausentan y se presenta un año de sequía.

El suministro de agua de forma permanente y suficiente, contribuye e impacta directamente en beneficio de los pobladores, con la reducción de la pobreza y mejoramiento de la calidad de vida de las familias raimondinas. Tener el recurso hídrico significa mejorar su producción, multiplicando sus cosechas, diversificando sus productos y liberándose de la dependencia de lluvias, que es y ha sido un problema muy álgido para su desarrollo socio - económico.

1.5.6. Justificación ambiental.

Durante la fase de investigación de campo, no se han producido ningún daño al medio ambiente, por cuanto no se han requerido alterar accesos o caminos para el recorrido de reconocimiento y ubicación de áreas para construcciones futuras, tampoco se ha alterado la composición del agua durante el proceso de medición de caudal en el río Puchka.

Para el proceso de construcción, se ha considerado mínimas alteraciones y cuyo impacto se generan principalmente por el uso de equipos, maquinarias y por movimiento de tierras (partículas y polvos), desviación parcial de las aguas del río Puchka, construcción de canal de conducción, casa de fuerza, construcción de estaciones de bombeo, construcción de presas de agua, instalación de equipos (electrobombas y turbinas) así como el tendido de las líneas de tuberías, considerando adema, que dentro del área de influencia no existe flora o fauna en riesgo de extinción.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio.

Ante la necesidad de cubrir la carencia de agua para fines agrícolas, a lo largo del tiempo, las distintas autoridades (locales) de turno han llevado adelante varios proyectos como: la ampliación de canales de riego, mejoramiento de represas, construcción de nuevos reservorios, sin embargo, estas soluciones han permitido salvar campañas de producción habituales y no incrementar ni mejorar la producción.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

- Galindo (2016). En su tesis titulado: “**Estación de bombeo y red de distribución de agua para riego**”, para optar el título profesional de Master en Ingeniería Industrial, presentado a la Universidad Pontificia Comillas – Madrid, tiene como objetivo el diseño de la estación de bombeo que impulsará el agua a un depósito en una cota elevada para alimentar los sistemas de riego de cada una de las parcelas del área regable que comprende 29 parcelas y organizados para 5 turnos de riego. La demanda de agua diaria según el autor es de 14’087,937.32 litros.

La tubería va desde estación de bombeo cerca a la captación de agua, en la cota 248 m.s.n.m. hasta el depósito de almacenamiento en la cota 358 m.s.n.m. y tiene una longitud de 2,476 m, con un diámetro DN 600 mm y caudal de 319.18 L/s. Las tuberías de distribución desde el depósito de almacenamiento hasta las parcelas comprenden una longitud de 19,427 m.

Conclusión:

Según el autor, se ha cumplido con el suministro de agua para riego para las parcelas que tienen áreas regables y, del estudio de

viabilidad se desprende que la implementación de la tesis es rentable económicamente.

- Carrera (2016). En su tesis titulado: “**Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para riego en Bahir Dar (Etiopia)**”, para optar el grado de ingeniero eléctrico, presentado a la Universitat Jaume I, tiene como objetivo diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para riego que esté totalmente adaptado al contexto de Etiopia y que logre una mejora en la producción de alimentos en el país.

Los sistemas de bombeo de agua existentes en las zonas rurales aisladas son insuficientes y la gran mayoría de ellos son de tipo manual. La parte restante son sistemas de bombeo motorizados, alimentados o bien mediante generadores diésel o mediante energías renovables (sistemas fotovoltaicos, eólico e híbridos) ya que las líneas de distribución eléctrica no llegan a estas zonas imposibilitando una conexión a red.

Conclusiones:

Con la implantación de dicho sistema se generarán numerosos beneficios sociales, que se han expuesto en el apartado anterior, partiendo de una producción anual de alimentos que ascenderá a más de 16 toneladas, que se obtendrán en la parcela de cultivo de una hectárea de extensión elegida para el riego que posibilitará el sistema de bombeo fotovoltaico.

Por lo tanto, se ha llegado a la conclusión de que esta mejora e incremento en la producción de alimentos, en un país en el que muere mucha gente por desnutrición, tendrá repercusiones realmente positivas y fructuosas que hacen que la inversión inicial requerida merezca la pena.

También se extrae como conclusión final que el sistema de bombeo fotovoltaico que se ha diseñado podría ser replicado e implementado en otras zonas de Etiopía con el fin de continuar combatiendo la falta de alimentos en el país. Y debido al carácter modular de las instalaciones fotovoltaicas, se podría escalar el sistema de bombeo fotovoltaico expuesto para el riego de mayores extensiones de tierra.

- Gualancañay y Jaguaco (2017). En su tesis titulado: **“Diseño de un sistema de bombeo para almacenamiento de agua de riego en los sectores de Chan Chico y Tiobamba de la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotapaxi”**, para la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, presentado a la Universidad Técnica de Cotapaxi – Ecuador, tiene como objetivo diseñar un sistema de bombeo para la junta de riego “NUEVA VIDA”, la fuente principal de este recurso hídrico proviene de una vertiente de agua natural, que constituye la unión de los ríos ISINCHE y PATOA de QUEVEDOS, mediante un sistema de bombeo, con la finalidad de abastecer de un caudal de 75 m³/h requerido para la producción del sector a una altura de cabeza de 129 m a una longitud de 450 m, arriba de la fuente de agua. La evaluación económica en base a la implementación de la propuesta, indica que la inversión es recuperable en 9 años, considerando una tasa de interés de consumo de 16,06 % vigente actualmente en la banca local.

Conclusión:

Los métodos de diseño permitieron seleccionar una bomba centrífuga multietapa que funciona, de manera permanente al caudal requerido a una altura máxima de 148 m y con un rendimiento óptimo en su operación.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

- Rojas (2017). En su tesis titulado: **“Diseño de un sistema de bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del distrito de Huancán – Huancayo”** para optar el título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, tiene como objetivo abastecer de agua potable al distrito de Huancán y satisfacer la demanda de los usuarios.

Como resultado del funcionamiento de las dos bombas en paralelo, se encontró un aumento de gasto de 40 l/s hasta 52 l/s. Esto se justifica porque si cada bomba contribuye con 40 l/s se esperaría teóricamente un caudal de 80 l/s, sin embargo, esto no ocurre así porque los caudales no necesariamente cumplen este cálculo aritmético, debido a las restricciones en la unión de los dos flujos a un tubo común.

Conclusiones:

El diseño en este estudio significa el uso de la capacidad instalada en la caseta de bombeo de la Municipalidad de Huancán. Esta capacidad consta de dos bombas homogéneas con su respectivo tren de descarga para cada bomba, con elementos simétricos y un tablero único para alimentación de energía. El caudal de suministro en la situación sin proyecto era de 40 l/s y al instalarse dos bombas en paralelo se obtuvo un caudal de suministro de 52 l/s incrementando su capacidad en 30%.

- Auccacusi (2014). En su tesis titulado: **“Análisis técnico económico para la selección del equipo óptimo de bombeo en Muskarumi – Pucyura – Cusco, usando fuentes renovables de energía”**, para optar el título de ingeniero mecánico, presentado a la Pontificia Universidad Católica del Perú, tiene como objetivo

realizar el análisis técnico económico de la selección de equipos de bombeo para mejorar la calidad de vida de la población rural, analizando su geografía, clima, fuentes hídricas y racionalidad de la población. Se determinó que el caudal de agua necesario para 3 hectáreas de cultivo, durante el día más seco del año, es de aproximadamente 3 l/s por lo que se necesitaría bombear un volumen de 282 m³ al día.

Conclusiones:

El autor concluye que, se puede concluir que, mediante un sistema de bombeo que usa energía renovable se puede mejorar la producción del sector de Muskarumi en dos veces, en vez de una, al año, por otro lado, se nota que las capacidades de este tipo de bombas son limitadas a comparación de las que usan energía eléctrica o diésel.

El equipo óptimo de bombeo usará energía solar como fuente de energía renovable ya que permite que el proyecto sea viable en una mayor diversidad de productos agrícolas que la riego bomba, por lo que se seleccionó dos bombas solares centrífugas de multipaso modelo PS4000C con rotor modelo CSJ17-4 cubriendo con la demanda de presión de 45.7 m.c.a en la cual se incluye las pérdidas y la de caudal de 141 m³/día cada una.

- Diaz, Pretel (2014). En su tesis titulado: **“Diseño hidráulico y agronómico para un sistema de riego tecnificado del sector la arenita, distrito de Paijan - Chicama”**, para optar el título de ingeniero civil, presentado a la universidad privada Antenor Orrego, tiene como propósito mejorar las eficiencias de riego a través de la innovación tecnológica como es la tecnificación del riego presurizado por goteo, plantear esta alternativa de riego y de esta

manera mejorar su condición económica para lo cual deben de realizar un cambio en su sistema de riego y cédula de cultivo, como alternativa rentable para la agro exportación agrícola.

El autor, para su diseño hidráulico ha considerado dos sectores A y B, con un total de área de riego es 28.58 ha, para tal fin extrae el agua de mediante electrobombas desde los pozos IRHS 764 e IRHS 157, con caudales de 16.0 l/s y 12.5 l/s respectivamente.

Conclusión:

El autor concluye que con el uso de las electrobombas es posible suministrar el agua para cubrir la demanda de agua con los caudales requeridos de 16.0 l/s y 12.5 l/s para los pozos IRHS 764 e IRHS 157, los que permiten mejorar la eficiencia de riego.

2.2. Marco teórico y conceptual

2.2.1. Marco teórico.

- **Sistema de bombeo**

Consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte del fluido, mediante el uso de equipos (electrobombas), tuberías y otros accesorios además de los almacenamientos temporales para el elemento transportado (presas de agua), desde el punto cero hasta una altura requerida, debe cumplir las especificaciones para el caudal y presión requerida en los diferentes procesos del sistema, cumpliendo los principios de la hidráulica.

- **Característica del fluido.**

- **Fluido**, (Giles, 2006): Son sustancias capaces de “fluir” y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contiene. Cuando están en equilibrio, los fluidos pueden soportar fuerzas tangenciales y cortantes. Todos los fluidos son compresibles en

cierto grado y ofrecen poca resistencia a los cambios de forma. Los fluidos pueden dividirse en líquidos y gases. Las diferencias esenciales entre líquidos y gases son:

Los líquidos son prácticamente incompresibles y los gases son compresibles por lo que en muchas ocasiones hay que tratarlos como tales.

Los líquidos ocupan un volumen un definido y tienen superficies libres mientras que una masa dada de gas se expansiona hasta ocupar todas las partes del recipiente que lo contenga.

- **Densidad (ρ)**, (Robertson, 2002): La masa por unidad de volumen es la densidad y tiene unidades de kilogramo por metro cubico o libras más por pie cubico. La densidad del agua a 4°C es 1000 Kg/m³ y disminuye ligeramente al aumentar la temperatura.
- **Peso Específico (γ)**, (Robertson, 2002): La fuerza gravitacional por unidad de volumen de fluido, o simplemente el peso por unidad de volumen, se define como peso específico. Se representa con el símbolo γ (gamma). El agua a 20°C tiene un peso específico de 9.79 KN/m³. El peso específico y la densidad están relacionados por:

$$\gamma = \rho \times g \quad (2.1)$$

- **Flujo Incompresible**, (López Vásquez, 2010): Se denomina Flujo Incompresible a todo aquel flujo que mantiene su densidad relativamente constante en el tiempo mientras se mueve por un

campo de flujo, esto es: Esto no exige que la densidad sea constante en todos los puntos. Tanto los flujos líquidos como los flujos de gases a baja velocidad, son considerados incompresibles.

- **Caudal (Q)**, (López Vásquez, 2010): Cantidad de líquido (en volumen) que se debe bombear, trasladar o elevar en un cierto intervalo de tiempo por una bomba: normalmente expresada m^3/s .

El caudal volumétrico que circula por un determinado sistema se puede obtener multiplicando la velocidad del fluido (V) por el área transversal de paso (A).

$$Q = V \times A. \quad (2.2)$$

Dónde: $Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$
 $v = \text{Velocidad (m/s)}$
 $A = \text{Área transversal (m}^2)$

El flujo másico \dot{m} es la cantidad de masa de fluido que circula en la unidad de tiempo. Se puede obtener multiplicando la densidad del fluido (ρ), por el caudal volumétrico.

$$\dot{m} = \rho \times Q \quad (2.3)$$

Dónde: $\dot{m} = \text{Flujo másico (Kg/s)}$
 $\rho = \text{Densidad del agua (Kg/m}^3)$
 $Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$

- **Viscosidad (μ)**, (Giles, 2006): La viscosidad de un fluido es aquella propiedad que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes. La viscosidad se debe primordialmente a las interacciones entre las moléculas del fluido.

Tabla N° 2.1

VISCOSIDAD DINAMICA DEL AGUA A T VARIABLE

Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas www.vaxasoftware.com

Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)
0	0,001792	34	0,000734	68	0,000416
1	0,001731	35	0,000720	69	0,000410
2	0,001674	36	0,000705	70	0,000404
3	0,001620	37	0,000692	71	0,000399
4	0,001569	38	0,000678	72	0,000394
5	0,001520	39	0,000666	73	0,000388
6	0,001473	40	0,000653	74	0,000383
7	0,001429	41	0,000641	75	0,000378
8	0,001386	42	0,000629	76	0,000373
9	0,001346	43	0,000618	77	0,000369
10	0,001308	44	0,000607	78	0,000364
11	0,001271	45	0,000596	79	0,000359
12	0,001236	46	0,000586	80	0,000355
13	0,001202	47	0,000576	81	0,000351
14	0,001170	48	0,000566	82	0,000346
15	0,001139	49	0,000556	83	0,000342
16	0,001109	50	0,000547	84	0,000338
17	0,001081	51	0,000538	85	0,000334
18	0,001054	52	0,000529	86	0,000330
19	0,001028	53	0,000521	87	0,000326
20	0,001003	54	0,000512	88	0,000322
21	0,000979	55	0,000504	89	0,000319
22	0,000955	56	0,000496	90	0,000315
23	0,000933	57	0,000489	91	0,000311
24	0,000911	58	0,000481	92	0,000308
25	0,000891	59	0,000474	93	0,000304
26	0,000871	60	0,000467	94	0,000301
27	0,000852	61	0,000460	95	0,000298
28	0,000833	62	0,000453	96	0,000295
29	0,000815	63	0,000447	97	0,000291
30	0,000798	64	0,000440	98	0,000288
31	0,000781	65	0,000434	99	0,000285
32	0,000765	66	0,000428	100	0,000282
33	0,000749	67	0,000422		

Fuente: www.vaxasoftware.com

La correlación lineal entre el esfuerzo tangencial y el gradiente de velocidades es característica de los fluidos newtonianos (como el agua), prevalece solamente en la ausencia de turbulencia en el campo de flujo. Este tipo de flujo es descrito como laminar. Cuando existe turbulencia en el flujo, la resistencia al cortante se incrementa fuertemente y el esfuerzo cortante puede, por conveniencia, ser correlacionado al gradiente de velocidades por una ecuación similar a la de viscosidad dinámica.

$$\tau = \mu \times \frac{dv}{dy} \quad (2.4)$$

Donde: τ = Fuerza cortante.

$\frac{dv}{dy}$ = Gradiente de velocidad.

Un parámetro que es común emplear en los cálculos hidráulicos es la viscosidad cinemática (ν), la cual se define como el coeficiente de la viscosidad dinámica sobre la densidad del fluido (m^2/s)

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.5)$$

Donde: ν = Viscosidad cinemática.

μ = Viscosidad dinámica.

ρ = Densidad del agua.

➤ **Presión (P)**, (Giles, 2006): Es la fuerza que ejerce un fluido por una unidad de superficie.

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.6)$$

Dónde: $P = \text{Presión (Pa)}$

$N = \text{Fuerza (N)}$

$A = \text{Área (m}^2\text{)}$

Además $1 \text{ Pa} = \text{N/m}^2$

- **Presión absoluta (P_{abs})**, (Giles, 2006): Se llama presión absoluta, a la presión medida desde el cero absoluto, cuyo valor se determina:

$$P_{abs} = P_{man} + P_{atm} \quad (2.7)$$

Donde: P_{abs} = Presión absoluta.

P_{man} = Presión manométrica

P_{atm} = Presión atmosférica.

- **Presión relativa o manométrica (P_{man})**, (Giles, 2006): Es aquella que se mide a partir de la presión atmosférica local. Cualquier presión inferior a la atmosférica será una presión manométrica negativa, llamándose entonces depresión.
- **Presión atmosférica (P_{atm})**, (Giles, 2006): Es aquella que se tiene en un lugar debido al peso de la atmósfera, por lo cual, varía con la altura en relación al nivel del mar, teniendo a cero metros un valor de 1.033 Kgf/cm² que corresponden a una columna de mercurio de 0.760 m ó a 10.33 m.c.a.
- **Presión de vacío**, (Giles, 2006): Esta presión se presenta cuando un fluido ejerce una presión inferior a la atmosférica. La relación entre las presiones, atmosféricas, absolutas y de vacío se muestra a continuación.

$$P_{abs} = P_{atm} - P_{vacío} \quad (2.8)$$

Donde: P_{abs} = Presión absoluta.
 P_{atm} = Presión manométrica
 $P_{vacío}$ = Presión de vacío

➤ **Presión de vapor**, (Giles, 2006): La presión de vapor o más comúnmente presión de saturación es la presión a la que a cada temperatura las fases líquidas y vapor se encuentran en equilibrio; su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas. En la situación de equilibrio, las fases reciben la denominación de líquido saturado y vapor saturado.

- **Conservación de la masa.**

(Cengel Yunus, 2006, p 172). El principio de conservación de la masa, es uno de los principios más fundamentales de la naturaleza. Todos estamos familiarizados con ese principio y es fácil entenderlo.

La masa, como la energía, es una propiedad que se conserva y no se puede crear ni destruir en el transcurso de un proceso. Sin embargo, según la conocida fórmula propuesta por Albert Einstein (1879 – 1995):

$$E = m \times c^2 \quad (2.9)$$

Dónde:

E = Energía.

m = Masa.

c = Velocidad de la luz en el vacío

c = 2.9979×10^8 m/s

Este principio para un volumen de control se puede expresar como: la transferencia neta de la masa hacia dentro de un volumen de control, o hacia afuera de este durante un intervalo Δt es igual al cambio neto (aumento o disminución) en la masa total que está dentro de ese volumen en el transcurso Δt ; es decir:

$$m_{ent} - m_{sal} = \Delta m_{vc} \quad (2.10)$$

Donde: m_{ent} = masa de entrada.

m_{sal} = masa de salida.

m_{vc} = masa de volumen de control.

Dónde: Δm_{vc} es el cambio en la masa del volumen de control durante el proceso. Esto también se puede expresar en la forma de razón como:

$$\dot{m}_{ent} - \dot{m}_{sal} = dm_{vc}/dt \quad (2.11)$$

Dónde: \dot{m}_{ent} = Flujo de masa en entrada de VC

\dot{m}_{sal} = Flujo de masa en salida de VC

dm_{vc}/dt = Diferencial de masa para un Δt

➤ **Ecuación de Continuidad.**

(Giles, 2006, p 71). La ecuación de continuidad es una consecuencia del principio de conservación de la masa, para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido, por unidad de tiempo es constante.

$$\dot{m} = \rho \times Q = constante \quad (2.12)$$

Donde:

\dot{m} = Flujo de masa

Q = Caudal de fluido.

ρ = Densidad del fluido.

➤ **Conservación de la energía.**

(Cengel Yunus, 2006, p 201). Una de las leyes fundamentales de la naturaleza es la primera de la termodinámica, también conocida como el principio de conservación de la energía, la cual proporciona una base sólida para el estudio de las relaciones de las diversas formas de la energía y de las interacciones de energía. Esta ley expresa que la energía no se puede crear ni destruir en transcurso de un proceso; solo se puede cambiar de formas. Por lo tanto, en un proceso debe considerarse toda pequeña parte de energía.

✓ **Ecuación de Bernoulli.**

(Cengel Yunus, 2006, p 185). La ecuación de Bernoulli es una relación aproximada entre la presión, la velocidad y la elevación, y es válida en las regiones de flujo estacionario e incompresible en donde las fuerzas netas de fricción son despreciables y cuya ecuación es:

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gz = \text{constante} \quad (2.13)$$

Donde: P = Presión

ρ = Densidad

V = Velocidad

g = gravedad

z = Altura.

✓ **Cantidad de movimiento.**

(Gratton, 2002). La ecuación de movimiento de un fluido expresa la Segunda Ley de Newton, esto es, que la tasa de cambio de la cantidad de movimiento de una dada porción de fluido es igual a la resultante de las fuerzas que actúan sobre esta porción. Existen diferentes formas, todas equivalentes, de escribir esta Ley.

$$\sum \vec{F} = \frac{d}{dt} \int_{VC} \rho \vec{V} dV + \int_{SC} \rho \vec{V} (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA \quad (2.14)$$

➤ **Flujo en tuberías.**

(Cengel Yunus, 2006). El flujo de fluidos se clasifica como externo e interno, ya que depende si el fluido se fuerza a fluir sobre una superficie o dentro de un conducto. Los flujos interno y externo tienen características diferentes. En este capítulo se considera el flujo interno donde el conducto está totalmente lleno con el fluido y el flujo se impulsa principalmente mediante diferencia de presión. Este hecho no se debe confundir con el flujo de canal abierto, donde el conducto está parcialmente lleno con el fluido y por tanto el flujo está parcialmente acotado por superficies sólidas, como en una zanja de irrigación, y el flujo se impulsa sólo con la gravedad.

✓ **Flujo laminar y turbulento.**

El flujo **laminar**, se caracteriza por líneas de corriente suaves y movimiento sumamente ordenado; mientras que en el segundo caso es **turbulento**, y se caracteriza por fluctuaciones de velocidad y movimiento también desordenado. La transición de flujo laminar a turbulento no ocurre repentinamente; más bien, sucede sobre cierta región en la que el flujo fluctúa entre flujos laminar y turbulento

antes de volverse totalmente turbulento. La mayoría de los flujos que se encuentran en la práctica son turbulentos

✓ **Número de Reynold (Re)**

La transición de flujo laminar a turbulento depende de la geometría, la rugosidad de la superficie, la velocidad del flujo, la temperatura de la superficie y el tipo de fluido, entre otros factores. Después de experimentos exhaustivos en los años de 1880, Osborne Reynolds descubrió que el régimen de flujo depende principalmente de la razón de fuerzas inerciales a fuerzas viscosas en el fluido. Esta razón se llama número de Reynolds y se expresa para flujo interno en una tubería circular.

$$Re = \frac{F_{Inerciales}}{F_{viscosas}} = \frac{V_{prom} \times D}{\nu} = \frac{\rho \times V_{prom} \times D}{\mu} \quad (2.15)$$

Donde: ρ = Densidad
 V_{prom} = Velocidad promedio
 D = Diámetro
 μ = Viscosidad dinámica

En la mayoría de las condiciones prácticas, el flujo en una tubería circular es laminar para $Re \leq 2\,300$, turbulento para $Re \geq 4\,000$, y transicional entre ellos. Es decir:

$Re \leq 2\,300$ flujo laminar
 $2\,300 \leq Re \leq 4\,000$ flujo transicional
 $4\,000 \leq Re$ flujo turbulento

✓ **Caída de presión y pérdida de carga.**

Un elemento de interés en el análisis de flujo de tubería es la caída de presión ΔP , porque está directamente relacionado con la potencia necesaria para que la bomba mantenga el flujo.

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{32\mu LV_{prom}}{D^2} \quad (2.16)$$

Donde:

- ΔP = Diferencia de presiones.
- μ = Viscosidad dinámica.
- L = Longitud de tubería.
- D = Diámetro hidráulico.
- V_{prom} = Velocidad promedio del fluido.

Es conveniente expresar la pérdida de presión para todos los tipos de flujos internos totalmente desarrollados (flujos laminares o turbulentos, en tuberías circulares o no circulares con superficies lisas o rugosas, en tuberías horizontales o inclinadas).

$$\Delta P_L = f \frac{L}{D} \frac{\rho V_{prom}^2}{2} \quad (2.17)$$

Donde:

$\frac{\rho V_{prom}^2}{2}$ es la presión dinámica y f es el factor de fricción de Darcy.

$$f = \frac{8\tau_w}{\rho V_{prom}^2} \quad (2.18)$$

También se llama factor de fricción de Darcy-Weisbach.

En el análisis de sistema de tuberías, las pérdidas de presión longitudinales se expresan continuamente en términos de la altura de la columna del fluido equivalente, llamada pérdida de carga h_L

$$h_L = \frac{\Delta P_L}{\rho g} = f \frac{L}{D^5} \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \quad (2.19)$$

La caída de presión ΔP es igual a la pérdida de presión ΔP_L para el caso de una tubería horizontal; pero, este no es el caso, para el caso de tuberías inclinadas o tuberías con áreas transversales variables.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_b = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_s + h_L \quad (2.20)$$

✓ **Diagrama de Moody y la ecuación de Colebrook.**

El factor de fricción de un flujo turbulento totalmente desarrollado en tubería circular depende del número de Reynolds y la rugosidad relativa ε/D . La relación para la transición de flujo turbulento en tuberías lisas y rugosas se presentan en la siguiente relación implícita conocida ecuación de Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \quad (2.21)$$

El diagrama de Moody, representa el factor de la fricción de Darcy para flujo en tubería como función del número de Reynolds. Este diagrama se proporciona en el anexo 4.

➤ **Tuberías inclinadas.**

Las relaciones para tuberías inclinadas se pueden obtener de manera similar a partir de un equilibrio de fuerzas en la dirección del flujo. Se demuestra que las relaciones de velocidad promedio y de flujo volumétrico para flujo laminar por tuberías inclinadas son, respectivamente.

$$V_{prom} = \frac{(\Delta P - \rho g L \sin \theta) D^2}{32 \mu l} \quad (2.22)$$

$$\dot{V} = \frac{(\Delta P - \rho g L \sin \theta) \pi D^4}{128 \mu L} \quad (2.23)$$

Las pérdidas que ocurren en los accesorios de tubería como uniones, válvulas, flexiones, codos, conexiones en T, entradas, salidas, ensanchamientos y contracciones se llaman pérdidas menores. Éstas, por lo general, se expresan en términos del coeficiente de pérdida K_L . La pérdida de carga para un accesorio se determina a partir de:

$$h_L = K_L \frac{V^2}{2g} = f \frac{L_{equiv}}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2.24)$$

Dónde:

K_L = Coeficiente de resistencia de accesorio.

L_{equiv} = Longitud equivalente.

Cuando ya estén disponibles todos los coeficientes de pérdida, la pérdida total de carga en un sistema de tuberías se determina en la siguiente ecuación.

$$h_{L,total} = \sum_i f_i \frac{L_i}{D_i} \frac{V_i^2}{2g} + \sum_j K_{L,j} \frac{V_j^2}{2g} \quad (2.25)$$

Cuando el diámetro D es una constante, entonces:

$$h_{L,total} = \left(f \frac{L}{D} + \sum K_L\right) \frac{V^2}{2g} \quad (2.26)$$

- **Redes de tubería y selección de bombas**

(Cengel Yunus, 2006). El análisis de las redes de tuberías, sin importar qué tan complejas sean, se basa en dos principios simples:

Se debe satisfacer la conservación de la masa a través del sistema. Esto se hace cuando se necesita para todas las uniones en el sistema que el flujo total que entra a una unión sea igual al flujo total que sale de la unión. Además, la razón de flujo debe permanecer constante en las tuberías conectadas en serie sin importar los cambios en los diámetros.

La caída de presión (y por lo tanto la pérdida de carga) entre dos uniones debe ser la misma para todas las trayectorias entre las dos uniones. Esto porque la presión es una función puntual y no puede tener dos valores en un punto específico. En la práctica, esta regla se aplica cuando se necesita que la suma algebraica de las pérdidas de carga en un circuito (para todos los circuitos) sea igual a cero (una pérdida de carga se toma como positiva para flujo en la dirección de las manecillas del reloj y negativa para flujo en la dirección contraria a éstas).

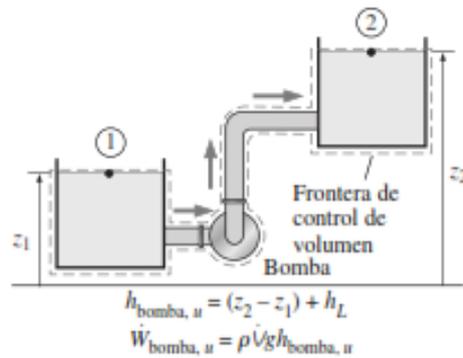
$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_b = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_s + h_L \quad (2.27)$$

Muchos sistemas de tuberías prácticos incluyen una bomba para llevar un fluido de un depósito a otro. Cuando se considera que los puntos 1 y 2 como su pueden ver en la figura N° 2.1, están en las

superficies libres de los depósitos, en este caso la ecuación de energía se reduce para la carga de bomba útil necesaria:

$$h_{bomba} = (z_2 - z_1) + h_L \quad (2.28)$$

Figura N° 2.1,
TRASLADO DE FLUIDO DE UN DEPÓSITO A OTRO



Fuente: Cengel, Yunus (2002), p357.

Una vez que se conoce la carga de bomba útil, la potencia mecánica que necesita desarrollar la bomba acoplada con un motor eléctrico y la potencia eléctrica consumida por el motor de la bomba para una razón de flujo específica se determinan a partir de:

$$\dot{W}_{bomba} = \frac{\rho \dot{Q} g h_{bomba}}{\eta_{bomba}} \quad (2.29)$$

$$\dot{W}_{eléctrica} = \frac{\dot{W}_{bomba}}{\eta_{motor}} \quad (2.30)$$

Donde:

\dot{W}_{bomba} = Potencia mecánica de la bomba

$\dot{W}_{eléc}$ = Potencia eléctrica requerida.

Finalmente, la altura del sistema se determina:

$$H_{sist} = hg + \left(f \frac{L}{D^5} + \frac{\sum K}{D^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \quad (2.31)$$

La curva para la selección de bombas entregado por el proveedor se muestra en el anexo 5.

- **Curvas características de las bombas.**

(Bombas ideal, 2015); Las curvas de funcionamiento o curvas características, nos señalan gráficamente la dependencia entre caudal y la altura, rendimiento, NPSHr, potencia absorbida en el eje de la bomba, etc.

- **Curva de la bomba**, (Marchegiani, 2004): La característica más importante de la bomba es aquel que indica la energía por unidad de peso – salto, entregado por la misma al líquido bombeado.
- **Curva del sistema**, (Jijón): La curva del sistema muestra la altura de bombeo en función del caudal ver Fig. 19. La altura de bombeo requerida por el sistema es igual a la elevación que la bomba le debe proporcionar al fluido más las pérdidas de carga en todo el sistema. La altura total requerida por el sistema aumenta a medida que el caudal aumenta.
- **Punto de operación**, (Jijón): El punto de operación de la bomba centrífuga es la intersección entre las curvas del sistema y de la bomba. El punto de operación se lo determina para tener una mayor eficiencia en el funcionamiento de la misma, un ahorro de energía y prolongar la vida útil de la bomba.

- **NPSH de la bomba.**

(Cengel Yunus, 2006). Se denomina NPSH (Net Positive Suction Head) o ANPA (Altura Neta Positiva de Aspiración), que se define como la diferencia entre la carga de presión de estancamiento en la entrada de la bomba y la carga de la presión de vapor:

$$NPSH_{disp} = \left(\frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \right) - \frac{P_v}{\rho g} \quad (2.32)$$

El NPSH está relacionado con el fenómeno de cavitación. Al igual que la altura geométrica el caudal de impulsión y la potencia absorbida representa una de las características más importantes para una bomba. Para que una bomba funcione sin cavitación, debe cumplirse la siguiente expresión:

$$NPSH_{disp} > NPSH_{req} \quad (2.33)$$

- **Pequeño sistema eléctrico.**

(Ortiz, 2001). La energía de una pequeña central hidroeléctrica PCH se obtiene aprovechando la energía potencial que adquiere el caudal Q al final de una caída H, la cual es transformada por una turbina en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica por el generador y se fundamenta en dos principios: potencia y energía.

- **Potencia:**

(Ortiz, 2001). Es el desplazamiento del Q desde un punto inicial (superior) a un punto final (inferior), se puede hallar la potencia del aprovechamiento. Para ello se tiene que la potencia del recurso es igual a:

$$P = 9.8HQ\eta \quad (2.34)$$

Donde: 9.8 = Peso específico del agua.
P = Potencia del recurso (Kw).
Q = Caudal (m³/s).
H = Altura (m).
η = Eficiencia de la PCH.

- **Energía hidráulica:**

(Ortiz, 2001). Es la capacidad que tiene una masa de líquido de generar trabajo, ya sea por su elevación, velocidad y presión a la que está sometido.

$$E_h = \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + Z \quad (2.35)$$

Donde: E_h = Energía hidráulica.

$\frac{v^2}{2g}$ = Energía cinética.

$\frac{P}{\gamma}$ = Energía de presión.

V = Energía Potencial.

- **Tipos de pequeñas centrales hidroeléctricas:**

(Ortiz, 2001). En función de las características de la demanda, la PCH debe cubrir las necesidades de energía eléctrica, durante la vida útil del proyecto. La Organización Latinoamericana de Energía OLADE ha clasificado de la siguiente forma:

Tabla N° 2.2

TIPO DE PEQUEÑAS CENTRALES, SEGÚN SU POTENCIA

Según su Potencia:	
De 0 – 50 Kw.	Microcentral
De 50 – 500 Kw.	Minicentral
De 500 – 5000 Kw	Pequeña central

Fuente: Ortiz, 2009, p.7

Tabla N° 2.3

TIPO DE PEQUEÑAS CENTRALES, SEGÚN SU CAÍDA.

Según la caída en metros			
Tipo	Baja	Media	Alta
Microcentral	$H < 15$	$15 < H < 50$	$H > 50$
Minicentral	$H < 20$	$20 < H < 100$	$H > 100$
Pequeña central	$H < 25$	$25 < H < 130$	$H > 130$

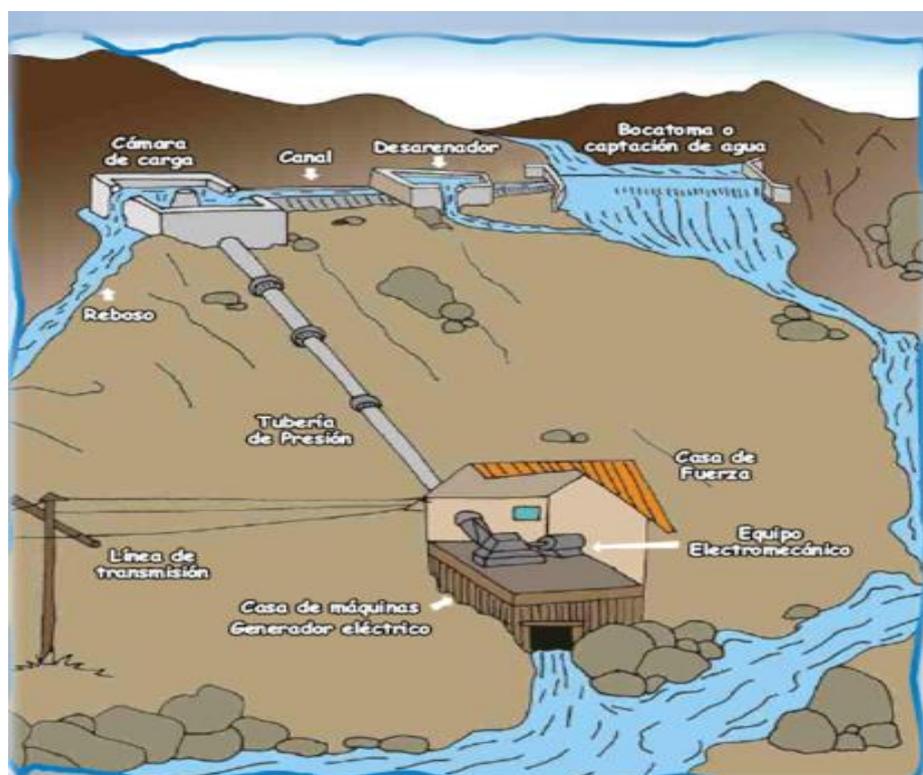
Fuente: Ortiz, 2009, p.7

- **Pequeña central eléctrica en derivación.**

(Ortiz, 2001). Este tipo de planta puede ser de filo de agua, la cual se caracteriza por no disponer de un embalse que le permite reservar agua para usarla en épocas de menor caudal.

Figura N° 2.2

ESQUEMA DE UNA PEQUEÑA CENTRAL HDROELÉCTRICA



Fuente:

http://cef.uca.edu.sv/descargables/2011_12_cursoMAGMA/pequenas_centrales_hidroelectricas.pdf

En tal sentido el caudal es tomado directamente del recurso hídrico mediante la bocatoma que se comunica con un canal, encargado de conducir el caudal con una pequeña pendiente hasta el lugar donde se obtiene la caída necesaria para obtener la potencia requerida. en este lugar se encuentra un tanque de presión (cámara de carga) y un desarenador que une el canal con la tubería de presión, encargada de llevar el caudal hasta la turbina. Los elementos que componen la PCH son:

➤ **Bocatoma.**

Se encarga de tomar el caudal que se requiere para obtener la potencia de diseño; su construcción es sólida, ya que debe soportar las crecidas del río.

➤ **Canal de conducción.**

Se encarga de conducir el caudal desde la bocatoma hasta el tanque de presión, posee una pequeña pendiente; en la mayoría de los casos suele ser un canal, aunque también un túnel o una tubería.

➤ **Desarenador.**

Es necesario que las partículas en suspensión que lleva el agua sean decantadas, por ello al final de la obra de conducción se construye un tanque de mayores dimensiones que el canal, para que las partículas pierdan velocidad y caigan al fondo del desarenador.

➤ **Tanque de presión o cámara de carga.**

En este componente la velocidad del agua es prácticamente cero, empalma con la tubería de presión, sus dimensiones deben garantizar que no ingresen burbujas de aire en la tubería de

presión, permitir el fácil arranque del grupo turbina generador y amortiguar el golpe de ariete.

➤ **Aliviadero.**

Se encarga de eliminar el caudal de exceso que se presenta en la bocatoma y el tanque de presión, y se regresa al cauce de aprovechamiento.

➤ **Tubería de presión.**

Mediante la tubería de presión se conduce el caudal el caudal de diseño hasta la turbina; esta apoyada en anclajes que la ayudan a soportar la presión generada por el agua y la dilatación que le ocurre por variación de temperatura.

➤ **Casa de máquinas.**

En ella encontramos la turbina, encargada de transformar la energía hidráulica en mecánica, la mecánica en eléctrica y, mediante el sistema de transmisión, llevarla al usuario.

➤ **Canal de descarga.**

Se encarga de conducir el caudal que tras su paso por la casa de máquinas (turbina) debe regresar a su cauce de aprovechamiento.

➤ **Otros elementos.**

Válvulas, reguladores, volante, tablero de medida y protecciones, subestación, barraje, etc.

• **Estudio Hidrológico.**

(Ortiz, 2001). Para aprovechar de manera óptima el recurso hidro energético en las zonas aisladas se requiere de información hidrológica de la región en estudio, que por lo general es escasa,

asociadas con cuencas relativamente pequeñas, donde la información aun es menor.

➤ **Caudal pico.**

Es el caudal máximo de creciente, el cual se presentará transcurrido un tiempo, llamado de tiempo de periodo de retorno; con base en dicho valor y en la magnitud del caudal se hace el diseño de las obras de desvío y el vertedero de exceso.

El periodo de retorno recomendado por la OLADE, para diseño de la captación es el siguiente.

Microcentrales	20 – 25 años
Minicentrales	50 – 100 años
Pequeñas centrales	100 – 150 años

➤ **Caudal mínimo.**

Es el caudal que se requiere para garantizar en el lecho del río para mantener áreas húmedas y no alterar la fauna y flora del mismo; equivale al caudal de sequía.

➤ **Caudal medio.**

El caudal medio es al equivalente al promedio de los caudales medios durante un lapso de tiempo; puede ser diario, mensual o anual.

➤ **Caudal de diseño.**

Es el caudal con el que se proyecta el diseño de la PCH; en caso de traslado el caudal seleccionado debe garantizar el funcionamiento del sistema la mayor parte del año con la mayor

potencia, asegurando, de esta forma, una generación constante que permite la amortización de la planta en un tiempo razonable.

➤ **Medición de caudal.**

Realizar una medición de caudal ofrece una mejor visión del comportamiento del recurso hídrico. Dado que no se dispone de esta información, se describen algunos de los métodos mas usados para su obtención.

- ✓ **Método del recipiente:** Consiste en llenar un recipiente de volumen conocido registrando el tiempo de llenado; la relación entre estos dos valores indica el caudal.
- ✓ **Método del flotador:** Es el método bastante practico se ajusta a cuencas proporcionalmente mayores y permite medir el caudal en forma puntual. Se basa en la medición del tiempo para una distancia determinada que recorre un volumen de agua delimitando por el lecho de la corriente.
- ✓ **Método de descarga:** Es un método para cuencas de caudales mayores, su implementación demanda de lecho homogéneo de baja velocidad, preferiblemente recto, en el cual se ubica una escala que permite conocer el nivel (profundidad) del cauce.
- ✓ **Medición con el correntómetro:** Es un método de medida más cómodo, el cual requiere un equipo especial consistente en una hélice, que es sumergida y enfrentada contra el vector velocidad del caudal, gira proporcionalmente a este, el número de RPM indica la velocidad.

- ✓ **Medición con escala:** Este método determina la velocidad del agua con la ayuda de una escala calibrada que indirectamente determina la velocidad.
- ✓ **Medición con vertedero:** La utilización de este método permite que la lectura periódica del caudal de una escala. A parte de su sencillez es recomendable usarlo para seguimiento de caudales.

- **Turbinas Hidráulicas.**

(Fernández, 2015). Una máquina hidráulica es un dispositivo capaz de convertir energía hidráulica en energía mecánica; pueden ser motrices (turbinas), o generatrices (bombas), modificando la energía total de la vena fluida que las atraviesa. En el estudio de las turbomáquinas hidráulicas no se tienen en cuenta efectos de tipo térmico, aunque a veces habrá necesidad de recurrir a determinados conceptos termodinámicos; todos los fenómenos que se estudian serán en régimen permanente, caracterizados por una velocidad de rotación de la máquina y un caudal, constantes.

La turbina hidráulica es una turbomáquina elemental o monocelular tiene, básicamente, una serie de álabes fijos, (distribuidor), y otra de álabes móviles, (rueda, rodete, rotor). La asociación de un órgano fijo y una rueda móvil constituye una célula; una turbomáquina monocelular se compone de tres órganos diferentes que el fluido va atravesando sucesivamente, el distribuidor, el rodete y el difusor.

- **Clasificación de turbinas.**

(Ortiz, 2001), Las turbinas se clasifican según:

Su forma de como transforma la energía cinética en energía mecánica se agrupa de la siguiente forma:

- ✓ **Turbina de reacción:** El agua entra a presión y en los conductos móviles del rodete cambia de dirección y aceleración. En ella, la presión estática disminuye en la entrada y salida del rodete.

- ✓ **Turbina de acción:** El agua entra sin presión (a presión atmosférica) y cambia y cambia solamente de dirección mas no de aceleración. En ella la presión estática permanece constante entre la entrada y salida del rodete.

En función del sentido en que se mueve el agua dentro de las turbinas, esta se clasifica en:

- ✓ **Axiales:** Cuando el agua va paralela al eje.
- ✓ **Radiales:** Si tiene su movimiento en la dirección del radio.
- ✓ **Centrifuga:** Cuando el agua va de adentro hacia afuera.
- ✓ **Centrípeta:** Cuando el agua va de afuera hacia adentro.
- ✓ **Mixtas:** Cuando el agua entra radialmente y sale axialmente.

Por el modo de admisión se clasifica en:

- ✓ **Admisión total:** Cuando el agua entra por todo el contorno del rodete.
- ✓ **Admisión parcial:** Cuando el agua entra por parte del rodete.
- ✓ **Admisión interior:** Cuando el agua se admite por el contorno interior del rodete (turbinas centrífugas).
- ✓ **Admisión exterior:** Cuando el distribuidor está colocado en el contorno exterior (bombas centrípetas).

Po la posición del eje de las turbinas.

- ✓ De eje horizontal.
- ✓ De eje vertical.

Por la disposición de la cámara, se clasifica en:

- ✓ De cámara abierta.
- ✓ De cámara cerrada.

Por el número de revoluciones relativos, se subdividen en:

- ✓ Normales.
- ✓ Rápidas
- ✓ Extra rápidas.

- **Potencia instalada $P_{inst.}$** , (Fernández, Robles, 2014): La potencia instalada $P_{inst.}$ (también denominada potencia útil nominal) de la central hidroeléctrica y puede ser obtenido a partir de:

$$P_{inst.} = \gamma \cdot Q_e \cdot H_n \cdot \eta_t \cdot \eta_m \cdot \eta_g \cdot \eta_{tr} \quad (2.36)$$

Donde:

$P_{inst.}$ = Potencia instalada o potencia útil nominal (Kw)

γ = Peso específico del agua (9,81 KN/m³)

Q_e = Caudal de equipamiento (m³/s)

H_n = Salto neto (m)

η_t = Rendimiento de la turbina

η_m = Rendimiento del multiplicador

η_g = Rendimiento del generador

η_{tr} = Rendimiento del transformador

Para centrales eléctricas, si no se conocen las eficiencias reales de los elementos, se puede considerar como una primera aproximación el producto de todos los rendimientos, comprendido entre 0.8 y 0.85

- **Caudal mínimo técnico**, ((Fernández, Robles, 2014): Es el caudal directamente proporcional al caudal de equipamiento (turbina) para cubrir la potencia instalada y se obtiene a partir de:

$$Q_{mt} = kxQ_e \quad (2.37)$$

Donde el factor K es un factor que depende de la turbina utilizada; generalmente, y si no se dispone de otros valores, se pueden usar los valores de la tabla N° 2.4.

Tabla N° 2.4
VALOR DE K EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TURBINA

Turbinas	K
Pelton	0,1
Flujo cruzado (Ossberger)	0,15
Kaplan	0,22
Semikaplan	0,35
Francis	0,35
Hélice	0,65

Fuente: Centrales de generación de energía eléctrica. (Fernández, Robles, 2014)

- **Elementos de regulación, control y protección.** La instalación de estos elementos de regulación es necesaria para regular y controlar el buen funcionamiento tanto de la pequeña central hidroeléctrica como del sistema de bombeo, sin dejar de lado la instalación de los dispositivos de protección principalmente en la pequeña central y la línea de transmisión, que actúen de inmediato, cuando se produzca alguna falla.
- **Automatización.** En general la automatización de la minicentral y sistema de bombeo permite reducir notablemente los costes de operación y mantenimiento además de incrementar la seguridad de los elementos (equipos: turbina, generador, transformador, bombas,

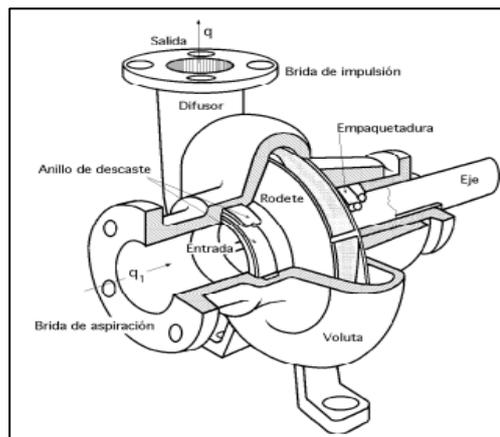
etc.), además de optimizar el aprovechamiento energético e hidráulico de la instalación.

2.1.1. Marco conceptual.

- **Bomba centrífuga**, (Bombas ideal, 2015): Aprovecha el movimiento de rotación de una rueda con paletas (rodete) ubicada en el cuerpo mismo de la bomba. El rodete, alcanzando alta velocidad proyecta hacia afuera el agua anteriormente aspirada gracias a la fuerza centrífuga que desarrolla, encañalando el líquido en el cuerpo fijo y luego en el tubo de descarga.

Figura N° 2.3

BOMBA CENTRÍFUGA

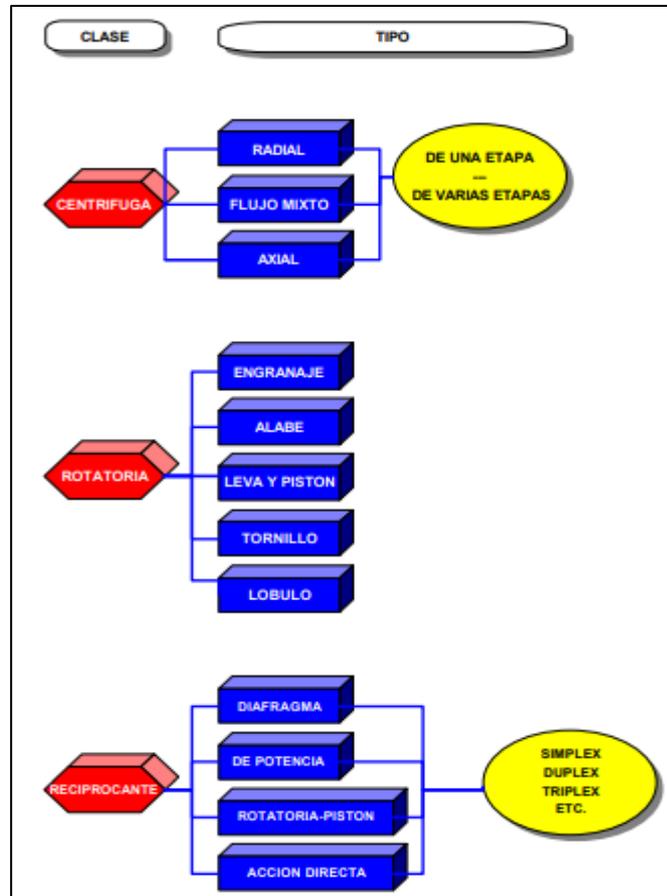


Fuente: Bombas centrífugas y volumétricas, Fernández

- **Clasificación**, (Marchegiani, 2004): Las bombas se clasifican según dos consideraciones generales diferentes: 1) la que toma en consideración las características de movimiento de líquidos y (2) la que se hace en base al tipo o aplicación específica para los cuales se ha diseñado la bomba. A continuación, en la figura N° 2.4, se presenta un resumen de dichas clasificaciones.

Figura N° 2.4

RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE BOMBAS



Fuente: Máquinas hidráulicas, Marchegiani 2004

- **Bombas en paralelo,** (Martín, 2012): Suele plantearse la instalación de varias bombas en paralelo, cuando los caudales en una instalación son muy variables. Como la carga a presión en la tubería común es una sola, cada bomba ajustará su funcionamiento a dicha carga, luego el resultado de la operación de bombas en paralelo será que:
 - ✓ Se sumarán las capacidades o caudales de las distintas bombas a cargas iguales, para así obtener el caudal total de bombeo.

- ✓ La potencia necesaria resultante será la suma de las potencias para las cargas iguales correspondientes a cada caudal.
- ✓ La eficiencia de la combinación se determina para cada carga, a través de la potencia de la combinación como suma de las potencias individuales para cargas iguales.

Si las bombas colocadas en paralelo sin iguales, la capacidad y la potencia necesaria para cargas iguales se duplicarán, triplicarán, etc.; según sean dos, tres o más bombas iguales de la curva de la combinación que signifique doble o triple capacidad, según el caso.

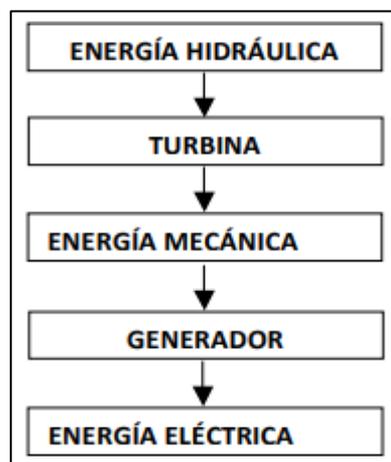
- **Bombas en serie**, (Martín, 2012): En este tipo de asociaciones, la impulsión de una se convierte en la aspiración de la otra. Este tipo de instalaciones no suele ser la más común. Son muy utilizadas en instalaciones abiertas que bombeen fluido a distintas alturas. Estas bombas disponen de varios rodets instalados en serie dentro de la misma carcasa, con lo que se consiguen grandes alturas.
- **Bombas de reserva**, (Martín, 2012): En numerosas ocasiones los proyectistas instalan bombas de reserva para prever posibles averías en alguna de las bombas. También son útiles durante las operaciones necesarias para el mantenimiento del sistema, en caso que se vean obligados a para el funcionamiento de alguna de las bombas.
- **Energía Mecánica**, (Cengel Yunus, 2006, p180): se define como la forma de energía que se puede convertir completa y directamente a trabajo mecánico por medio de un dispositivo mecánico ideal como

lo es una turbina ideal. Las formas comunes de la energía mecánica son la energía cinética y la potencial. Sin embargo, la energía térmica no es energía mecánica, puesto que no se puede convertir en trabajo de manera directa y por completo (segunda ley de la termodinámica).

- **Central hidroeléctrica**, (Fernández, Robles, 2014): Una central hidroeléctrica puede definirse como instalaciones mediante las que se consigue aprovechar la energía contenida en una masa de agua situada a una cierta altura, transformándola en energía eléctrica. Esto se logra conduciendo el agua desde el nivel en el que se encuentra, hasta un nivel inferior en el que se sitúan una o varias turbinas hidráulicas que son accionadas por el agua y que a su vez hacen girar uno o varios generadores produciendo energía eléctrica.

Figura N° 2.5

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA



Fuente: Centrales de generación de energía eléctrica. (Fernández, Robles, 2014)

Por lo tanto, el funcionamiento característico de las centrales hidroeléctricas supone una importante presión por las fuertes variaciones en los caudales circulantes en los causes. El proceso de transformación de la energía hidráulica en energía eléctrica en una central hidroeléctrica se puede apreciar en la figura N° 2.5

2.2. Definiciones de Términos Básico.

Altura geométrica. Es la altura vertical medido desde el nivel de líquido a elevar hasta la altura máxima de elevación.

Altura de aspiración. Es la altura medida desde el nivel del líquido a elevar al eje de bomba.

Altura de impulsión. Es la altura medido desde el eje de la bomba hasta la altura máxima de elevación.

Altura manométrica. Es la altura que resulta de la suma de la altura geométrica mas la pérdida de carga.

Avenida. Aumento de caudales a niveles máximos, en ríos, quebradas, riachuelos, arroyos, debido las precipitaciones pluviales, propias de las temporadas de lluvias.

Cavitación (Bombas ideal, 2015): La cavitación es uno de los problemas más graves que afectan a las bombas. Cuando no se ha tenido en cuenta durante la fase de diseño de la estación de bombeo nos podemos encontrar con serios problemas, que en el mejor de los casos requieren de costosas reformas en la instalación para solucionarlos. Sin embargo, como veremos más tarde, prevenirla en el momento adecuado es relativamente sencillo.

Caudal (Sistema de bombeo): Es el caudal volumétrico o simplemente caudal que se desplaza a través de una superficie que lo contiene (sistema de volumen) por una unidad de tiempo y comúnmente están expresadas en: m^3/h (metro cúbico por hora), gpm (galones por minuto) y L/s (litros por segundo)

Caudal (Pequeña central hidroeléctrica): Es el caudal volumétrico o simplemente caudal que se desplaza a través de una superficie que lo contiene por una unidad de tiempo y su unidad en el sistema internacional son: m^3/s (metro cúbico por segundo),

Electrobomba: Conjunto motor + bomba, que trabajan como un solo cuerpo para impulsar el agua

Estiaje. Disminución de caudales a niveles mínimos, en ríos, quebradas, riachuelos, arroyos, debido a la ausencia de precipitaciones pluviales, propios de la temporada de sequía

Golpe de ariete: Se llama al fenómeno que se produce cuando se abre o cierra una válvula, también ocurre cuando se pone en marcha o se detiene una máquina hidráulica (bomba)

Potencia hidráulica. Es la potencia requerida por la bomba para bombear el líquido hasta la altura requerida.

Potencia del motor. Es la potencia que requiere el motor eléctrico para entregar la potencia requerida de la bomba. La potencia del motor, siempre es mayor que la potencia requerida por la bomba.

Presa de agua: Reservorio para almacenamiento de agua, para luego desde ellas sean distribuidos de acuerdo a los volúmenes requeridos

Rodete: Componente de la bomba, responsable de impulsar el agua a través del cuerpo de la bomba

Salto de agua: Es la distancia vertical requerida para el aprovechamiento hidroeléctrico para generar la energía eléctrica requerida y se debe tener en cuenta el salto bruto, salto útil y salto neto.

Sumergencia (Bombas ideal, 2015): Es la altura S de líquido, necesaria sobre la sección de entrada (válvula de pie, campana, tubo, etc.), para evitar la formación de remolinos (vórtices) que pueden afectar al buen funcionamiento de la bomba.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis.

3.1.1. Hipótesis General.

Con el diseño del sistema de bombeo de agua con energía hidráulica, lograremos la irrigación de los terrenos de cultivo de la provincia Antonio Raimondi – Ancash.

3.1.2. Hipótesis Específicos.

- i. Con el cálculo del caudal de suministro de agua para el sistema de bombeo, podemos satisfacer la demanda de este recurso.
- ii. Con el cálculo la demanda de energía eléctrica, podemos asegurar el suministro de energía a la electrobomba del sistema.
- iii. Con un adecuado dimensionamiento de las presas de agua, podemos cubrir la demanda de agua.

3.2. Identificación y Definición de las Variables.

3.2.1. Variable Independiente.

Sistema de bombeo de agua. Consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte del fluido (agua), mediante el uso de equipos (electrobombas), tuberías y otros accesorios además de los almacenamientos temporales para el elemento transportado (presas de agua), desde el punto cero hasta una altura requerida, debe cumplir las especificaciones para el caudal y presión requerida en los diferentes procesos del sistema, cumpliendo los principios de la hidráulica.

3.2.2. Variables Dependiente.

Irrigación de tierras de cultivo. Irrigación de tierras de cultivo, consiste en el suministro de agua necesario y suficiente a los terrenos de cultivo, cuando estos carecen de una fuente natural (lluvias) para producir la variedad de productos que se cultivan en estas tierras. Estas se pueden irrigar tierras por inundación o mediante un sistema de riego (aspersión o goteo).

3.3. Operacionalización de Variables.

(Espinoza, 2014): Una herramienta que facilita la planificación de la investigación es la matriz de operacionalización de variables. Una vez definido el problema e identificado las variables, con ayuda de la teoría y los antecedentes se definen conceptual y operacionalmente las variables para luego formular la hipótesis.

Tabla N° 3.1

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.			
VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
Variable I: Sistema de bombeo de agua.	-Caudal (m ³ /s). -Diámetro (pulg). -Potencia req. (Kw/h). -Potencia gen. (Kw/h). -Volumen (m ³)	-Caudal requerido -Dimensionado de tubería -Demanda de energía -Suministro de energía -Almacenamiento de agua.	-Caudalímetro. -Cálc. matemático. -Cálc. matemático. -Calc. matemático. -Calc. matemático
Variable D: Irrigación de terrenos de cultivo.	-Área (m ²). -Volumen (m ³). -Volumen (m ³).	-Superficie de terreno para riego. -Volumen de demanda de agua. -Capacidad de almacenamiento de agua.	-Estación Total. -AutoCAD -Calc. matemático. -Calc. matemático.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo: Tecnológica (Espinoza, 2014), tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad

Nivel: Aplicada (Espinoza, 2014), también conocida o innovación, tiene como propósito aplicar los resultados de la investigación experimental para diseñar tecnologías de aplicación inmediata de la solución de los problemas de la sociedad, buscando eficiencia y productividad.

Diseño No Experimental, (Hernández, 2010), se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables.

4.1.1. Parámetros de diseño.

- **Superficie de terreno.** Se requiere determinar esta información para dimensionar la cantidad de hectáreas de terrenos de cultivo se desea irrigar.
- **Caudal de suministro.** Con el parámetro anterior hallado, se analiza y organiza (sectorizando estas superficies de acuerdo a las condiciones geográfica (topográficas) de los terrenos, con esta información se determina el caudal de suministro.
- **Altura de bombeo 1596 m.** Es la distancia vertical medida desde la ribera del río Puchka (nivel cero) hasta la cumbre en Pariagashga donde se ha ubicado la presa más alta del sistema. Esta información nos ha permitido establecer el tipo de sistema de bombeo, en nuestro caso es por estaciones de bombeo, que consta de cinco (05) estaciones de bombeo y seis (06) presas de almacenamiento.

- **Demanda de energía eléctrica.** A partir de los parámetros anteriores, se determina la demanda de energía eléctrica, de acuerdo a la potencia requerida por las bombas en las diferentes estaciones de bombeo.
- **Suministro de energía eléctrica.** Para ello y a partir de la demanda de energía eléctrica, se propone la construcción de una pequeña central hidroeléctrica, para que el suministro sea a través de esta PCH.

4.1.2. Etapas de diseño.

- **Elaboración del plan de trabajo,** consiste en desarrollar las actividades según las necesidades y características de la investigación, considerando además los plazos para cada una de las actividades trazadas en el presente plan de trabajo. Tener en cuenta que el cumplimiento estricto de los plazos, solo nos garantiza el éxito del desarrollo de la investigación.
- **Recopilación de información bibliográfica,** consiste en la búsqueda y recopilación de información de experiencias similares que anteceden a la presente investigación (tesis de investigación, artículos, manuales, documentales, archivos de biblioteca, etc.), que permiten nutrir y abrir más el abanico de nuestra investigación.
- **Toma de datos de campo,** consiste en la toma física y en sitio de los datos del terreno, reconocimiento de la zona de influencia para la investigación, recorrido y mediciones que, permiten adquirir mayor conocimiento de las necesidades y posibilidades de las posibles soluciones a la problemática planteada y una de esas posibilidades es la alternativa materia de la investigación.

- **Análisis y procesamiento de la información**, es la parte más sensible del proyecto, porque es precisamente en esta etapa es la que se analiza toda la información bibliográfica y de campo para dar paso a un adecuado desarrollo al proceso de cálculo y diseño de la investigación. El sentido crítico y los criterios adecuados solo permiten procesar de manera adecuada y acertada la información y satisfacer las hipótesis planteadas al inicio de la investigación.
- **Elaboración del informe de la investigación**, es la etapa final y consiste en la redacción de toda la información procesada, cumpliendo estrictamente el protocolo vigente para la presente tesis de investigación, de tal manera que sea de fácil entendimiento para el usuario final.

4.1.3. Ingeniería de detalle.

- **Memoria descriptiva.**

- **Introducción.**

En la presente memoria descriptiva detallaremos el diseño de la investigación “**Sistema de bombeo de agua con energía hidráulica para irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash**” que busca satisfacer la demanda generada por la carencia de agua para riego.

La provincia de Antonio Raimondi, es netamente agrícola y su principal producto es el maíz choclo que es ofertado al mercado nacional e internacional y su periodo de venta son los meses de abril a junio, en el que se negocian aproximadamente 69,400 toneladas de este producto; sin embargo, esto se traduce en una cosecha al año y, que el trabajo de investigación ha propuesto incrementar su producción para este mismo periodo en más del 100% es decir 152,650 toneladas, lo que significa que al año este

debe duplicarse alcanzando una producción de 305,300 toneladas por año.

El sistema de suministro de agua, cuenta con cinco (05) estaciones de bombeo y seis (06) presas de almacenamiento temporal, de las cuales cuatro (04) están directamente involucradas con el almacenamiento y distribución de agua para riego, los otros dos (02) son netamente de almacenamiento y bombeo de agua.

Este sistema de bombeo de agua, cuenta con su propio sistema de suministro eléctrico a través de una pequeña central hidroeléctrica, que aprovechando el agua del río y la geografía de la zona, genera la energía requerida por el sistema.

➤ **Alcance.**

El alcance de la investigación, es exclusivamente el cálculo y diseño para el área de influencia remarcada en la figura N° 4.1, que comprende los distritos de Aczo, Chingas, Llamellin y Chaccho.

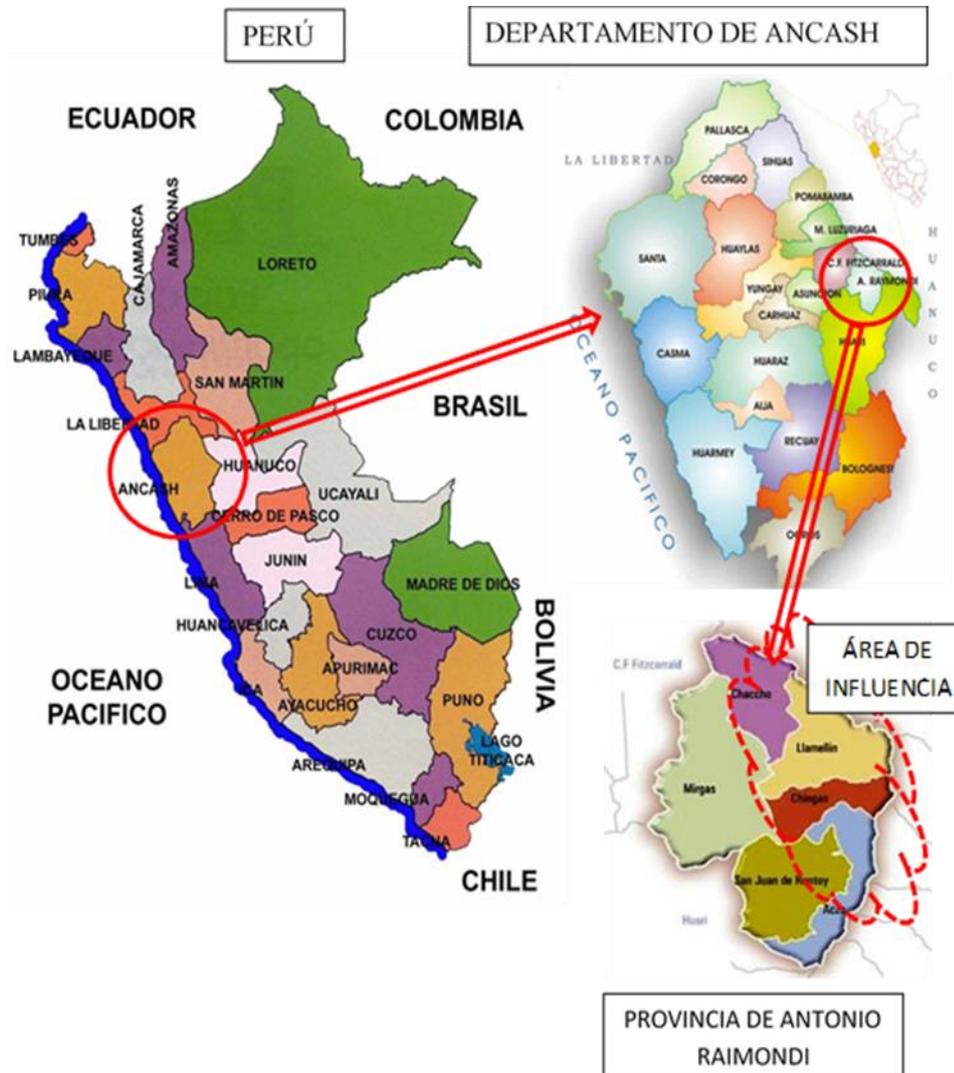
➤ **Lugar de estudio.**

✓ **Ubicación.**

El ámbito de estudio es la provincia de Antonio Raimondi – Ancash, y se encuentra ubicada en las coordenadas 09°07'59" Latitud Sur y 77°01'01" Longitud Oeste a una altitud de 3540 msnm para la capital de provincia y comprende los distritos de: Aczo, Chingas, Llamellin (capital), Chaccho, Mirgas y San Juan de Rontoy.

Figura N° 4.1.

UBICACIÓN DE LA PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI



Fuente: agroancash.gob.pe

✓ **Limites**

La provincia de Antonio Raimondi limita:

- Al Norte, con el departamento de Huánuco.
- Al Sur, con la provincia de Huari – Ancash.
- Al Este, con la provincia de Huari – Ancash.
- Al Oeste, con la provincia Carlos Fermín Fitzcarrald.

✓ **Clima**

La provincia de Antonio Raimondi presenta un clima variado desde templado a frío con precipitaciones sobre todo entre los meses de enero y abril, la temperatura del ambiente fluctúa entre los 7° en las zonas altas y 20° en las zonas cálidas, lo que permite que se tenga un clima variado (microclimas) con una temperatura media a 12°.

✓ **Descripción de la ingeniería.**

Para irrigar los terrenos de cultivo, el diseño ha planteado un suministro de agua mediante un sistema de bombeo por estaciones para cubrir una superficie de 6,832.00 Ha de terreno y demanda de 23,984.64 m³ de volumen de agua por día para turnos de rotación en promedio de 15 días, que significa un total de 6,077,844.00 m³ de volumen de agua, para cubrir un riego a toda la superficie de terreno de cultivo. El análisis de la demanda de agua de forma global se tiene una demanda de 37, 838,592.00 m³ de volumen de agua para una cosecha en un año normal de lluvia y de 68,687,064.00 m³ de volumen de agua para un año de sequía. En la tabla N° 4.1, se puede apreciar estos datos para una situación actual y futuro,

Tabla N° 4.1

SUPERFICIE TOTAL DE TERRENO PARA RIEGO – SISTEMA BOMBEO

SUPERFICIE DE TERRENO EN HECTÁREAS (Ha) PARA RIEGO						
Distrito	Unidad	Terreno con riego		Secano	Total terreno con proyecto	Incremento de terreno
		Actual	Nuevo	Nuevo		
Aczo	Ha	591.00	155.00	705.00	1,451.00	860.00
Chingas	Ha	1,208.00	682.00	685.00	2,575.00	1,367.00
Llamellin	Ha	636.00	580.00	707.00	1,923.00	1,287.00
Chaccho	Ha	41.00	350.00	492.00	883.00	842.00
TOTAL	Ha	2,476.00	1,767.00	2,589.00	6,832.00	4,356.00

Fuente: Municipalidad distrital de Chingas – Oficina zonal de agricultura.

El análisis de la superficie de terreno se ha desarrollado de manera tal, que el cálculo de la demanda de agua sea la más acertada y real. Para la superficie de terreno dimensionado en la tabla N° 5.1, se ha disgregado estas dimensiones para cada distrito y dividido a su vez en tres (03) zonas (alta, media y baja), considerando la geografía para cada uno de los distritos involucrados. Esto debido a que los datos tomados en campo referidos a los caudales de consumo varían según las zonas identificadas para cada caso, tal como se muestran en la tabla N° 4.2.

Tabla N° 4.2

DISTRIBUCIÓN DE TERRENO Y CAUDAL DE CONSUMO DE AGUA

DISTRIBUCIÓN DE TERRENOS Y CAUDAL DE CONSUMO DE AGUA										
Descripción		Situación actual				Situación con proyecto				Total de superficie de terreno
		Superficie de terreno		Caudal de riego		Superficie de terreno		Caudal de riego		
Distrito	Zona	Unidad	Superficie	Unidad	Caudal	Unidad	Superficie	Unidad	Caudal	
Aczo	Zona Alta	Ha	81.00	m3/s	0.020	Ha	90.00	m3/s	0.020	171.00
	Zona Media	Ha	160.00	m3/s	0.025	Ha	415.00	m3/s	0.025	575.00
	Zona Baja	Ha	350.00	m3/s	0.035	Ha	355.00	m3/s	0.035	705.00
Chingas	Zona Alta	Ha	158.00	m3/s	0.020	Ha	253.00	m3/s	0.020	411.00
	Zona Media	Ha	400.00	m3/s	0.025	Ha	514.00	m3/s	0.025	914.00
	Zona Baja	Ha	650.00	m3/s	0.035	Ha	600.00	m3/s	0.035	1250.00
Llamellin	Zona Alta	Ha	94.00	m3/s	0.015	Ha	310.00	m3/s	0.015	404.00
	Zona Media	Ha	144.00	m3/s	0.020	Ha	427.00	m3/s	0.020	571.00
	Zona Baja	Ha	398.00	m3/s	0.030	Ha	550.00	m3/s	0.030	948.00
Chaccho	Zona Alta	Ha	4.00	m3/s	0.015	Ha	122.00	m3/s	0.015	126.00
	Zona Media	Ha	11.00	m3/s	0.020	Ha	370.00	m3/s	0.020	381.00
	Zona Baja	Ha	26.00	m3/s	0.030	Ha	350.00	m3/s	0.030	376.00
TOTAL		Ha	2476.00			Ha	4356			6832.00

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Demanda de agua.**

A partir de la tabla N° 4.2, se ha analizado la demanda de agua, considerando el tiempo y caudal de riego tomados en campo para los terrenos ubicados en cada tipo de zona. Para este análisis se ha considerado los dos (02) únicos escenarios posibles, que son: un año normal (año con lluvia) y un año de

sequía (año sin lluvia), donde los volúmenes requeridos son de 37'838,592.00 m³ y 68'687,064.00 m³ de volumen de agua respectivamente, estos valores analizados corresponden a una campaña para una cosecha. El detalle de este análisis para cada escenario, se muestra en las tablas N° 4.3 y N° 4.4, respectivamente.

Tabla N° 4.3
DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO (AÑO NORMAL)

DEMANDA DE AGUA POR COSECHA PARA UN AÑO NORMAL DE LLUVIA										
Descripción		Total terreno		Caudal de riego		T de riego x Ha		Frecuencia	Demanda de agua	
Distrito	Zona	Unidad	Superficie	Unidad	Caudal	Unidad	Tiempo	de riego	Unidad	Volumen
Aczo	Zona Alta	Ha	171.00	m3/s	0.020	H	8.00	4.00	m3	393,984.00
	Zona Media	Ha	575.00	m3/s	0.030	H	8.00	5.00	m3	2,484,000.00
	Zona Baja	Ha	705.00	m3/s	0.035	H	10.00	6.00	m3	5,329,800.00
Chingas	Zona Alta	Ha	411.00	m3/s	0.020	H	8.00	4.00	m3	946,944.00
	Zona Media	Ha	914.00	m3/s	0.030	H	8.00	5.00	m3	3,948,480.00
	Zona Baja	Ha	1250.00	m3/s	0.035	H	10.00	7.00	m3	11,025,000.00
Llamellin	Zona Alta	Ha	404.00	m3/s	0.015	H	8.00	2.00	m3	349,056.00
	Zona Media	Ha	571.00	m3/s	0.020	H	8.00	5.00	m3	1,644,480.00
	Zona Baja	Ha	948.00	m3/s	0.035	H	10.00	7.00	m3	8,361,360.00
Chaccho	Zona Alta	Ha	126.00	m3/s	0.015	H	8.00	2.00	m3	108,864.00
	Zona Media	Ha	381.00	m3/s	0.020	H	8.00	4.00	m3	877,824.00
	Zona Baja	Ha	376.00	m3/s	0.035	H	10.00	5.00	m3	2,368,800.00
DEMANDA TOTAL DE AGUA									m3	37,838,592.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4.4
DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO (AÑO DE SEQUÍA)

DEMANDA DE AGUA POR COSECHA PARA UN AÑO DE SEQUÍA (SIN LLUVIA)										
Descripción		Total terreno		Caudal de riego		T de riego x Ha		Frecuencia	Demanda de agua	
Distrito	Zona	Unidad	Superficie	Unidad	Caudal	Unidad	Tiempo	de riego	Unidad	Volumen
Aczo	Zona Alta	Ha	171.00	m3/s	0.020	H	8.00	6.00	m3	590,976.00
	Zona Media	Ha	575.00	m3/s	0.030	H	8.00	8.00	m3	3,974,400.00
	Zona Baja	Ha	705.00	m3/s	0.035	H	10.00	12.00	m3	10,659,600.00
Chingas	Zona Alta	Ha	411.00	m3/s	0.020	H	8.00	6.00	m3	1,420,416.00
	Zona Media	Ha	914.00	m3/s	0.030	H	8.00	8.00	m3	6,317,568.00
	Zona Baja	Ha	1250.00	m3/s	0.035	H	10.00	13.00	m3	20,475,000.00
Llamellin	Zona Alta	Ha	404.00	m3/s	0.015	H	8.00	5.00	m3	872,640.00
	Zona Media	Ha	571.00	m3/s	0.020	H	8.00	7.00	m3	2,302,272.00
	Zona Baja	Ha	948.00	m3/s	0.035	H	10.00	13.00	m3	15,528,240.00
Chaccho	Zona Alta	Ha	126.00	m3/s	0.015	H	8.00	5.00	m3	272,160.00
	Zona Media	Ha	381.00	m3/s	0.020	H	8.00	7.00	m3	1,536,192.00
	Zona Baja	Ha	376.00	m3/s	0.035	H	10.00	10.00	m3	4,737,600.00
DEMANDA TOTAL DE AGUA									m3	68,687,064.00

Fuente: Elaboración propia.

Si consideramos el análisis, solo para un riego de toda la superficie de terreno dimensionado y están dentro del área de influencia, encontramos que se tiene una demanda de 6'077,844.00 m³ de volumen de agua, tal como se muestran en la tabla N° 4.5.

Tabla N° 4.5
DEMADA DE AGUA POR RIEGO

DEMANDA DE AGUA POR RIEGO										
Descripción		Total terreno		Caudal de riego		T de riego x Ha		Frecuencia	Demanda de agua	
Distrito	Zona	Unidad	Superficie	Unidad	Caudal	Unidad	Tiempo	de riego	Unidad	Volumen
Aczo	Zona Alta	Ha	171.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	98,496.00
	Zona Media	Ha	575.00	m3/s	0.025	H	8.00	1.00	m3	414,000.00
	Zona Baja	Ha	705.00	m3/s	0.035	H	10.00	1.00	m3	888,300.00
Chingas	Zona Alta	Ha	411.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	236,736.00
	Zona Media	Ha	914.00	m3/s	0.025	H	8.00	1.00	m3	658,080.00
	Zona Baja	Ha	1250.00	m3/s	0.035	H	10.00	1.00	m3	1,575,000.00
Llamellin	Zona Alta	Ha	404.00	m3/s	0.015	H	8.00	1.00	m3	174,528.00
	Zona Media	Ha	571.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	328,896.00
	Zona Baja	Ha	948.00	m3/s	0.030	H	10.00	1.00	m3	1,023,840.00
Chaccho	Zona Alta	Ha	126.00	m3/s	0.015	H	8.00	1.00	m3	54,432.00
	Zona Media	Ha	381.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	219,456.00
	Zona Baja	Ha	376.00	m3/s	0.030	H	10.00	1.00	m3	406,080.00
DEMANDA TOTAL DE AGUA									m3	6,077,844.00

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Sectorización de terrenos de cultivo.**

Para una adecuada distribución de estaciones de bombeo y presas de almacenamiento, se ha sectorizado el área de influencia en cuatro sectores (04), de acuerdo a las necesidades y consideraciones geográficas del terreno, además de la proximidad de los terrenos a los manantes de agua, para los cuales se ha analizado la superficie de terreno y demanda de agua requeridos para el sistema de bombeo de agua y canales de distribución existentes considerando además las futuras construcciones de nuevos canales, en la tabla N° 4.6, se muestran los detalles de estos sectores planteados.

Tabla N° 4.6

DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO POR CADA SECTOR

DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO POR CADA SECTOR										
Descripción		Total terreno		Caudal de riego		T de riego x Ha		Frecuencia	Demanda de agua	
Distrito	Zona	Unidad	Superficie	Unidad	Caudal	Unidad	Tiempo	de riego	Unidad	Volumen
Sector A	Zona Alta	Ha	171.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	98,496.00
	Zona Media	Ha	375.00	m3/s	0.025	H	8.00	1.00	m3	270,000.00
	Zona Baja	Ha	1955.00	m3/s	0.035	H	10.00	1.00	m3	2,463,300.00
DEMANDA PARCIAL SECTOR A									m3	2,831,796.00
Sector B	Zona Alta	Ha	411.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	236,736.00
	Zona Media	Ha	1114.00	m3/s	0.025	H	8.00	1.00	m3	802,080.00
	Zona Baja	Ha	948.00	m3/s	0.030	H	10.00	1.00	m3	1,023,840.00
DEMANDA PARCIAL SECTOR B									m3	2,062,656.00
Sector C	Zona Alta	Ha	290.00	m3/s	0.015	H	8.00	1.00	m3	125,280.00
	Zona Media	Ha	611.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	351,936.00
	Zona Baja	Ha	0.00	m3/s	0.030	H	10.00	1.00	m3	0.00
DEMANDA PARCIAL SECTOR C									m3	477,216.00
Sector D	Zona Alta	Ha	240.00	m3/s	0.015	H	8.00	1.00	m3	103,680.00
	Zona Media	Ha	341.00	m3/s	0.020	H	8.00	1.00	m3	196,416.00
	Zona Baja	Ha	376.00	m3/s	0.030	H	10.00	1.00	m3	406,080.00
DEMANDA PARCIAL SECTOR D									m3	706,176.00
DEMANDA TOTAL DE AGUA									m3	6,077,844.00

Fuente: Elaboración propia.

Para la demanda de agua por día se ha considerado la forma de organización para las campañas de riego con los actuales manantes existentes además de la capacidad de sus canales de riego y la rotación por turnos para irrigar sus terrenos de cultivo. En la tabla N° 4.7, se muestran los detalles de la demanda y caudal de suministro para cada sector por día.

Tabla N° 4.7

DEMANDA DE AGUA PARA TURNOS DE ROTACIÓN POR DÍA

DEMANDA DE AGUA PARA TURNO DE ROTACIÓN POR DÍA CON REPRESA DE LATSOQ									
Descripción	Terreno de cultivo		Demanda total de agua		Periodo en días	Terreno por día		Demanda por día	
	Zona	Unidad	Superficie	Unidad		Volumen	Unidad	Superficie	Unidad
Sector A	Ha	2,501.00	m3	171,008.62	15	Ha	166.73	m3	11,400.57
Sector B	Ha	2,473.00	m3	137,510.40	15	Ha	164.87	m3	9,167.36
Sector C	Ha	901.00	m3	28,071.53	17	Ha	53.00	m3	1,651.27
Sector D	Ha	957.00	m3	35,308.80	20	Ha	47.85	m3	1,765.44
Total	Ha	6,832.00	m3	371,899.35		Ha	432.45	m3	23,984.64

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Distribución de estaciones de bombeo y presas de almacenamiento de agua.**

Realizado todo el análisis de la demanda de agua, se ha propuesto distribuir el sistema de bombeo en cinco (05) estaciones de bombeo y seis (06) presas de almacenamiento; de estas presas de agua, tres (03) están directamente relacionadas con la distribución y bombeo, uno (01) directamente para distribución, completando así para los cuatro sectores distribuidos y las otras dos (02) presas son estrictamente de bombeo y rebombeo de agua. En la tabla N° 4.8 se puede apreciar todos los detalles.

Tabla N° 4.8

ESTACIONES DE BOMBEO Y CAUDAL DE SUMINISTRO

ESTACIONES, PRESAS DE AGUA, CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y CAUDAL DE SUMINISTRO							
Descripción		Denominación de lugar	Altitud m.s.n.m.	Referencia nivel (m)	Altura de bombeo (m)	Capacidad de almac. (m3)	Caudal de sumin. (m3/h)
Est. Bombeo	Presa de agua						
Estación 01	Presa 01	Shonguwarqui	2,185.00	0.00	353.00	3,000.00	200.00
Estación 02	Presa 02	Cruz de mayo	2,538.00	353.00	323.00	3,000.00	712.54
Estación 03	Presa 03	Ñahuin cruz	2,861.00	676.00	171.00	17,100.86	572.96
Estación 04	Presa 04	Tarajircan	3,032.00	847.00	402.00	13,751.04	137.61
Estación 05	Presa 05	Mallalin	3,434.00	1,249.00	349.00	3,302.53	147.12
	Presa 06	Pariagashga	3,783.00	1,598.00	0.00	3,530.88	

Fuente: Elaboración propia.

- **Presa de agua 01, Estación de bombeo 01 (P01-EB01)**

Está ubicada en las coordenadas 9°08'34" S, y 76° 57'10" O, en el lugar llamado Shonguwarqui, en la ribera del río Puchka a 2,185 m.s.n.m. Esta estación será el punto de partida del sistema de bombeo de agua a partir de la presa de agua 01 que estará contigua al patio de bombas. El caudal requerido es de 600 m³/h, por lo tanto, la capacidad de las bombas es de 200 m³/h, por lo que se ha propuesto instalar tres (03) bombas en paralelo y dos (02) bombas de reserva. De la tabla

N° 4.8, se desprende que la altura geográfica es de 353 m, desde la presa de agua 01 hasta la presa de agua 02 a este tramo en adelante se le llamará tramo 01, cuya longitud de tubería es de 850 m. En la figura N° 4.2, se puede visualizar la distribución de las estaciones de bombeo y presas de agua.

Figura. N° 4.2

DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES DE BOMBEO Y PRESAS DE AGUA.



Fuente: Captura de imagen Google heart con estaciones definidas.

- **Presa de agua 02, Estación de bombeo 02 (P02-EB02)**
Está ubicada en las coordenadas 9°08'24" S, y 76° 57'10" O, en el lomo del cerro Cruz de Mayo, a 2,538 m.s.n.m. Esta estación y presa son temporales y exclusivamente para el bombeo o rebombeo de agua del

sistema. El caudal requerido es de 712.54 m³/h, por lo tanto, la capacidad de las bombas es de 237.51 m³/h, por lo que se ha propuesto instalar tres (03) bombas en paralelo y dos (02) bombas de reserva. De la tabla N° 4.8, se desprende que la altura geográfica es de 323 m, desde la presa de agua 02 hasta la presa de agua 03 a este tramo en adelante se le llamará tramo 02, cuya longitud de tubería es de 2,990 m.

- **Presa de agua 03, Estación de bombeo 03 (P03-EB03)**

Está ubicada en las coordenadas 9°08'26" S, y 76° 59'01" O, en el cerro llamado Ñahuincruz, a 2,861 m.s.n.m. Esta estación y presa son temporales y esta directamente involucrado con la distribución del agua del sistema, así como el bombeo a la presa 04. El caudal requerido es de 572.96 m³/h, por lo tanto, la capacidad de las bombas es de 190.99 m³/h, por lo que se ha propuesto instalar tres (03) bombas en paralelo y dos (02) bombas de reserva. De la tabla N° 4.8, se desprende que la altura geográfica es de 171 m, desde la presa de agua 03 hasta la presa de agua 04 a este tramo en adelante se le llamará tramo 03, cuya longitud de tubería es de 3,830 m.

- **Presa de agua 04, Estación de bombeo 04 (P04-EB04)**

Está ubicada en las coordenadas 9°06'58" S, y 77° 00'08" O, en el lugar llamado Tarajircan, a 3,032 m.s.n.m. Esta estación y presa son temporales y está directamente involucrado con la distribución del agua del sistema, así como el bombeo a la presa 05. El caudal requerido es de 137.61 m³/h, por lo que se ha propuesto instalar tres (03) bombas, dos (02) bombas en operación

continua y alternada y uno (01) de reserva. De la tabla N° 4.8, se desprende que la altura geográfica es de 402 m, desde la presa de agua 04 hasta la presa de agua 05 a este tramo en adelante se le llamará tramo 04, cuya longitud de tubería es de 3,440 m.

- **Presa de agua 05, Estación de bombeo 05 (P04-EB04)**

Está ubicada en las coordenadas 9°05'28" S, y 77° 00'39" O, en el lugar denominado Mallalin, a 3,434 m.s.n.m. Esta estación y presa son temporales y está directamente involucrado con la distribución del agua del sistema, así como el bombeo a la presa 06. El caudal requerido es de 147.12 m³/h, por lo que se ha propuesto instalar tres (03) bombas, dos (02) bombas en operación continua y alternada y uno (01) de reserva. De la tabla N° 4.8, se desprende que la altura geográfica es de 349 m, desde la presa de agua 05 hasta la presa de agua 06 a este tramo en adelante se le llamará tramo 05, cuya longitud de tubería es de 3,730 m.

- **Presa de agua 06 (P06)**

Está ubicada en las coordenadas 9°04'02" S, y 77° 01'49" O, en la cumbre del cerro denominado Pariagashga, a 3,783 m.s.n.m. Esta presa es la más alta del sistema y es exclusivamente para distribución del agua.

✓ **Descripción para la pequeña central hidroeléctrica.**

La propuesta para la generación y suministro de energía eléctrica para el sistema de bombeo se ha desarrollado íntegramente en el cauce del río Puchka, dentro de la

jurisdicción de la provincia Antonio Raimondi, tal como se puede apreciar en la figura N° 4.3.

Figura N° 4.3

UBICACIÓN DE BOCATOMA, CANAL DE CONDUCCIÓN Y CASA DE MÁQUINAS.



Fuente: Captura de imagen Google heart con trazo de canal de conducción.

De acuerdo a la figura N° 4.3, la captación de agua o bocatoma para conducir el agua requerido para la generación de energía eléctrica se encuentra ubicado en el lugar denominado Gargahuawin, en las coordenadas $9^{\circ}11'58''$ S, y $76^{\circ}57'41''$ O, a una altura geográfica de 2, 235 m.s.n.m., desde el cual se traza el canal de conducción que se extenderá por 6.7 Km de distancia hasta la cámara de carga que esta sobre la casa de máquinas. La casa de máquinas esta ubicado en las coordenadas $9^{\circ}08'37''$ S, y $76^{\circ}57'12''$ O, a una altura de 2,188 m.s.n.m. con lo que se tiene un salto de agua natural de 47m, y de acuerdo al análisis para el suministro de energía la potencia total requerida es de 3MW, cuyo desarrollo del proceso de análisis se ve precisamente en esta sección de análisis y procesamiento de datos.

4.1.4. Análisis de costos.

La inversión del proyecto ha considerado, el desarrollo de ingeniería, procura y construcción, cuyo monto asciende a US\$ 17,030,076.75 (diecisiete millones treinta mil setenta y seis con 75/100 dólares americanos), que al tipo de cambio actual de S/ 3.31 de moneda nacional equivale a S/ 56,369,554.04 (56 millones trescientos sesenta y nueve mil quinientos cincuenta y cuatro con 04/100 soles)

Figura N° 4,4

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL					
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO, ANTONIO RAIMONDI - ANCASH					
ATENCIÓN: GOBIERNO REGIONAL - ANCASH - PERÚ					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$
1	INGENIERÍA DEL PROYECTO:	GLB	1.00	\$468,084.17	\$468,084.17
2	PROCURA DE MATERIALES:	GLB	1.00	\$9,876,901.79	\$9,876,901.79
3	CONSTRUCCIÓN:	GLB	1.00	\$6,685,090.79	\$6,685,090.79
COSTO TOTAL DE PROYECTO US\$					\$17,030,076.75
SON: DIECISIETE MILLONES TREINTA MIL SETENTA Y SEIS CON 75/100 DOLARES AMERICANOS					
NOTA: EL PRESENTE PRESUPUESTO NO INCLUYE EL IGV					

Fuente: Elaboración propia. Ver detalle de presupuesto en anexo N° 2

- **Financiamiento.**

El financiamiento del monto evaluado en el presupuesto, para el proyecto, se gestionará de las entidades del estado, como Gobierno Regional o Gobierno Nacional, a través de los organismos locales propios de los distritos involucrados como de la entidad provincial.

- **Rentabilidad Social.**

El proyecto se justifica porque es socialmente rentable, debido a que este permite la ampliación de la frontera agrícola 172.00%, con ello el incremento de la productividad de 351.86% por año y que analizamos de la siguiente manera.

De los datos de la tabla N° 4.1, desglosamos los resultados y del cual se desprende que actualmente se cultivan 2,476.00 Ha., y con una cosecha al año (en una situación sin proyecto), por el contrario, en una situación con proyecto, este se incrementa en 1,767.00 Ha., terrenos que se dejaron de cultivar por escases de agua para riego (terrenos recuperados), además de incorporar nuevos terrenos en 2,589.00 Ha., terrenos secos que no se cultivaron nunca, haciendo un incremento total de 4,356.00 Ha., y representa el 175.93% de terrenos de cultivo en una situación con proyecto.

Si bien en el párrafo anterior describimos la ampliación de la frontera agrícola, claro está que, como consecuencia de esto, la producción también se incrementa. Actualmente se cultiva y cosecha una vez al año debido a la dependencia de las lluvias y mediante riegos para salvar estas cosechas. En una situación con proyecto esto cambia radicalmente y por ejemplo el maíz choclo se tendría (02) dos cosechas al año y representa un incremento en la producción de hasta 351.86%.

- **Costos de operación.**

Los costos por operación consideran el costo de generación de energía eléctrica, planilla mensual del personal y del costo del mantenimiento.

El costo por generación de energía eléctrica en el Perú, según el Reporte de Análisis Económico Sectorial. Sector Electricidad, Año 5, N° 8, octubre del 2016 (Osinermin) es de US\$ 0.05/Kwh, lo que significa un costo mensual de US\$ 4500.00 dólares americanos.

La plantilla mensual de personal para operación, considerando: uno (01) ingeniero residente, uno (01) ingeniero supervisor de campo, uno (01) técnico instrumentista, dos (02) técnicos eléctricos, cinco (05) operadores de equipos (bombas), dos (02) mecánicos de bombas, personal administrativo y agentes de seguridad, asciende a un costo mensual aproximado de US\$ 13,543.81 dólares americanos.

El costo por mantenimiento de sistema de generación eléctrica y sistema de bombeo asciende a un costo mensual aproximado de US\$ 8,289.34 dólares americanos.

Lo que hace un costo total mensual de US\$ 26,833.15 dólares americanos.

- **Sostenibilidad del proyecto**

Se tiene en total 6,832.00 Ha de terreno de cultivo en una situación con proyecto, considerando el 65.00% de terreno de cultivo permanente durante el año se tiene 4,440.80 Ha. Además, se tiene como mínimo dos (02) cosechas al año y en cada una se requiere un promedio de cinco (05) riegos por cosecha, entonces se tiene diez (10) riegos por año, para cada hectárea de terreno de cultivo.

Se ha evaluado un costo por suministro de agua para riego, cuya tarifa por hectárea estimada es de US\$ 12.00 dólares americanos, con el cual, el ingreso estimado mensual es de US\$ 44,385.64 dólares americanos.

4.2. Población y muestra.

La población es la extensión de terrenos de cultivos involucrados en la investigación y la muestra es la extensión de terrenos a las cuales se beneficia con la investigación, por lo tanto, la muestra y población es única.

4.3. Técnicas e instrumentos para recolección de la información documental.

Tabla N° 4.9

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

MODALIDAD	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
DOCUMENTAL	Análisis de documentos	Computadoras y unidades de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Técnicas e instrumentos para recolección de la información de campo.

Tabla N° 4.10

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

MODALIDAD	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
DE CAMPO	Observación	-Diario de campo -Cámaras (fotos y videos)
	Verificación de datos de campo	-Estación Total -Wincha métrica -Herramientas manuales

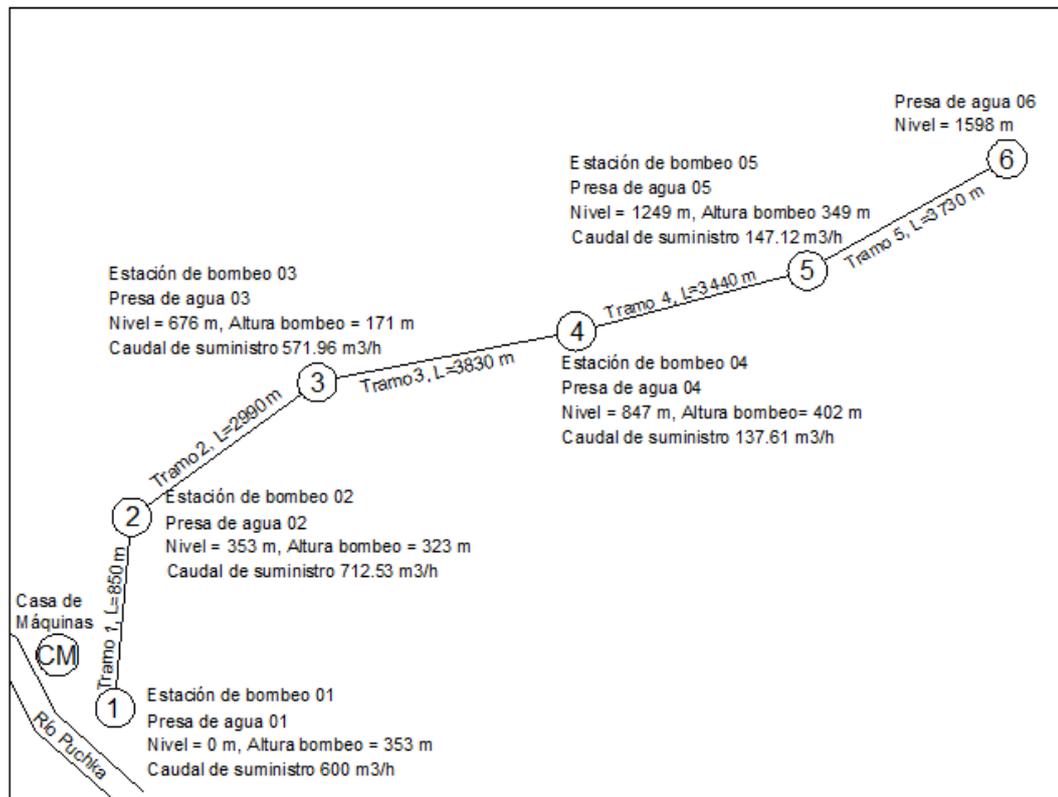
Fuente: Elaboración Propia

4.5. Análisis y procesamiento de datos.

En esta sección, se desarrolla paso a paso todos los procesos de cálculo requeridos para la investigación, cuyos resultados nos han permitido definir las características del diseño, así como seleccionar los materiales y equipos

adecuadamente. Los datos finales se han tomado a partir de la tabla N° 4.8 y está de acuerdo al siguiente esquema mostrado en la figura N° 4.5

Figura N° 4.5
ESQUEMA DE SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA.



Fuente: Elaboración propia.

Cálculos en el tramo 5, estación de bombeo 05

A partir del esquema mostrado en la figura N° 4.5, iniciamos el análisis y procesamiento de datos, para ello iniciamos desde el nivel más alto del sistema a 1,596 m. La presa de agua N° 06 tiene una capacidad de almacenamiento de 3,530.88 m³ de agua y se suministra desde la estación de bombas N° 05 (ver tabla N° 4.8), siendo su caudal de suministro 147.12 m³/h (ver tabla N° 4.8).

Los datos que tenemos a partir de la figura N° 4.3 y la tabla N° 4.8 para la estación de bombas N° 05 son: $Q = 147.12 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_g = 349 \text{ m}$, $L = 3730 \text{ m}$.

Cálculo de diámetro de tubería de descarga y succión para las bombas de la estación N° 5.

A partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre $0.5 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}$ (se asume 1.5 m/s)

$$147.12 \text{ m}^3/\text{h} = 1.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_d = 0.18625 \text{ m.}$$

$$\text{Luego de tablas comerciales, se tiene: } D_d = 0.20274 \text{ m.}$$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø8"

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

$$\text{Entonces } V = 1.26 \text{ m/s (está dentro del rango recomendado)}$$

Del mismo modo y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de succión.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de succión, con velocidad entre $0.5 \text{ m/s} - 1 \text{ m/s}$ (se asume 0.5 m/s)

$$147.12 \text{ m}^3/h = 0.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.32259 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.30318 \text{ m.}$

La tubería de succión de la bomba corresponde a una tubería de Ø12”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 0.56 \text{ m/s}$ (se encuentra dentro del rango recomendado)

Ahora calculamos las perdidas, para ello iniciamos determinando el número de Reynold para la descarga.

De la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la descarga

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.26 \frac{m}{s} x 0.20274 \text{ m}}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 2.54 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

Luego, $\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.20274} = 0.023$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_d = 0.052$

Del mismo modo desde la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la succión

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 0.56 \frac{m}{s} x 0.30318 \text{ m}}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 1.69 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

Luego,
$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.30318} = 0.015$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_s = 0.046$

Cálculo de pérdidas primarias, secundarias y altura del sistema.

Para ello con los valores obtenidos del factor de fricción tanto para la descarga como para la succión se determina las pérdidas primarias, así como con la suma de la pérdida de todos los accesorios, hallamos las pérdidas secundarias; pero para este caso todo este proceso paso a paso se resume en la ecuación 2.31.

$$H_{sist} = hg + \left(f \frac{L}{D^5} + \frac{\sum K}{D^4} + \frac{1}{D_a^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \tag{2.31}$$

Antes hallamos las pérdidas secundarias para el tramo 5, que corresponde a la estación de bombas 5. Para la succión, ver tabla N° 4.11

Tabla N° 4.11

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA SUCCIÓN – TRAMO 5

PERDIDA POR ACCESORIOS PARA LA SUCCIÓN - TRAMO 5				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	1.00	2	2
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de pérdidas en la succión				6.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga, ver tabla N° 4.12

Tabla N° 4.12

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA – TRAMO 5

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 5				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	2.00	1.8	3.6
Codo de 90°	Und	20.00	0.6	12
Codo de 45°	Und	48.00	0.48	23.04
Bridas	Und	60.00	0.02	1.2
Total de pérdidas en la descarga				41.8415

Fuente: Elaboración propia.

Desglosando las pérdidas primarias y secundarias a partir de la ecuación 2.31, según la necesidad planteada para este caso, tenemos:

$$H_{sist} = hg + \left(f_d \frac{L_d}{D_d^5} + f_s \frac{L_s}{D_s^5} + \frac{\sum K_d}{D_d^4} + \frac{\sum K_s}{D_s^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g}$$

$$H_{sist} = 349m + (0.052 \frac{3730m}{(0.20274m)^5} + 0.046 \frac{8m}{(0.30318m)^5} + \frac{41.84}{(0.20274m)^4} + \frac{6.48}{(0.30318m)^4} + \frac{1}{(0.20274m)^4} - \frac{1}{(0.30318m)^4}) \frac{8x(147.12 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 349m + (592407.705 \frac{1}{m^4}) \frac{8x(147.12 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 349 m + 81.75 m = 430.75 m$$

Donde las pérdidas totales es 81.75m

Luego a partir de la ecuación 2.32, hallemos el NSPH disponible de la bomba en la estación N° 05.

$$NPSH_{disp} = \frac{P}{\rho x g} + \frac{v^2}{2xg} - \frac{P_v}{\rho x g}, \text{ entonces:}$$

$$NPSH_{disp} = \frac{0.624 atm}{1000 \frac{kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}} + \frac{(1.26 \frac{m}{s})^2}{2x9.81 \frac{m}{s^2}} - \frac{0.0139x10^5 Pa}{1000 \frac{kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$NPSH_{disp} = 6.38 m.$$

Ahora debemos hallar la potencia de la bomba, para ello usamos la ecuación 2.29.

$$\dot{W}_{bomba} = \frac{\rho \dot{Q} g h_{bomba}}{\eta_{bomba}} = \frac{(1000 \frac{Kg}{m^3}) x (147.12 \frac{m^3}{h}) x (9.81 \frac{m}{s^2}) x (430.75 m)}{0.7}$$

$$\dot{W}_{bomba} = 246.69 Kw = 330.82 hp$$

Finalmente hallamos la potencia eléctrica para ello usamos la ecuación 2.30

$$\dot{W}_{eléctrica} = \frac{\dot{W}_{bomba}}{\eta_{motor}} = \frac{246.69 Kw}{0.9} = 274.10 Kw$$

$$\dot{W}_{eléctrica} = 274.10 Kw = 367.57 hp$$

Selección de bomba para la estación N° 05

Los parámetros obtenidos para la bomba de la estación N° 05, son:

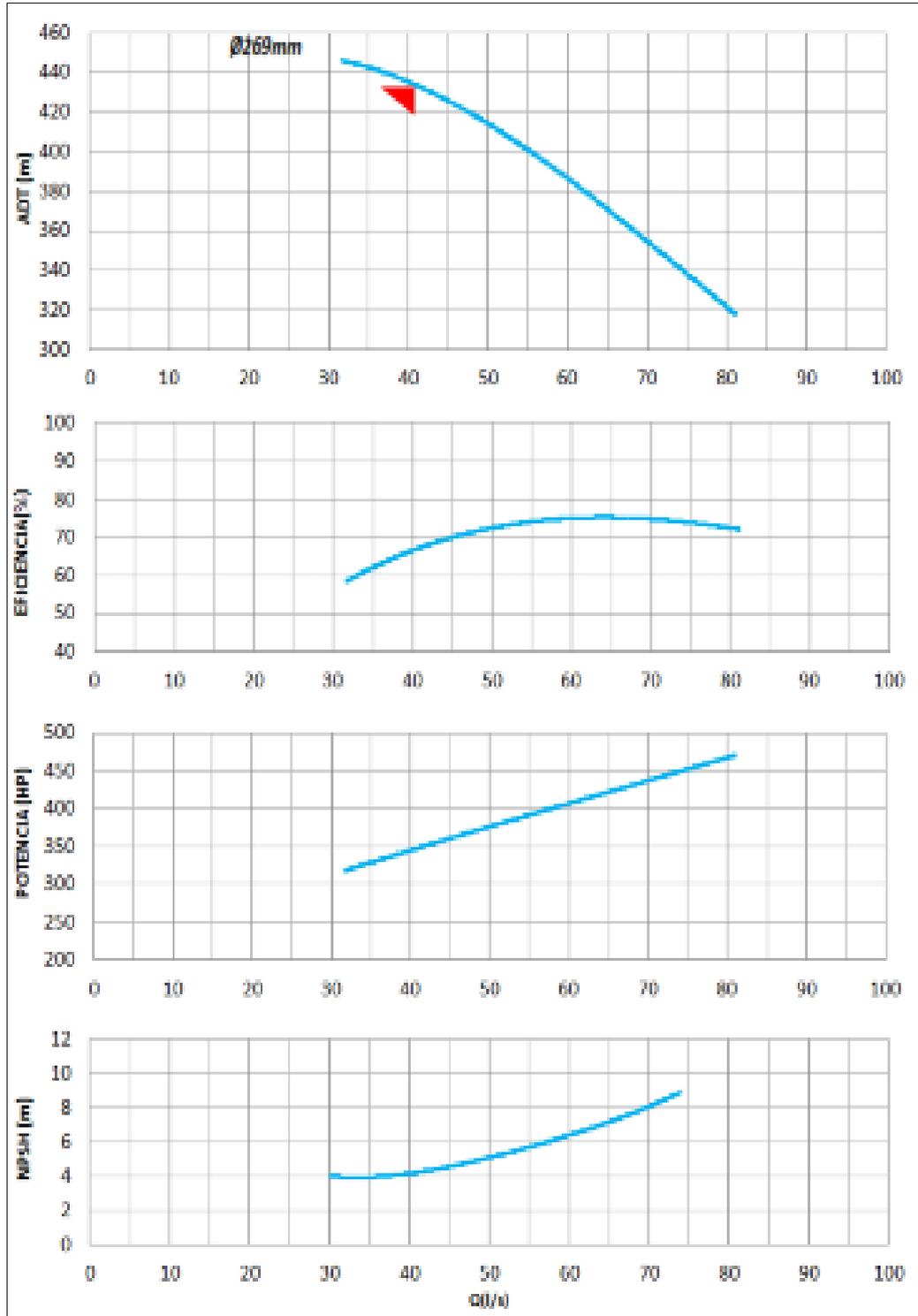
Altura de sistema: $H_{sist} = 430.75 m.$

Caudal: $Q = 147.12 m^3/h = 40.87 L/s$

Altura neta positiva de aspiración: $NPSH_{disp.} = 6.38 m.$

Para los cuales evaluamos en la curva de la bomba, ver figura N° 4.6

Figura N° 4.6
CURVA DE LA BOMBA SELECCIONADA – ESTACIÓN 05



Fuente: www.tomocorp.com.pe

En la figura N° 4.7, se muestra los parámetros de operación del fabricante.

Figura N° 4.7

PARÁMETRO DE OPERACIÓN DEL FABRICANTE

Datos de operación		Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 67.0 %
A.D.T.	: 430.7 m	RPM	: 3580 rpm
Caudal	: 40.9 l/s	NPSHr	: 4.1 m
Potencia	: 345.9 hp	Ø impulsor	: 269 mm
		Tipo de fluido	: Agua
		Densidad del fluido	: 1.00 SG
		Viscosidad	: 1.00 cP
		Temperatura	: 20 °C

Fuente: www.tomocorp.com.pe

Por lo tanto, seleccionamos la bomba de marca AKIPUMP, de fabricación peruana, modelo CPSMx4-275-X3-A, bomba centrífuga de caja partida y de tres (03) etapas, potencia de la bomba 345.9 hp.

Cálculo en el tramo 4, estación de bombeo 04.

Se realiza a partir del esquema mostrado en la figura N° 4.5, iniciamos el análisis y procesamiento de datos, para ello se toma el nivel a 1,249 m. La presa de agua N° 05 tiene una capacidad de almacenamiento de 3,302.53 m³ de agua y se suministra desde la estación de bombeo N° 04 (ver tabla N° 4.8), siendo su caudal de suministro 137.61 m³/h (ver tabla N° 5.9).

Los datos que tenemos a partir de la figura N° 4.5 y la tabla N° 4.8, para la estación de bombeo N° 04 son: Q = 137.61 m³/h, H_g = 402 m, L = 3440 m.

Cálculo de diámetro de tubería de descarga y succión para las bombas de la estación N° 04.

A partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre 0.5 m/s – 2 m/s (se asume 1.5 m/s)

$$137.61 \text{ m}^3/h = 1.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_d = 0.18013 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_d = 0.20274 \text{ m.}$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø8”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.18 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango establecido)

Del mismo modo y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de succión.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de succión, con velocidad entre 0.5 m/s – 1 m/s (se asume 0.5 m/s)

$$137.61 \text{ m}^3/h = 0.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.31199 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.25446 \text{ m.}$

La tubería de succión de la bomba corresponde a una tubería de Ø10”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 0.75 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Ahora calculamos las pérdidas, para ello iniciamos determinando el número de Reynold para la descarga.

De la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la descarga

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.18 \frac{m}{s} x 0.20274 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 2.38 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.20274} = 0.023$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_d = 0.052$

Del mismo modo desde la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la succión

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 0.75 \frac{m}{s} x 0.25446 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 1.90 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.25446} = 0.018$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_s = 0.048$

Cálculo de pérdidas primarias, secundarias y altura del sistema.

Para ello con los valores obtenidos del factor de fricción tanto para la descarga como para la succión se determina las pérdidas primarias, así

como la suma de la pérdida de todos los accesorios, hallamos las pérdidas secundarias; pero para este caso todo este proceso paso a paso se resume en la ecuación 2.31.

$$H_{sist} = hg + \left(f \frac{L}{D^5} + \frac{\sum K}{D^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \quad (2.31)$$

Antes hallamos las pérdidas secundarias para el tramo 4, que corresponde a la estación de bombas 04.

Para la succión, ver tabla N° 4.13

Tabla N° 4.13

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA SUCCIÓN – TRAMO 4

PERDIDA POR ACCESORIOS PARA LA SUCCIÓN - TRAMO 4				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	1.00	2	2
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de pérdidas en la succión				6.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga, ver tabla N° 4.14

Tabla N° 4.14

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA – TRAMO 4

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 4				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	2.00	1.8	3.6
Codo de 90°	Und	25.00	0.6	15
Codo de 45°	Und	52.00	0.48	24.96
Bridas	Und	58.00	0.02	1.16
Total de pérdidas en la descarga				46.7215

Fuente: Elaboración propia.

Desglosando las pérdidas primarias y secundarias a partir de la ecuación 2.31, según la necesidad planteada para este caso, tenemos:

$$H_{sist} = hg + \left(f_d \frac{L_d}{D_d^5} + f_s \frac{L_s}{D_s^5} + \frac{\sum K_d}{D_d^4} + \frac{\sum K_s}{D_s^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g}$$

$$H_{sist} = 402m + (0.052 \frac{3440m}{(0.20274m)^5} + 0.048 \frac{8m}{(0.25446m)^5} + \frac{46.72}{(0.20274m)^4} + \frac{6.48}{(0.25446m)^4} + \frac{1}{(0.20274m)^4} - \frac{1}{(0.25446m)^4}) \frac{8x(137.61 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 402m + (551821.464 \frac{1}{m^4}) \frac{8x(137.61 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 402 m + 66.62 m = 468.62 m$$

Donde las pérdidas totales es 66.62 m

Luego a partir de la ecuación 2.32, hallamos el NPSH disponible de la bomba en la estación 04.

$$NPSH_{disp} = \frac{P}{\rho x g} + \frac{V^2}{2xg} - \frac{P_v}{\rho x g}, \text{ entonces:}$$

$$NPSH_{disp} = \frac{0.653 atm}{1000 \frac{Kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}} + \frac{(1.18 \frac{m}{s})^2}{2x9.81 \frac{m}{s^2}} - \frac{0.0139x10^5 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$NPSH_{disp} = 6.67 m$$

Ahora debemos hallar la potencia de la bomba, para ello usamos la ecuación 2.29.

$$\dot{W}_{bomba} = \frac{\rho \dot{Q} g h_{bomba}}{\eta_{bomba}} = \frac{(1000 \frac{Kg}{m^3}) x (137.61 \frac{m^3}{h}) x (9.81 \frac{m}{s^2}) x (468.62 m)}{0.7}$$

$$\dot{W}_{bomba} = 251.04 Kw = 336.65 hp$$

Finalmente hallamos la potencia eléctrica para ello usamos la ecuación 2.30

$$\dot{W}_{eléctrica} = \frac{\dot{W}_{bomba}}{\eta_{motor}} = \frac{251.04 Kw}{0.9} = 278.93 Kw$$

$$\dot{W}_{eléctrica} = 278.93 Kw = 374.05 hp$$

Selección de bomba para la estación N° 04

Los parámetros obtenidos para la bomba de la estación N° 04, son:

Altura de sistema: $H_{sist} = 468.62 m.$

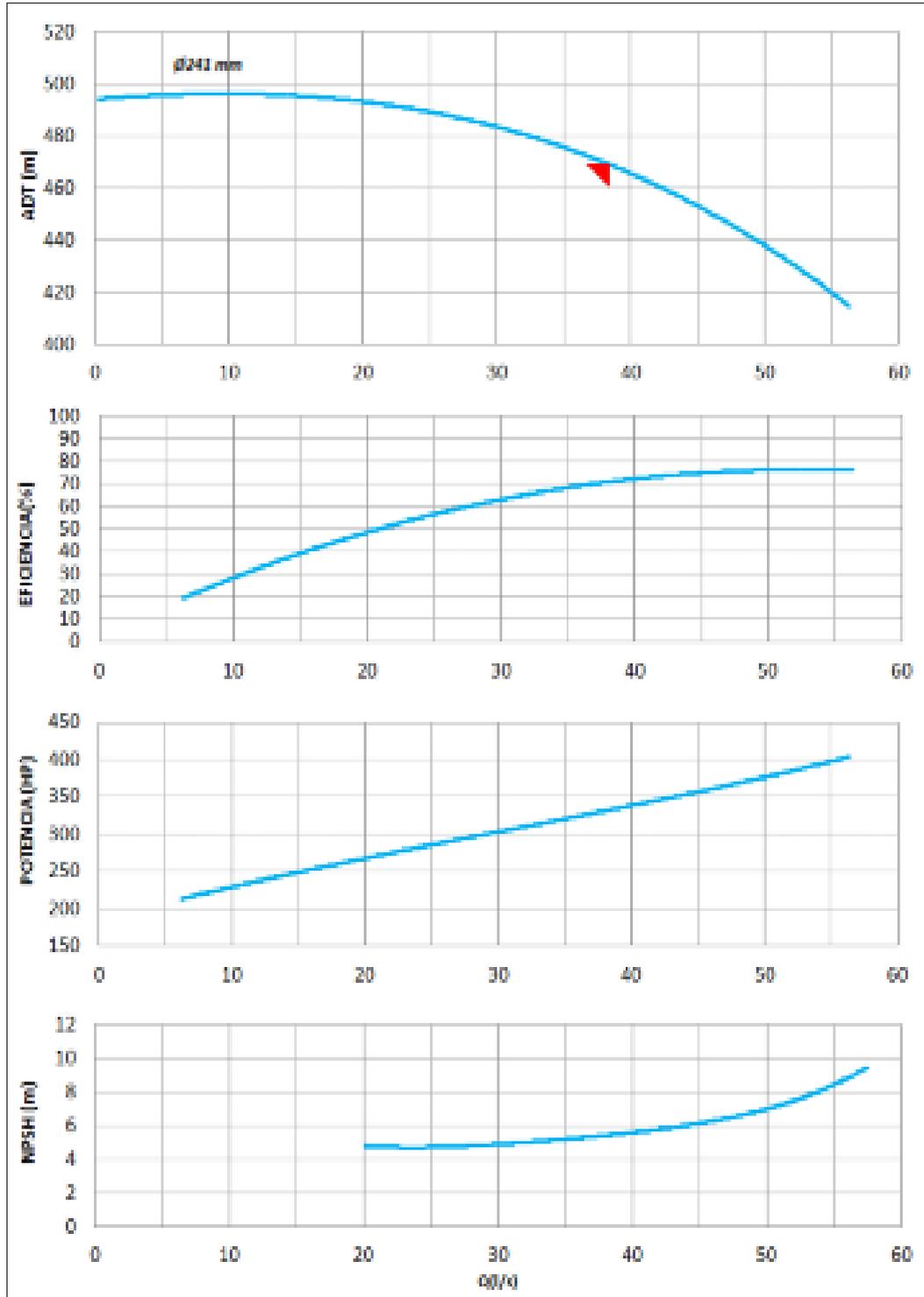
Caudal: $Q = 137.61 m^3/h = 38.23 L/s$

Altura neta positiva de aspiración: $NPSH_{disp.} = 6.67 m.$

Para los cuales evaluamos en la curva de la bomba, ver figura N° 4.8

Figura N° 4.8

CURVA DE LA BOMBA SELECCIONADA – ESTACIÓN 04



Fuente: www.tomocorp.com.pe

En la figura N° 4.9, se muestra los parámetros de operación del fabricante:

Figura N° 4.9

PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL FABRICANTE

Datos de operación		Fluido de prueba	
Modelo	: M 6 x 5 - 250 - A	Eficiencia	: 70.0 %
Caudal	: 38.2 l/s	RPM	: 1790 rpm
A.D.T	: 468.3 m	NPSHr	: 5.4 m
Potencia	: 336.2 hp	Ø impulsor	: 241 mm
		Tipo de fluido	: Agua
		Densidad del fluido	: 1.00 SG
		Viscosidad	: 1.00 cP
		Temperatura	: 20 °C

Fuente: www.tomocorp.com.pe

Por lo tanto, seleccionamos de la bomba AKIPUMP, de fabricación peruana, modelo M6x5-250-A, bomba centrífuga de impulsor cerrado y de cuatro (04) etapas, potencia de la bomba 336.2 hp.

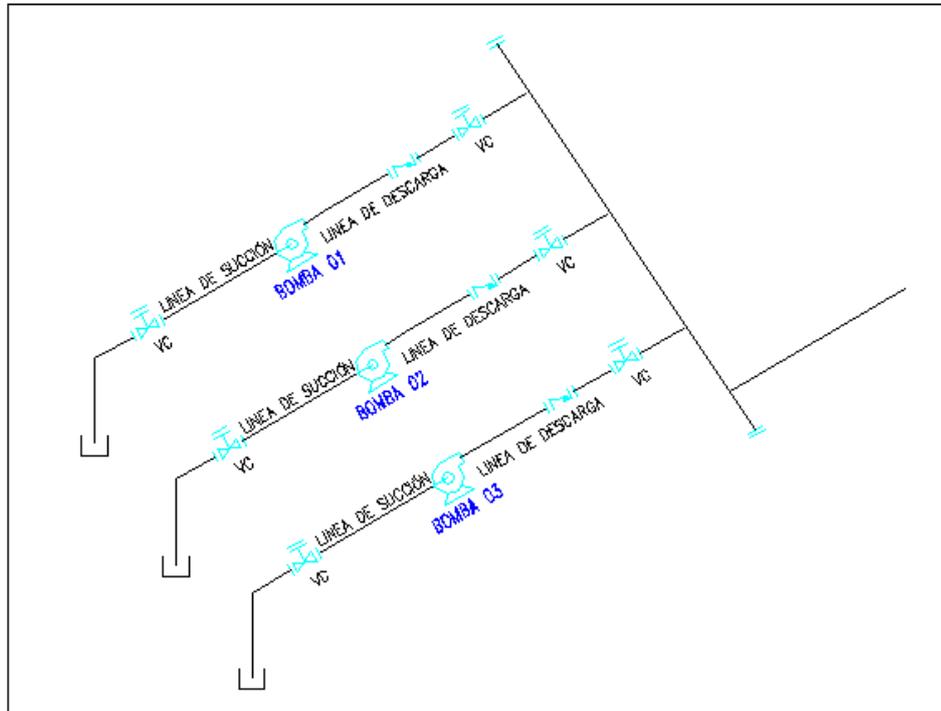
Cálculo en el tramo 3, estación de bombeo 03.

Se realiza a partir del esquema mostrado en la figura N° 4.5, iniciamos el análisis y procesamiento de datos, para ello se toma el nivel a 847 m. La presa de agua N° 04, tiene una capacidad de almacenamiento de 13,751.04 m³ de agua y se suministra desde la estación de bombeo N° 03 (ver tabla N° 4.8), siendo su caudal de suministro 572.96 m³/h (ver tabla N° 4.8).

Los datos que tenemos a partir de la figura N° 4.5 y la tabla N° 4.8 para la estación de bombeo N° 03 son: $Q = 190.99 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_g = 171 \text{ m}$, $L = 3830 \text{ m}$. El caudal que se toma como dato, es porque en este tramo el bombeo se realiza con 3 bombas en paralelo, por ello todo el análisis que se ha realizado es para la bomba más crítica, por su disposición en la estación de bombas N° 03.

En la figura N° 4.10, se visualiza el esquema de la disposición de las bombas en paralelo y la condición más crítica corresponde a la bomba 01, para el cual se ha realizado todo el análisis y procesamiento de datos.

Figura N° 4.10,
ESQUEMA DISPOSICIÓN DE BOMBAS EN PARALELO



Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de diámetro de tubería de descarga y succión para la bomba de la estación N° 03.

A partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga de la bomba.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre 0.5 m/s – 2 m/s (se asume 1.5 m/s)

$$190.99 \text{ m}^3/h = 1.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_d = 0.21221 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_d = 0.20274 \text{ m.}$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø8”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.64 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Del mismo modo y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de succión.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre 0.5 m/s – 1 m/s (se asume 0.5 m/s)

$$190.99 \text{ m}^3/h = 0.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.36756 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.30318 \text{ m.}$

La tubería de succión de la bomba corresponde a una tubería de Ø12”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 0.73 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

De manera similar y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga común para las tres (03) bombas.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

La velocidad que se toma en cuenta, es la velocidad de descarga de cada una de las bombas, es decir $V = 1.64 \text{ m/s}$

$$572.96 \text{ m}^3/h = 1.64 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.35152 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.33334 \text{ m.}$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø14”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.82 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Ahora calculamos las perdidas, para ello iniciamos determinando el número de Reynold para la descarga de la bomba.

De la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la descarga de la bomba

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.64 \frac{m}{s} x 0.20274 \text{ m}}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 3.31 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

Luego, $\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.20274} = 0.023$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_d = 0.052$

Del mismo modo desde la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la succión

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 0.73 \frac{m}{s} x 0.30318 \text{ m}}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 2.21 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.30318} = 0.015$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_s = 0.046$

De la misma manera y a partir de la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la línea de descarga común.

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.82 \frac{m}{s} x 0.33334 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 6.05 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.33334} = 0.014$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_s = 0.044$

Cálculo de pérdidas primarias, secundarias y altura del sistema.

Para ello con los valores obtenidos del factor de fricción tanto para la descarga como para la succión se determina las pérdidas primarias, así como con la suma de la pérdida de todos los accesorios, hallamos las pérdidas secundarias; pero, para este caso todo este proceso paso a paso se resume en la ecuación 2.31.

$$H_{sist} = hg + \left(f \frac{L}{D^5} + \frac{\sum K}{D^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \quad (2.31)$$

Antes hallamos las perdidas secundarias para el tramo 3, que corresponde a la estación de bombas 03.

Para la succión, ver tabla N° 4.15

Tabla N° 4.15

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA SUCCIÓN – TRAMO 3

PERDIDA POR ACCESORIOS PARA LA SUCCIÓN - TRAMO 3				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de perdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	0.00	2	0
Válvula de pie	Und	1.00	2	2
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de perdidas en la succión				4.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la succión, ver tabla N° 4.16

Tabla N° 4.16

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA BOMBA – TRAMO 3

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 3				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de perdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de perdidas en la descarga de la bomba				4.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga común, ver tabla N° 4.17

Tabla N° 4.17

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA COMÚN – TRAMO 3

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 3				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	0.00	0.0015	0
Válvula Check	Und	0.00	2	0
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	2.00	1.8	3.6
Codo de 90°	Und	20.00	0.6	12
Codo de 45°	Und	50.00	0.48	24
Bridas	Und	54.00	0.02	1.08
Total de pérdidas en la línea de descarga común				40.68

Fuente: Elaboración propia.

Desglosando las pérdidas primarias y secundarias a partir de la ecuación 2.31, según la necesidad planteada para este caso, tenemos:

$$H_{sist} = hg + \left(f_{db} \frac{L_{db}}{D_{db}^5} + f_d \frac{L_d}{D_d^5} + f_s \frac{L_s}{D_s^5} + \frac{\sum K_{db}}{D_{db}^4} + \frac{\sum K_d}{D_d^4} + \frac{\sum K_s}{D_s^4} + \frac{1}{D_{db}^4} + \left(\frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \right)$$

$$H_{sist} = 171m + (0.052 \frac{20m}{(0.20274m)^5} + 0.044 \frac{3830m}{(0.33334m)^5} + 0.046 \frac{8m}{(0.30318m)^5} + \frac{4.48}{(0.20274m)^4} + \frac{40.68}{(0.33334m)^4} + \frac{4.48}{(0.30318m)^4} + \frac{1}{(0.20274m)^4} + \frac{1}{(0.33334m)^4} - \frac{1}{(0.30318m)^4}) \frac{8x(190.99 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 171m + (51157.4308 \frac{1}{m^4}) \frac{8x(190.99 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 171 \text{ m} + 35.69 \text{ m} = 206.69 \text{ m}$$

Donde las pérdidas totales es 35.69 m.

Luego a partir de la ecuación 2.32, hallamos el NPSH disponible de la bomba en la estación 03.

$$NPSH_{disp} = \frac{P}{\rho x g} + \frac{V^2}{2xg} - \frac{P_v}{\rho x g}, \text{ entonces:}$$

$$NPSH_{disp} = \frac{0.705 \text{ atm}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} x 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + \frac{(1.64 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 x 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} - \frac{0.0139 x 10^5 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} x 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$NPSH_{disp} = 7.27 \text{ m.}$$

Ahora debemos hallar la potencia de la bomba, para ello usamos la ecuación 2.29.

$$\dot{W}_{bomba} = \frac{\rho \dot{Q} g h_{bomba}}{\eta_{bomba}} = \frac{(1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}) x (190.99 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}) x (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) x (206.69 \text{ m})}{0.7}$$

$$\dot{W}_{bomba} = 153.67 \text{ Kw} = 206.07 \text{ hp}$$

Finalmente hallamos la potencia eléctrica para ello usamos la ecuación 2.30

$$\dot{W}_{eléctrica} = \frac{\dot{W}_{bomba}}{\eta_{motor}} = \frac{153.67 \text{ Kw}}{0.9} = 170.74 \text{ Kw}$$

$$\dot{W}_{eléctrica} = 170.74 \text{ Kw} = 228.97 \text{ hp}$$

Selección de la bomba para la estación 03.

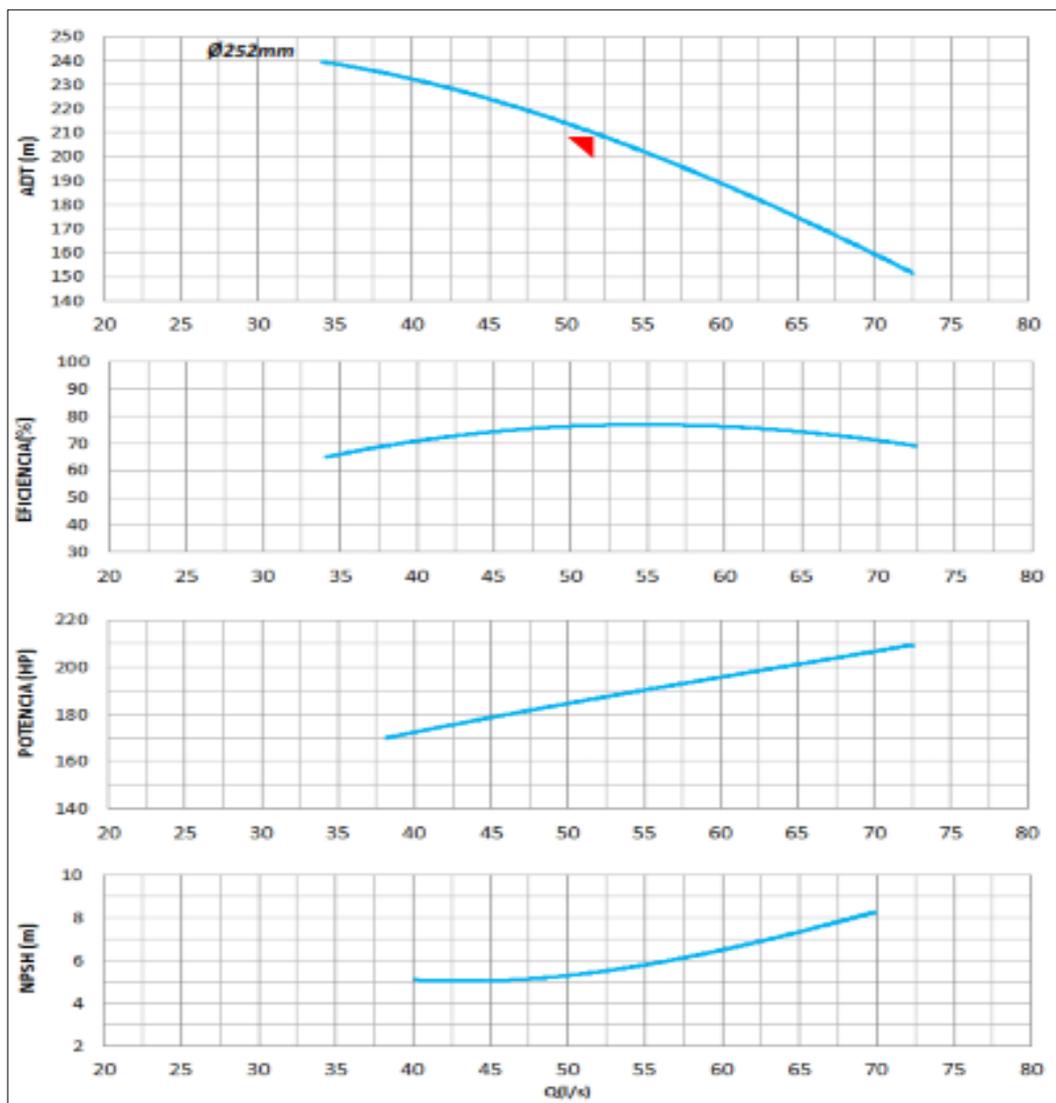
Los parámetros obtenidos para la bomba de la ecuación 03, son:

Altura del sistema: $H_{sist} = 206.69 \text{ m}$.
 Caudal: $Q = 190.99 \text{ m}^3/\text{h} = 53.05 \text{ L/s}$
 Altura Neta Positiva de Aspiración: $NPSH_{disp.} = 7.27 \text{ m}$.

Para los cuales evaluamos en la curva de la bomba, ver figura N° 4.11

Figura N° 4.11

CURVA SELECCIONADA DE LA BOMBA – ESTACIÓN 03



Fuente: www.tomocorp.com.pe

En la figura N° 4.12, se muestra los parámetros de operaciones del fabricante.

Figura N° 4.12

PARÁMETRO DE OPERACIÓN DEL FABRICANTE.

Datos de operación				Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4 -276 A	Eficiencia	: 77.0 %	Tipo de fluido	: Agua
Caudal	: 53.1 l/s	RPM	: 3580 rpm	Densidad del fluido	: 1.00 SG
ADT	: 206.69 m	NPSHr	: 5.5 m	Viscosidad	: 1.00 cP
Potencia	: 187.5 hp	Ø impulsor	: 252 mm	Temperatura	: 20 °C

Fuente: www.tomocorp.com.pe

Por lo tanto, seleccionamos la bomba de marca AKIPUMP, de fabricación peruana, modelo CPSM 6x4-276A, bomba centrífuga caja partida, potencia de la bomba 187.5 hp.

Cálculo en el tramo 2, estación de bombeo 02.

Se realiza a partir del esquema mostrado en la figura N° 4.5, iniciamos el análisis y procesamiento de datos, para ello se toma el nivel a 676 m. La presa de agua N° 03, tiene una capacidad de almacenamiento de 17,100.86 m³ de agua y se suministra desde la estación de bombeo N° 02 (ver tabla N° 4.8), siendo su caudal de suministro 712.54 m³/h (ver tabla N° 4.8).

Los datos que tenemos a partir de la figura N° 4.5 y la tabla N° 4.8 para la estación de bombeo N° 02 son: $Q = 237.51 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_g = 323 \text{ m}$, $L = 2990 \text{ m}$. El caudal que se toma como dato, es porque en este tramo el bombeo se realiza con 3 bombas en paralelo, por ello todo el análisis que se ha realizado es para la bomba más crítica, por su disposición en la estación de bombas N° 02.

En la figura N° 4.10, se visualiza el esquema de la disposición de las bombas en paralelo y la condición más crítica corresponde a la bomba 01, para el cual se ha realizado todo el análisis y procesamiento de datos.

Cálculo de diámetro de tubería de descarga y succión para las bombas de la estación N° 02.

A partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre 0.5 m/s – 2 m/s (se asume 1.5 m/s)

$$237.51 \text{ m}^3/h = 1.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_d = 0.23665 \text{ m.}$$

$$\text{Luego de tablas comerciales, se tiene: } D_d = 0.25446 \text{ m.}$$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø10”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.30 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Del mismo modo y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de succión.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre 0.5 m/s – 1 m/s (se asume 0.5 m/s)

$$237.51 \text{ m}^3/h = 0.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.40988 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.38100 \text{ m.}$

La tubería de succión de la bomba corresponde a una tubería de Ø16"

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 0.58 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

De manera similar y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga común para las tres (03) bombas.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

La velocidad que se toma en cuenta, es la velocidad de descarga de cada una de las bombas, es decir $V = 1.30 \text{ m/s}$

$$712.54 \text{ m}^3/h = 1.30 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.44029 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.38100 \text{ m.}$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø16"

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.74 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Ahora calculamos las perdidas, para ello iniciamos determinando el número de Reynold para la descarga de la bomba.

De la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la descarga de la bomba

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.30 \frac{m}{s} x 0.25446 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 3.29 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.25446} = 0.019$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_{db} = 0.050$

Del mismo modo desde la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la succión

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 0.58 \frac{m}{s} x 0.38100 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 2.20 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.38100} = 0.013$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_s = 0.046$

De la misma manera y a partir de la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la línea de descarga común.

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.74 \frac{m}{s} x 0.38100 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 6.61 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

Luego,
$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.38100} = 0.013$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_d = 0.043$

Cálculo de pérdidas primarias, secundarias y altura del sistema.

Para ello con los valores obtenidos del factor de fricción tanto para la descarga como para la succión se determina las pérdidas primarias, así como con la suma de la pérdida de todos los accesorios, hallamos las pérdidas secundarias; pero para este caso todo este proceso paso a paso se resume en la ecuación 2.31.

$$H_{sist} = hg + \left(f \frac{L}{D^5} + \frac{\sum K}{D^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \tag{2.31}$$

Antes hallamos las pérdidas secundarias para el tramo 2, que corresponde a la estación de bombas 02.

Para la succión, ver tabla N° 4.18

Tabla N° 4.18

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA SUCCIÓN – TRAMO 2

PERDIDA POR ACCESORIOS PARA LA SUCCIÓN - TRAMO 2				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	1.00	2	2
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de pérdidas en la succión				6.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga de la bomba, ver tabla N° 4.19

Tabla N° 4.19

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA BOMBA – TRAMO 2

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 2				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de pérdidas en la descarga de la bomba				4.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga de la bomba, ver tabla N° 4.20

Tabla N° 4.20

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA COMUN – TRAMO 2

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 2				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	0.00	0.0015	0
Válvula Check	Und	0.00	2	0
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	2.00	1.8	3.6
Codo de 90°	Und	16.00	0.6	9.6
Codo de 45°	Und	46.00	0.48	22.08
Bridas	Und	54.00	0.02	1.08
Total de pérdidas en la descarga comun				36.36

Fuente: Elaboración propia.

Desglosando las pérdidas primarias y secundarias a partir de la ecuación 2.31, según la necesidad planteada para este caso, tenemos:

$$H_{sist} = hg + (f_{db} \frac{L_{db}}{D_{db}^5} + f_d \frac{L_d}{D_d^5} + f_s \frac{L_s}{D_s^5} + \frac{\sum K_{db}}{D_{db}^4} + \frac{\sum K_d}{D_d^4} + \frac{\sum K_s}{D_s^4} + \frac{1}{D_{db}^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4}) \frac{8Q^2}{\pi^2 g}$$

$$H_{sist} = 323m + (0.050 \frac{20m}{(0.25446m)^5} + 0.043 \frac{2990m}{(0.38100m)^5} + 0.046 \frac{8m}{(0.38100m)^5} + \frac{4.48}{(0.25446m)^4} + \frac{36.36}{(0.38100m)^4} + \frac{6.48}{(0.38100m)^4} + \frac{1}{(0.25446m)^4} + \frac{1}{(0.38100m)^4} - \frac{1}{(0.38100m)^4}) \frac{8x(237.51 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 323m + (20997.7399 \frac{1}{m^4}) \frac{8x(237.51 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 323 m + 22.66 m = 345.66 m$$

Donde las pérdidas totales es 22.66 m

Luego a partir de a ecuación 2.32, hallamos el NPSH disponible de la bomba en la estación 02

$$NPSH_{disp} = \frac{P}{\rho x g} + \frac{V^2}{2xg} - \frac{P_v}{\rho x g}, \text{ entonces:}$$

$$NPSH_{disp} = \frac{0.737atm}{1000 \frac{Kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}} + \frac{(1.30 \frac{m}{s})^2}{2x9.81 \frac{m}{s^2}} - \frac{0.0139x10^5 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$NPSH_{disp} = 7.55 m.$$

Ahora debemos hallar la potencia de la bomba, para ello usamos la ecuación 2.29.

$$\dot{W}_{bomba} = \frac{\rho \dot{Q} g h_{bomba}}{\eta_{bomba}} = \frac{\left(1000 \frac{Kg}{m^3}\right) \times \left(237.51 \frac{m^3}{h}\right) \times \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) \times (345.66m)}{0.7}$$

$$\dot{W}_{bomba} = 319.59 Kw = 428.58 hp$$

Finalmente hallamos la potencia eléctrica para ello usamos la ecuación 2.30

$$\dot{W}_{eléctrica} = \frac{\dot{W}_{bomba}}{\eta_{motor}} = \frac{319.59 Kw}{0.9} = 355.10 Kw$$

$$\dot{W}_{eléctrica} = 355.10 Kw = 476.20 hp$$

Selección de bomba para la estación 02

Los parámetros obtenidos para la bomba de la estación 02, son:

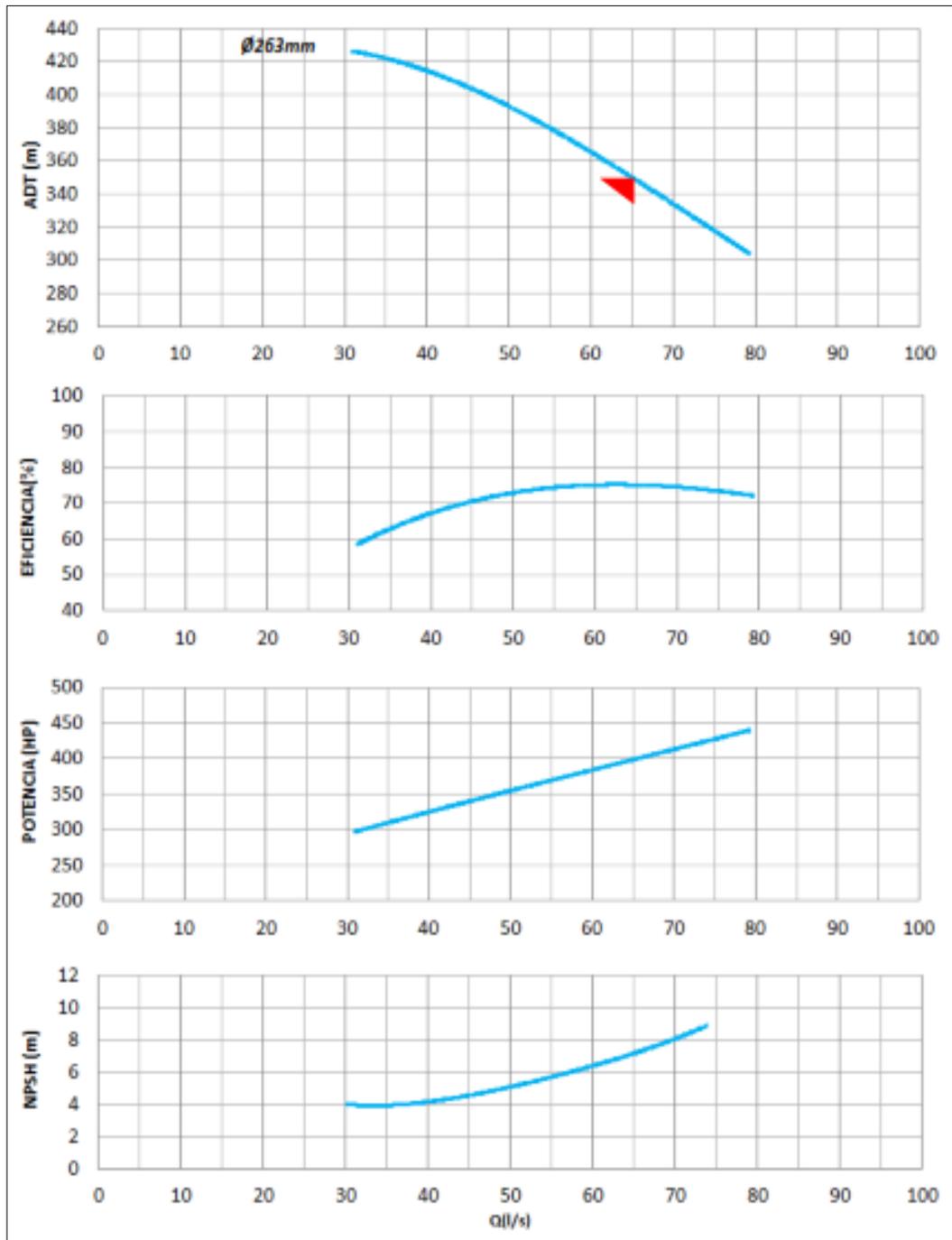
Alturada del sistema: $H_{sist} = 345.66 m.$

Caudal: $Q = 237.51 m^3/h = 65.98L/s$

Altura Neta Positiva de Aspiración: $NPSH_{disp.} = 7.55 m.$

Para los cuales evaluamos en la curva de la bomba, ver figura N° 4.13

Figura N° 4.13
 CURVA DE LA BOMBA SELECCIONADA – ESTACIÓN 02



Fuente: www.tomocorp.com.pe

En la figura N° 4.14, se muestran los parámetros de operación del fabricante

Figura N° 4.14

PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL FABRICANTE

Datos de operación				Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 75.0 %	Tipo de fluido	: Agua
A.D.T.	: 345.7 m	RPM	: 3580 rpm	Densidad del fluido	: 1.00 SG
Caudal	: 65.9 l/s	NPSHr	: 7.0 m	Viscosidad	: 1.00 cP
Potencia	: 399.6 hp	Ø impulsor	: 263 mm	Temperatura	: 20 °C

Fuente: www.tomocorp.com.pe

Por lo tanto, seleccionamos la bomba de marca AKIPUMP, de fabricación peruana, modelo CPSM 6x4-275-X3-A, bomba centrífuga caja partida, de tres (03) etapas, potencia de la bomba 339.6 hp.

Cálculo en el tramo 1, estación de bombeo 01.

Se realiza a partir del esquema mostrado en la figura N° 4.5, iniciamos el análisis y procesamiento de datos, para ello se toma el nivel a 353 m. La presa de agua N° 02, tiene una capacidad de almacenamiento de 3,000 m³ de agua y se suministra desde la estación de bombeo N° 01 (ver tabla N° 4.8), siendo su caudal de suministro 600.00 m³/h (ver tabla N° 4.8).

Los datos que tenemos a partir de la figura N° 4.5 y la tabla N° 4.8 para la estación de bombeo N° 01 son: Q = 200.00 m³/h, H_g = 353 m, L = 850 m. El caudal que se toma como dato, es porque en este tramo el bombeo se realiza con 3 bombas en paralelo, por ello todo el análisis que se ha realizado es para la bomba más crítica, por su disposición en la estación de bombas N° 01.

En la figura N° 4.5, se visualiza el esquema de la disposición de las bombas en paralelo y la condición más crítica corresponde a la bomba 01, para el cual se ha realizado todo el análisis y procesamiento de datos.

Cálculo de diámetro de tubería de descarga y succión para las bombas de la estación N° 01.

A partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga de la bomba.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga de la bomba, con velocidad entre 0.5 m/s – 2 m/s (se asume 1.5 m/s)

$$200.00 \text{ m}^3/h = 1.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_{db}^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_{db} = 0.21716 \text{ m.}$$

$$\text{Luego de tablas comerciales, se tiene: } D_d = 0.20274 \text{ m.}$$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø8"

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.72 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Del mismo modo y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de succión.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_s^2}{4}\right)$$

Algunos autores recomiendan por razones prácticas trabajar para tubería de descarga, con velocidad entre 0.5 m/s – 1 m/s (se asume 0.5 m/s)

$$200.00 \text{ m}^3/h = 0.5 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.37613 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.33334 \text{ m.}$

La tubería de succión de la bomba corresponde a una tubería de Ø14”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 0.64 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

De manera similar y a partir de la ecuación 2.2, hallamos el diámetro de la tubería de descarga común para las tres (03) bombas.

$$Q = VxA = Vx\left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right)$$

La velocidad que se toma en cuenta, es la velocidad de descarga de cada una de las bombas, es decir $V = 1.72 \text{ m/s}$

$$600.00 \text{ m}^3/h = 1.72 \text{ m/s} \times \left(\frac{\pi D_d^2}{4}\right), \text{ entonces: } D_s = 0.35125 \text{ m.}$$

Luego de tablas comerciales, se tiene: $D_s = 0.33334 \text{ m.}$

La tubería de descarga de la bomba corresponde a una tubería de Ø14”

Reemplazando este nuevo valor en la ecuación 2.2, obtenemos la velocidad corregida.

Entonces $V = 1.91 \text{ m/s}$, (se encuentra dentro del rango recomendado)

Ahora calculamos las perdidas, para ello iniciamos determinando el número de Reynold para la descarga de la bomba.

De la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la descarga de la bomba

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.72 \frac{m}{s} x 0.20274 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 3.48 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.20274} = 0.024$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_{db} = 0.053$

Del mismo modo desde la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la succión

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 0.64 \frac{m}{s} x 0.33334 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 2.13 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.33334} = 0.013$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_s = 0.042$

De la misma manera y a partir de la ecuación 2.15, obtenemos el Re para la línea de descarga común.

$$Re = \frac{\rho x V_{prom} x D}{\mu} = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} x 1.91 \frac{m}{s} x 0.33334 m}{1003 x 10^{-6} \frac{Kg}{m.s}} = 6.35 x 10^5$$

Como Reynold $Re \geq 4000$, el flujo es turbulento.

$$\text{Luego, } \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0048}{0.33334} = 0.014$$

Con los valores de Re y ε/D obtenidos, en el diagrama de Moody se tiene $f_d = 0.045$

Cálculo de pérdidas primarias, secundarias y altura del sistema.

Para ello con los valores obtenidos del factor de fricción tanto para la descarga como para la succión se determina las pérdidas primarias, así como con la suma de la pérdida de todos los accesorios, hallamos las pérdidas secundarias; pero para este caso todo este proceso paso a paso se resume en la ecuación 2.31.

$$H_{sist} = hg + \left(f \frac{L}{D^5} + \frac{\sum K}{D^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g} \quad (2.31)$$

Antes hallamos las pérdidas secundarias para el tramo 1, que corresponde a la estación de bombas 01. Para la succión, ver tabla N° 4.21

Tabla N° 4.21

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA SUCCIÓN – TRAMO 1

PERDIDA POR ACCESORIOS PARA LA SUCCIÓN - TRAMO 1				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	1.00	2	2
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de pérdidas en la succión				6.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga de la bomba, ver tabla N° 4.22

Tabla N° 4.22

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA BOMBA – TRAMO 1

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 1				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	1.00	1.8	1.8
Codo de 90°	Und	1.00	0.6	0.6
Codo de 45°	Und	0.00	0.48	0
Bridas	Und	4.00	0.02	0.08
Total de pérdidas en la descarga de la bomba				4.4815

Fuente: Elaboración propia.

Para la descarga de la bomba, ver tabla N° 4.23

Tabla N° 4.23

ANÁLISIS DE PERDIDAS EN LA DESCARGA COMUN – TRAMO 1

PERDIDA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA - TRAMO 1				
Descripción	Unidad	Cantidad	Coefficiente de pérdidas	Total
Válvula Compuerta	Und	1.00	0.0015	0.0015
Válvula Check	Und	1.00	2	2
Válvula de pie	Und	0.00	2	0
Tee	Und	2.00	1.8	3.6
Codo de 90°	Und	6.00	0.6	3.6
Codo de 45°	Und	30.00	0.48	14.4
Bridas	Und	30.00	0.02	0.6
Total de pérdidas en la descarga				24.2015

Fuente: Elaboración propia.

Desglosando las pérdidas primarias y secundarias a partir de la ecuación 2.31, según la necesidad planteada para este caso, tenemos:

$$H_{sist} = hg + \left(f_{db} \frac{L_{db}}{D_{db}^5} + f_d \frac{L_d}{D_d^5} + f_s \frac{L_s}{D_s^5} + \frac{\sum K_{db}}{D_{db}^4} + \frac{\sum K_d}{D_d^4} + \frac{\sum K_s}{D_s^4} + \frac{1}{D_{db}^4} + \frac{1}{D_d^4} - \frac{1}{D_s^4} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g}$$

$$H_{sist} = 353m + (0.053 \frac{20m}{(0.20274m)^5} + 0.045 \frac{850m}{(0.33334m)^5} + 0.043 \frac{8m}{(0.33334m)^5} + \frac{4.48}{(0.202746m)^4} + \frac{22.20}{(0.33334m)^4} + \frac{6.48}{(0.33334m)^4} + \frac{1}{(0.202746m)^4} + \frac{1}{(0.33334m)^4} - \frac{1}{(0.33334m)^4}) \frac{8x(200 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 323m + (18038.4944 \frac{1}{m^4}) \frac{8x(200 \frac{m^3}{h})^2}{\pi^2 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sist} = 323 m + 13.80 m = 336.80 m$$

Donde las pérdidas totales es 13.80 m

Luego a partir de la ecuación 2.32, hallamos el NPSH disponible de la bomba en la estación 01.

$$NPSH_{disp} = \frac{P}{\rho x g} + \frac{V^2}{z x g} - \frac{P_V}{\rho x g}, \text{ entonces:}$$

$$NPSH_{disp} = \frac{0.765 atm}{1000 \frac{Kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}} + \frac{(1.72 \frac{m}{s})^2}{2 x 9.81 \frac{m}{s^2}} - \frac{0.0139 x 10^5 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} x 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$NPSH_{disp} = 7.78 m.$$

Ahora debemos hallar la potencia de la bomba, para ello usamos la ecuación 2.29.

$$\dot{W}_{bomba} = \frac{\rho \dot{Q} g h_{bomba}}{\eta_{bomba}} = \frac{\left(1000 \frac{Kg}{m^3}\right) \times \left(200 \frac{m^3}{h}\right) \times \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) \times (336.80m)}{0.7}$$

$$\dot{W}_{bomba} = 262.22 Kw = 351.64 hp$$

Finalmente hallamos la potencia eléctrica para ello usamos la ecuación 2.30

$$\dot{W}_{eléctrica} = \frac{\dot{W}_{bomba}}{\eta_{motor}} = \frac{262.22 Kw}{0.9} = 291.36 Kw$$

$$\dot{W}_{eléctrica} = 291.36 Kw = 390.72 hp$$

Selección de bomba para la estación 01

Los parámetros obtenidos para la bomba de la estación 01, son:

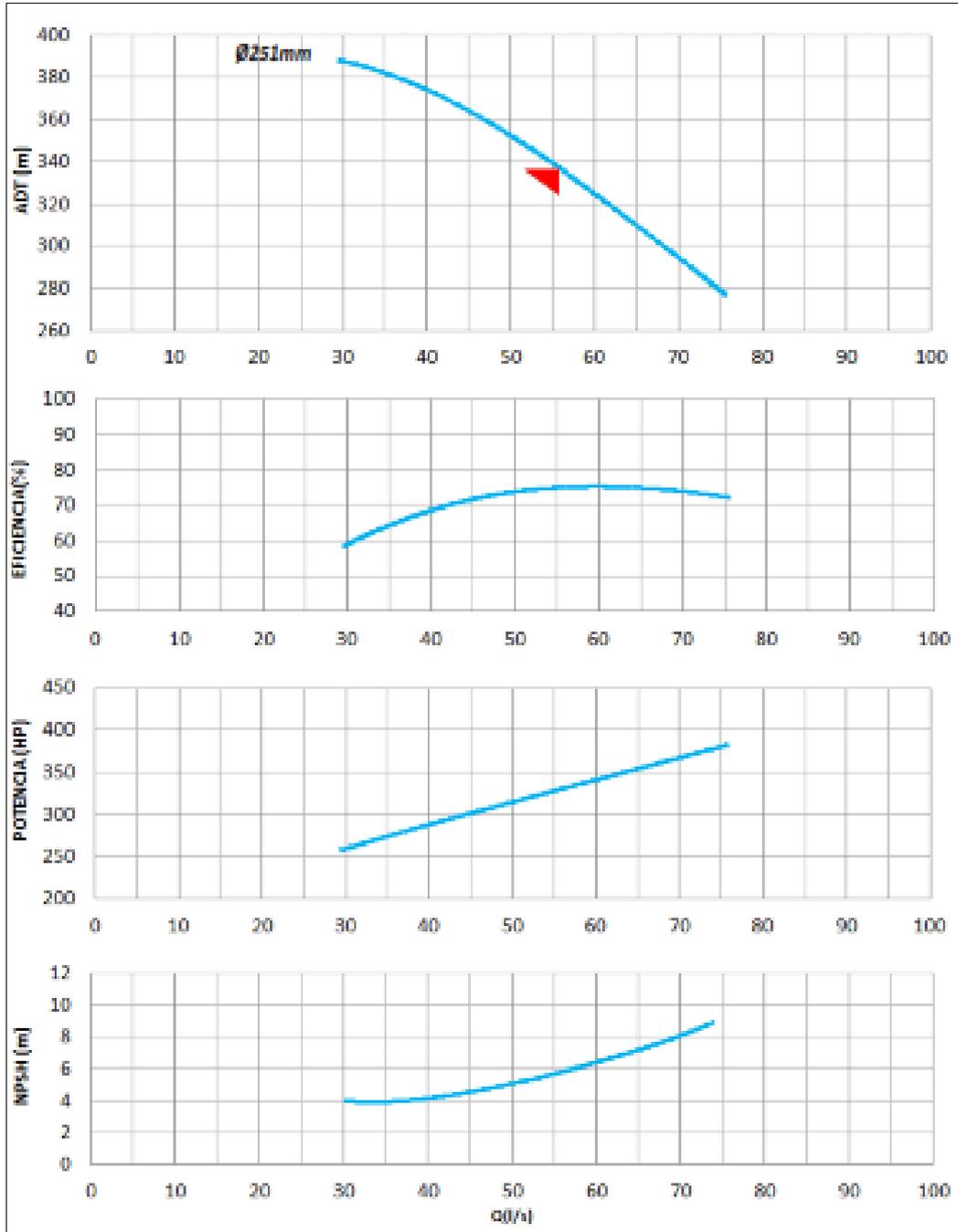
Altura del sistema: $H_{sist} = 336.80 m.$

Caudal: $Q = 200 m^3/h = 55.56 L/s$

Altura Neta Positiva de Aspiración: $NPSH_{disp.} = 7.78 m.$

Para los cuales evaluamos en la curva de la bomba, ver figura N° 4.15

Figura N° 4.15
 CURVA DE LA BOMBA SELECCIONADA – ESTACIÓN 01



Fuente: www.tomocorp.com.pe

En la figura N° 4.16, se muestra los parámetros de operación del fabricante.

Figura N° 4.16

Parámetros de operación del fabricante.

Datos de operación				Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 74.5 %	Tipo de fluido	: Agua
A.D.T.	: 336.8m	RPM	: 3580 rpm	Densidad del fluido	: 1.00 SG
Caudal	: 55.6 l/s	NPSHr	: 6.0 m	Viscosidad	: 1.00 cP
Potencia	: 330.7 hp	∅ impulsor	: 251 mm	Temperatura	: 20 °C

Fuente: www.tomocorp.com.pe

Por lo tanto, seleccionamos la bomba de marca AKIPUMP, de fabricación peruana, modelo CPSM 6x4-275-X3-A, bomba centrífuga caja partida, de tres (03) etapas, potencia de la bomba 330.7 hp.

Demanda de energía eléctrica.

Del análisis anterior realizado para el sistema de bombeo se ha obtenido la demanda total que se requiere, lo que se presenta en la tabla N° 4.24.

Tabla N° 4.24

DEMANDA TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

DEMANDA DE ENERGÍA POR ESTACIÓN DE BOMBEO					
Descripción	Denominación de lugar	Demanda en Kw		Demanda en HP	
		Unidad	Energía	Unidad	Energía
Estación 01	Shonguwarqui	Kw	274.10	HP	367.57
Estación 02	Cruz de mayo	Kw	278.93	HP	374.05
Estación 03	Ñahuin cruz	Kw	512.22	HP	686.90
Estación 04	Tarajircan	Kw	958.77	HP	1,285.73
Estación 05	Mallalin	Kw	874.08	HP	1,172.16
Total de la demanda		Kw	2,898.10	HP	3,886.42

Fuente: Elaboración propia.

Considerando las caídas de tensión y otros consumos como iluminación e instrumentación, se asume la potencia requerida en 3,000 Kw o 3 MW, con

este dato final hallamos la caudal requerido para la generación de energía eléctrica.

De la ecuación 2.32. de los datos de campo para el salto de agua encontrado es de 47m y asumiremos para una primera aproximación de la potencia la eficiencia de los elementos de 0.8.

$$P = 9.8xHxQx\eta$$

$$3000 = 9.8x47xQx0.8, \quad \text{entonces el caudal } Q = 8.14 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la tabla N° 4.25, se muestra los caudales por meses para el periodo del año 2008 al 2018, donde se aprecia que el existe caudal suficiente para la generación de energía eléctrica.

Tabla N° 4.25

MEDICIÓN DE CAUDAL DE RIO PUCHKA, PERIODO 2008 - 2018

MEDICIÓN DE CAUDAL DE AGUA (m ³ /s) DE RÍO PUCHKA - PERIODO 2008 - 2018												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2008	77.87	92.25	99.80	80.19	61.35	44.34	35.45	34.15	40.56	47.28	56.12	70.25
2009	73.40	93.40	98.60	82.35	63.24	45.56	36.60	33.60	41.40	48.68	55.34	72.60
2010	75.00	91.00	102.23	84.90	62.43	43.40	37.20	32.20	42.00	45.80	54.80	74.50
2011	77.80	93.23	99.43	82.95	60.46	40.50	35.90	32.10	42.60	44.70	56.20	71.32
2012	77.10	90.24	98.06	85.70	61.84	42.70	36.20	30.90	40.60	46.65	56.30	70.15
2013	74.30	92.44	97.83	80.29	62.40	41.80	33.10	31.70	43.53	44.56	55.80	72.80
2014	72.80	92.80	98.80	82.56	63.10	42.60	35.70	33.40	41.80	48.28	53.25	76.78
2015	73.90	88.25	96.90	84.50	62.60	41.80	35.85	31.60	42.35	48.05	56.54	72.40
2016	73.30	87.30	97.30	85.10	59.30	40.35	35.68	30.20	40.65	43.45	54.20	71.67
2017	74.20	89.45	96.20	79.80	58.70	41.05	34.70	30.30	39.45	42.39	52.40	73.45
2018	73.10	92.60	98.50	80.02	58.50	40.25	32.20	29.75	38.80	41.18	52.30	72.00

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Los resultados que a continuación presentamos son los resultados de todo el análisis y proceso de desarrollo de toda la información obtenida en campo como en archivos y documentos.

Dimensionado de superficie.

En esta parte se ha realizado un análisis detallado describiendo cada una de las condiciones geográficas donde se ubican los terrenos materia de la investigación, y este dato ha sido de vital importancia para los siguientes procesos. La superficie de terreno total, para irrigación se ha determinado en 6,832 Ha (ver tabla 4.1)

Demanda de agua para riego.

Para determinar la demanda de agua, se ha considerado la geografía de la zona de donde se encuentran ubicados los terrenos, los manantes de agua, los caudales de agua para riego según su ubicación debido a que estas varía de acuerdo a la calidad de la tierra donde se ubican. La demanda total de agua es de 37'838,592.00 m³ (ver tabla N° 4.3), para una campaña completa de una cosecha para un año normal de lluvias y de 68'687,064.00 m³ (ver tabla N° 4.4), para una campaña completa en un año de sequía. Independientemente de la sequía o año normal los terrenos se riegan en menor o mayor frecuencia, para ello se ha analizado la demanda de agua por riego, por turnos de rotación por día, que es finalmente como se distribuye el agua, donde se tiene que para cada día se requiere 23,984.64 m³ de agua. (ver tabla N° 4.7)

Dimensionado de presas de agua y caudal de suministro.

El dimensionado de las presas se ha realizado atendiendo estrictamente la distribución realizado para la zonificación de terrenos según las condiciones geográficas y características de los manantes y canales existentes, es decir cada presa de agua tiene un área que debe cubrir y por lo tanto tiene su propia demanda de agua, que es finalmente la capacidad de almacenamiento que

debe tener y con ello el caudal de suministro para cada presa de agua que debe alimentar desde las respectivas estaciones de bombeo. Se ha obtenido los siguientes caudales de 600 m³/h (estación de bombas 01), 712.54 m³/h (estación de bombeo 02), 572.96 m³/h (estación de bombeo 03), 137.61 m³/h (estación de bombeo 04) y 147.12 m³/h (estación de bombeo 05). Para el caso de dimensionado de las presas de almacenamiento se tiene: 3,000 m³ (presa 01), 3,000 m³ (presa 02), 17,100.86 m³ (presa 03), 13,751.04 m³ (presa 04), 3,302.53 m³ (presa 05) y 3,530.88 m³ (presa 06). (ver tabla N° 4.8)

Demanda de energía eléctrica.

Con la superficie de terreno definido, demanda de agua establecida, caudal de suministro requerido, se ha procedido a la evaluación de la demanda de energía eléctrica para cada estación de bombeo y es de 2,898.10 Kw. Este valor se aproxima a 3000 Kw, considerando futuras instalaciones y pérdidas por caída de tensión y es precisamente con este valor final que determinamos el caudal requerido para la generación de energía, siendo este valor de 8.14 m³/h.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de la hipótesis.

En nuestra hipótesis planteamos: con el diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica, lograremos la irrigación de los terrenos de cultivo de la provincia Antonio Raimondi – Ancash.

Efectivamente, de todo lo antes analizado, podemos afirmar que, si logramos la irrigación de estas tierras de cultivo, por cuanto que si es posible suministrar el agua mediante el sistema de bombeo y además es posible la generación de energía hidráulica para este propósito.

6.2. Contrastación de los resultados con estudios similares.

- (Galindo, 2016), en su tesis titulado “Estación de bombeo y red de distribución de agua para riego” tenía como objetivo irrigar 29 parcelas de comprendidas en áreas regables con una demanda de agua diaria es de 14’087,937.32 litros. Para nuestro caso la demanda de agua diaria es de 23,984.64.00 m³ por día.
- Gualancañay y Jaguaco (2017). En su tesis titulado: “**Diseño de un sistema de bombeo para almacenamiento de agua de riego en los sectores de Chan Chico y Tiobamba de la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotapaxi**”, para cumplir con su objetivo requerían elevar un caudal de 75 m³/h a una altura de 129 m. Para nuestro caso los caudales son variados de acuerdo a las estaciones de bombeo que superan en total los 1596 m de altura vertical.

6.3. Responsabilidad ética.

Para el desarrollo de la presente investigación se ha tenido en cuenta los criterios de valores y responsabilidad ética, cuidando y citando a cada uno de los autores en los que nos hemos soportado en sus diferentes trabajos como material de consulta.

CONCLUSIONES.

Mediante el sistema de bombeo de agua es posible suministrar y abastecer de agua para riego a grandes altura y volúmenes de agua, con la finalidad del máximo aprovechamiento de las tierras de cultivo que en muchas partes de nuestra zona andina se desaprovechan por la carencia de un sistema de suministro de agua.

El aprovechamiento de la energía hidráulica es relevante por cuanto permite tener una energía renovable limpia y permanente para el sistema de bombeo de agua, se debe siempre buscar aprovechar todas condiciones geográficas para un adecuado aprovechamiento hidráulico.

La adecuada distribución de los terrenos permite ubicar y dimensionar las presas de agua, así como las estaciones de bombeo, para una adecuada distribución, los datos topográficos y conocimiento del área de trabajo siempre serán de vital importancia.

RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta siempre las condiciones geográficas y tipo de terreno tanto para la irrigar como para la instalación de equipamiento y construcción de presas. Básicamente topografía, estudio de suelos y rocas.

Para la generación de energía eléctrica el caudal requerido es de $8.14 \text{ m}^3/\text{s}$, debido a que la altura de salto de agua es de 47m, sin embargo, para obtener mayor altura se recomienda construir un medio embalse en la zona de captación de agua, debido a que las condiciones geográficas pueden permitir embalsar el rio hasta 50 m de altura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUCCACUSI, Dany. Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo en Muskarumi - Pucyura - cusco usando fuentes renovables de energía. Tesis (Ingeniero Mecánico). Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2014, 121 pp.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5488>.

CARRERA Aritz. Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para riego en Bahir (Etiopia). Tesis de investigación para obtener el grado de ingeniero eléctrico, universidad Jaume I – Madrid, 2016, 190 pp.

Disponible en: <http://respositori.uji.es/xmlui/browse?authprity=4d9ff5c2-bf2e-4a02-bfed-aafa2a610f23&type=author>

CENGEL, Yunus, CIMBALA, John. Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones, 1.^a.Ed Mc Graw-Hill, 2006, 997pp, 2006, 997pp.

ISBN: 978-970-10-5612-4

Datos técnicos de hidráulica, bombas ideal, 2014, 136pp.

Disponible en: <http://es.scrib.com/document/106380388/Libro-Hidráulica-Bombas-Ideal>.

DIAZ, Carlos, PRETEL, Edwin. Diseño hidráulico y agronómico para un sistema de riego tecnificado del sector la arenita, distrito de Pajjan, Chicama. Tesis de investigación para optar el título de ingeniero civil. Universidad Antenor Orrego, 2014, 189pp

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe//handle/upaorep/685>.

FERNÁNDEZ, Pedro. Turbinas hodráulicas, departamento de ingeniería eléctrica y energética. Universidad de Cantabria, 148pp

Disponible en: <http://es.scribd.com/document/352000440/Turbinas-Hidráulicas-Pedro-Fernández-Diez>

GALINDO, Javier. Estación de bombeo y red de distribución de agua para riego. Tesis de investigación para optar el título de profesional Master en Ingeniería Industrial. Universidad Pontificia Comillas – Madrid, 2016, 425pp
Disponible en: <http://repositorio.comillas.edu./jspui/handle/11531/17385>

GUALANCAÑAY, Darwin, JAGUACO, Henry. Diseño de un sistema de bombeo para almacenamiento de agua de riego en los sectores de Chan Chico y Tiobamba de la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotapaxi. Tesis de investigación para optar el título profesional de ingeniería en electromecánica. Universidad Técnica de Cotapaxi – Ecuador, 2017, 88pp
Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4372>

GILES, Ranald. Mecánica de los fluidos e hidráulica, Mc Graw-Hill, 2006, 281pp
ISBN 10: 007091575X
ISBN 13: 9780070915756

GRATTON, Julio, Introducción a la mecánica de fluidos, 2002, 278pp.
Disponible en: http://www.academia.edu/34612346/INTRODUCCI%C3%93_A_LA_MEC%C3%80NICA_DE_FLUIDOS

JIJÓN, Guano, Obtención de las curvas de la bomba y sistema, para encontrar el punto de operación entre la interacción bomba – sistema en un banco de pruebas para bombas centrífugas.
Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9148/I/AC-ESPEL-ENI-0332.pdf>

López Vázquez, L. (2010). Temas de Física. Alicante, España: 1ª Ed. Editorial Club Universitario.
ISBN: 8499481639
ISBN-13: 9788499481630

MARCHEGIANI, Ariel, Bombas centrifugas, 2004, 46pp.

Disponible en: http://www.academia.edu/9770055/Bombas_centrifugas

MARTIN, Guillermo. Manual para diseño de una red hidráulica de climatización, Escuela Superior Técnica de Ingenieros. Universidad Sevilla.

Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5091/>

ORTIZ, Ramiro. Pequeñas centrales hidroeléctricas, 2001, 354pp.

ISBN: 958-41-0165-X

ROJAS, Dany. Diseño del sistema de bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del distrito de Huancán – Huancayo. Tesis de investigación para optar el título de ingeniero mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017, 127pp.

Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3677>

ROBERSON, John, ELGER, Donald, CROWE, Clayton. Mecánica de fluidos, 2002, 711pp.

ISBN: 798-970-817-046-6

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de Consistencia.

Anexo 02. Presupuesto General de Proyecto

Anexo 03. Diagrama de Moody.

Anexo 04. Especificaciones Técnicas y Curva de la Bomba.

Anexo 05. Especificación de Materiales.

Anexo 06. Planos.

Anexo 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO. PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI – ANCASH
RESPONSABLE: CÉSAR AUGUSTO MORE SALAS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA			HIPOTESIS Y VARIABLES		TÉCNICAS E INSTRUMENTOS		DISEÑO METODOLÓGICO
REALIDAD PROBLEMÁTICA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
<p>La creciente escasez de agua para riego, crea la necesidad de plantear alternativas de solución que coadyuve mejorar la producción agrícola; sabemos que para la agricultura el principal problema es la carencia del agua sumado a la práctica de riego inadecuado, la sobreutilización del agua, la existencia de estructuras de riego rústicas que colapsan parcial o totalmente los sistemas de riego que hacen el escaso recurso que se cuenta se usan de manera deficiente además acrecientan la erosión de las laderas.</p> <p>Por ello consciente de esta realidad se plantea el proyecto como una alternativa a la solución a esta problemática.</p>	<p>Problema Principal: ¿Cómo el diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica puede permitir la irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿De qué manera se asegura el caudal de suministro de agua requerido por el sistema de bombeo para satisfacer la demanda? ¿Cómo dimensionamos la demanda de energía eléctrica para suministrar a las electrobombas del sistema? ¿De qué manera se garantiza la capacidad de las presas de almacenamiento, para cubrir la demanda de agua? 	<p>Objetivo General: Diseñar un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica para irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar el caudal de suministro de agua requerida por el sistema de bombeo para satisfacer la demanda. Determinar la demanda de energía eléctrica para suministrar a las electrobombas del sistema. Dimensionar las presas de almacenamiento para cubrir la demanda de agua. 	<p>Hipótesis Generales: Con el diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica, lograremos la irrigación de los terrenos de cultivo de la provincia Antonio Raimondi – Ancash.</p> <p>Hipótesis Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Con el cálculo del caudal de suministro de agua para el sistema de bombeo, podemos satisfacer la demanda de este recurso. Con el cálculo de la demanda de energía eléctrica, podemos dimensionar el suministro de energía a la electrobomba del sistema. Con un adecuado dimensionamiento de las presas de agua, podemos cubrir la demanda de agua. 	<p>Variable I: Sistema de bombeo de agua. Variable D: Irrigación de tierras de cultivo.</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> -Caudal de suministro de agua. -Satisfacer la demanda de agua requerida. -Demanda de energía eléctrica. -Suministro de energía a las electrobombas. -Dimensionamiento de presas de agua. -Demanda de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> -Caudal (m^3/s) -Potencia (Hp) -Superficie (m^2) -Volumen (m^3) -Caudal (m^3/s) -Volumen (m^3) -Energía Eléctrica (Kw/h) -Potencia (Hp) -Volumen (m^3) 	<ul style="list-style-type: none"> -Caudalímetro -Estación Total. -AutoCAD. -Caudalímetro. -Estación Total. -AutoCAD. -Cálculo matemático. -Criterios de Diseño -Estación Total. -AutoCAD. 	<p>Aplicada; por cuanto se usa conocimientos de la ciencia para los cálculos y diseño del sistema.</p> <p style="text-align: center;">NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Tecnológica; por cuanto se usa herramientas de la tecnología (software, etc), para el diseño.</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO</p> <p>No Experimental, por cuanto no se manipulará las variables en campo y/o laboratorio.</p> <p style="text-align: center;">PARÁMETROS DE DISEÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Superficie de terreno. -Caudal de Suministro. -Altura de bombeo 1580m -Volumen de agua requerido. -Potencia de energía eléctrica requerida. -Suministro de energía eléctrica.

Anexo 02

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO, ANTONIO RAIMONDI - ANCASH

ATENCIÓN: GOBIERNO REGIONAL - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	INGENIERÍA DEL PROYECTO:	GLB	1.00	\$468,084.17	\$468,084.17	S/. 1,549,358.61	S/. 1,549,358.61
2	PROCURA DE MATERIALES:	GLB	1.00	\$9,876,901.79	\$9,876,901.79	S/. 32,692,544.92	S/. 32,692,544.92
3	CONSTRUCCIÓN:	GLB	1.00	\$6,685,090.79	\$6,685,090.79	S/. 22,127,650.51	S/. 22,127,650.51
COSTO TOTAL DE PROYECTO US\$					\$17,030,076.75		S/. 56,369,554.04

SON: DIECISIETE MILLONES TREINTA MIL SETENTA Y SEIS CON 75/100 DOLARES AMERICANOS

NOTA: EL PRESENTE PRESUPUESTO NO INCLUYE EL IGV

PRESUPUESTO DE INGENIERÍA DEL PROYECTO

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA FINES DE IRRIGACIÓN CON ENERGÍA AUTOGENERADA

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHINGAS - PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	INGENIERÍA BÁSICA (PERFIL DE INVERSIÓN)	GLB	1.00	\$81,108.33	\$81,108.33	S/. 268,468.59	S/. 268,468.59
2	INGENIERÍA DE DETALLE (EXPEDIENTE TÉCNICO)	GLB	1.00	\$257,007.78	\$257,007.78	S/. 850,695.74	S/. 850,695.74
3	ASBUILT (EXPEDIENTE FINAL DE OBRA)	GLB	1.00	\$45,559.44	\$45,559.44	S/. 150,801.75	S/. 150,801.75
COSTO DIRECTO DE INGENIERÍA					\$383,675.55		S/. 1,269,966.08
			12%		\$46,041.07		S/. 152,395.93
			10%		\$38,367.56		S/. 126,996.61
COSTO TOTAL POR INGENIERÍA					\$468,084.17		S/. 1,549,358.61

SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO - ANTONIO RAIMONDI - ANCASH
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS INGENIERÍA BÁSICA - INGENIERÍA DE DETALLE - EXPEDIENTE AS BUILT

PARTIDA:		DESARROLLO DE INGENIERÍA BÁSICA (PERFIL DE INVERSIÓN)					
	1.00						
	1.01						
Rendimiento		Glb/Dias	MO: 8.00		EQ: 8.00	Costo Total por: Glb	\$81,108.33
Actividad total			Cant/Dias	105.00			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U. U\$	PARCIAL U\$	
MANO DE OBRA							
201800001	Gerente de Ingeniería	HH	1.00	1.00	\$22.59	\$22.59	
201800002	Ingeniero Agrícola	HH	1.00	0.45	\$15.15	\$6.82	
201800003	Ingeniero Ambiental	HH	1.00	0.30	\$15.21	\$4.56	
201800004	Ingeniero Sanitario	HH	1.00	0.35	\$15.45	\$5.41	
201800005	Ingeniero Civil	HH	1.00	0.35	\$16.71	\$5.85	
201800006	Ingeniero Mecánico	HH	2.00	0.45	\$16.71	\$15.04	
201800007	Ingeniero Eléctrico	HH	1.00	0.30	\$16.71	\$5.01	
201800008	Ingeniero Electrónico	HH	1.00	0.30	\$15.45	\$4.64	
201800009	Ingeniero Geólogo	HH	1.00	0.30	\$15.21	\$4.56	
201800010	Coordinador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$13.35	\$13.35	
201800011	Administrador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$11.55	\$11.55	
201800012	Asistente de Ingeniería	HH	4.00	1.00	\$9.35	\$37.40	
201800013	Especialista en cálculo estructural	HH	2.00	0.45	\$8.71	\$7.84	
201800014	Especialista en cálculo hidráulico	HH	2.00	0.35	\$8.71	\$6.10	
201800015	Especialista en cálculo eléctrico	HH	1.00	0.30	\$8.71	\$2.61	
201800016	Especialista geólogo	HH	1.00	0.30	\$8.71	\$2.61	
201800017	Cadista	HH	4.00	1.00	\$7.35	\$29.40	
201800018	Topografo	HH	2.00	0.40	\$7.96	\$6.37	
201800019	Ayudante de topografía	HH	4.00	0.40	\$5.67	\$9.07	
201800020	Ayudante mecánico	HH	2.00	0.45	\$5.91	\$5.32	
201800021	Ayudante civil	HH	4.00	0.35	\$5.91	\$8.27	
201800022	Ayudante eléctrico	HH	1.00	0.30	\$5.25	\$1.58	
201800023	Ayudante de geología	HH	4.00	0.30	\$5.25	\$6.30	
201800024	Peon	HH	8.00	1.00	\$4.71	\$37.68	
					PARCIAL 1: U\$	\$259.93	
EQUIPOS DE TRABAJO							
	Estación Total	UND	2.00	0.60	\$75.00	\$90.00	
	Equipos de perforación	UND	1.00	0.30	\$150.00	\$45.00	
	Equipos electrónicos	UND	24.00	1.00	\$1.00	\$24.00	
	Equipos de comunicación	UND	10.00	1.00	\$0.80	\$8.00	
	Equipos de monitoreo	UND	1.00	0.25	\$75.00	\$18.75	
	Ensayos de laboratorio	UND	3.00	0.30	\$100.00	\$90.00	
	Movilidad	UND	4.00	0.50	\$100.00	\$200.00	
					PARCIAL 2: U\$	\$475.75	
MATERIALES DE OFICINA							
	Materiales de oficina	GLB	1.00	5.00%	\$36.78	\$36.78	
					PARCIAL 3: U\$	\$36.78	
					TOTAL PARCIALES U\$:	\$772.46	

PARTIDA:		DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE (EXPEDIENTE TÉCNICO)					
	2.00						
	2.01						
Rendimiento		Glb/Dias	MO: 8.00		EQ: 8.00	Costo Total por: Glb	\$257,007.78
Actividad total			Cant/Dias	180.00			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U. U\$	PARCIAL U\$	
MANO DE OBRA							
201800001	Gerente de Ingeniería	HH	1.00	1.00	\$22.59	\$22.59	
201800002	Ingeniero Agrícola	HH	2.00	0.65	\$15.15	\$19.70	
201800003	Ingeniero Ambiental	HH	1.00	0.55	\$15.21	\$8.37	
201800004	Ingeniero Sanitario	HH	2.00	0.65	\$15.45	\$20.09	
201800005	Ingeniero Civil	HH	2.00	0.75	\$16.71	\$25.07	
201800006	Ingeniero Mecánico	HH	3.00	0.75	\$16.71	\$37.60	
201800007	Ingeniero Eléctrico	HH	3.00	0.65	\$16.71	\$32.58	
201800008	Ingeniero Electrónico	HH	1.00	0.55	\$15.45	\$8.50	
201800009	Ingeniero Geólogo	HH	1.00	0.45	\$15.21	\$6.84	

201800010	Coordinador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$13.35	\$13.35
201800011	Administrador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$11.55	\$11.55
201800012	Asistente de Ingeniería	HH	8.00	1.00	\$9.35	\$74.80
201800013	Especialista en cálculo estructural	HH	4.00	0.65	\$8.71	\$22.65
201800014	Especialista en cálculo hidráulico	HH	4.00	0.65	\$8.71	\$22.65
201800015	Especialista en cálculo eléctrico	HH	2.00	0.55	\$8.71	\$9.58
201800016	Especialista geólogo	HH	1.00	0.45	\$8.71	\$3.92
201800017	Cadista	HH	8.00	1.00	\$7.35	\$58.80
201800018	Topografo	HH	3.00	0.75	\$7.96	\$17.91
201800019	Ayudante de topografía	HH	4.00	0.75	\$5.67	\$17.01
201800020	Ayudante mecánico	HH	2.00	0.75	\$5.91	\$8.87
201800021	Ayudante civil	HH	4.00	0.75	\$5.91	\$17.73
201800022	Ayudante eléctrico	HH	1.00	0.55	\$5.25	\$2.89
201800023	Ayudante de geología	HH	4.00	0.45	\$5.25	\$9.45
201800024	Peon	HH	16.00	1.00	\$4.71	\$75.36
PARCIAL 1: U\$\$						\$547.83
EQUIPOS DE TRABAJO						
	Estación Total	UND	3.00	0.80	\$75.00	\$180.00
	Equipos electrónicos	UND	24.00	1.00	\$1.00	\$24.00
	Equipos de comunicación	UND	10.00	1.00	\$0.80	\$8.00
	Movilidad	UND	6.00	1.00	\$100.00	\$600.00
PARCIAL 2: U\$\$						\$812.00
MATERIALES DE OFICINA						
	Materiales de oficina	GLB	1.00	5.00%	\$67.99	\$67.99
PARCIAL 3: U\$\$						\$67.99
TOTAL PARCIALES U\$\$:						\$1,427.82

PARTIDA:		EXPEDIENTE AS BUILT (EXPEDIENTE FINAL DE OBRA)					
	3.00						
	3.01						
Rendimiento		Glb/Dias	MO: 8.00	EQ: 8.00	Costo Total por: Glb		\$45,559.44
Actividad total			Cant/Dias	90.00			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U. U\$\$	PARCIAL U\$\$	
MANO DE OBRA							
201800001	Gerente de Ingeniería	HH	1.00	1.00	\$22.59	\$22.59	
201800005	Ingeniero Civil	HH	1.00	0.45	\$16.71	\$7.52	
201800006	Ingeniero Mecánico	HH	1.00	0.45	\$16.71	\$7.52	
201800007	Ingeniero Eléctrico	HH	1.00	0.35	\$16.71	\$5.85	
201800008	Ingeniero Electrónico	HH	1.00	0.35	\$15.45	\$5.41	
201800010	Coordinador de proyecto	HH	1.00	0.35	\$13.35	\$4.67	
201800011	Administrador de proyecto	HH	1.00	0.55	\$11.55	\$6.35	
201800012	Asistente de Ingeniería	HH	4.00	0.40	\$9.35	\$14.96	
201800017	Cadista	HH	4.00	1.00	\$7.35	\$29.40	
201800018	Topografo	HH	1.00	0.35	\$7.96	\$2.79	
201800019	Ayudante de topografía	HH	2.00	0.35	\$5.67	\$3.97	
201800020	Ayudante mecánico	HH	2.00	0.35	\$5.91	\$4.14	
201800021	Ayudante civil	HH	2.00	0.35	\$5.91	\$4.14	
201800022	Ayudante eléctrico	HH	1.00	0.35	\$5.25	\$1.84	
201800024	Peon	HH	8.00	0.55	\$4.71	\$20.72	
PARCIAL 1: U\$\$						\$141.86	
EQUIPOS DE TRABAJO							
	Estación Total	UND	1.00	0.35	\$75.00	\$26.25	
	Equipos electrónicos	UND	10.00	1.00	\$1.00	\$10.00	
	Equipos de comunicación	UND	5.00	1.00	\$0.80	\$4.00	
	Movilidad	UND	3.00	1.00	\$100.00	\$300.00	
PARCIAL 2: U\$\$						\$340.25	
MATERIALES DE OFICINA							
	Materiales de oficina	GLB	1.00	5.00%	\$24.11	\$24.11	
PARCIAL 3: U\$\$						\$24.11	
TOTAL PARCIALES U\$\$:						\$506.22	

PRESUPUESTO DE PROCURA DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL PROYECTO**PROYECTO:** SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA FINES DE IRRIGACIÓN CON ENERGÍA AUTOGENERADA**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHINGAS - PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	MATERIALES CIVILES	GLB	1.00	\$4,515,118.28	\$4,515,118.28	S/. 14,945,041.50	S/. 14,945,041.50
2	MATERIALES MECÁNICAS	GLB	1.00	\$3,280,103.35	\$3,280,103.35	S/. 10,857,142.09	S/. 10,857,142.09
3	MATERIALES ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN	GLB	1.00	\$1,183,780.00	\$1,183,780.00	S/. 3,918,311.80	S/. 3,918,311.80
COSTO DIRECTO DE PROCURA					\$8,979,001.63		S/. 29,720,495.38
COSTO INDIRECTO DE PROCURA			10%		\$897,900.16		S/. 2,972,049.54
COSTO TOTAL POR PROCURA DE MATERIALES					\$9,876,901.79		S/. 32,692,544.92

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.00	MATERIALES CIVILES				\$4,515,118.28
1.01	Captación de agua o bocatoma				
1.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	12.60	\$205.00	\$2,583.00
1.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4$ "	kg.	1,110.00	\$2.27	\$2,519.70
1.01.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	869.55	\$2.27	\$1,973.88
1.01.04	Alambre dulce N° 16	kg.	60.00	\$1.91	\$114.60
1.02	Desarenadores				
1.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	14.25	\$205.00	\$2,921.25
1.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	482.00	\$2.27	\$1,094.14
1.02.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	904.54	\$2.27	\$2,053.31
1.02.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1$ "	kg.	55.62	\$2.27	\$126.26
1.02.05	Alambre dulce N° 16	kg.	72.15	\$1.91	\$137.81
1.03	Canal de conducción				
1.03.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	5,326.50	\$205.00	\$1,091,932.50
1.03.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	257,956.25	\$2.27	\$585,560.69
1.03.03	Alambre dulce N° 16	kg.	12,897.81	\$1.91	\$24,634.82
1.04	Cámara de carga				
1.04.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	25.60	\$205.00	\$5,248.00
1.04.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	2,479.73	\$2.27	\$5,628.99
1.04.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	56.35	\$2.27	\$127.91
1.04.04	Alambre dulce N° 16	kg.	80.30	\$1.91	\$153.37
1.05	Pedestales para tubería de presión				
1.05.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	23.50	\$185.00	\$4,347.50
1.05.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	977.76	\$2.27	\$2,219.52
1.05.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4$ "	kg.	333.60	\$2.27	\$757.27
1.05.04	Alambre dulce N° 16	kg.	56.57	\$1.91	\$108.05
1.06	Casa de máquinas o casa de fuerza				
1.06.01	Base de concreto para turbina				
1.06.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	6.54	\$205.00	\$1,340.70
1.06.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4$ "	kg.	160.92	\$2.27	\$365.29
1.06.01.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	69.84	\$2.27	\$158.54
1.06.01.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4$ "	kg.	16.53	\$2.27	\$37.52
1.06.01.05	Alambre dulce N° 16	kg.	12.37	\$1.91	\$23.63
1.06.02	Cimentación de muros				
1.06.02.01	Concreto 210 kg/cm2 + 30% de piedra grande < 8"	m3.	9.00	\$170.00	\$1,530.00
1.06.03	Losa de concreto				
1.06.03.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	10.00	\$205.00	\$2,050.00
1.06.03.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	69.84	\$2.27	\$158.54
1.06.03.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	363.31	\$2.27	\$824.71
1.06.03.04	Alambre dulce N° 16	kg.	21.66	\$1.91	\$41.37
1.06.04	Sobrecimiento				
1.06.04.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	0.83	\$185.00	\$153.55
1.06.04.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/8$ "	kg.	125.88	\$2.27	\$285.75
1.06.04.03	Alambre dulce N° 16	kg.	6.29	\$1.91	\$12.01
1.06.05	Zapatas y columnas				
1.06.05.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	1.50	\$185.00	\$277.50
1.06.05.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	325.92	\$2.27	\$739.84
1.06.05.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/8$ "	kg.	93.28	\$2.27	\$211.75
1.06.05.04	Alambre dulce N° 16	kg.	18.96	\$1.91	\$36.21
1.06.06	Muro de casa de máquinas				
1.06.06.01	Ladrillos kinkong, 18H, 0.09 m x 0.13 m x 0.24 m	und.	3,600.00	\$0.58	\$2,088.00
1.06.06.02	Cemento tipo V	bls.	160.00	\$13.52	\$2,163.20
1.06.06.03	Arena gruesa	m3.	21.74	\$25.37	\$551.54
1.06.07	Vigas				
1.06.07.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	3.00	\$185.00	\$555.00
1.06.07.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	274.64	\$2.27	\$623.43
1.06.07.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/8$ "	kg.	90.45	\$2.27	\$205.32
1.06.07.04	Alambre dulce N° 16	kg.	13.73	\$1.91	\$26.22
1.07	Canal de descarga				
1.07.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	47.70	\$185.00	\$8,824.50
1.07.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	2,962.12	\$2.27	\$6,724.01
1.07.03	Alambre dulce N° 16	kg.	148.11	\$1.91	\$282.89
1.08	Presas de agua N° 01				
1.08.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.08.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4$ "	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.08.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	49,359.84	\$2.27	\$112,046.84
1.08.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.08.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.08.06	Alambre dulce N° 16	kg.	2,771.69	\$1.91	\$5,293.93
1.09	Patio de bombas N° 01				
1.09.01	Losa de concreto				
1.09.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$81.72
1.09.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,129.12	\$2.27	\$5,976.62
1.09.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$430.27
1.09.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.09.02	Base de bomba				
1.09.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.09.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.09.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.09.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	50.00	\$12.00	\$600.00
1.10	Presa de agua N° 02				
1.10.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.10.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17
1.10.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	45,539.84	\$2.27	\$103,375.44
1.10.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.10.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.10.06	Alambre dulce N° 16	kg.	27,771.69	\$1.91	\$53,043.93
1.11	Patio de bombas N° 02				
1.11.01	Losa de concreto				
1.11.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.11.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.11.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.11.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.11.02	Base de bomba				
1.11.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.11.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.11.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.11.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	50.00	\$12.00	\$600.00
1.12	Presa de agua N° 03				
1.12.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	1,377.30	\$205.00	\$282,346.50
1.12.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	11,554.95	\$2.27	\$26,229.74
1.12.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	129,993.30	\$2.27	\$295,084.79
1.12.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,256.00	\$2.27	\$7,391.12
1.12.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	675.99	\$2.27	\$1,534.50
1.12.06	Alambre dulce N° 16	kg.	7,274.01	\$1.91	\$13,893.36
1.13	Patio de bombas N° 03				
1.13.01	Losa de concreto				
1.13.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.13.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.13.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.13.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.13.02	Base de bomba				
1.13.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.13.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.13.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.13.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	50.00	\$12.00	\$600.00
1.14	Presa de agua N° 04				
1.14.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	1,377.30	\$205.00	\$282,346.50
1.14.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	11,554.95	\$2.27	\$26,229.74
1.14.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	129,993.30	\$2.27	\$295,084.79
1.14.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,256.00	\$2.27	\$7,391.12
1.14.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	675.99	\$2.27	\$1,534.50
1.14.06	Alambre dulce N° 16	kg.	7,274.01	\$1.91	\$13,893.36
1.15	Patio de bombas N° 04				
1.15.01	Losa de concreto				
1.15.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.15.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.15.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.15.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	60.00	\$2.75	\$165.00
1.15.02	Base de bomba				

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$\$	P. PARCIAL U\$\$
1.15.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.15.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.15.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.15.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	30.00	\$12.00	\$360.00
1.16	Presa de agua N° 05				
1.16.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.16.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17
1.16.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	45,539.84	\$2.27	\$103,375.44
1.16.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.16.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.16.06	Alambre dulce N° 16	kg.	27,771.69	\$1.91	\$53,043.93
1.17	Patio de bombas N° 05				
1.17.01	Losa de concreto				
1.17.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.17.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.17.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.17.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.17.02	Base de bomba				
1.17.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	2.40	\$205.00	\$492.00
1.17.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	122.26	\$2.27	\$277.53
1.17.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	6.11	\$1.91	\$11.67
1.17.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	30.00	\$12.00	\$360.00
1.18	Pedestales de concreto - Tramo 1				
1.18.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	108.21	\$205.00	\$22,183.05
1.18.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	4,066.88	\$2.27	\$9,231.82
1.18.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	394.76	\$2.27	\$896.11
1.18.04	Alambre dulce N° 16	kg.	223.09	\$1.91	\$426.10
1.19	Pedestales de concreto - Tramo 2				
1.19.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	325.76	\$205.00	\$66,780.80
1.19.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	12,243.60	\$2.27	\$27,792.97
1.19.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,188.45	\$2.27	\$2,697.78
1.19.04	Alambre dulce N° 16	kg.	671.61	\$1.91	\$1,282.78
1.20	Pedestales de concreto - Tramo 3				
1.20.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	364.00	\$205.00	\$74,620.00
1.20.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	13,718.56	\$2.27	\$31,141.13
1.20.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,331.62	\$2.27	\$3,022.78
1.20.04	Alambre dulce N° 16	kg.	752.51	\$1.91	\$1,437.29
1.21	Pedestales de concreto - Tramo 4				
1.21.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	327.66	\$205.00	\$67,170.30
1.21.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	12,315.20	\$2.27	\$27,955.50
1.21.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,195.40	\$2.27	\$2,713.56
1.21.04	Alambre dulce N° 16	kg.	675.53	\$1.91	\$1,290.26
1.22	Pedestales de concreto - Tramo 5				
1.22.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	355.85	\$205.00	\$72,949.25
1.22.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	13,374.88	\$2.27	\$30,360.98
1.22.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,298.26	\$2.27	\$2,947.05
1.22.04	Alambre dulce N° 16	kg.	733.66	\$1.91	\$1,401.29
1.23	Presa de agua N° 06				
1.23.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.23.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17
1.23.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	49,539.84	\$2.27	\$112,455.44
1.23.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.23.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.23.06	Alambre dulce N° 16	kg.	2,771.69	\$1.91	\$5,293.93
1.24	Transporte de materiales civiles a obra	glb.	1.00	\$65,000.00	\$65,000.00
2.00	EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS				\$3,280,103.35
2.01	Turbina hidráulica	und.	2.00	\$60,000.00	\$120,000.00
2.02	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-275-X3-A, 55.6 l/s, 336.8m.	und.	5.00	\$79,680.00	\$398,400.00
2.03	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.04	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-275-X3-A, 40.9 l/s, 430.7m.	und.	5.00	\$83,650.00	\$418,250.00
2.05	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.06	Electrobomba de caja partida CPSM 6X5-250-A, 38.2 l/s, 468.3m.	und.	3.00	\$65,400.00	\$196,200.00
2.07	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.08	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-276-A, 57.4 l/s, 190.9m.	und.	5.00	\$50,040.00	\$250,200.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.09	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.10	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-275-X3-A, 65.9 l/s, 345.7m.	und.	5.00	\$83,680.00	\$418,400.00
2.11	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.12	Válvula check o de pie de ø10", 150 Psi.	und.	1.00	\$835.77	\$835.77
2.13	Válvula check o de pie de ø12", 150 Psi.	und.	1.00	\$1,157.21	\$1,157.21
2.14	Válvula check o de pie de ø16", 150 Psi.	und.	1.00	\$2,236.97	\$2,236.97
2.15	Válvula check o de pie de ø22", 150 Psi.	und.	1.00	\$2,501.29	\$2,501.29
2.16	Válvula check o de pie de ø24", 150 Psi.	und.	1.00	\$2,784.23	\$2,784.23
2.17	Válvula check de ø8", 150 Psi.	und.	16.00	\$626.24	\$10,019.84
2.18	Válvula check de ø10", 150 Psi.	und.	5.00	\$841.03	\$4,205.15
2.19	Válvula de compuerta de ø10", 150 Psi.	und.	6.00	\$930.28	\$5,581.68
2.20	Válvula de compuerta de ø12", 150 Psi.	und.	6.00	\$1,225.26	\$7,351.56
2.21	Válvula de compuerta de ø14", 150 Psi.	und.	30.00	\$1,685.13	\$50,553.90
2.22	Filtro de agua tipo canasta ø8"	und.	3.00	\$1,045.71	\$3,137.13
2.23	Filtro de agua tipo canasta ø10"	und.	3.00	\$1,385.18	\$4,155.54
2.24	Filtro de agua tipo canasta ø12"	und.	15.00	\$1,676.26	\$25,143.90
2.25	Tubería de acero al carbono ø24" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	6.00	\$3,250.00	\$19,500.00
2.26	Tubería de acero al carbono ø22" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	6.00	\$1,329.39	\$7,976.34
2.27	Tubería de acero al carbono ø16" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	392.00	\$838.24	\$328,590.08
2.28	Tubería de acero al carbono ø14" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	796.00	\$548.00	\$436,208.00
2.29	Tubería de acero al carbono ø12" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	10.00	\$491.43	\$4,914.30
2.30	Tubería de acero al carbono ø10" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	12.00	\$353.50	\$4,242.00
2.31	Tubería de acero al carbono ø8" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	1,235.00	\$234.49	\$289,595.15
2.32	Codo 90° RL, acero al carbono ø24" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$245.00	\$245.00
2.33	Codo 90° RL, acero al carbono ø22" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$145.00	\$145.00
2.34	Codo 90° RL, acero al carbono ø16" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$138.00	\$138.00
2.35	Codo 90° RL, acero al carbono ø14" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	4.00	\$112.00	\$448.00
2.36	Codo 90° RL, acero al carbono ø12" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	12.00	\$101.56	\$1,218.72
2.37	Codo 90° RL, acero al carbono ø10" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	6.00	\$94.32	\$565.92
2.38	Codo 90° RL, acero al carbono ø8" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	24.00	\$82.46	\$1,979.04
2.39	Codo 45° RL, acero al carbono ø16" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	22.00	\$95.18	\$2,093.96
2.40	Codo 45° RL, acero al carbono ø14" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	45.00	\$86.12	\$3,875.40
2.41	Codo 45° RL, acero al carbono ø12" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	6.00	\$74.59	\$447.54
2.42	Codo 45° RL, acero al carbono ø10" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	6.00	\$68.26	\$409.56
2.43	Codo 45° RL, acero al carbono ø8" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	106.00	\$60.08	\$6,368.48
2.44	Tee 24"x24", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$98.21	\$98.21
2.45	Tee 22"x22", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$90.53	\$90.53
2.46	Tee 16"x16", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	2.00	\$60.71	\$121.42
2.47	Tee 14"x14", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	2.00	\$53.16	\$106.32
2.48	Tee 12"x12", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$46.03	\$46.03
2.49	Tee 10"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	2.00	\$35.26	\$70.52
2.50	Tee 8"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	8.00	\$30.51	\$244.08
2.51	Tee red. 24"x20", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	5.00	\$125.34	\$626.70
2.52	Tee red. 22"x20", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	5.00	\$109.13	\$545.65
2.53	Tee red. 16"x14", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	15.00	\$84.26	\$1,263.90
2.54	Tee red. 14"x12", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	5.00	\$72.19	\$360.95
2.55	Tee red. 12"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	3.00	\$59.26	\$177.78
2.56	Tee red. 10"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	3.00	\$38.51	\$115.53
2.57	Reducción conc. 22"x20", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	2.00	\$98.37	\$196.74
2.58	Reducción conc. 20"x16", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	10.00	\$89.43	\$894.30
2.59	Reducción conc. 16"x14", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	15.00	\$75.86	\$1,137.90
2.60	Reducción conc. 14"x12", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	10.00	\$66.72	\$667.20
2.61	Reducción conc. 12"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	3.00	\$59.23	\$177.69
2.62	Reducción conc. 10"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	3.00	\$52.17	\$156.51
2.63	Reducción exc. 14"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	15.00	\$75.14	\$1,127.10
2.64	Reducción exc. 12"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	5.00	\$49.25	\$246.25
2.65	Reducción exc. 10"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	5.00	\$43.49	\$217.45
2.66	Brida welding neck ø24" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	3.00	\$67.35	\$202.05
2.67	Brida welding neck ø22" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	3.00	\$55.05	\$165.15
2.68	Brida welding neck ø16" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	64.00	\$46.71	\$2,989.44
2.69	Brida welding neck ø14" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	164.00	\$43.16	\$7,078.24
2.70	Brida welding neck ø12" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	34.00	\$37.75	\$1,283.50
2.71	Brida welding neck ø10" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	15.00	\$32.49	\$487.35
2.72	Brida welding neck ø8" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	312.00	\$25.61	\$7,990.32
2.73	Brida ciega de ø24", ASTM A-105,	und.	2.00	\$65.05	\$130.10

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$\$	P. PARCIAL U\$\$
2.74	Brida ciega de ø22", ASTM A-105,	und.	3.00	\$54.06	\$162.18
2.75	Brida ciega de ø16", ASTM A-105,	und.	4.00	\$44.64	\$178.56
2.76	Brida ciega de ø14", ASTM A-105,	und.	4.00	\$38.14	\$152.56
2.77	Brida ciega de ø12", ASTM A-105,	und.	6.00	\$30.15	\$180.90
2.78	Brida ciega de ø10", ASTM A-105,	und.	2.00	\$26.29	\$52.58
2.79	Brida ciega de ø8", ASTM A-105,	und.	16.00	\$21.34	\$341.44
2.80	Brida Slip On de ø14", ASTM A-105, clase 150	und.	10.00	\$68.56	\$685.60
2.81	Brida Slip On de ø12", ASTM A-105, clase 150	und.	6.00	\$45.67	\$274.02
2.82	Brida Slip On de ø10", ASTM A-105, clase 150	und.	4.00	\$36.84	\$147.36
2.83	Brida Slip On de ø8", ASTM A-105, clase 150	und.	102.00	\$27.51	\$2,806.02
2.84	Viga H de 8" x 13.5 lb/cm2, WF, ASTM A-36	und.	21.00	\$396.29	\$8,322.09
2.85	Viga H de 6" x 11.5 lb/cm2, WF, ASTM A-36	und.	40.00	\$314.53	\$12,581.20
2.86	Viga H de 4" x 9.5 lb/cm2, WF, ASTM A-36	und.	91.00	\$218.27	\$19,862.57
2.87	Tubo rectangular de acero estructural ASTM A-36, 4" x 6"	und.	26.00	\$95.26	\$2,476.76
2.88	Tubo rectangular de acero estructural ASTM A-36, 4"	und.	30.00	\$76.42	\$2,292.60
2.89	Tubo de acero LAC, negro, de ø2"	und.	165.00	\$22.00	\$3,630.00
2.90	Tubo de acero LAC, negro, de ø1.1/2"	und.	237.00	\$18.59	\$4,405.83
2.91	Plancha estriada ASTM A-36, 1.2m x 2.4m x 1/4"	und.	12.00	\$75.68	\$908.16
2.92	Plancha estriada ASTM A-36, 1.2m x 2.4m x 3/16"	und.	26.00	\$62.38	\$1,621.88
2.93	Barra redonda lisa, ASTM A-36, ø5/8" x 6m.	und.	61.00	\$15.27	\$931.47
2.94	Transporte de materiales electromecánicos	glb.	1.00	\$145,000.00	\$145,000.00
3.00	MATERIALES ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN				\$1,183,780.00
3.01	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (55.6 l/s)	und.	5.00	\$24,160.00	\$120,800.00
3.02	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (40.9 l/s)	und.	5.00	\$38,450.00	\$192,250.00
3.03	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (38.2 l/s)	und.	3.00	\$34,200.00	\$102,600.00
3.04	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (57.4 l/s)	und.	5.00	\$23,940.00	\$119,700.00
3.05	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (65.9 l/s)	und.	9.00	\$38,360.00	\$345,240.00
3.06	Generador eléctrico	und.	2.00	\$25,500.00	\$51,000.00
3.07	Tablero eléctrico	und.	2.00	\$2,450.00	\$4,900.00
3.08	Transformador	und.	1.00	\$5,000.00	\$5,000.00
3.09	Cable de cobre unipolar, tipo NYY, 2x(3-1x150mm2 + 1x25mm2 (T))	m.	6,500.00	\$22.64	\$147,160.00
3.10	Cable de cobre unipolar, tipo N2XOH, (2-1x2.5mm2 + 1x25mm2 (T))	m.	9,000.00	\$10.57	\$95,130.00

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA FINES DE IRRIGACIÓN CON ENERGÍA AUTOGENERADA

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHINGAS - PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	CONSTRUCCIÓN DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA	GLB	1.00	\$2,199,688.93	\$2,199,688.93	S/. 7,280,970.37	S/. 7,280,970.37
2	CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO	GLB	1.00	\$2,266,762.16	\$2,266,762.16	S/. 7,502,982.74	S/. 7,502,982.74
3	CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO	GLB	1.00	\$1,013,131.52	\$1,013,131.52	S/. 3,353,465.33	S/. 3,353,465.33
COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN					\$5,479,582.61		S/. 18,137,418.45
COSTO INDIRECTO DE CONSTRUCCIÓN			12%		\$657,549.91		S/. 2,176,490.21
UTILIDAD POR CONSTRUCCIÓN			10%		\$547,958.26		S/. 1,813,741.84
COSTO TOTAL POR CONSTRUCCIÓN					\$6,685,090.79		S/. 22,127,650.51

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.00	CONSTRUCCIÓN DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA				\$2,199,688.93
1.01	Obras provisionales				
1.01.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	glb.	1.00	\$30,000.00	\$30,000.00
1.01.02	Movilización y desmovilización de personal	glb.	1.00	\$25,000.00	\$25,000.00
1.01.03	Movilización y desmovilización de instalaciones temporales (oficina, almacenes, baños portátiles).	glb.	1.00	\$15,000.00	\$15,000.00
1.01.04	Instalación de oficinas, almacenes y baños portátiles temporales	glb.	1.00	\$4,350.00	\$4,350.00
1.01.05	Intalación de cerco temporal para campamento	glb.	1.00	\$3,200.00	\$3,200.00
1.01.06	Instalación de grupo electrógeno	glb.	1.00	\$5,000.00	\$5,000.00
1.01.07	Implementos de seguridad (EPP)	glb.	1.00	\$60,000.00	\$60,000.00
1.01.08	Seguro complementario de trabajo y Riesgo SCTR	glb.	1.00	\$68,000.00	\$68,000.00
1.01.09	Exámen médico ocupacional (EMO)	glb.	1.00	\$65,000.00	\$65,000.00
1.02	Obras preliminares				
1.02.01	Limpieza de malesas en todas las líneas de trabajo definidos	m2.	5,689.00	\$1.95	\$11,093.55
1.02.02	Movimiento de terreno para instalaciones temporales (campamento)	m3.	536.00	\$18.94	\$10,151.84
1.02.03	Movimiento de terrenopara vías de acceso a frentes de trabajos	m3.	1,560.00	\$18.94	\$29,546.40
1.02.04	Limpieza de rivera de río y desvío de agua para liberar área de trabajo	glb.	1.00	\$6,820.00	\$6,820.00
1.02.05	Riego constante para migración de polvos	kg.	869.53	\$58.23	\$50,632.73
1.03	Bocatoma o captación de agua				
1.03.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	66.23	\$3.51	\$232.47
1.03.02	Excavación de roca dura	m3.	26.00	\$42.59	\$1,107.34
1.03.03	Excavación de terreno natural	m3.	41.00	\$20.42	\$837.22
1.03.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	28.00	\$0.75	\$21.00
1.03.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	19.00	\$1.15	\$21.85
1.03.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	19.00	\$15.66	\$297.54
1.03.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg.	1,979.90	\$0.68	\$1,346.33
1.03.08	Vaciado de concreto ciclopeo F'c = 210 kg/cm2 + 25 % PM, zapata	m3.	2.56	\$41.53	\$106.32
1.03.09	Encofrado con paneles para platea de cimentación	m2.	4.58	\$11.23	\$51.43
1.03.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, platea de cimentación	m3.	4.24	\$56.51	\$239.60
1.03.11	Desencofrado de paneles de platea de cimentación	m2.	4.58	\$7.39	\$33.85
1.03.12	Encofrado con paneles para muro de contención de bocatoma	m2.	32.00	\$11.23	\$359.36
1.03.13	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro (cara vista)	m3.	5.80	\$56.51	\$327.76
1.03.14	Desencofrado de paneles de platea de contención de bocatoma	m2.	32.00	\$7.19	\$230.08
1.04	Desarenadores				
1.04.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	300.00	\$3.51	\$1,053.00
1.04.02	Excavación de roca dura	m3.	6.00	\$42.59	\$255.54
1.04.03	Excavación de terreno natural	m3.	15.00	\$20.42	\$306.30
1.04.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	45.00	\$0.75	\$33.75
1.04.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	45.00	\$1.15	\$51.75
1.04.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	0.75	\$15.66	\$11.75
1.04.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso canal	kg.	1,442.25	\$0.68	\$980.73
1.04.08	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, piso de canal	m3.	3.75	\$56.51	\$211.91
1.04.09	Encofrado con paneles para paredes laterales de desarenador	m2.	80.00	\$11.23	\$898.40
1.04.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro (cara vista)	m3.	10.50	\$10.00	\$105.00
1.04.11	Desencofrado de paneles de paredes laterales	m2.	80.00	\$7.19	\$575.20
1.05	Canal de conducción				
1.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	28,000.00	\$3.51	\$98,280.00
1.05.02	Excavación de roca dura	m3.	1,050.00	\$42.59	\$44,719.50
1.05.03	Excavación de terreno natural	m3.	24,075.00	\$20.42	\$491,611.50
1.05.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	45,250.00	\$0.75	\$33,937.50
1.05.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	16,750.00	\$1.15	\$19,262.50
1.05.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	837.50	\$15.66	\$13,115.25
1.05.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso canal	kg.	263,282.75	\$0.68	\$179,032.27
1.05.08	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, piso de canal	m3.	2,512.50	\$56.51	\$141,981.38
1.05.09	Encofrado con paneles para paredes laterales de desarenador	m2.	20,100.00	\$11.23	\$225,723.00
1.05.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro (cara vista)	m3.	5,814.00	\$56.51	\$328,549.14
1.05.11	Desencofrado de paneles de paredes laterales	m2.	20,100.00	\$7.19	\$144,519.00
1.06	Cámara de carga				
1.06.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	79.00	\$3.51	\$277.29
1.06.02	Excavación de roca dura	m3.	1.50	\$42.59	\$63.89
1.06.03	Excavación de terreno natural	m3.	24.10	\$20.42	\$492.12
1.06.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	31.26	\$0.75	\$23.45
1.06.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	16.85	\$1.15	\$19.38
1.06.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	0.83	\$15.66	\$13.00
1.06.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa	kg.	1,108.48	\$0.68	\$753.77
1.06.08	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, losa de cámara	m3.	6.15	\$41.53	\$255.41
1.06.09	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, paredes	kg.	1,260.00	\$0.68	\$856.80
1.06.10	Encofrado con paneles para paredes laterales de cámara de carga	m2.	36.00	\$11.23	\$404.28
1.06.11	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, paredes laterales (cara vista)	m3.	13.00	\$56.51	\$734.63

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.06.12	Desencofrado con paneles de paredes laterales	m2.	36.00	\$7.19	\$258.84
1.06.13	Encofrado con paneles para techo aligerado de cámara de carga	m2.	22.00	\$11.23	\$247.06
1.06.14	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, aligerado	kg.	127.60	\$0.68	\$86.77
1.06.15	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, techo aligerado	m3.	6.45	\$56.51	\$364.49
1.06.16	Desencofrado de paneles de techo aligerado	m2.	22.00	\$7.19	\$158.18
1.07	Pedestales para tubería de presión				
1.07.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	70.00	\$3.51	\$245.70
1.07.02	Excavación de terreno para pedestales	m3.	5.60	\$20.42	\$114.35
1.07.03	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	34.20	\$0.75	\$25.65
1.07.04	Compactado con equipo compactadora	m2.	9.00	\$1.15	\$10.35
1.07.05	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	9.00	\$15.66	\$140.94
1.07.06	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, zapata/ped.	kg.	1,311.36	\$0.68	\$891.72
1.07.07	Vaciado de concreto, F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	3.60	\$41.53	\$149.51
1.07.08	Encofrado con paneles para pedestales de tubería de presión	m2.	3.45	\$11.23	\$38.74
1.07.09	Vaciado de concreto, F'c = 210 kg/cm2, pedestales	m3.	17.90	\$56.51	\$1,011.53
1.07.10	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	3.45	\$7.19	\$24.81
1.08	Casa de máquinas o casa de fuerza				
1.08.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	105.00	\$3.51	\$368.55
	1.08.02 Cimentación de turbina hidráulica				
1.08.02.01	Excavación de terreno para cimentación de turbinas	m3.	5.50	\$20.42	\$112.31
1.08.02.02	Perfilado de terreno	m2.	7.80	\$0.75	\$5.85
1.08.02.03	Compactado con equipo compactadora. Cimiento de turbina	m2.	1.50	\$1.15	\$1.73
1.08.02.04	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, turbina	kg.	252.23	\$0.68	\$171.52
1.08.02.05	Encofrado con paneles, cimentación turbina	m2.	14.30	\$11.23	\$160.59
1.08.02.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, cimentación turbina	m3.	2.89	\$56.51	\$163.31
1.08.02.07	Desencofrado de paneles, cimentación de turbina	m2.	14.30	\$7.19	\$102.82
	1.08.03 Cimentación y construcción de muro				
1.08.03.01	Excavación de terreno para cimentación de muro y zapatas	m3.	31.50	\$20.42	\$643.23
1.08.03.02	Perfilado de excavación para zapata	m2.	12.00	\$0.75	\$9.00
1.08.03.03	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	14.40	\$15.66	\$225.50
1.08.03.04	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 zap/column.	kg.	645.52	\$0.68	\$438.95
1.08.03.05	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 viga ciment.	kg.	287.77	\$0.68	\$195.68
1.08.03.06	Vaciado de concreto ciclopeo F'c = 210 kg/cm2 + 30 % PM. Cim. Corrido	m3.	12.00	\$41.53	\$498.36
1.08.03.07	Encofrado de paneles para sobrecimiento de muro	m2.	5.25	\$11.23	\$58.96
1.08.03.08	Vaciado de concreto, F'y = 210 kg/cm2, sobrecimiento de muro	m3.	0.83	\$56.51	\$46.90
1.08.03.09	Desencofrado de paneles de sobrecimiento	m2.	5.25	\$7.19	\$37.75
1.08.03.10	Nivelación y compactado de terreno para losa de casa de máquinas	m2.	250.00	\$1.15	\$287.50
1.08.03.11	Asentado de ladrillo king kong de 18 huecos	m2.	413.79	\$2.58	\$1,067.58
1.08.03.12	Encofrado con paneles para columnas	m2.	10.00	\$11.23	\$112.30
1.08.03.13	Vaciado de concreto, F'y = 210 kg/cm2, columnas	m3.	4.50	\$56.51	\$254.30
1.08.03.14	Desencofrado de paneles de columnas	m2.	10.00	\$7.19	\$71.90
1.08.03.15	Encofrado de paneles para viga de carga	m2.	12.60	\$11.23	\$141.50
1.08.03.16	Armado e instalación de acero de refuerzo, fy = 4200 kg/cm2, viga de carga	kg.	182.35	\$0.68	\$124.00
1.08.03.17	Vaciado de concreto, F'c = 210 kg/cm2, viga de carga	m3.	2.53	\$56.51	\$142.97
1.08.03.18	Desencofrado de paneles de viga de carga	m2.	12.60	\$7.19	\$90.59
1.08.03.19	Tarrajeo de muro interior y exterior, con mortero con 1:5	m2.	827.58	\$2.30	\$1,903.43
	1.08.04 Fabricación de estructuras metálicas y tubería de presión				
1.08.04.01	Habilitado, armado y soldeo de estructuras metálicas (tijerales)	kg.	545.63	\$1.13	\$616.56
1.08.04.02	Habilitado, armado y soldeo de estructuras metálicas (viga central)	kg.	695.56	\$1.13	\$785.98
1.08.04.03	Habilitado, armado y soldeo de viga perimetral	kg.	421.03	\$1.13	\$475.76
1.08.04.04	Habilitado, armado y soldeo de vigas secundarias	kg.	305.68	\$1.13	\$345.42
1.08.04.05	Habilitado, armado y soldeo de correas y templadores	kg.	282.35	\$1.13	\$319.06
1.08.04.06	Habilitado, armado y soldeo de puertas de control de caudal	kg.	356.51	\$1.13	\$402.86
1.08.04.07	Habilitado, armado y soldeo de tubería de presión	kg.	6,450.00	\$1.13	\$7,288.50
1.08.04.08	Arenado de estructuras metálicas fabricados	m2.	188.56	\$0.45	\$84.85
1.08.04.09	Pintado de estructuras metálicas fabricadas	m2.	188.56	\$0.64	\$120.68
	1.08.05 Instalación de estructura y cobertura de techo				
1.08.05.01	Instalación de estructura metálicas (vigas perimetrales)	kg.	421.03	\$0.95	\$399.98
1.08.05.02	Instalación de estructura metálicas (Tijerales)	kg.	545.63	\$0.95	\$518.35
1.08.05.03	Instalación de estructura metálicas (viga central)	kg.	695.56	\$0.95	\$660.78
1.08.05.04	Instalación de estructura metálicas (vigas secundarias)	kg.	305.68	\$0.95	\$290.40
1.08.05.05	Instalación de estructura metálicas (correas y templadores)	kg.	282.35	\$0.95	\$268.23
1.08.05.06	Instalación de cobertura de techo, con paneles TAT de 50mm.	m2.	200.00	\$4.50	\$900.00
1.08.05.07	Instalación de puertas y ventanas	kg.	120.00	\$0.95	\$114.00
1.08.05.08	Instalación de canaleta colector de aguas pluviales	m.	50.00	\$1.98	\$99.00
	1.08.06 Equipos mecánicos y electromecánicos				
1.08.06.01	Instalación de tubería de presión (armado y soldeo en lineal)	kg.	4,450.58	\$0.95	\$4,228.05
1.08.06.02	Ensayo NDT de juntas de soldadura de tubería de presión	glb.	1.00	\$4,800.00	\$4,800.00
1.08.06.03	Pintado de acabado de tubería de presión	m2.	120.56	\$0.64	\$77.16

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.08.06.04	Instalación de tubería hidráulica	und.	2.00	\$3,600.00	\$7,200.00
1.08.06.05	Instalación de tablero eléctrico	und.	2.00	\$340.00	\$680.00
1.08.06.06	Instalación de generador eléctrico	und.	2.00	\$950.00	\$1,900.00
1.08.06.07	Instalación de transformador	und.	2.00	\$400.00	\$800.00
1.08.06.08	Instalación de sistema de puesta a tierra	und.	1.00	\$1,560.00	\$1,560.00
1.08.06.09	Instalación de sub estación eléctrica	und.	2.00	\$6,200.00	\$12,400.00
1.08.06.10	Cableado y conexionado de equipos eléctricos	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
1.08.06.11	Instalación de tomacorrientes y luminarias	glb.	1.00	\$460.00	\$460.00
1.09	Cámara y canal de descarga				
1.09.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	90.00	\$3.51	\$315.90
1.09.02	Excavación de terreno natural	m3.	60.00	\$20.42	\$1,225.20
1.09.03	Nivelación, perfilado y compactado de excavaciones	m2.	142.50	\$1.15	\$163.88
1.09.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso y pared de camara y canal	kg.	2,496.08	\$0.68	\$1,697.33
1.09.05	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, cámara de descarga y canal	m3.	15.07	\$56.51	\$851.61
1.09.06	Encofrado con paneles para muro de cámara y canal de descarga	m2.	80.00	\$11.23	\$898.40
1.09.07	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro de cámara y canal de descarga	m3.	10.53	\$56.51	\$595.05
1.09.08	Desencofrado de paneles de muro de cámara y canal de descarga	m2.	80.00	\$7.19	\$575.20
1.10	Sub estación eléctrica				
1.10.01	Fabricación de estructuras metálicas para sub estación eléctrica	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
1.10.02	Instalación de pórtico metálico	glb.	1.00	\$1,350.00	\$1,350.00
1.10.03	Instalación de torre de alta tensión	glb.	1.00	\$1,800.00	\$1,800.00
1.10.04	Cableado y conexionado de equipos eléctricos en CCHH - SEE	glb.	1.00	\$2,100.00	\$2,100.00
1.10.05	Megado de Cables	glb.	1.00	\$1,500.00	\$1,500.00
1.10.06	Comisionado y pruebas de funcionamiento	glb.	1.00	\$1,900.00	\$1,900.00
1.10.07	Puesta en marcha del servicio	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.00	CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO				\$2,266,762.16
2.01	Estación de bomba N° 01 y tramo N° 01 de tuberías				
2.01.01	Patio de bombas				
2.01.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	450.00	\$3.51	\$1,579.50
2.01.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	45.00	\$20.42	\$918.90
2.01.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	300.00	\$1.15	\$345.00
2.01.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	203.77	\$0.68	\$138.56
2.01.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	9.75	\$11.23	\$109.49
2.01.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	4.00	\$56.51	\$226.04
2.01.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	9.75	\$7.19	\$70.10
2.01.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.01.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.01.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.61	\$2,037.96
2.01.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.01.02	Pedestales para línea de tubería tramo N° 01				
2.01.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	4,285.00	\$3.51	\$15,040.35
2.01.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	61.66	\$20.42	\$1,259.10
2.01.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m3.	103.32	\$15.66	\$1,617.99
2.01.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	4,461.64	\$0.68	\$3,033.92
2.01.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	60.32	\$56.51	\$3,408.68
2.01.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	42.28	\$11.23	\$474.80
2.01.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	47.89	\$56.51	\$2,706.26
2.01.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	42.28	\$7.19	\$303.99
2.01.03	Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería				
2.01.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	4,305.00	\$1.05	\$4,520.25
2.01.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	160.00	\$0.45	\$72.00
2.01.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	160.00	\$0.64	\$102.40
2.01.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	957.60	\$0.48	\$459.65
2.01.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	957.60	\$0.69	\$660.74
2.01.04	Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería				
2.01.04.01	Instalación de electrobombas	und.	5.00	\$350.00	\$1,750.00
2.01.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	550.00	\$0.95	\$522.50
2.01.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	2,305.00	\$0.95	\$2,189.75
2.01.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.01.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 01	kg.	15,000.00	\$0.95	\$14,250.00
2.01.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 01	kg.	80,367.50	\$0.95	\$76,349.13
2.01.04.07	Soldado de juntas de tubería de línea en tramo N° 01	m.	214.67	\$1.23	\$264.04
2.01.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.01.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 01	m2.	957.60	\$0.69	\$660.74
2.01.05	Instalaciones eléctricas				
2.01.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	2,142.50	\$3.51	\$7,520.18
2.01.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.01.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.01.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	4.00	\$3,100.00	\$12,400.00
2.01.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.01.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 01	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.01.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.01.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.01.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.01.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 01	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.02	Estación de bomba N° 02 y tramo N° 02 de tuberías				
2.02.01	Patio de bombas				
2.02.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	450.00	\$3.51	\$1,579.50
2.02.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	90.00	\$20.42	\$1,837.80
2.02.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	300.00	\$1.15	\$345.00
2.02.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	203.77	\$0.68	\$138.56
2.02.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	9.75	\$11.23	\$109.49
2.02.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	4.00	\$56.51	\$226.04
2.02.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	9.75	\$7.19	\$70.10
2.02.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.02.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.02.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.02.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.02.02	Pedestales para línea de tubería tramo N° 02				
2.02.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	14,950.00	\$3.51	\$52,474.50
2.02.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	287.43	\$20.42	\$5,869.32
2.02.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m3.	359.28	\$15.66	\$5,626.32
2.02.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	13,432.05	\$0.68	\$9,133.79
2.02.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	179.64	\$56.51	\$10,151.46
2.02.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	249.50	\$11.23	\$2,801.89
2.02.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	146.12	\$56.51	\$8,257.24
2.02.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	249.50	\$7.19	\$1,793.91
2.02.03	Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería				
2.02.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	14,970.00	\$1.05	\$15,718.50
2.02.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,245.50	\$0.45	\$560.48
2.02.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,245.50	\$0.64	\$797.12
2.02.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	3,827.20	\$0.48	\$1,837.06
2.02.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	3,827.20	\$0.69	\$2,640.77
2.02.04	Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería				
2.02.04.01	Instalación de electrobombas	und.	5.00	\$350.00	\$1,750.00
2.02.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	284.00	\$0.95	\$269.80
2.02.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	2,345.00	\$0.95	\$2,227.75
2.02.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.02.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 02	kg.	14,970.00	\$0.95	\$14,221.50
2.02.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 02	kg.	452,539.00	\$0.65	\$294,150.35
2.02.04.07	Soldo de juntas de tubería de línea en tramo N° 02	m.	829.44	\$1.23	\$1,020.21
2.02.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.02.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 02	m2.	3,827.20	\$0.69	\$2,640.77
2.02.05	Instalaciones eléctricas				
2.02.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	120.00	\$3.51	\$421.20
2.02.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.02.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.02.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	6.00	\$3,100.00	\$18,600.00
2.02.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.02.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 02	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.02.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.02.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.02.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.02.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 02	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.03	Estación de bomba N° 03 y tramo N° 03 de tuberías				
2.03.01	Patio de bombas				
2.03.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	450.00	\$3.51	\$1,579.50
2.03.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	90.00	\$20.42	\$1,837.80
2.03.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	459.72	\$1.15	\$528.68
2.03.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	203.77	\$0.68	\$138.56
2.03.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	9.75	\$11.23	\$109.49
2.03.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	4.00	\$56.51	\$226.04
2.03.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	9.75	\$7.19	\$70.10
2.03.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.03.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.03.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.03.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.03.02 Pedestales para línea de tubería tramo N° 03					
2.03.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	19,150.00	\$3.51	\$67,216.50
2.03.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	275.83	\$20.42	\$5,632.45
2.03.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m2.	459.72	\$15.66	\$7,199.22
2.03.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	15,050.18	\$0.68	\$10,234.12
2.03.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	183.89	\$56.51	\$10,391.62
2.03.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	156.63	\$11.23	\$1,758.95
2.03.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	180.11	\$56.51	\$10,178.02
2.03.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	159.63	\$7.19	\$1,147.74
2.03.03 Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería					
2.03.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	19,155.00	\$1.05	\$20,112.75
2.03.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,659.00	\$0.45	\$746.55
2.03.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,659.00	\$0.64	\$1,061.76
2.03.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	4,289.60	\$0.48	\$2,059.01
2.03.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	4,289.60	\$0.69	\$2,959.82
2.03.04 Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería					
2.03.04.01	Instalación de electrobombas	und.	5.00	\$350.00	\$1,750.00
2.03.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	1,659.00	\$0.95	\$1,576.05
2.03.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	285.60	\$0.95	\$271.32
2.03.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.03.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 03	kg.	19,155.00	\$0.95	\$18,197.25
2.03.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 03	kg.	362,126.50	\$0.95	\$344,020.18
2.03.04.07	Soldo de juntas de tubería de línea en tramo N° 03	m.	714.93	\$1.23	\$879.36
2.03.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.03.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 03	m2.	4,289.60	\$0.69	\$2,959.82
2.03.05 Instalaciones eléctricas					
2.03.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	19,150.00	\$3.51	\$67,216.50
2.03.05.02	Cableado y conexión de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.03.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.03.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	1.00	\$3,100.00	\$3,100.00
2.03.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.03.05.06	Tendido de cables y conexión en tramo N° 03	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.03.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.03.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.03.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.03.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 03	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.04 Estación de bomba N° 04 y tramo N° 04 de tuberías					
2.04.01 Patio de bombas					
2.04.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	320.00	\$3.51	\$1,123.20
2.04.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	65.00	\$20.42	\$1,327.30
2.04.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	250.00	\$1.15	\$287.50
2.04.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	122.26	\$0.68	\$83.14
2.04.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	5.85	\$11.23	\$65.70
2.04.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	2.40	\$56.51	\$135.62
2.04.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	5.85	\$7.19	\$42.06
2.04.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.04.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.04.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.04.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.04.02 Pedestales para línea de tubería tramo N° 04					
2.04.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	17,200.00	\$3.51	\$60,372.00
2.04.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	247.50	\$20.42	\$5,053.95
2.04.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m3.	88.92	\$15.66	\$1,392.49
2.04.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	55,433.67	\$0.68	\$37,694.90
2.04.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	165.17	\$56.51	\$9,333.76
2.04.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	143.38	\$11.23	\$1,610.16
2.04.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	162.49	\$56.51	\$9,182.31
2.04.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	143.38	\$7.19	\$1,030.90
2.04.03 Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería					
2.04.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	17,205.00	\$1.05	\$18,065.25
2.04.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,350.00	\$0.45	\$607.50
2.04.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,350.00	\$0.64	\$864.00
2.04.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	2,373.60	\$0.48	\$1,139.33
2.04.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	2,373.60	\$0.69	\$1,637.78
2.04.04 Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería					
2.04.04.01	Instalación de electrobombas	und.	3.00	\$350.00	\$1,050.00
2.04.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	746.00	\$0.95	\$708.70
2.04.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	1,050.00	\$0.95	\$997.50
2.04.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.04.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 04	kg.	17,205.00	\$0.95	\$16,344.75
2.04.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 04	kg.	146,372.00	\$0.95	\$139,053.40
2.04.04.07	Soldeo de juntas de tubería de línea en tramo N° 04	m.	395.60	\$1.23	\$486.59
2.04.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.04.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 04	m2.	2,373.60	\$0.69	\$1,637.78
2.04.05 Instalaciones eléctricas					
2.04.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	17,200.00	\$3.51	\$60,372.00
2.04.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.04.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.04.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	5.00	\$3,100.00	\$15,500.00
2.04.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.04.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 04	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.04.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.04.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.04.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.04.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 04	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.05 Estación de bomba N° 05 y tramo N° 05 de tuberías					
2.05.01 Patio de bombas					
2.05.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	250.00	\$3.51	\$877.50
2.05.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	65.00	\$20.42	\$1,327.30
2.05.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	280.00	\$1.15	\$322.00
2.05.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	122.26	\$0.68	\$83.14
2.05.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	5.85	\$11.23	\$65.70
2.05.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	2.40	\$56.51	\$135.62
2.05.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	5.85	\$7.19	\$42.06
2.05.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.05.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.05.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.05.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.05.02 Pedestales para línea de tubería tramo N° 05					
2.05.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	18,650.00	\$3.51	\$65,461.50
2.05.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	268.92	\$20.42	\$5,491.35
2.05.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m2.	448.20	\$15.66	\$7,018.81
2.05.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	14,673.14	\$0.68	\$9,977.74
2.05.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	224.10	\$56.51	\$12,663.89
2.05.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	311.25	\$11.23	\$3,495.34
2.05.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	155.50	\$56.51	\$8,787.31
2.05.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	311.25	\$7.19	\$2,237.89
2.05.03 Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería					
2.05.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	18,675.00	\$1.05	\$19,608.75
2.05.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,820.00	\$0.45	\$819.00
2.05.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,820.00	\$0.64	\$1,164.80
2.05.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	3,804.60	\$0.48	\$1,826.21
2.05.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	3,804.60	\$0.69	\$2,625.17
2.05.04 Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería					
2.05.04.01	Instalación de electrobombas	und.	3.00	\$350.00	\$1,050.00
2.05.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	390.00	\$0.95	\$370.50
2.05.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	1,050.00	\$0.95	\$997.50
2.05.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.05.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 05	kg.	18,675.00	\$0.95	\$17,741.25
2.05.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 05	kg.	297,318.30	\$0.95	\$282,452.39
2.05.04.07	Soldeo de juntas de tubería de línea en tramo N° 05	m.	634.10	\$1.23	\$779.94
2.05.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.05.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 05	m2.	3,804.60	\$0.69	\$2,625.17
2.05.05 Instalaciones eléctricas					
2.05.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	18,650.00	\$3.51	\$65,461.50
2.05.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.05.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.05.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	5.00	\$3,100.00	\$15,500.00
2.05.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.05.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 05	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.05.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.05.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.05.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.05.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 05	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
3.00	CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO				\$1,013,131.52
3.01	Construcción de presa de almacenamiento N° 01				
3.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,200.00	\$3.51	\$4,212.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
3.01.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,500.00	\$20.42	\$30,630.00
3.01.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.01.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.01.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.01.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.84	\$15.66	\$811.81
3.01.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,537.60	\$0.68	\$2,405.57
3.01.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.01.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,794.02	\$0.68	\$8,699.93
3.01.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	39.00	\$11.23	\$437.97
3.01.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.01.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	39.00	\$7.19	\$280.41
3.01.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	239.00	\$0.41	\$97.99
3.01.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.01.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.01.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.01.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.01.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	915.00	\$0.41	\$375.15
3.01.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	1,910.00	\$0.64	\$1,222.40
3.01.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 01	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.02	Construcción de presa de almacenamiento N° 02				
3.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,200.00	\$3.51	\$4,212.00
3.02.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,500.00	\$20.42	\$30,630.00
3.02.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.02.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.02.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.02.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.84	\$15.66	\$811.81
3.02.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,537.60	\$0.68	\$2,405.57
3.02.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.02.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,974.02	\$0.68	\$8,822.33
3.02.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	39.00	\$11.23	\$437.97
3.02.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.02.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	39.00	\$7.19	\$280.41
3.02.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	239.00	\$0.41	\$97.99
3.02.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.02.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.02.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.02.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.02.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	915.00	\$0.41	\$375.15
3.02.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	1,910.00	\$0.64	\$1,222.40
3.02.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 02	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.03	Construcción de presa de almacenamiento N° 03				
3.03.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	4,500.00	\$3.51	\$15,795.00
3.03.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	2,900.00	\$20.42	\$59,218.00
3.03.03	Perfilado de corte de talud	m2.	1,325.00	\$0.85	\$1,126.25
3.03.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	4,000.00	\$0.55	\$2,200.00
3.03.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	72.00	\$20.42	\$1,470.24
3.03.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	72.00	\$15.66	\$1,127.52
3.03.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	12,230.84	\$0.68	\$8,316.97
3.03.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	72.00	\$56.51	\$4,068.72
3.03.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	33,312.33	\$0.68	\$22,652.38
3.03.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	78.00	\$11.23	\$875.94
3.03.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	800.00	\$56.51	\$45,208.00
3.03.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	78.00	\$7.19	\$560.82
3.03.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	4,078.00	\$0.41	\$1,671.98
3.03.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	99,936.98	\$0.68	\$67,957.15
3.03.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	2,080.00	\$11.23	\$23,358.40
3.03.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	208.00	\$56.51	\$11,754.08
3.03.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	2,080.00	\$7.23	\$15,038.40
3.03.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	2,092.00	\$0.41	\$857.72
3.03.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	2,892.00	\$0.64	\$1,850.88
3.03.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 03	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.04	Construcción de presa de almacenamiento N° 04				
3.04.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	4,500.00	\$3.51	\$15,795.00
3.04.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	360.00	\$20.42	\$7,351.20
3.04.03	Perfilado de corte de talud	m2.	26.00	\$0.85	\$22.10
3.04.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	4,000.00	\$0.55	\$2,200.00
3.04.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	72.00	\$20.42	\$1,470.24
3.04.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	72.00	\$15.66	\$1,127.52
3.04.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	12,230.94	\$0.68	\$8,317.04

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
3.04.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	72.00	\$56.51	\$4,068.72
3.04.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	33,312.33	\$0.68	\$22,652.38
3.04.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	78.00	\$11.23	\$875.94
3.04.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	800.00	\$56.51	\$45,208.00
3.04.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	78.00	\$7.19	\$560.82
3.04.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	4,078.00	\$0.41	\$1,671.98
3.04.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	99,936.98	\$0.68	\$67,957.15
3.04.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	2,080.00	\$11.23	\$23,358.40
3.04.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	208.00	\$56.51	\$11,754.08
3.04.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	2,080.00	\$7.23	\$15,038.40
3.04.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	2,092.00	\$0.41	\$857.72
3.04.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	2,892.00	\$0.64	\$1,850.88
3.04.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 04	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.05	Construcción de presa de almacenamiento N° 05				
3.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,400.00	\$3.51	\$4,914.00
3.05.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,600.00	\$20.42	\$32,672.00
3.05.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.05.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.05.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.05.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.81	\$15.66	\$811.34
3.05.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,504.48	\$0.68	\$2,383.05
3.05.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.05.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,974.02	\$0.68	\$8,822.33
3.05.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	41.00	\$11.23	\$460.43
3.05.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.05.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	41.00	\$7.19	\$294.79
3.05.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	241.00	\$0.41	\$98.81
3.05.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.05.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.05.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.05.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.05.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	925.00	\$0.41	\$379.25
3.05.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	910.00	\$0.64	\$582.40
3.05.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 05	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.06	Construcción de presa de almacenamiento N° 06				
3.06.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,400.00	\$3.51	\$4,914.00
3.06.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,600.00	\$20.42	\$32,672.00
3.06.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.06.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.06.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.06.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.84	\$15.66	\$811.81
3.06.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,504.48	\$0.68	\$2,383.05
3.06.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.06.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,974.02	\$0.68	\$8,822.33
3.06.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	41.00	\$11.23	\$460.43
3.06.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.06.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	41.00	\$7.19	\$294.79
3.06.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	241.00	\$0.41	\$98.81
3.06.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.06.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.06.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.06.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.06.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	925.00	\$0.41	\$379.25
3.06.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	910.00	\$0.64	\$582.40
3.06.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 06	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.07	Patio de válvulas de control - total de presa de almacenamiento				
3.07.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	180.00	\$3.51	\$631.80
3.07.02	Excavación de terreno, para colector de válvulas de control	m3.	36.00	\$20.42	\$735.12
3.07.03	Nivelado y compactado de terreno	m2.	48.00	\$0.55	\$26.40
3.07.04	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para piso de colector	m2.	48.00	\$15.66	\$751.68
3.07.05	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso colector y muro lateral	kg.	2,700.51	\$0.68	\$1,836.35
3.07.06	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para piso colector	m3.	42.00	\$56.51	\$2,373.42
3.07.07	Encofrado con paneles para muros laterales de colector de válvulas	m2.	72.00	\$11.23	\$808.56
3.07.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro lateral de colector de válvula	m3.	24.00	\$56.51	\$1,356.24
3.07.09	Desencofrado de paneles de muro de colector de válvulas	m2.	72.00	\$7.23	\$520.56
3.07.10	Instalación de válvulaas en patio de válvulas	glb.	1.00	\$9,000.00	\$9,000.00

Anexo 03

DIAGRAMA DE MOODY

Diagrama de Moody

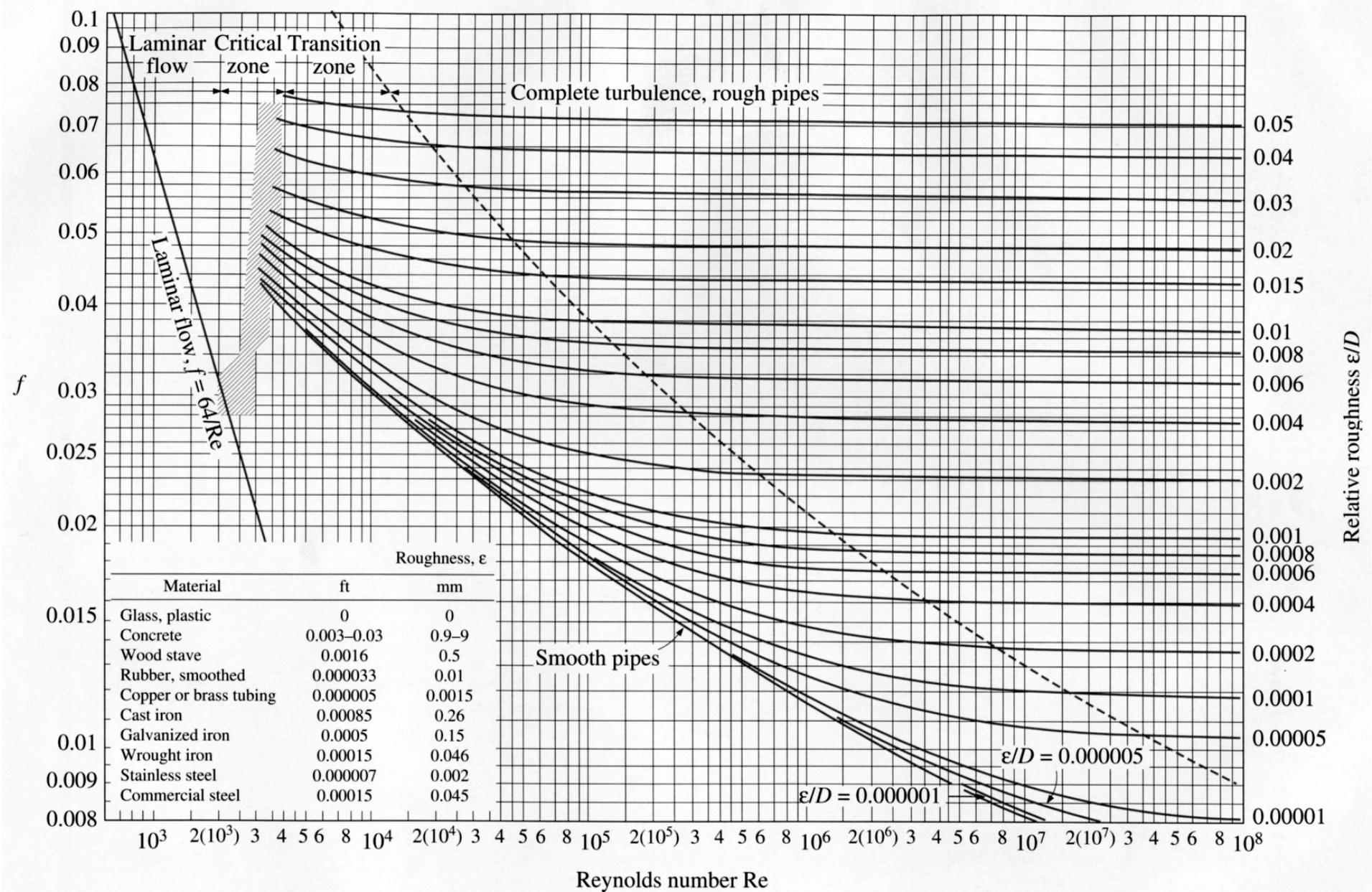


FIGURE A-27

The Moody chart for the friction factor for fully developed flow in circular tubes.

Anexo 04

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CURVA DE LAS BOMBAS

Especificaciones técnicas



BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 275-X3-A



* imagen referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A
RPM	: 3550 rpm
Diámetro Impulsor Nominal	: 275 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diametro descarga	: 100 mm
Número de etapas	: 3
Peso de Bomba	: 1150 Kg

Parámetros Operación

Caudal	: 40.9 l/s
ADT	: 430.7 m
Potencia	: 345.9 hp
Eficiencia	: 67.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC / Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 450 HP@3500 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Proteccion	: IP 55
F.S	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Caja- Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos de desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Bocina	: Acero inoxidable AISI 431
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rigido de Bolas

Limitaciones

Rango Operación	: 40 - 70 l/s
Rango PH	: 5 - 8

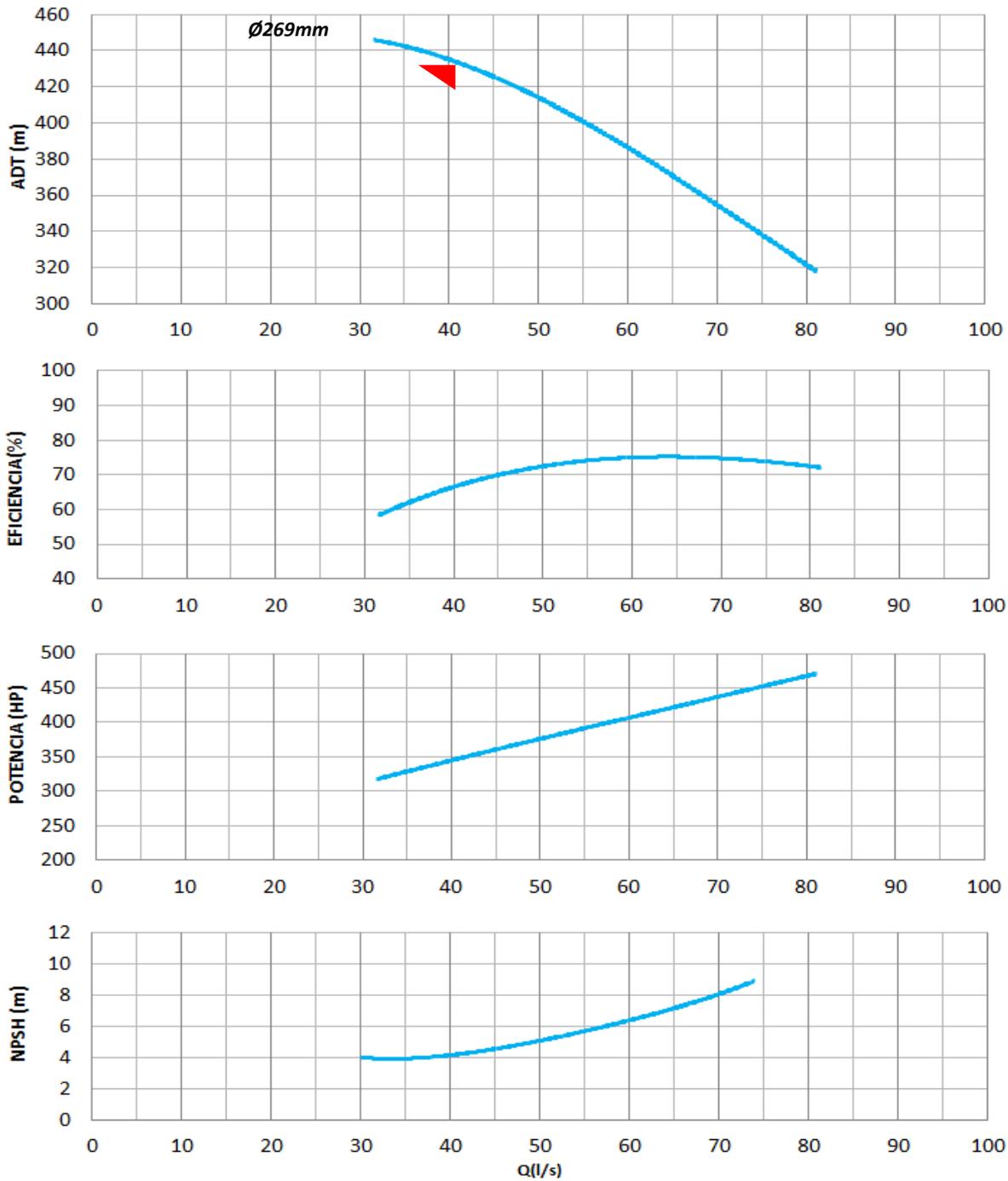


Calle 5-MzD-Lt5- Urb. Las Vegas - Puente Piedra, Lima

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





* La curva mostrada es para 3 etapas

Datos de operación				Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 67.0 %	Tipo de fluido	: Agua
A.D.T.	: 430.7 m	RPM	: 3580 rpm	Densidad del fluido	: 1.00 SG
Caudal	: 40.9 l/s	NPSHr	: 4.1 m	Viscosidad	: 1.00 cP
Potencia	: 345.9 hp	Ø impulsor	: 269 mm	Temperatura	: 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA MULTIETAPICA M 6 x 5 - 250 - A



**Imagen Referencial*

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: M 6 x 5 - 250 - A
RPM	: 3580 rpm
Diámetro Nominal Impulsor	: 250 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diámetro descarga	: 125 mm
Etapas	: 4
Peso ref. bomba	: 740 kg

Parámetros punto operación

Caudal	: 38.2 l/s
ADT	: 468.3 m
Potencia	: 336.2 hp
Eficiencia	: 70.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma/ Eficiencia	: IEC/ Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 400 HP@3100 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Clase de aislamiento	: F
Proteccion	: IP 55
S.F	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Difusor	: Fundición nodular ASTM A-536
Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y Tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

- 1 x Rodamiento rodillo cilíndrico
- 2 x Rodamiento de contacto angular

Limitaciones

Rango Operación	: 35 - 55 l/s
Rango PH	: 5 - 8

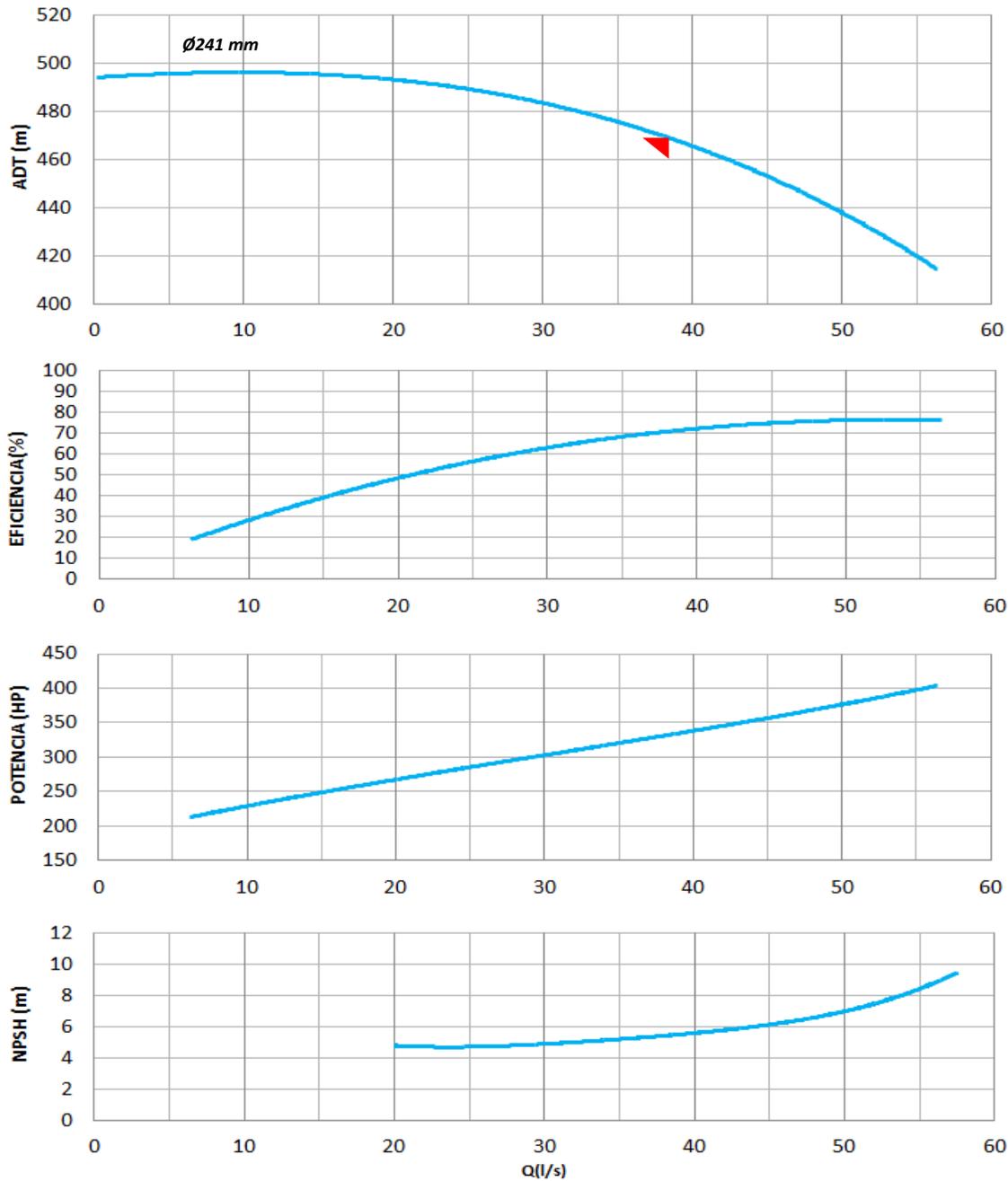


Calle 5- Mz D- Lt5- Urb. Las Vegas - Puente Piedra, Lima - Perú

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





Datos de operación

Modelo : M 6 x 5 - 250 - A
 Caudal : 38.2 l/s
 A.D.T : 468.3 m
 Potencia : 336.2 hp

Eficiencia : 70.0 %
 RPM : 1790 rpm
 NPSHr : 5.4 m
 Ø impulsor : 241 mm

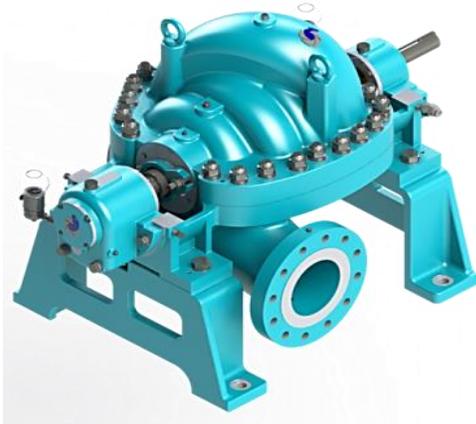
Fluido de prueba

Tipo de fluido : Agua
 Densidad del fluido : 1.00 SG
 Viscosidad : 1.00 cP
 Temperatura : 20 °C

Especificaciones técnicas



BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 276 - A



Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4 - 276 - A
RPM	: 3580 rpm
Diámetro nominal impulsor	: 276 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diámetro succión bridada	: 6"
Diámetro descarga bridada	: 4"
Peso bomba	: 595 kg

Parámetros punto operación

Caudal	: 53.1 l/s
ADT	: 206.69 m
Potencia	: 187.5 hp
Eficiencia	: 77.0 %

Parametros Motor Eléctrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC/Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 250 HP@2900 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Clase de aislamiento	: F
Protección	: IP 55
Factor seguridad	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Carcasa-voluta	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Anillos de desgaste	: Acero Inoxidable AISI 316
Eje	: Acero Inoxidable AISI 431
Bocinas	: Acero Inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero Inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rígido de Bolas

Limitaciones

Maxima densidad	: 1000 kg/m ³
Rango Operación	: 35 - 68 l/s
Rango PH	: 5 - 8

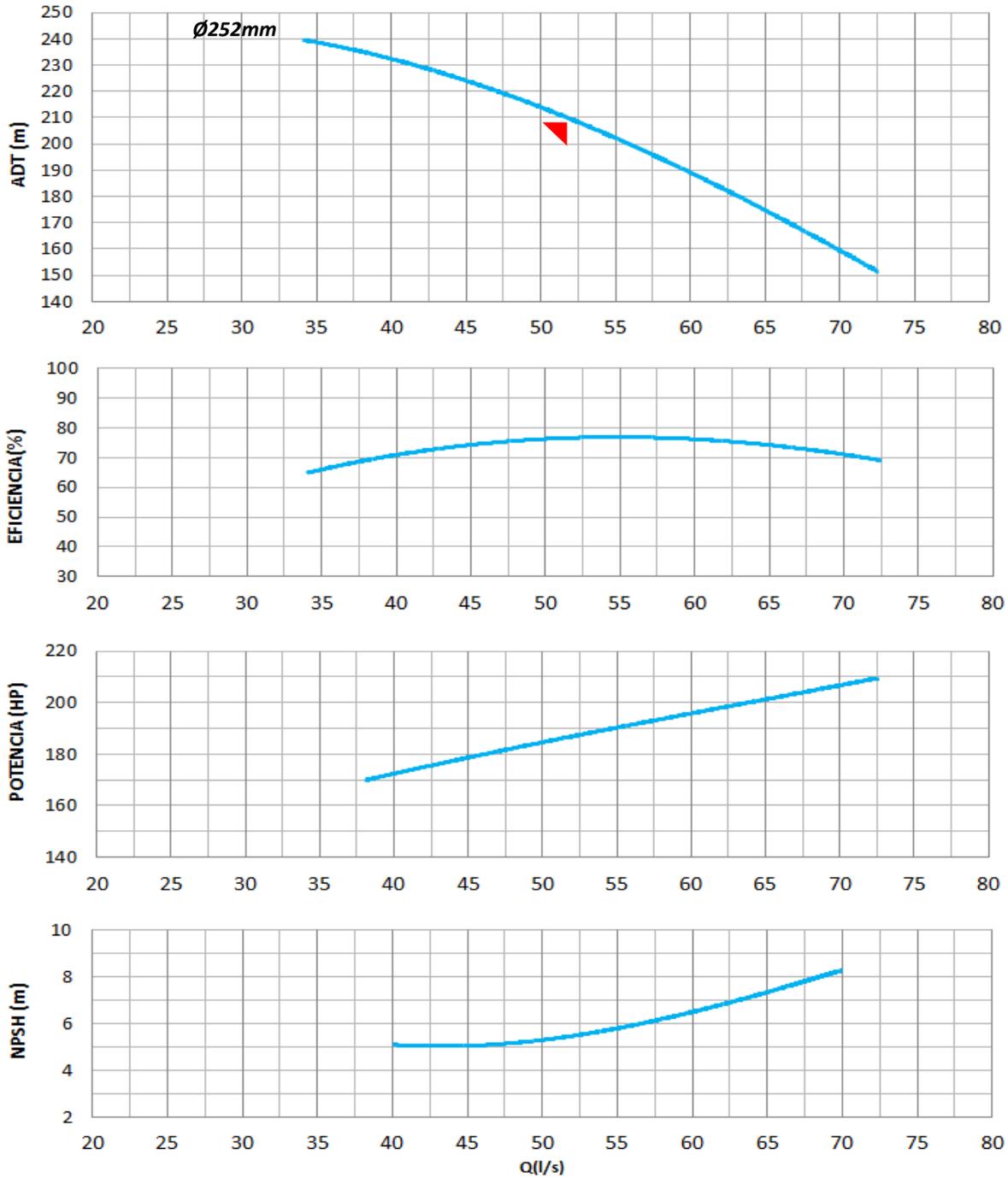


Calle 5-Mz D- Lt5- Urb. Las Vegas- Puente Piedra, Lima - Perú

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





Datos de operación

Modelo	: CPSM 6 x 4 -276 A	Eficiencia	: 77.0 %
Caudal	: 53.1 l/s	RPM	: 3580 rpm
ADT	: 206.69 m	NPSHr	: 5.5 m
Potencia	: 187.5 hp	Ø impulsor	: 252 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido	: Agua
Densidad del fluido	: 1.00 SG
Viscosidad	: 1.00 cP
Temperatura	: 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 275-X3-A



* imagen referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A
RPM	: 3550 rpm
Diámetro Impulsor Nominal	: 275 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diametro descarga	: 100 mm
Número de etapas	: 3
Peso de Bomba	: 1150 Kg

Parámetros Operación

Caudal	: 65.9 l/s
ADT	: 345.7 m
Potencia	: 399.6 hp
Eficiencia	: 75.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC / Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 450 HP@2600 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Proteccion	: IP 55
F.S	: 1.15

Materiales

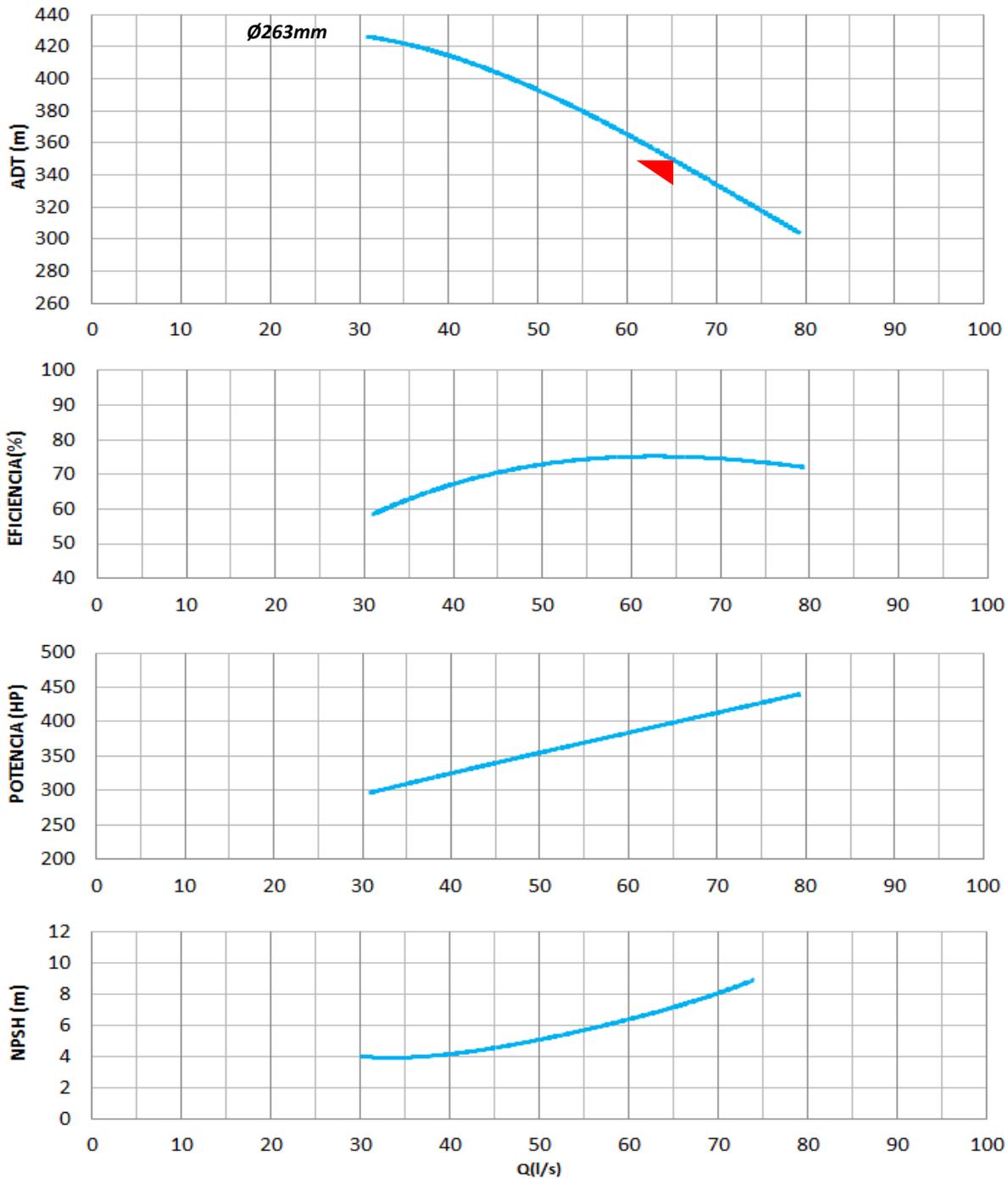
Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Caja- Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos de desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Bocina	: Acero inoxidable AISI 431
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rigido de Bolas

Limitaciones

Rango Operación	: 40 - 79 l/s
Rango PH	: 5 - 8



* La curva mostrada es para 3 etapas

Datos de operación				Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 75.0 %	Tipo de fluido	: Agua
A.D.T.	: 345.7 m	RPM	: 3580 rpm	Densidad del fluido	: 1.00 SG
Caudal	: 65.9 l/s	NPSHr	: 7.0 m	Viscosidad	: 1.00 cP
Potencia	: 399.6 hp	Ø impulsor	: 263 mm	Temperatura	: 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA MULTIETAPICA M 6 x 5 - 250 - A



*Imagen Referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: M 6 x 5 - 250 - A
RPM	: 3580 rpm
Diámetro Nominal Impulsor	: 250 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diámetro descarga	: 125 mm
Etapas	: 4
Peso ref. bomba	: 740 kg

Parámetros punto operación

Caudal	: 38.2 l/s
ADT	: 468.3 m
Potencia	: 336.2 hp
Eficiencia	: 70.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma/ Eficiencia	: IEC/ Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 400 HP@3100 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Clase de aislamiento	: F
Proteccion	: IP 55
S.F	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Difusor	: Fundición nodular ASTM A-536
Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y Tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

- 1 x Rodamiento rodillo cilíndrico
- 2 x Rodamiento de contacto angular

Limitaciones

Rango Operación	: 35 - 55 l/s
Rango PH	: 5 - 8

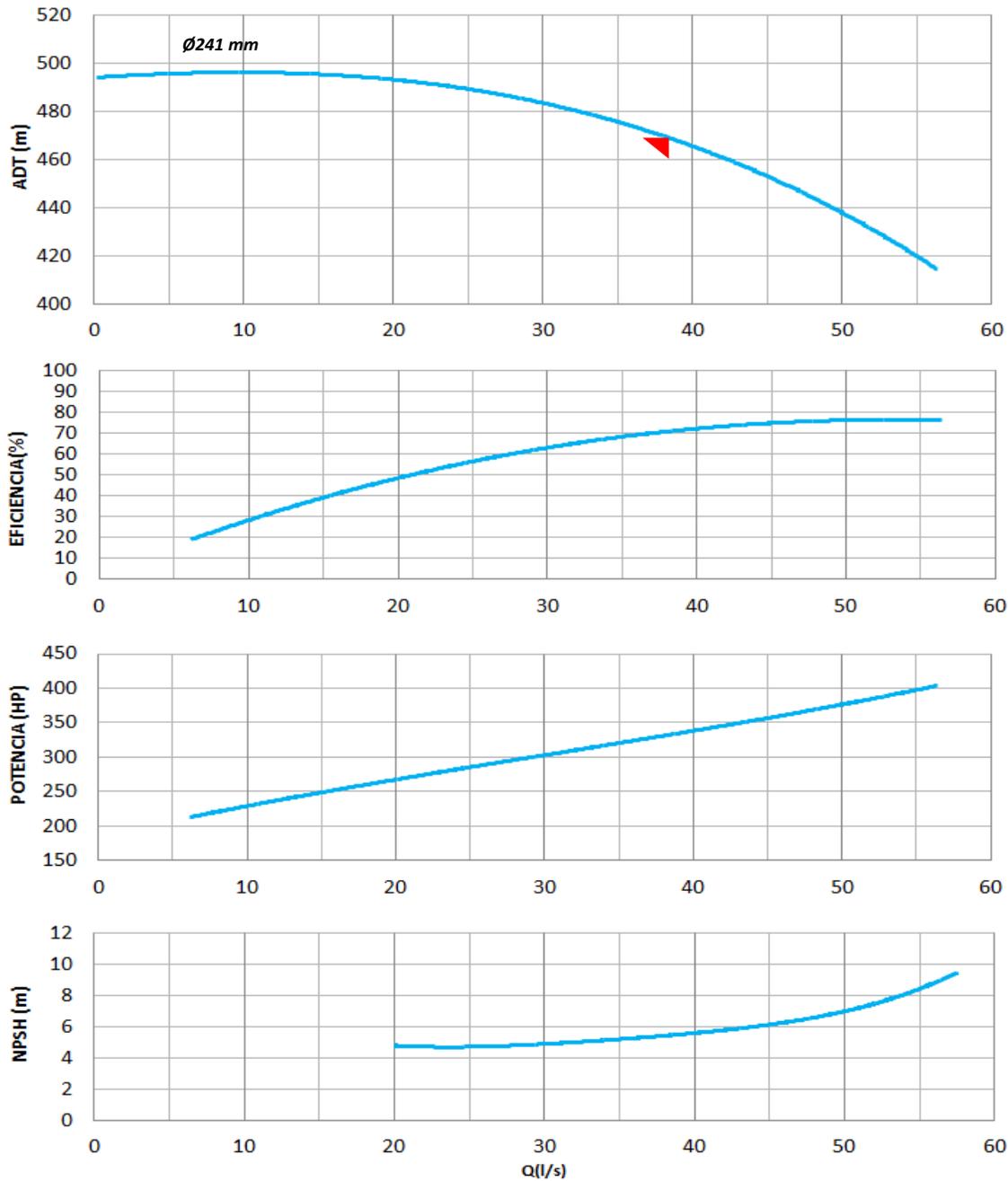


Calle 5- Mz D- Lt5- Urb. Las Vegas - Puente Piedra, Lima - Perú

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





Datos de operación

Modelo : M 6 x 5 - 250 - A
 Caudal : 38.2 l/s
 A.D.T : 468.3 m
 Potencia : 336.2 hp

Eficiencia : 70.0 %
 RPM : 1790 rpm
 NPSHr : 5.4 m
 \varnothing impulsor : 241 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido : Agua
 Densidad del fluido : 1.00 SG
 Viscosidad : 1.00 cP
 Temperatura : 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 275-X3-A



* imagen referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A
RPM	: 3550 rpm
Diámetro Impulsor Nominal	: 275 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diametro descarga	: 100 mm
Número de etapas	: 3
Peso de Bomba	: 1150 Kg

Parámetros Operación

Caudal	: 55.6 l/s
ADT	: 336.8m
Potencia	: 330.7 hp
Eficiencia	: 74.5 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC / Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 400 HP@2200 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Proteccion	: IP 55
F.S	:1.15

Materiales

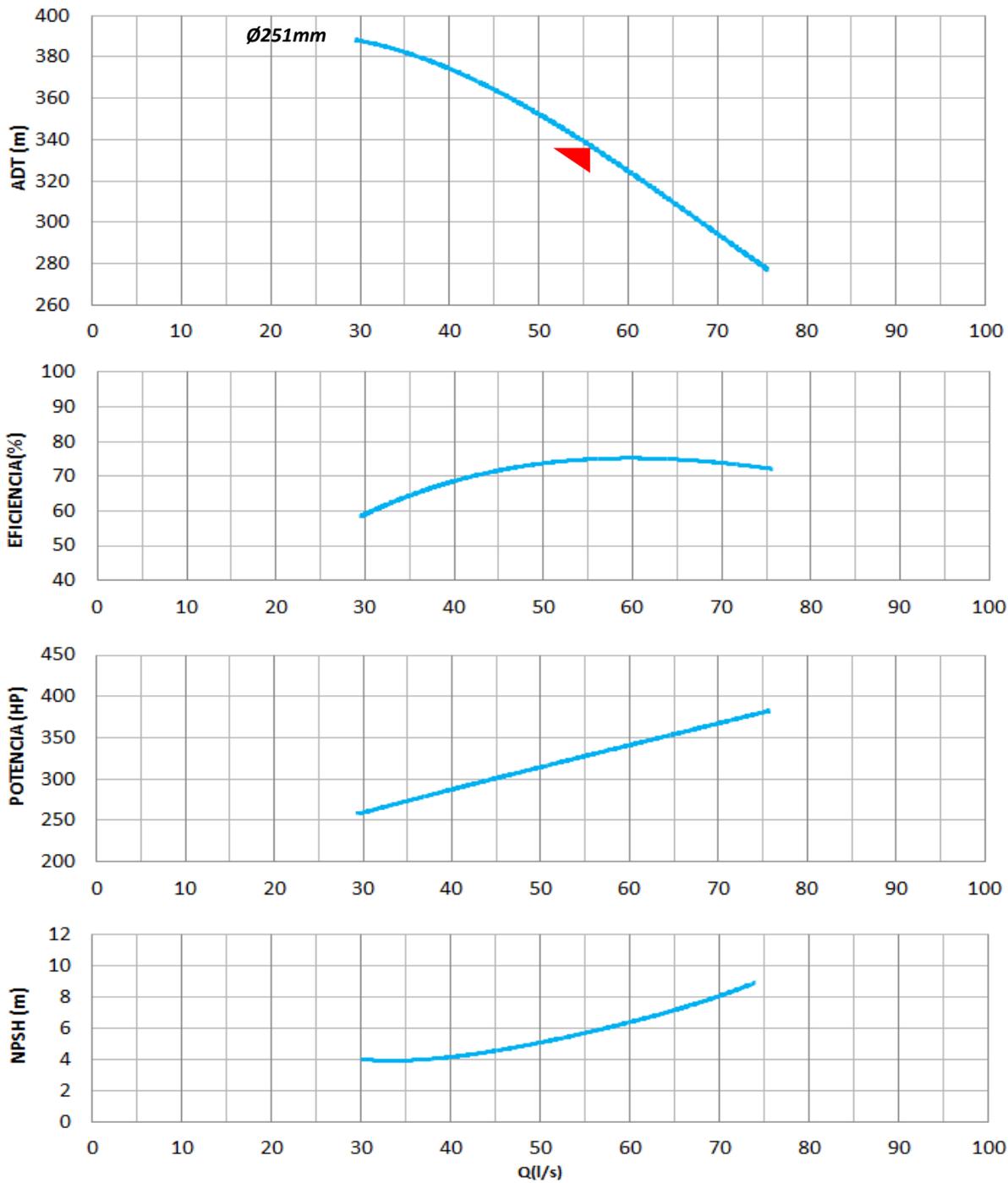
Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Caja- Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos de desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Bocina	: Acero inoxidable AISI 431
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rigido de Bolas

Limitaciones

Rango Operación	: 35 - 75 l/s
Rango PH	: 5 - 8



* La curva mostrada es para 3 etapas

Datos de operación

Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 74.5 %
A.D.T.	: 336.8m	RPM	: 3580 rpm
Caudal	: 55.6 l/s	NPSHr	: 6.0 m
Potencia	: 330.7 hp	Ø impulsor	: 251 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido	: Agua
Densidad del fluido	: 1.00 SG
Viscosidad	: 1.00 cP
Temperatura	: 20 °C

Anexo 05

ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES



Tubos A53 /A106 API 5L/GR B SCH40/80/160

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 1 1/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire.

Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.



TUBERÍA DE ACERO

Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	SCH-40		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulgadas	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	2.24	0.63	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	7.62	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	10.31	79.71	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	11.13	94.55	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	12.70	123.31	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	14.27	155.81	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	15.09	183.43	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	-	-	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	17.48	255.43	30.96	442.11	59.54	808.27

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI

Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
1/2" (15)	STD	40	2.77	4992	4992	4718	4243	4193	3245	2696	2172
	XS	80	3.73	6975	6975	6594	5929	5859	4534	3766	3034
		160	4.78	9113	9113	8612	7746	7655	5923	4921	3964
	XXS		7.47	14249	14249	13465	12112	11969	9262	7695	6199
3/4" (20)	STD	40	2.87	4071	4071	3847	3461	3420	2646	2198	1771
	XS	80	3.91	5717	5717	5402	4860	4802	3715	3087	2486
		160	5.56	8434	8434	7971	7169	7084	5482	4554	3668
	XXS		7.82	12054	12054	11391	10246	10125	7836	6509	5243
1" (25)	STD	40	3.38	3807	3807	3598	3236	3198	2474	2056	1656
	XS	80	4.55	5262	5262	4973	4476	4420	3421	2842	2289
		160	6.35	7612	7612	7193	6470	6394	4948	4110	3311
	XXS		9.09	11172	11172	10558	9496	9385	7262	6033	4860
1 1/4" (32)	STD	40	3.56	3135	3135	2962	2664	2633	2038	1693	1364
	XS	80	4.85	4377	4377	4136	3720	3676	2845	2363	1904
		160	6.35	5888	5888	5564	5005	4946	3827	3180	2561
	XXS		9.7	9370	9370	8854	7963	7871	6090	5059	4075
1 1/2" (40)	STD	40	3.68	2820	2820	2665	2397	2368	1833	1530	1226
	XS	80	5.08	3974	3974	3756	3379	3339	2583	2147	1729
		160	7.14	5764	5764	5453	4905	4847	3750	3116	2510
	XXS		10.16	8525	8528	8056	7247	7161	5541	4604	3708
2" (50)	STD	40	3.91	2375	2375	2243	2020	1996	1544	1283	1033
	XS	80	5.54	3431	3431	3242	2916	2882	2230	1853	1492
		160	8.74	5637	5637	5327	4792	4736	3665	3044	2452
	XXS		11.07	7367	7367	6962	6262	6189	4789	3978	3205
2 1/2" (65)	STD	40	5.16	2598	2598	2455	2208	2183	1689	1403	1130
	XS	80	7.01	3600	3600	3401	3060	3024	2339	1944	1566
		160	9.53	5020	5020	4745	4267	4217	3264	2711	2184
	XXS		14.02	7699	7699	7275	6544	6467	5004	4157	3349
3" (80)	STD	40	5.49	2256	2256	2171	1918	1895	1466	1218	981
	XS	80	7.62	3189	3186	3014	2711	2679	2073	1722	1387
		160	11.13	4798	4798	4533	4077	4029	3118	2590	2087
	XXS		15.24	6813	6813	6439	5791	5723	4429	3679	2964

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI

Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
4" (100)	STD	40	6.02	1913	1913	1808	1626	1607	1243	1033	832
	XS	80	8.56	2764	2764	2612	2349	2322	1797	1754	1202
		120	11.13	3654	3654	3453	3105	3069	2374	1973	1595
		160	13.49	4499	4499	4251	3824	3779	2924	2429	1916
	XXS		17.12	5852	5852	5530	4975	4916	3804	3160	2545
5" (125)	STD	40	6.55	1677	1677	1584	1425	1408	1089	905	731
	XS	80	9.53	2474	2474	2338	2103	2079	1609	1336	1076
		120	12.7	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459
		160	15.88	4265	4265	4030	3626	3583	2772	2303	1856
	XXS		19.05	5206	5206	4921	4426	4374	3385	2812	2265
6" (150)	STD	40	7.11	1530	1530	1440	1294	1279	990	779	663
	XS	80	10.97	2389	2389	2258	2032	2008	1553	1290	1039
		120	14.27	3154	3154	2981	2676	2649	2051	1704	1372
	XXS	160	18.26	4108	4108	3882	3492	3450	2670	2218	1787
8" (200)		20	6.35	1035	1035	978	879	869	673	559	450
		30	7.04	1149	1149	1086	976	965	747	621	500
	STD	40	8.18	1341	1341	1267	1139	1126	871	724	584
		60	10.31	1703	1703	1609	1447	1430	1106	919	740
	XS	80	12.7	2113	2113	1997	1797	1775	1374	1141	919
		100	15.09	2531	2531	2391	2151	2126	1645	1367	1101
		120	18.26	3096	3096	2926	2632	2601	2013	1672	1347
		140	20.62	3526	3526	3332	2996	2961	2291	1904	1533
	XXS		22.23	3819	3819	3608	3247	3209	2482	2063	1662
	160	23.01	3965	3965	3747	3371	3331	2577	2141	1725	
10" (250)		20	6.35	826	826	781	703	695	538	447	360
		30	7.8	1019	1019	963	866	856	663	551	444
	STD	40	9.27	1216	1216	1149	1034	1022	790	657	530
	XS	60	12.7	1682	1682	1589	1429	1412	1093	908	731
		80	15.09	2011	2011	1900	1709	1689	1307	1085	874
		100	18.26	2454	2454	2319	2087	2062	1595	1325	1067
		120	21.44	2906	2906	2746	2470	2440	1889	1569	1264
	XXS	140	25.4	3481	3481	2389	2958	2923	2262	1880	1514
		160	28.58	3949	3949	3732	3357	3318	2567	2132	1718

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI											
Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
12" (300)		20	6.35	695	695	658	591	584	452	376	303
		30	8.38	922	922	871	783	804	600	498	401
	STD		9.53	1050	1050	992	892	882	683	568	457
		40	10.31	1139	1139	1076	968	957	727	616	496
	XS		12.7	1410	1410	1333	1199	1184	916	761	614
		60	14.27	1591	1591	1503	1352	1336	1034	859	692
		80	17.48	1962	1962	1864	1667	1648	1275	1059	853
		100	21.44	2427	2427	2294	2063	2040	1578	1311	1056
	XXS	120	25.4	2903	2903	2743	2467	2438	1887	1567	1262
		140	28.58	3290	3290	3109	2796	2763	2138	1776	1431
	160	33.32	3878	3878	3666	3297	3258	2521	2094	1687	
14" (350)		10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275
		20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416
		40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487
	XS		12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558
		60	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666
		80	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846
		100	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069
		120	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258
		140	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449
	160	35.71	3778	3778	3571	3212	3174	2456	2041	1644	
16" (400)		10	6.35	553	553	523	470	464	359	299	241
		20	7.92	692	692	654	588	581	450	374	301
	STD	30	9.53	833	833	787	709	701	542	450	363
	XS	40	12.7	1117	1117	1056	949	938	726	598	486
		60	16.66	1476	1476	1395	1255	1240	959	797	643
		80	21.44	1916	1916	1810	1628	1609	1245	1034	833
		100	26.19	2360	2360	2230	2007	1983	1534	1274	1026
		120	30.96	2815	2815	2660	2390	2364	1830	1520	1224
		140	36.53	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459
		160	40.49	3745	3745	3540	3184	3147	2434	2023	1630

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

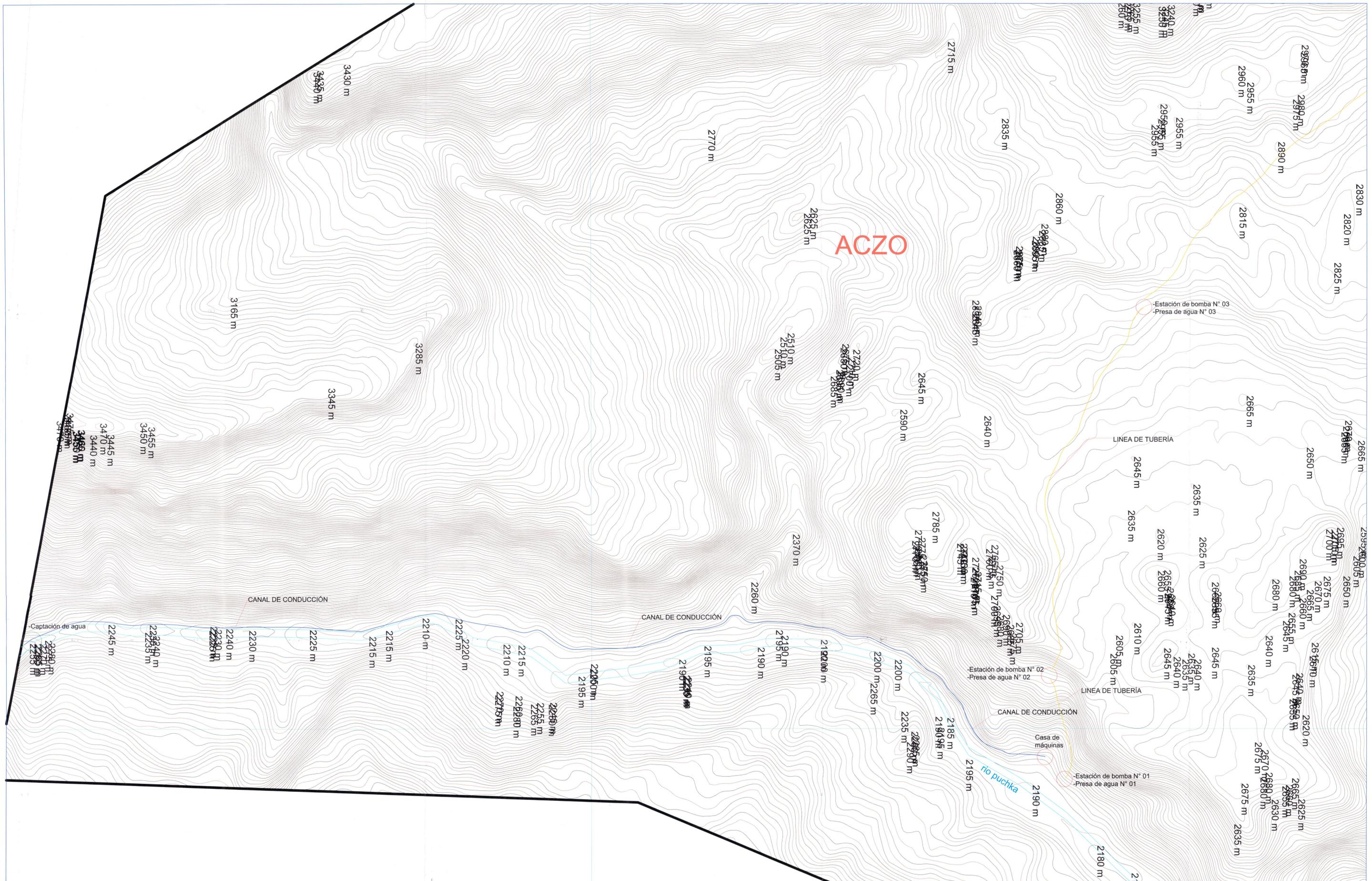
Máxima Presión PSI

Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
18" (450)		10	6.35	491	491	464	417	412	319	265	214
		20	7.92	614	614	580	522	516	399	332	267
	STD		9.53	740	740	699	629	622	481	400	322
	XS	30	11.13	865	865	818	735	728	563	468	377
			12.7	991	991	936	842	832	644	535	431
		40	14.27	1116	1116	1055	949	937	725	603	486
		60	19.05	1501	1501	1419	1276	1261	975	810	653
		80	23.83	1892	1892	1788	1608	1589	1229	1021	822
		100	29.36	2352	2352	2222	2000	1976	1529	1270	1023
		120	34.93	2823	2823	2667	2399	2371	1835	1524	1228
		140	39.67	3232	3232	3054	2747	2714	1665	1745	1406
	160	45.24	3718	3718	3514	3161	3123	2416	2008	1618	
20" (500)		10	6.35	441	441	417	373	371	287	238	192
	STD	20	9.53	665	665	628	565	559	432	359	289
	XS	30	12.7	890	890	841	757	748	579	481	387
		40	15.09	1061	1061	1002	901	891	690	573	462
		60	20.62	1462	1462	1381	1242	1228	950	789	636
		80	26.19	1871	1871	1768	1590	1571	1216	1010	813
		100	32.54	2345	2345	2217	1994	1970	1525	1266	1020
		120	38.1	2768	2768	2616	2353	2325	1800	1495	1204
		140	44.45	3260	3260	3081	2771	2738	2120	1761	1418
	160	50.01	3691	3691	3495	3144	3107	2404	1997	1609	
24" (600)		10	6.35	367	367	347	312	309	239	198	160
	STD	20	9.53	553	553	523	470	464	359	299	241
	XS		12.7	739	739	699	629	622	481	400	322
		30	14.27	832	832	787	707	700	542	450	362
		40	17.48	1023	1023	967	869	859	666	553	445
		60	24.61	1453	1453	1373	1235	1221	944	785	633
		80	30.96	1841	1841	1741	1564	1546	1197	994	800
		100	38.89	2335	2335	2207	1986	1970	1518	1261	1016
		120	46.02	2788	2788	2635	2369	2342	1812	1506	1213
		140	52.37	3198	3198	3022	2718	2686	2079	1727	1391
		160	59.54	3666	3666	3465	3117	3080	2383	1980	1595

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

Anexo 06

PLANOS



LEYENDA:

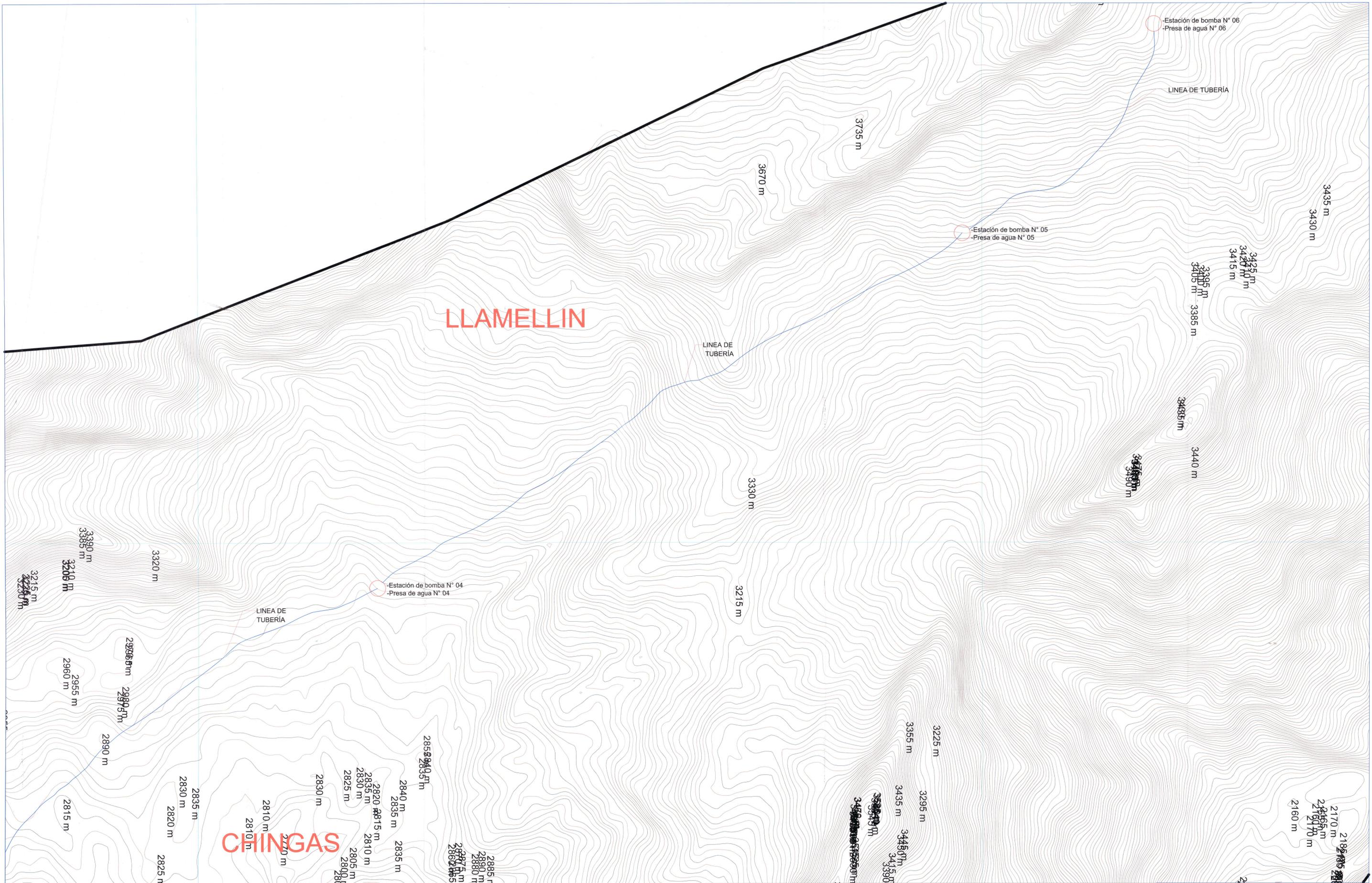
- RIVERA DE RÍO PUCHKA
- CANAL DE CONDUCCIÓN
- LÍNEA DE TUBERÍA
- ESTACIÓN DE BOMBEO/PRESA DE AGUA
- BOCATOMA O CAPTACIÓN DE AGUA

- 1.- LA CAPTACIÓN DE AGUA, A NIVEL DE RÍO, A PIE DEL CERRO GARGAWAHN SE ENTREGA UN SALTO DE AGUA Hacia: DE REQUERIR MAYOR SALTO DE AGUA SE PUEDE VALIAR EL EMBALE DEL RÍO PUCHKA EN ESTE MISMO PUNTO.
- 2.- EL CANAL DE CONDUCCIÓN DESDE LA CAPTACIÓN DE AGUA HASTA LA CASA DE MÁQUINAS TIENE APROXIMADAMENTE 7KM DE RECORRIDO. HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA QUE REQUIERE EL SISTEMA.
- 3.- LA CASA DE MÁQUINAS ES DONDE SE INSTALARÁ LA TURBINA HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA QUE REQUIERE EL SISTEMA.
- 4.- EL AGUA QUE DESCARGARÁ LA CASA DE MÁQUINAS SERÁ CAPTADA EN UNA PRESA CONTIGUA DESDE EL CUAL SE INICIARÁ EL BOMBEO DE AGUA.

REV.	FECHA	PLANO GENERAL	DESCRIPCIÓN	DIB.	DIS.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	PLANO GENERAL	REFERENCIA
0	14-12-2018	PLANO GENERAL		C.M.S.	M.G.C.	J.F.S.	O.T.C.	—	T2018-SB-G-PL-001	PLANO GENERAL	

COSEDESIGNADA	DESARROLLADO POR	C.M.S.	12-10-2018
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE, SE ENTREGAN A LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANCASSH SIN PREVISIÓN DE AUTOMÁTICA.	REVISADO POR	M.G.C.	18-12-2018
	APROBADO POR	J.F.S.	07-03-2019
	DESECCIONADO POR	O.T.C.	05-05-2019

CLIENTE: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTONIO RAIMONDI			
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO			
NOMBRE DE PLANO: PLANO GENERAL			
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: GENERAL	FECHA: 12-DIC-2018	
ESCALA: INDICADA	LÁMINA: 001	REVISIÓN: 0	
FORMATO: A-0	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASSH - PERÚ	N° DE PLANO: T2018-SB-AR-G-PL-001-H1	



LEYENDA:

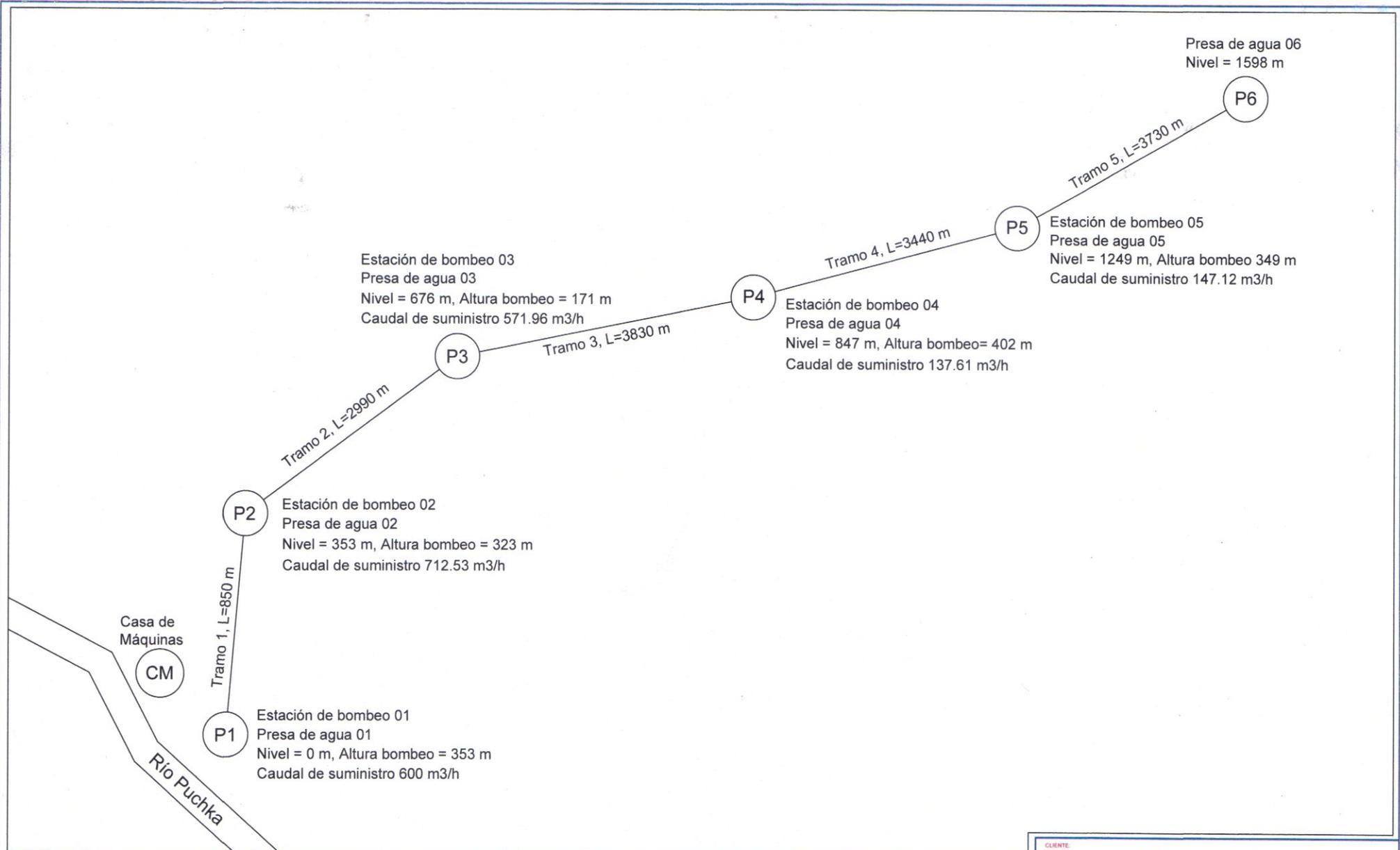
- RIVERA DE RIO PUCHKA
- CANAL DE CONDUCCIÓN
- LINEA DE TUBERÍA
- ESTACIÓN DE BOMBEO/PRESA DE AGUA
- BOCATOMA O CAPTACIÓN DE AGUA

- 1- LA PRESA DE AGUA N° 01, DEBE ESTAR DIMENSIONADA ADECUADAMENTE PARA CUMPLIR LA DEMANDA DE AGUA DETERMINADA.
- 2- LA ESTACIÓN DE BOMBA N° 01, SE ENCUENTRA CONTIGUA A LA PRESA DE AGUA N° 01. EN ESTA ESTACIÓN SE INSTALARÁ 2 BOMBAS.
- 3- LA PRESA DE AGUA N° 02 Y LA ESTACIÓN DE BOMBA N° 02, SERÁN LOS QUE PERMITIRÁN SUPERAR LA COLINA DE CRUZ DE MAYO.
- 4- LA PRESA DE AGUA N° 03, DEBE SER MÁS ALTA DE ALMACENAR EL AGUA PARA ALIMENTAR LA SIGUIENTE PRESA, TAMBIÉN DISTRIBUYE EL AGUA PARA RIEGO DE TERRENOS DE CULTIVO.
- 5- LAS ESTACIONES DE BOMBA N° 03, 04 Y 05, PERMITEN ALCANZAR LAS ALTURAS REQUERIDAS PARA CADA TRAMO INSTALADO.
- 6- LA PRESA DE AGUA N° 06, CUBRE LA PARTE MÁS ALTA DEL SISTEMA.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	REFERENCIA

COPIA DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL FONDO PROPIEDAD DE LA COMUNIDAD CALLEO BTA. TITULO N° 100 DEL REGISTRO DE INFORMACIÓN AUTORIZACIÓN:	DISEÑADO POR: C.M.S. 12-12-2018 DISEÑADO POR: M.G.S. 18-12-2018 REVISADO POR: J.F.R. 20-12-2018 D.T.C. 28-12-2018 DESCRIPCIÓN: NOMBRE: FECHA: FIRMA:
--	---

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTONIO RAIMONDI			
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO			
NOMBRE DE PLANO: PLANO GENERAL			
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: GENERAL	FECHA: 12-DIC-2018	
INDICADA: LAMINA	002	REVISIÓN: 0	
FORMATO: A-0	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ	N° DE PLANO: T2018-SB-AR-G-PL-001-H2	

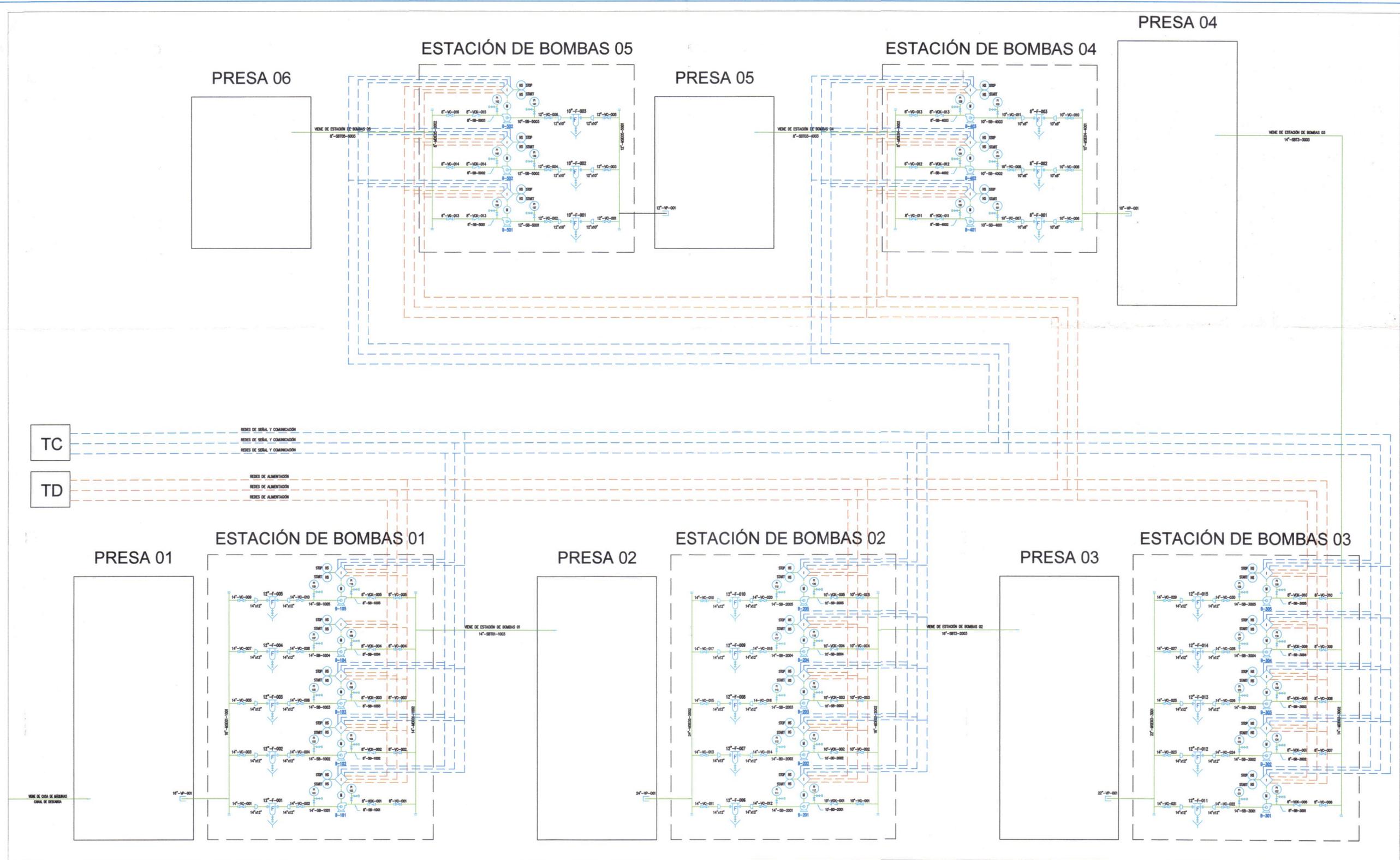


- CM, casa de máquinas del pequeño sistema eléctrico.
- Los puntos P1 al P6 corresponden a las presas de agua y los puntos P1 al P5 corresponden a las estaciones de bombeo.

CONFIDENCIALIDAD	DISEÑADO POR	C.M.S.	12-12-2018
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL SON DE PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESTA TOTALMENTE PROHIBIDA SU USO Y/O REPRODUCCIÓN SIN PREVIA AUTORIZACIÓN	DIBUJADO POR	C.M.S.	12-12-2018
	REVISADO POR	J.F.S.	07-03-2019
	APROBADO POR	O.T.C.	05-05-2019
	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	FECHA
			FIRMA

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO		
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO - ANTONIO RAIMONDI - ANCASH		
NOMBRE DE PLANO: PLANO ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA		
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: GENERAL	FECHA: 10-DIC-2018
ESCALA: INDICADA	LÁMINA: 003	REVISIÓN: 0
FORMATO: A-4	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ	N° DE PLANO: PT2018-SB-AR-G-PL-002-H1

NOTAS:	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	REFERENCIA
--------	------	-------	-------------	------	------	------	------	------	-------------	------------



NOTAS:	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	REFERENCIA

CONFIDENCIALIDAD	DISEÑADO POR:	C.M.S.	12-12-2018.
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL SON DE PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. ESTA TOTALMENTE PROHIBIDA SU USO Y/O REPRODUCCIÓN SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.	DIBUJADO POR:	M.C.G.	18-12-2018
	REVISADO POR:	J.F.S.	07-03-2019
	APROBADO POR:	O.T.C.	06-05-2019
	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	FECHA: FIRMA:

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO		
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO		
NOMBRE DE PLANO: PLANO P&ID ELECTROBOMBAS		
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: PROCESOS	FECHA: 12-DIC-2018
ESCALA: INDICADA	LAMINA: 004	REVISIÓN: 0
FORMATO: A-2	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ	N° DE PLANO: T2018-SB-AR-G-PL-003-H1



Anexo 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 02

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

Anexo 03

DIAGRAMA DE MOODY

Anexo 04

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CURVA DE LAS BOMBAS

Anexo 05

ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES

Anexo 06

PLANOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO. PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI – ANCASH
RESPONSABLE: CÉSAR AUGUSTO MORE SALAS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA			HIPOTESIS Y VARIABLES		TÉCNICAS E INSTRUMENTOS		DISEÑO METODOLÓGICO
REALIDAD PROBLEMÁTICA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
<p>La creciente escasez de agua para riego, crea la necesidad de plantear alternativas de solución que coadyuve mejorar la producción agrícola; sabemos que para la agricultura el principal problema es la carencia del agua sumado a la práctica de riego inadecuado, la sobreutilización del agua, la existencia de estructuras de riego rústicas que colapsan parcial o totalmente los sistemas de riego que hacen el escaso recurso que se cuenta se usan de manera deficiente además acrecientan la erosión de las laderas.</p> <p>Por ello consciente de esta realidad se plantea el proyecto como una alternativa a la solución a esta problemática.</p>	<p>Problema Principal: ¿Cómo el diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica puede permitir la irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿De qué manera se asegura el caudal de suministro de agua requerido por el sistema de bombeo para satisfacer la demanda? ¿Cómo dimensionamos la demanda de energía eléctrica para suministrar a las electrobombas del sistema? ¿De qué manera se garantiza la capacidad de las presas de almacenamiento, para cubrir la demanda de agua? 	<p>Objetivo General: Diseñar un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica para irrigación de terrenos de cultivo en la provincia Antonio Raimondi – Ancash.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar el caudal de suministro de agua requerida por el sistema de bombeo para satisfacer la demanda. Determinar la demanda de energía eléctrica para suministrar a las electrobombas del sistema. Dimensionar las presas de almacenamiento para cubrir la demanda de agua. 	<p>Hipótesis Generales: Con el diseño de un sistema de bombeo de agua con energía hidráulica, lograremos la irrigación de los terrenos de cultivo de la provincia Antonio Raimondi – Ancash.</p> <p>Hipótesis Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Con el cálculo del caudal de suministro de agua para el sistema de bombeo, podemos satisfacer la demanda de este recurso. Con el cálculo de la demanda de energía eléctrica, podemos dimensionar el suministro de energía a la electrobomba del sistema. Con un adecuado dimensionamiento de las presas de agua, podemos cubrir la demanda de agua. 	<p>Variable I: Sistema de bombeo de agua. Variable D: Irrigación de tierras de cultivo.</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> -Caudal de suministro de agua. -Satisfacer la demanda de agua requerida. -Demanda de energía eléctrica. -Suministro de energía a las electrobombas. -Dimensionamiento de presas de agua. -Demanda de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> -Caudal (m³/s) -Potencia (Hp) -Superficie (m²) -Volumen (m³) -Caudal (m³/s) -Volumen (m³) -Energía Eléctrica (Kw/h) -Potencia (Hp) -Volumen (m³) 	<ul style="list-style-type: none"> -Caudalímetro -Estación Total. -AutoCAD. -Caudalímetro. -Estación Total. -AutoCAD. -Cálculo matemático. -Criterios de Diseño -Estación Total. -AutoCAD. 	<p>Aplicada; por cuanto se usa conocimientos de la ciencia para los cálculos y diseño del sistema.</p> <p style="text-align: center;">NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Tecnológica; por cuanto se usa herramientas de la tecnología (software, etc), para el diseño.</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO</p> <p>No Experimental, por cuanto no se manipulará las variables en campo y/o laboratorio.</p> <p style="text-align: center;">PARÁMETROS DE DISEÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Superficie de terreno. -Caudal de Suministro. -Altura de bombeo 1580m -Volumen de agua requerido. -Potencia de energía eléctrica requerida. -Suministro de energía eléctrica.

RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO, ANTONIO RAIMONDI - ANCASH

ATENCIÓN: GOBIERNO REGIONAL - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	INGENIERÍA DEL PROYECTO:	GLB	1.00	\$468,084.17	\$468,084.17	S/. 1,549,358.61	S/. 1,549,358.61
2	PROCURA DE MATERIALES:	GLB	1.00	\$9,876,901.79	\$9,876,901.79	S/. 32,692,544.92	S/. 32,692,544.92
3	CONSTRUCCIÓN:	GLB	1.00	\$6,685,090.79	\$6,685,090.79	S/. 22,127,650.51	S/. 22,127,650.51
COSTO TOTAL DE PROYECTO US\$					\$17,030,076.75		S/. 56,369,554.04

SON: DIECISIETE MILLONES TREINTA MIL SETENTA Y SEIS CON 75/100 DOLARES AMERICANOS

NOTA: EL PRESENTE PRESUPUESTO NO INCLUYE EL IGV

PRESUPUESTO DE INGENIERÍA DEL PROYECTO

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA FINES DE IRRIGACIÓN CON ENERGÍA AUTOGENERADA

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHINGAS - PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	INGENIERÍA BÁSICA (PERFIL DE INVERSIÓN)	GLB	1.00	\$81,108.33	\$81,108.33	S/. 268,468.59	S/. 268,468.59
2	INGENIERÍA DE DETALLE (EXPEDIENTE TÉCNICO)	GLB	1.00	\$257,007.78	\$257,007.78	S/. 850,695.74	S/. 850,695.74
3	ASBUILT (EXPEDIENTE FINAL DE OBRA)	GLB	1.00	\$45,559.44	\$45,559.44	S/. 150,801.75	S/. 150,801.75
COSTO DIRECTO DE INGENIERÍA					\$383,675.55		S/. 1,269,966.08
			12%		\$46,041.07		S/. 152,395.93
			10%		\$38,367.56		S/. 126,996.61
COSTO TOTAL POR INGENIERÍA					\$468,084.17		S/. 1,549,358.61

SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO - ANTONIO RAIMONDI - ANCASH
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS INGENIERÍA BÁSICA - INGENIERÍA DE DETALLE - EXPEDIENTE AS BUILT

PARTIDA:		DESARROLLO DE INGENIERÍA BÁSICA (PERFIL DE INVERSIÓN)					
	1.00						
	1.01						
Rendimiento		Glb/Dias	MO: 8.00		EQ: 8.00	Costo Total por: Glb	\$81,108.33
Actividad total			Cant/Dias	105.00			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U. U\$	PARCIAL U\$	
MANO DE OBRA							
201800001	Gerente de Ingeniería	HH	1.00	1.00	\$22.59	\$22.59	
201800002	Ingeniero Agrícola	HH	1.00	0.45	\$15.15	\$6.82	
201800003	Ingeniero Ambiental	HH	1.00	0.30	\$15.21	\$4.56	
201800004	Ingeniero Sanitario	HH	1.00	0.35	\$15.45	\$5.41	
201800005	Ingeniero Civil	HH	1.00	0.35	\$16.71	\$5.85	
201800006	Ingeniero Mecánico	HH	2.00	0.45	\$16.71	\$15.04	
201800007	Ingeniero Eléctrico	HH	1.00	0.30	\$16.71	\$5.01	
201800008	Ingeniero Electrónico	HH	1.00	0.30	\$15.45	\$4.64	
201800009	Ingeniero Geólogo	HH	1.00	0.30	\$15.21	\$4.56	
201800010	Coordinador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$13.35	\$13.35	
201800011	Administrador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$11.55	\$11.55	
201800012	Asistente de Ingeniería	HH	4.00	1.00	\$9.35	\$37.40	
201800013	Especialista en cálculo estructural	HH	2.00	0.45	\$8.71	\$7.84	
201800014	Especialista en cálculo hidráulico	HH	2.00	0.35	\$8.71	\$6.10	
201800015	Especialista en cálculo eléctrico	HH	1.00	0.30	\$8.71	\$2.61	
201800016	Especialista geólogo	HH	1.00	0.30	\$8.71	\$2.61	
201800017	Cadista	HH	4.00	1.00	\$7.35	\$29.40	
201800018	Topografo	HH	2.00	0.40	\$7.96	\$6.37	
201800019	Ayudante de topografía	HH	4.00	0.40	\$5.67	\$9.07	
201800020	Ayudante mecánico	HH	2.00	0.45	\$5.91	\$5.32	
201800021	Ayudante civil	HH	4.00	0.35	\$5.91	\$8.27	
201800022	Ayudante eléctrico	HH	1.00	0.30	\$5.25	\$1.58	
201800023	Ayudante de geología	HH	4.00	0.30	\$5.25	\$6.30	
201800024	Peon	HH	8.00	1.00	\$4.71	\$37.68	
					PARCIAL 1: U\$	\$259.93	
EQUIPOS DE TRABAJO							
	Estación Total	UND	2.00	0.60	\$75.00	\$90.00	
	Equipos de perforación	UND	1.00	0.30	\$150.00	\$45.00	
	Equipos electrónicos	UND	24.00	1.00	\$1.00	\$24.00	
	Equipos de comunicación	UND	10.00	1.00	\$0.80	\$8.00	
	Equipos de monitoreo	UND	1.00	0.25	\$75.00	\$18.75	
	Ensayos de laboratorio	UND	3.00	0.30	\$100.00	\$90.00	
	Movilidad	UND	4.00	0.50	\$100.00	\$200.00	
					PARCIAL 2: U\$	\$475.75	
MATERIALES DE OFICINA							
	Materiales de oficina	GLB	1.00	5.00%	\$36.78	\$36.78	
					PARCIAL 3: U\$	\$36.78	
					TOTAL PARCIALES U\$:	\$772.46	

PARTIDA:		DESARROLLO DE INGENIERÍA DE DETALLE (EXPEDIENTE TÉCNICO)					
	2.00						
	2.01						
Rendimiento		Glb/Dias	MO: 8.00		EQ: 8.00	Costo Total por: Glb	\$257,007.78
Actividad total			Cant/Dias	180.00			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U. U\$	PARCIAL U\$	
MANO DE OBRA							
201800001	Gerente de Ingeniería	HH	1.00	1.00	\$22.59	\$22.59	
201800002	Ingeniero Agrícola	HH	2.00	0.65	\$15.15	\$19.70	
201800003	Ingeniero Ambiental	HH	1.00	0.55	\$15.21	\$8.37	
201800004	Ingeniero Sanitario	HH	2.00	0.65	\$15.45	\$20.09	
201800005	Ingeniero Civil	HH	2.00	0.75	\$16.71	\$25.07	
201800006	Ingeniero Mecánico	HH	3.00	0.75	\$16.71	\$37.60	
201800007	Ingeniero Eléctrico	HH	3.00	0.65	\$16.71	\$32.58	
201800008	Ingeniero Electrónico	HH	1.00	0.55	\$15.45	\$8.50	
201800009	Ingeniero Geólogo	HH	1.00	0.45	\$15.21	\$6.84	

201800010	Coordinador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$13.35	\$13.35
201800011	Administrador de proyecto	HH	1.00	1.00	\$11.55	\$11.55
201800012	Asistente de Ingeniería	HH	8.00	1.00	\$9.35	\$74.80
201800013	Especialista en cálculo estructural	HH	4.00	0.65	\$8.71	\$22.65
201800014	Especialista en cálculo hidráulico	HH	4.00	0.65	\$8.71	\$22.65
201800015	Especialista en cálculo eléctrico	HH	2.00	0.55	\$8.71	\$9.58
201800016	Especialista geólogo	HH	1.00	0.45	\$8.71	\$3.92
201800017	Cadista	HH	8.00	1.00	\$7.35	\$58.80
201800018	Topografo	HH	3.00	0.75	\$7.96	\$17.91
201800019	Ayudante de topografía	HH	4.00	0.75	\$5.67	\$17.01
201800020	Ayudante mecánico	HH	2.00	0.75	\$5.91	\$8.87
201800021	Ayudante civil	HH	4.00	0.75	\$5.91	\$17.73
201800022	Ayudante eléctrico	HH	1.00	0.55	\$5.25	\$2.89
201800023	Ayudante de geología	HH	4.00	0.45	\$5.25	\$9.45
201800024	Peon	HH	16.00	1.00	\$4.71	\$75.36
PARCIAL 1: U\$\$						\$547.83
EQUIPOS DE TRABAJO						
	Estación Total	UND	3.00	0.80	\$75.00	\$180.00
	Equipos electrónicos	UND	24.00	1.00	\$1.00	\$24.00
	Equipos de comunicación	UND	10.00	1.00	\$0.80	\$8.00
	Movilidad	UND	6.00	1.00	\$100.00	\$600.00
PARCIAL 2: U\$\$						\$812.00
MATERIALES DE OFICINA						
	Materiales de oficina	GLB	1.00	5.00%	\$67.99	\$67.99
PARCIAL 3: U\$\$						\$67.99
TOTAL PARCIALES U\$\$:						\$1,427.82

PARTIDA:		EXPEDIENTE AS BUILT (EXPEDIENTE FINAL DE OBRA)					
	3.00						
	3.01						
Rendimiento		Glb/Dias	MO: 8.00	EQ: 8.00	Costo Total por:	Glb	\$45,559.44
Actividad total			Cant/Dias	90.00			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U. U\$\$	PARCIAL U\$\$	
MANO DE OBRA							
201800001	Gerente de Ingeniería	HH	1.00	1.00	\$22.59	\$22.59	
201800005	Ingeniero Civil	HH	1.00	0.45	\$16.71	\$7.52	
201800006	Ingeniero Mecánico	HH	1.00	0.45	\$16.71	\$7.52	
201800007	Ingeniero Eléctrico	HH	1.00	0.35	\$16.71	\$5.85	
201800008	Ingeniero Electrónico	HH	1.00	0.35	\$15.45	\$5.41	
201800010	Coordinador de proyecto	HH	1.00	0.35	\$13.35	\$4.67	
201800011	Administrador de proyecto	HH	1.00	0.55	\$11.55	\$6.35	
201800012	Asistente de Ingeniería	HH	4.00	0.40	\$9.35	\$14.96	
201800017	Cadista	HH	4.00	1.00	\$7.35	\$29.40	
201800018	Topografo	HH	1.00	0.35	\$7.96	\$2.79	
201800019	Ayudante de topografía	HH	2.00	0.35	\$5.67	\$3.97	
201800020	Ayudante mecánico	HH	2.00	0.35	\$5.91	\$4.14	
201800021	Ayudante civil	HH	2.00	0.35	\$5.91	\$4.14	
201800022	Ayudante eléctrico	HH	1.00	0.35	\$5.25	\$1.84	
201800024	Peon	HH	8.00	0.55	\$4.71	\$20.72	
PARCIAL 1: U\$\$						\$141.86	
EQUIPOS DE TRABAJO							
	Estación Total	UND	1.00	0.35	\$75.00	\$26.25	
	Equipos electrónicos	UND	10.00	1.00	\$1.00	\$10.00	
	Equipos de comunicación	UND	5.00	1.00	\$0.80	\$4.00	
	Movilidad	UND	3.00	1.00	\$100.00	\$300.00	
PARCIAL 2: U\$\$						\$340.25	
MATERIALES DE OFICINA							
	Materiales de oficina	GLB	1.00	5.00%	\$24.11	\$24.11	
PARCIAL 3: U\$\$						\$24.11	
TOTAL PARCIALES U\$\$:						\$506.22	

PRESUPUESTO DE PROCURA DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL PROYECTO**PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA FINES DE IRRIGACIÓN CON ENERGÍA AUTOGENERADA****UBICACIÓN: DISTRITO DE CHINGAS - PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	MATERIALES CIVILES	GLB	1.00	\$4,515,118.28	\$4,515,118.28	S/. 14,945,041.50	S/. 14,945,041.50
2	MATERIALES MECÁNICAS	GLB	1.00	\$3,280,103.35	\$3,280,103.35	S/. 10,857,142.09	S/. 10,857,142.09
3	MATERIALES ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN	GLB	1.00	\$1,183,780.00	\$1,183,780.00	S/. 3,918,311.80	S/. 3,918,311.80
COSTO DIRECTO DE PROCURA					\$8,979,001.63		S/. 29,720,495.38
COSTO INDIRECTO DE PROCURA			10%		\$897,900.16		S/. 2,972,049.54
COSTO TOTAL POR PROCURA DE MATERIALES					\$9,876,901.79		S/. 32,692,544.92

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.00	MATERIALES CIVILES				\$4,515,118.28
1.01	Captación de agua o bocatoma				
1.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	12.60	\$205.00	\$2,583.00
1.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4$ "	kg.	1,110.00	\$2.27	\$2,519.70
1.01.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	869.55	\$2.27	\$1,973.88
1.01.04	Alambre dulce N° 16	kg.	60.00	\$1.91	\$114.60
1.02	Desarenadores				
1.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	14.25	\$205.00	\$2,921.25
1.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	482.00	\$2.27	\$1,094.14
1.02.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	904.54	\$2.27	\$2,053.31
1.02.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1$ "	kg.	55.62	\$2.27	\$126.26
1.02.05	Alambre dulce N° 16	kg.	72.15	\$1.91	\$137.81
1.03	Canal de conducción				
1.03.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	5,326.50	\$205.00	\$1,091,932.50
1.03.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	257,956.25	\$2.27	\$585,560.69
1.03.03	Alambre dulce N° 16	kg.	12,897.81	\$1.91	\$24,634.82
1.04	Cámara de carga				
1.04.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	25.60	\$205.00	\$5,248.00
1.04.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	2,479.73	\$2.27	\$5,628.99
1.04.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	56.35	\$2.27	\$127.91
1.04.04	Alambre dulce N° 16	kg.	80.30	\$1.91	\$153.37
1.05	Pedestales para tubería de presión				
1.05.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	23.50	\$185.00	\$4,347.50
1.05.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	977.76	\$2.27	\$2,219.52
1.05.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4$ "	kg.	333.60	\$2.27	\$757.27
1.05.04	Alambre dulce N° 16	kg.	56.57	\$1.91	\$108.05
1.06	Casa de máquinas o casa de fuerza				
1.06.01	Base de concreto para turbina				
1.06.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	6.54	\$205.00	\$1,340.70
1.06.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4$ "	kg.	160.92	\$2.27	\$365.29
1.06.01.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	69.84	\$2.27	\$158.54
1.06.01.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4$ "	kg.	16.53	\$2.27	\$37.52
1.06.01.05	Alambre dulce N° 16	kg.	12.37	\$1.91	\$23.63
1.06.02	Cimentación de muros				
1.06.02.01	Concreto 210 kg/cm2 + 30% de piedra grande < 8"	m3.	9.00	\$170.00	\$1,530.00
1.06.03	Losa de concreto				
1.06.03.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	10.00	\$205.00	\$2,050.00
1.06.03.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	69.84	\$2.27	\$158.54
1.06.03.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	363.31	\$2.27	\$824.71
1.06.03.04	Alambre dulce N° 16	kg.	21.66	\$1.91	\$41.37
1.06.04	Sobrecimiento				
1.06.04.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	0.83	\$185.00	\$153.55
1.06.04.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/8$ "	kg.	125.88	\$2.27	\$285.75
1.06.04.03	Alambre dulce N° 16	kg.	6.29	\$1.91	\$12.01
1.06.05	Zapatas y columnas				
1.06.05.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	1.50	\$185.00	\$277.50
1.06.05.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8$ "	kg.	325.92	\$2.27	\$739.84
1.06.05.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/8$ "	kg.	93.28	\$2.27	\$211.75
1.06.05.04	Alambre dulce N° 16	kg.	18.96	\$1.91	\$36.21
1.06.06	Muro de casa de máquinas				
1.06.06.01	Ladrillos kinkong, 18H, 0.09 m x 0.13 m x 0.24 m	und.	3,600.00	\$0.58	\$2,088.00
1.06.06.02	Cemento tipo V	bls.	160.00	\$13.52	\$2,163.20
1.06.06.03	Arena gruesa	m3.	21.74	\$25.37	\$551.54
1.06.07	Vigas				
1.06.07.01	Concreto 210 kg/cm2	m3.	3.00	\$185.00	\$555.00
1.06.07.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	274.64	\$2.27	\$623.43
1.06.07.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/8$ "	kg.	90.45	\$2.27	\$205.32
1.06.07.04	Alambre dulce N° 16	kg.	13.73	\$1.91	\$26.22
1.07	Canal de descarga				
1.07.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	47.70	\$185.00	\$8,824.50
1.07.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2$ "	kg.	2,962.12	\$2.27	\$6,724.01
1.07.03	Alambre dulce N° 16	kg.	148.11	\$1.91	\$282.89
1.08	Presas de agua N° 01				
1.08.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.08.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4$ "	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.08.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8''$	kg.	49,359.84	\$2.27	\$112,046.84
1.08.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.08.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4''$	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.08.06	Alambre dulce N° 16	kg.	2,771.69	\$1.91	\$5,293.93
1.09	Patio de bombas N° 01				
1.09.01	Losa de concreto				
1.09.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$81.72
1.09.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	3,129.12	\$2.27	\$5,976.62
1.09.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$430.27
1.09.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.09.02	Base de bomba				
1.09.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.09.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.09.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.09.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	50.00	\$12.00	\$600.00
1.10	Presa de agua N° 02				
1.10.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.10.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4''$	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17
1.10.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8''$	kg.	45,539.84	\$2.27	\$103,375.44
1.10.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.10.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4''$	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.10.06	Alambre dulce N° 16	kg.	27,771.69	\$1.91	\$53,043.93
1.11	Patio de bombas N° 02				
1.11.01	Losa de concreto				
1.11.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.11.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.11.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.11.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.11.02	Base de bomba				
1.11.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.11.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.11.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.11.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	50.00	\$12.00	\$600.00
1.12	Presa de agua N° 03				
1.12.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	1,377.30	\$205.00	\$282,346.50
1.12.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4''$	kg.	11,554.95	\$2.27	\$26,229.74
1.12.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8''$	kg.	129,993.30	\$2.27	\$295,084.79
1.12.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	3,256.00	\$2.27	\$7,391.12
1.12.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4''$	kg.	675.99	\$2.27	\$1,534.50
1.12.06	Alambre dulce N° 16	kg.	7,274.01	\$1.91	\$13,893.36
1.13	Patio de bombas N° 03				
1.13.01	Losa de concreto				
1.13.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.13.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.13.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.13.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.13.02	Base de bomba				
1.13.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.13.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.13.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.13.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	50.00	\$12.00	\$600.00
1.14	Presa de agua N° 04				
1.14.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	1,377.30	\$205.00	\$282,346.50
1.14.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 3/4''$	kg.	11,554.95	\$2.27	\$26,229.74
1.14.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 5/8''$	kg.	129,993.30	\$2.27	\$295,084.79
1.14.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	3,256.00	\$2.27	\$7,391.12
1.14.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/4''$	kg.	675.99	\$2.27	\$1,534.50
1.14.06	Alambre dulce N° 16	kg.	7,274.01	\$1.91	\$13,893.36
1.15	Patio de bombas N° 04				
1.15.01	Losa de concreto				
1.15.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.15.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de $\phi 1/2''$	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.15.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.15.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	60.00	\$2.75	\$165.00
1.15.02	Base de bomba				

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$\$	P. PARCIAL U\$\$
1.15.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	4.00	\$205.00	\$820.00
1.15.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	203.77	\$2.27	\$462.56
1.15.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	10.19	\$1.91	\$19.46
1.15.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	30.00	\$12.00	\$360.00
1.16	Presa de agua N° 05				
1.16.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.16.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17
1.16.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	45,539.84	\$2.27	\$103,375.44
1.16.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.16.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.16.06	Alambre dulce N° 16	kg.	27,771.69	\$1.91	\$53,043.93
1.17	Patio de bombas N° 05				
1.17.01	Losa de concreto				
1.17.01.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	36.00	\$205.00	\$7,380.00
1.17.01.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	3,129.12	\$2.27	\$7,103.10
1.17.01.03	Alambre dulce N° 16	kg.	156.46	\$1.91	\$298.84
1.17.01.04	Rejilla metálica de 0.15 m x 1.5 m.	kg.	90.00	\$2.75	\$247.50
1.17.02	Base de bomba				
1.17.02.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	2.40	\$205.00	\$492.00
1.17.02.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	122.26	\$2.27	\$277.53
1.17.02.03	Alambre dulce N° 16	kg.	6.11	\$1.91	\$11.67
1.17.02.04	Perno de anclaje tipo J, según diseño de bomba	und.	30.00	\$12.00	\$360.00
1.18	Pedestales de concreto - Tramo 1				
1.18.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	108.21	\$205.00	\$22,183.05
1.18.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	4,066.88	\$2.27	\$9,231.82
1.18.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	394.76	\$2.27	\$896.11
1.18.04	Alambre dulce N° 16	kg.	223.09	\$1.91	\$426.10
1.19	Pedestales de concreto - Tramo 2				
1.19.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	325.76	\$205.00	\$66,780.80
1.19.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	12,243.60	\$2.27	\$27,792.97
1.19.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,188.45	\$2.27	\$2,697.78
1.19.04	Alambre dulce N° 16	kg.	671.61	\$1.91	\$1,282.78
1.20	Pedestales de concreto - Tramo 3				
1.20.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	364.00	\$205.00	\$74,620.00
1.20.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	13,718.56	\$2.27	\$31,141.13
1.20.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,331.62	\$2.27	\$3,022.78
1.20.04	Alambre dulce N° 16	kg.	752.51	\$1.91	\$1,437.29
1.21	Pedestales de concreto - Tramo 4				
1.21.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	327.66	\$205.00	\$67,170.30
1.21.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	12,315.20	\$2.27	\$27,955.50
1.21.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,195.40	\$2.27	\$2,713.56
1.21.04	Alambre dulce N° 16	kg.	675.53	\$1.91	\$1,290.26
1.22	Pedestales de concreto - Tramo 5				
1.22.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	355.85	\$205.00	\$72,949.25
1.22.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	13,374.88	\$2.27	\$30,360.98
1.22.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	1,298.26	\$2.27	\$2,947.05
1.22.04	Alambre dulce N° 16	kg.	733.66	\$1.91	\$1,401.29
1.23	Presa de agua N° 06				
1.23.01	Concreto 280 kg/cm2	m3.	375.12	\$205.00	\$76,899.60
1.23.02	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 3/4"	kg.	3,504.48	\$2.27	\$7,955.17
1.23.03	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 5/8"	kg.	49,539.84	\$2.27	\$112,455.44
1.23.04	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/2"	kg.	2,356.23	\$2.27	\$5,348.64
1.23.05	Fierro corrugado ASTM A-615, grado 60 de ϕ 1/4"	kg.	33.12	\$2.27	\$75.18
1.23.06	Alambre dulce N° 16	kg.	2,771.69	\$1.91	\$5,293.93
1.24	Transporte de materiales civiles a obra	glb.	1.00	\$65,000.00	\$65,000.00
2.00	EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS				\$3,280,103.35
2.01	Turbina hidráulica	und.	2.00	\$60,000.00	\$120,000.00
2.02	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-275-X3-A, 55.6 l/s, 336.8m.	und.	5.00	\$79,680.00	\$398,400.00
2.03	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.04	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-275-X3-A, 40.9 l/s, 430.7m.	und.	5.00	\$83,650.00	\$418,250.00
2.05	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.06	Electrobomba de caja partida CPSM 6X5-250-A, 38.2 l/s, 468.3m.	und.	3.00	\$65,400.00	\$196,200.00
2.07	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.08	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-276-A, 57.4 l/s, 190.9m.	und.	5.00	\$50,040.00	\$250,200.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.09	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.10	Electrobomba de caja partida CPSM 6X4-275-X3-A, 65.9 l/s, 345.7m.	und.	5.00	\$83,680.00	\$418,400.00
2.11	Lógica para alternancia en zonas de bombeo	und.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
2.12	Válvula check o de pie de ø10", 150 Psi.	und.	1.00	\$835.77	\$835.77
2.13	Válvula check o de pie de ø12", 150 Psi.	und.	1.00	\$1,157.21	\$1,157.21
2.14	Válvula check o de pie de ø16", 150 Psi.	und.	1.00	\$2,236.97	\$2,236.97
2.15	Válvula check o de pie de ø22", 150 Psi.	und.	1.00	\$2,501.29	\$2,501.29
2.16	Válvula check o de pie de ø24", 150 Psi.	und.	1.00	\$2,784.23	\$2,784.23
2.17	Válvula check de ø8", 150 Psi.	und.	16.00	\$626.24	\$10,019.84
2.18	Válvula check de ø10", 150 Psi.	und.	5.00	\$841.03	\$4,205.15
2.19	Válvula de compuerta de ø10", 150 Psi.	und.	6.00	\$930.28	\$5,581.68
2.20	Válvula de compuerta de ø12", 150 Psi.	und.	6.00	\$1,225.26	\$7,351.56
2.21	Válvula de compuerta de ø14", 150 Psi.	und.	30.00	\$1,685.13	\$50,553.90
2.22	Filtro de agua tipo canasta ø8"	und.	3.00	\$1,045.71	\$3,137.13
2.23	Filtro de agua tipo canasta ø10"	und.	3.00	\$1,385.18	\$4,155.54
2.24	Filtro de agua tipo canasta ø12"	und.	15.00	\$1,676.26	\$25,143.90
2.25	Tubería de acero al carbono ø24" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	6.00	\$3,250.00	\$19,500.00
2.26	Tubería de acero al carbono ø22" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	6.00	\$1,329.39	\$7,976.34
2.27	Tubería de acero al carbono ø16" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	392.00	\$838.24	\$328,590.08
2.28	Tubería de acero al carbono ø14" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	796.00	\$548.00	\$436,208.00
2.29	Tubería de acero al carbono ø12" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	10.00	\$491.43	\$4,914.30
2.30	Tubería de acero al carbono ø10" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	12.00	\$353.50	\$4,242.00
2.31	Tubería de acero al carbono ø8" ASTM A-53, SCH 40, sin costura	und.	1,235.00	\$234.49	\$289,595.15
2.32	Codo 90° RL, acero al carbono ø24" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$245.00	\$245.00
2.33	Codo 90° RL, acero al carbono ø22" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$145.00	\$145.00
2.34	Codo 90° RL, acero al carbono ø16" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$138.00	\$138.00
2.35	Codo 90° RL, acero al carbono ø14" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	4.00	\$112.00	\$448.00
2.36	Codo 90° RL, acero al carbono ø12" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	12.00	\$101.56	\$1,218.72
2.37	Codo 90° RL, acero al carbono ø10" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	6.00	\$94.32	\$565.92
2.38	Codo 90° RL, acero al carbono ø8" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	24.00	\$82.46	\$1,979.04
2.39	Codo 45° RL, acero al carbono ø16" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	22.00	\$95.18	\$2,093.96
2.40	Codo 45° RL, acero al carbono ø14" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	45.00	\$86.12	\$3,875.40
2.41	Codo 45° RL, acero al carbono ø12" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	6.00	\$74.59	\$447.54
2.42	Codo 45° RL, acero al carbono ø10" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	6.00	\$68.26	\$409.56
2.43	Codo 45° RL, acero al carbono ø8" ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	106.00	\$60.08	\$6,368.48
2.44	Tee 24"x24", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$98.21	\$98.21
2.45	Tee 22"x22", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$90.53	\$90.53
2.46	Tee 16"x16", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	2.00	\$60.71	\$121.42
2.47	Tee 14"x14", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	2.00	\$53.16	\$106.32
2.48	Tee 12"x12", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	1.00	\$46.03	\$46.03
2.49	Tee 10"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	2.00	\$35.26	\$70.52
2.50	Tee 8"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	8.00	\$30.51	\$244.08
2.51	Tee red. 24"x20", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	5.00	\$125.34	\$626.70
2.52	Tee red. 22"x20", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	5.00	\$109.13	\$545.65
2.53	Tee red. 16"x14", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	15.00	\$84.26	\$1,263.90
2.54	Tee red. 14"x12", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	5.00	\$72.19	\$360.95
2.55	Tee red. 12"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	3.00	\$59.26	\$177.78
2.56	Tee red. 10"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH 40	und.	3.00	\$38.51	\$115.53
2.57	Reducción conc. 22"x20", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	2.00	\$98.37	\$196.74
2.58	Reducción conc. 20"x16", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	10.00	\$89.43	\$894.30
2.59	Reducción conc. 16"x14", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	15.00	\$75.86	\$1,137.90
2.60	Reducción conc. 14"x12", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	10.00	\$66.72	\$667.20
2.61	Reducción conc. 12"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	3.00	\$59.23	\$177.69
2.62	Reducción conc. 10"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	3.00	\$52.17	\$156.51
2.63	Reducción exc. 14"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	15.00	\$75.14	\$1,127.10
2.64	Reducción exc. 12"x10", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	5.00	\$49.25	\$246.25
2.65	Reducción exc. 10"x8", acero al carbono, ASTM A-234 WPB, SCH40	und.	5.00	\$43.49	\$217.45
2.66	Brida welding neck ø24" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	3.00	\$67.35	\$202.05
2.67	Brida welding neck ø22" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	3.00	\$55.05	\$165.15
2.68	Brida welding neck ø16" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	64.00	\$46.71	\$2,989.44
2.69	Brida welding neck ø14" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	164.00	\$43.16	\$7,078.24
2.70	Brida welding neck ø12" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	34.00	\$37.75	\$1,283.50
2.71	Brida welding neck ø10" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	15.00	\$32.49	\$487.35
2.72	Brida welding neck ø8" ASTM A-105, ANSI B 16.5	und.	312.00	\$25.61	\$7,990.32
2.73	Brida ciega de ø24", ASTM A-105,	und.	2.00	\$65.05	\$130.10

DETALLE DE PRESUPUESTO DE PROCURA DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$\$	P. PARCIAL U\$\$
2.74	Brida ciega de ø22", ASTM A-105,	und.	3.00	\$54.06	\$162.18
2.75	Brida ciega de ø16", ASTM A-105,	und.	4.00	\$44.64	\$178.56
2.76	Brida ciega de ø14", ASTM A-105,	und.	4.00	\$38.14	\$152.56
2.77	Brida ciega de ø12", ASTM A-105,	und.	6.00	\$30.15	\$180.90
2.78	Brida ciega de ø10", ASTM A-105,	und.	2.00	\$26.29	\$52.58
2.79	Brida ciega de ø8", ASTM A-105,	und.	16.00	\$21.34	\$341.44
2.80	Brida Slip On de ø14", ASTM A-105, clase 150	und.	10.00	\$68.56	\$685.60
2.81	Brida Slip On de ø12", ASTM A-105, clase 150	und.	6.00	\$45.67	\$274.02
2.82	Brida Slip On de ø10", ASTM A-105, clase 150	und.	4.00	\$36.84	\$147.36
2.83	Brida Slip On de ø8", ASTM A-105, clase 150	und.	102.00	\$27.51	\$2,806.02
2.84	Viga H de 8" x 13.5 lb/cm2, WF, ASTM A-36	und.	21.00	\$396.29	\$8,322.09
2.85	Viga H de 6" x 11.5 lb/cm2, WF, ASTM A-36	und.	40.00	\$314.53	\$12,581.20
2.86	Viga H de 4" x 9.5 lb/cm2, WF, ASTM A-36	und.	91.00	\$218.27	\$19,862.57
2.87	Tubo rectangular de acero estructural ASTM A-36, 4" x 6"	und.	26.00	\$95.26	\$2,476.76
2.88	Tubo rectangular de acero estructural ASTM A-36, 4"	und.	30.00	\$76.42	\$2,292.60
2.89	Tubo de acero LAC, negro, de ø2"	und.	165.00	\$22.00	\$3,630.00
2.90	Tubo de acero LAC, negro, de ø1.1/2"	und.	237.00	\$18.59	\$4,405.83
2.91	Plancha estriada ASTM A-36, 1.2m x 2.4m x 1/4"	und.	12.00	\$75.68	\$908.16
2.92	Plancha estriada ASTM A-36, 1.2m x 2.4m x 3/16"	und.	26.00	\$62.38	\$1,621.88
2.93	Barra redonda lisa, ASTM A-36, ø5/8" x 6m.	und.	61.00	\$15.27	\$931.47
2.94	Transporte de materiales electromecánicos	glb.	1.00	\$145,000.00	\$145,000.00
3.00	MATERIALES ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN				\$1,183,780.00
3.01	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (55.6 l/s)	und.	5.00	\$24,160.00	\$120,800.00
3.02	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (40.9 l/s)	und.	5.00	\$38,450.00	\$192,250.00
3.03	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (38.2 l/s)	und.	3.00	\$34,200.00	\$102,600.00
3.04	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (57.4 l/s)	und.	5.00	\$23,940.00	\$119,700.00
3.05	Tablero de control con arranque variador de frecuencia. B (65.9 l/s)	und.	9.00	\$38,360.00	\$345,240.00
3.06	Generador eléctrico	und.	2.00	\$25,500.00	\$51,000.00
3.07	Tablero eléctrico	und.	2.00	\$2,450.00	\$4,900.00
3.08	Transformador	und.	1.00	\$5,000.00	\$5,000.00
3.09	Cable de cobre unipolar, tipo NYY, 2x(3-1x150mm2 + 1x25mm2 (T))	m.	6,500.00	\$22.64	\$147,160.00
3.10	Cable de cobre unipolar, tipo N2XOH, (2-1x2.5mm2 + 1x25mm2 (T))	m.	9,000.00	\$10.57	\$95,130.00

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA FINES DE IRRIGACIÓN CON ENERGÍA AUTOGENERADA

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHINGAS - PROVINCIA ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$	P. UNITARIO S/.	P. TOTAL S/.
1	CONSTRUCCIÓN DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA	GLB	1.00	\$2,199,688.93	\$2,199,688.93	S/. 7,280,970.37	S/. 7,280,970.37
2	CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO	GLB	1.00	\$2,266,762.16	\$2,266,762.16	S/. 7,502,982.74	S/. 7,502,982.74
3	CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO	GLB	1.00	\$1,013,131.52	\$1,013,131.52	S/. 3,353,465.33	S/. 3,353,465.33
COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN					\$5,479,582.61		S/. 18,137,418.45
COSTO INDIRECTO DE CONSTRUCCIÓN			12%		\$657,549.91		S/. 2,176,490.21
UTILIDAD POR CONSTRUCCIÓN			10%		\$547,958.26		S/. 1,813,741.84
COSTO TOTAL POR CONSTRUCCIÓN					\$6,685,090.79		S/. 22,127,650.51

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.00	CONSTRUCCIÓN DE MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA				\$2,199,688.93
1.01	Obras provisionales				
1.01.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	glb.	1.00	\$30,000.00	\$30,000.00
1.01.02	Movilización y desmovilización de personal	glb.	1.00	\$25,000.00	\$25,000.00
1.01.03	Movilización y desmovilización de instalaciones temporales (oficina, almacenes, baños portátiles).	glb.	1.00	\$15,000.00	\$15,000.00
1.01.04	Instalación de oficinas, almacenes y baños portátiles temporales	glb.	1.00	\$4,350.00	\$4,350.00
1.01.05	Intalación de cerco temporal para campamento	glb.	1.00	\$3,200.00	\$3,200.00
1.01.06	Instalación de grupo electrógeno	glb.	1.00	\$5,000.00	\$5,000.00
1.01.07	Implementos de seguridad (EPP)	glb.	1.00	\$60,000.00	\$60,000.00
1.01.08	Seguro complementario de trabajo y Riesgo SCTR	glb.	1.00	\$68,000.00	\$68,000.00
1.01.09	Exámen médico ocupacional (EMO)	glb.	1.00	\$65,000.00	\$65,000.00
1.02	Obras preliminares				
1.02.01	Limpieza de malesas en todas las líneas de trabajo definidos	m2.	5,689.00	\$1.95	\$11,093.55
1.02.02	Movimiento de terreno para instalaciones temporales (campamento)	m3.	536.00	\$18.94	\$10,151.84
1.02.03	Movimiento de terrenopara vías de acceso a frentes de trabajos	m3.	1,560.00	\$18.94	\$29,546.40
1.02.04	Limpieza de rivera de río y desvío de agua para liberar área de trabajo	glb.	1.00	\$6,820.00	\$6,820.00
1.02.05	Riego constante para migración de polvos	kg.	869.53	\$58.23	\$50,632.73
1.03	Bocatoma o captación de agua				
1.03.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	66.23	\$3.51	\$232.47
1.03.02	Excavación de roca dura	m3.	26.00	\$42.59	\$1,107.34
1.03.03	Excavación de terreno natural	m3.	41.00	\$20.42	\$837.22
1.03.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	28.00	\$0.75	\$21.00
1.03.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	19.00	\$1.15	\$21.85
1.03.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	19.00	\$15.66	\$297.54
1.03.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg.	1,979.90	\$0.68	\$1,346.33
1.03.08	Vaciado de concreto ciclopeo F'c = 210 kg/cm2 + 25 % PM, zapata	m3.	2.56	\$41.53	\$106.32
1.03.09	Encofrado con paneles para platea de cimentación	m2.	4.58	\$11.23	\$51.43
1.03.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, platea de cimentación	m3.	4.24	\$56.51	\$239.60
1.03.11	Desencofrado de paneles de platea de cimentación	m2.	4.58	\$7.39	\$33.85
1.03.12	Encofrado con paneles para muro de contención de bocatoma	m2.	32.00	\$11.23	\$359.36
1.03.13	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro (cara vista)	m3.	5.80	\$56.51	\$327.76
1.03.14	Desencofrado de paneles de platea de contención de bocatoma	m2.	32.00	\$7.19	\$230.08
1.04	Desarenadores				
1.04.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	300.00	\$3.51	\$1,053.00
1.04.02	Excavación de roca dura	m3.	6.00	\$42.59	\$255.54
1.04.03	Excavación de terreno natural	m3.	15.00	\$20.42	\$306.30
1.04.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	45.00	\$0.75	\$33.75
1.04.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	45.00	\$1.15	\$51.75
1.04.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	0.75	\$15.66	\$11.75
1.04.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso canal	kg.	1,442.25	\$0.68	\$980.73
1.04.08	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, piso de canal	m3.	3.75	\$56.51	\$211.91
1.04.09	Encofrado con paneles para paredes laterales de desarenador	m2.	80.00	\$11.23	\$898.40
1.04.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro (cara vista)	m3.	10.50	\$10.00	\$105.00
1.04.11	Desencofrado de paneles de paredes laterales	m2.	80.00	\$7.19	\$575.20
1.05	Canal de conducción				
1.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	28,000.00	\$3.51	\$98,280.00
1.05.02	Excavación de roca dura	m3.	1,050.00	\$42.59	\$44,719.50
1.05.03	Excavación de terreno natural	m3.	24,075.00	\$20.42	\$491,611.50
1.05.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	45,250.00	\$0.75	\$33,937.50
1.05.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	16,750.00	\$1.15	\$19,262.50
1.05.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	837.50	\$15.66	\$13,115.25
1.05.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso canal	kg.	263,282.75	\$0.68	\$179,032.27
1.05.08	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, piso de canal	m3.	2,512.50	\$56.51	\$141,981.38
1.05.09	Encofrado con paneles para paredes laterales de desarenador	m2.	20,100.00	\$11.23	\$225,723.00
1.05.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro (cara vista)	m3.	5,814.00	\$56.51	\$328,549.14
1.05.11	Desencofrado de paneles de paredes laterales	m2.	20,100.00	\$7.19	\$144,519.00
1.06	Cámara de carga				
1.06.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	79.00	\$3.51	\$277.29
1.06.02	Excavación de roca dura	m3.	1.50	\$42.59	\$63.89
1.06.03	Excavación de terreno natural	m3.	24.10	\$20.42	\$492.12
1.06.04	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	31.26	\$0.75	\$23.45
1.06.05	Compactado con equipo compactadora	m2.	16.85	\$1.15	\$19.38
1.06.06	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	0.83	\$15.66	\$13.00
1.06.07	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa	kg.	1,108.48	\$0.68	\$753.77
1.06.08	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, losa de cámara	m3.	6.15	\$41.53	\$255.41
1.06.09	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, paredes	kg.	1,260.00	\$0.68	\$856.80
1.06.10	Encofrado con paneles para paredes laterales de cámara de carga	m2.	36.00	\$11.23	\$404.28
1.06.11	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, paredes laterales (cara vista)	m3.	13.00	\$56.51	\$734.63

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.06.12	Desencofrado con paneles de paredes laterales	m2.	36.00	\$7.19	\$258.84
1.06.13	Encofrado con paneles para techo aligerado de cámara de carga	m2.	22.00	\$11.23	\$247.06
1.06.14	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, aligerado	kg.	127.60	\$0.68	\$86.77
1.06.15	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, techo aligerado	m3.	6.45	\$56.51	\$364.49
1.06.16	Desencofrado de paneles de techo aligerado	m2.	22.00	\$7.19	\$158.18
1.07	Pedestales para tubería de presión				
1.07.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	70.00	\$3.51	\$245.70
1.07.02	Excavación de terreno para pedestales	m3.	5.60	\$20.42	\$114.35
1.07.03	Perfilado y nivelación de terreno	m2.	34.20	\$0.75	\$25.65
1.07.04	Compactado con equipo compactadora	m2.	9.00	\$1.15	\$10.35
1.07.05	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	9.00	\$15.66	\$140.94
1.07.06	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, zapata/ped.	kg.	1,311.36	\$0.68	\$891.72
1.07.07	Vaciado de concreto, F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	3.60	\$41.53	\$149.51
1.07.08	Encofrado con paneles para pedestales de tubería de presión	m2.	3.45	\$11.23	\$38.74
1.07.09	Vaciado de concreto, F'c = 210 kg/cm2, pedestales	m3.	17.90	\$56.51	\$1,011.53
1.07.10	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	3.45	\$7.19	\$24.81
1.08	Casa de máquinas o casa de fuerza				
1.08.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	105.00	\$3.51	\$368.55
	1.08.02 Cimentación de turbina hidráulica				
1.08.02.01	Excavación de terreno para cimentación de turbinas	m3.	5.50	\$20.42	\$112.31
1.08.02.02	Perfilado de terreno	m2.	7.80	\$0.75	\$5.85
1.08.02.03	Compactado con equipo compactadora. Cimiento de turbina	m2.	1.50	\$1.15	\$1.73
1.08.02.04	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, turbina	kg.	252.23	\$0.68	\$171.52
1.08.02.05	Encofrado con paneles, cimentación turbina	m2.	14.30	\$11.23	\$160.59
1.08.02.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, cimentación turbina	m3.	2.89	\$56.51	\$163.31
1.08.02.07	Desencofrado de paneles, cimentación de turbina	m2.	14.30	\$7.19	\$102.82
	1.08.03 Cimentación y construcción de muro				
1.08.03.01	Excavación de terreno para cimentación de muro y zapatas	m3.	31.50	\$20.42	\$643.23
1.08.03.02	Perfilado de excavación para zapata	m2.	12.00	\$0.75	\$9.00
1.08.03.03	Vaciado de solado, cemento F'c = 140 kg/cm2	m2.	14.40	\$15.66	\$225.50
1.08.03.04	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 zap/column.	kg.	645.52	\$0.68	\$438.95
1.08.03.05	Armado e instalación de acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2 viga ciment.	kg.	287.77	\$0.68	\$195.68
1.08.03.06	Vaciado de concreto ciclopeo F'c = 210 kg/cm2 + 30 % PM. Cim. Corrido	m3.	12.00	\$41.53	\$498.36
1.08.03.07	Encofrado de paneles para sobrecimiento de muro	m2.	5.25	\$11.23	\$58.96
1.08.03.08	Vaciado de concreto, F'y = 210 kg/cm2, sobrecimiento de muro	m3.	0.83	\$56.51	\$46.90
1.08.03.09	Desencofrado de paneles de sobrecimiento	m2.	5.25	\$7.19	\$37.75
1.08.03.10	Nivelación y compactado de terreno para losa de casa de máquinas	m2.	250.00	\$1.15	\$287.50
1.08.03.11	Asentado de ladrillo king kong de 18 huecos	m2.	413.79	\$2.58	\$1,067.58
1.08.03.12	Encofrado con paneles para columnas	m2.	10.00	\$11.23	\$112.30
1.08.03.13	Vaciado de concreto, F'y = 210 kg/cm2, columnas	m3.	4.50	\$56.51	\$254.30
1.08.03.14	Desencofrado de paneles de columnas	m2.	10.00	\$7.19	\$71.90
1.08.03.15	Encofrado de paneles para viga de carga	m2.	12.60	\$11.23	\$141.50
1.08.03.16	Armado e instalación de acero de refuerzo, fy = 4200 kg/cm2, viga de carga	kg.	182.35	\$0.68	\$124.00
1.08.03.17	Vaciado de concreto, F'c = 210 kg/cm2, viga de carga	m3.	2.53	\$56.51	\$142.97
1.08.03.18	Desencofrado de paneles de viga de carga	m2.	12.60	\$7.19	\$90.59
1.08.03.19	Tarrajeo de muro interior y exterior, con mortero con 1:5	m2.	827.58	\$2.30	\$1,903.43
	1.08.04 Fabricación de estructuras metálicas y tubería de presión				
1.08.04.01	Habilitado, armado y soldeo de estructuras metálicas (tijerales)	kg.	545.63	\$1.13	\$616.56
1.08.04.02	Habilitado, armado y soldeo de estructuras metálicas (viga central)	kg.	695.56	\$1.13	\$785.98
1.08.04.03	Habilitado, armado y soldeo de viga perimetral	kg.	421.03	\$1.13	\$475.76
1.08.04.04	Habilitado, armado y soldeo de vigas secundarias	kg.	305.68	\$1.13	\$345.42
1.08.04.05	Habilitado, armado y soldeo de correas y templadores	kg.	282.35	\$1.13	\$319.06
1.08.04.06	Habilitado, armado y soldeo de puertas de control de caudal	kg.	356.51	\$1.13	\$402.86
1.08.04.07	Habilitado, armado y soldeo de tubería de presión	kg.	6,450.00	\$1.13	\$7,288.50
1.08.04.08	Arenado de estructuras metálicas fabricados	m2.	188.56	\$0.45	\$84.85
1.08.04.09	Pintado de estructuras metálicas fabricadas	m2.	188.56	\$0.64	\$120.68
	1.08.05 Instalación de estructura y cobertura de techo				
1.08.05.01	Instalación de estructura metálicas (vigas perimetrales)	kg.	421.03	\$0.95	\$399.98
1.08.05.02	Instalación de estructura metálicas (Tijerales)	kg.	545.63	\$0.95	\$518.35
1.08.05.03	Instalación de estructura metálicas (viga central)	kg.	695.56	\$0.95	\$660.78
1.08.05.04	Instalación de estructura metálicas (vigas secundarias)	kg.	305.68	\$0.95	\$290.40
1.08.05.05	Instalación de estructura metálicas (correas y templadores)	kg.	282.35	\$0.95	\$268.23
1.08.05.06	Instalación de cobertura de techo, con paneles TAT de 50mm.	m2.	200.00	\$4.50	\$900.00
1.08.05.07	Instalación de puertas y ventanas	kg.	120.00	\$0.95	\$114.00
1.08.05.08	Instalación de canaleta colector de aguas pluviales	m.	50.00	\$1.98	\$99.00
	1.08.06 Equipos mecánicos y electromecánicos				
1.08.06.01	Instalación de tubería de presión (armado y soldeo en lineal)	kg.	4,450.58	\$0.95	\$4,228.05
1.08.06.02	Ensayo NDT de juntas de soldadura de tubería de presión	glb.	1.00	\$4,800.00	\$4,800.00
1.08.06.03	Pintado de acabado de tubería de presión	m2.	120.56	\$0.64	\$77.16

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
1.08.06.04	Instalación de tubería hidráulica	und.	2.00	\$3,600.00	\$7,200.00
1.08.06.05	Instalación de tablero eléctrico	und.	2.00	\$340.00	\$680.00
1.08.06.06	Instalación de generador eléctrico	und.	2.00	\$950.00	\$1,900.00
1.08.06.07	Instalación de transformador	und.	2.00	\$400.00	\$800.00
1.08.06.08	Instalación de sistema de puesta a tierra	und.	1.00	\$1,560.00	\$1,560.00
1.08.06.09	Instalación de sub estación eléctrica	und.	2.00	\$6,200.00	\$12,400.00
1.08.06.10	Cableado y conexionado de equipos eléctricos	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
1.08.06.11	Instalación de tomacorrientes y luminarias	glb.	1.00	\$460.00	\$460.00
1.09	Cámara y canal de descarga				
1.09.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	90.00	\$3.51	\$315.90
1.09.02	Excavación de terreno natural	m3.	60.00	\$20.42	\$1,225.20
1.09.03	Nivelación, perfilado y compactado de excavaciones	m2.	142.50	\$1.15	\$163.88
1.09.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso y pared de camara y canal	kg.	2,496.08	\$0.68	\$1,697.33
1.09.05	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, cámara de descarga y canal	m3.	15.07	\$56.51	\$851.61
1.09.06	Encofrado con paneles para muro de cámara y canal de descarga	m2.	80.00	\$11.23	\$898.40
1.09.07	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, muro de cámara y canal de descarga	m3.	10.53	\$56.51	\$595.05
1.09.08	Desencofrado de paneles de muro de cámara y canal de descarga	m2.	80.00	\$7.19	\$575.20
1.10	Sub estación eléctrica				
1.10.01	Fabricación de estructuras metálicas para sub estación eléctrica	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
1.10.02	Instalación de pórtico metálico	glb.	1.00	\$1,350.00	\$1,350.00
1.10.03	Instalación de torre de alta tensión	glb.	1.00	\$1,800.00	\$1,800.00
1.10.04	Cableado y conexionado de equipos eléctricos en CCHH - SEE	glb.	1.00	\$2,100.00	\$2,100.00
1.10.05	Megado de Cables	glb.	1.00	\$1,500.00	\$1,500.00
1.10.06	Comisionado y pruebas de funcionamiento	glb.	1.00	\$1,900.00	\$1,900.00
1.10.07	Puesta en marcha del servicio	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.00	CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO				\$2,266,762.16
2.01	Estación de bomba N° 01 y tramo N° 01 de tuberías				
2.01.01	Patio de bombas				
2.01.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	450.00	\$3.51	\$1,579.50
2.01.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	45.00	\$20.42	\$918.90
2.01.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	300.00	\$1.15	\$345.00
2.01.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	203.77	\$0.68	\$138.56
2.01.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	9.75	\$11.23	\$109.49
2.01.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	4.00	\$56.51	\$226.04
2.01.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	9.75	\$7.19	\$70.10
2.01.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.01.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.01.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.61	\$2,037.96
2.01.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.01.02	Pedestales para línea de tubería tramo N° 01				
2.01.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	4,285.00	\$3.51	\$15,040.35
2.01.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	61.66	\$20.42	\$1,259.10
2.01.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m3.	103.32	\$15.66	\$1,617.99
2.01.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	4,461.64	\$0.68	\$3,033.92
2.01.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	60.32	\$56.51	\$3,408.68
2.01.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	42.28	\$11.23	\$474.80
2.01.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	47.89	\$56.51	\$2,706.26
2.01.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	42.28	\$7.19	\$303.99
2.01.03	Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería				
2.01.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	4,305.00	\$1.05	\$4,520.25
2.01.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	160.00	\$0.45	\$72.00
2.01.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	160.00	\$0.64	\$102.40
2.01.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	957.60	\$0.48	\$459.65
2.01.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	957.60	\$0.69	\$660.74
2.01.04	Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería				
2.01.04.01	Instalación de electrobombas	und.	5.00	\$350.00	\$1,750.00
2.01.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	550.00	\$0.95	\$522.50
2.01.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	2,305.00	\$0.95	\$2,189.75
2.01.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.01.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 01	kg.	15,000.00	\$0.95	\$14,250.00
2.01.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 01	kg.	80,367.50	\$0.95	\$76,349.13
2.01.04.07	Soldado de juntas de tubería de línea en tramo N° 01	m.	214.67	\$1.23	\$264.04
2.01.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.01.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 01	m2.	957.60	\$0.69	\$660.74
2.01.05	Instalaciones eléctricas				
2.01.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	2,142.50	\$3.51	\$7,520.18
2.01.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.01.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.01.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	4.00	\$3,100.00	\$12,400.00
2.01.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.01.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 01	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.01.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.01.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.01.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.01.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 01	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.02	Estación de bomba N° 02 y tramo N° 02 de tuberías				
2.02.01	Patio de bombas				
2.02.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	450.00	\$3.51	\$1,579.50
2.02.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	90.00	\$20.42	\$1,837.80
2.02.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	300.00	\$1.15	\$345.00
2.02.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	203.77	\$0.68	\$138.56
2.02.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	9.75	\$11.23	\$109.49
2.02.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	4.00	\$56.51	\$226.04
2.02.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	9.75	\$7.19	\$70.10
2.02.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.02.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.02.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.02.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.02.02	Pedestales para línea de tubería tramo N° 02				
2.02.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	14,950.00	\$3.51	\$52,474.50
2.02.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	287.43	\$20.42	\$5,869.32
2.02.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m3.	359.28	\$15.66	\$5,626.32
2.02.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	13,432.05	\$0.68	\$9,133.79
2.02.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	179.64	\$56.51	\$10,151.46
2.02.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	249.50	\$11.23	\$2,801.89
2.02.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	146.12	\$56.51	\$8,257.24
2.02.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	249.50	\$7.19	\$1,793.91
2.02.03	Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería				
2.02.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	14,970.00	\$1.05	\$15,718.50
2.02.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,245.50	\$0.45	\$560.48
2.02.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,245.50	\$0.64	\$797.12
2.02.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	3,827.20	\$0.48	\$1,837.06
2.02.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	3,827.20	\$0.69	\$2,640.77
2.02.04	Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería				
2.02.04.01	Instalación de electrobombas	und.	5.00	\$350.00	\$1,750.00
2.02.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	284.00	\$0.95	\$269.80
2.02.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	2,345.00	\$0.95	\$2,227.75
2.02.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.02.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 02	kg.	14,970.00	\$0.95	\$14,221.50
2.02.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 02	kg.	452,539.00	\$0.65	\$294,150.35
2.02.04.07	Soldo de juntas de tubería de línea en tramo N° 02	m.	829.44	\$1.23	\$1,020.21
2.02.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.02.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 02	m2.	3,827.20	\$0.69	\$2,640.77
2.02.05	Instalaciones eléctricas				
2.02.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	120.00	\$3.51	\$421.20
2.02.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.02.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.02.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	6.00	\$3,100.00	\$18,600.00
2.02.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.02.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 02	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.02.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.02.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.02.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.02.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 02	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.03	Estación de bomba N° 03 y tramo N° 03 de tuberías				
2.03.01	Patio de bombas				
2.03.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	450.00	\$3.51	\$1,579.50
2.03.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	90.00	\$20.42	\$1,837.80
2.03.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	459.72	\$1.15	\$528.68
2.03.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	203.77	\$0.68	\$138.56
2.03.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	9.75	\$11.23	\$109.49
2.03.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	4.00	\$56.51	\$226.04
2.03.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	9.75	\$7.19	\$70.10
2.03.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.03.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.03.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.03.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.03.02 Pedestales para línea de tubería tramo N° 03					
2.03.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	19,150.00	\$3.51	\$67,216.50
2.03.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	275.83	\$20.42	\$5,632.45
2.03.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m2.	459.72	\$15.66	\$7,199.22
2.03.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	15,050.18	\$0.68	\$10,234.12
2.03.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	183.89	\$56.51	\$10,391.62
2.03.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	156.63	\$11.23	\$1,758.95
2.03.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	180.11	\$56.51	\$10,178.02
2.03.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	159.63	\$7.19	\$1,147.74
2.03.03 Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería					
2.03.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	19,155.00	\$1.05	\$20,112.75
2.03.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,659.00	\$0.45	\$746.55
2.03.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,659.00	\$0.64	\$1,061.76
2.03.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	4,289.60	\$0.48	\$2,059.01
2.03.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	4,289.60	\$0.69	\$2,959.82
2.03.04 Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería					
2.03.04.01	Instalación de electrobombas	und.	5.00	\$350.00	\$1,750.00
2.03.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	1,659.00	\$0.95	\$1,576.05
2.03.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	285.60	\$0.95	\$271.32
2.03.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.03.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 03	kg.	19,155.00	\$0.95	\$18,197.25
2.03.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 03	kg.	362,126.50	\$0.95	\$344,020.18
2.03.04.07	Soldo de juntas de tubería de línea en tramo N° 03	m.	714.93	\$1.23	\$879.36
2.03.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.03.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 03	m2.	4,289.60	\$0.69	\$2,959.82
2.03.05 Instalaciones eléctricas					
2.03.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	19,150.00	\$3.51	\$67,216.50
2.03.05.02	Cableado y conexión de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.03.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.03.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	1.00	\$3,100.00	\$3,100.00
2.03.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.03.05.06	Tendido de cables y conexión en tramo N° 03	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.03.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.03.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.03.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.03.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 03	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.04 Estación de bomba N° 04 y tramo N° 04 de tuberías					
2.04.01 Patio de bombas					
2.04.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	320.00	\$3.51	\$1,123.20
2.04.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	65.00	\$20.42	\$1,327.30
2.04.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	250.00	\$1.15	\$287.50
2.04.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	122.26	\$0.68	\$83.14
2.04.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	5.85	\$11.23	\$65.70
2.04.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	2.40	\$56.51	\$135.62
2.04.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	5.85	\$7.19	\$42.06
2.04.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.04.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.04.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.04.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.04.02 Pedestales para línea de tubería tramo N° 04					
2.04.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	17,200.00	\$3.51	\$60,372.00
2.04.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	247.50	\$20.42	\$5,053.95
2.04.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m3.	88.92	\$15.66	\$1,392.49
2.04.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	55,433.67	\$0.68	\$37,694.90
2.04.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	165.17	\$56.51	\$9,333.76
2.04.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	143.38	\$11.23	\$1,610.16
2.04.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	162.49	\$56.51	\$9,182.31
2.04.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	143.38	\$7.19	\$1,030.90
2.04.03 Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería					
2.04.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	17,205.00	\$1.05	\$18,065.25
2.04.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,350.00	\$0.45	\$607.50
2.04.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,350.00	\$0.64	\$864.00
2.04.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	2,373.60	\$0.48	\$1,139.33
2.04.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	2,373.60	\$0.69	\$1,637.78
2.04.04 Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería					
2.04.04.01	Instalación de electrobombas	und.	3.00	\$350.00	\$1,050.00
2.04.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	746.00	\$0.95	\$708.70
2.04.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	1,050.00	\$0.95	\$997.50
2.04.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
2.04.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 04	kg.	17,205.00	\$0.95	\$16,344.75
2.04.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 04	kg.	146,372.00	\$0.95	\$139,053.40
2.04.04.07	Soldeo de juntas de tubería de línea en tramo N° 04	m.	395.60	\$1.23	\$486.59
2.04.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.04.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 04	m2.	2,373.60	\$0.69	\$1,637.78
2.04.05 Instalaciones eléctricas					
2.04.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	17,200.00	\$3.51	\$60,372.00
2.04.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.04.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.04.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	5.00	\$3,100.00	\$15,500.00
2.04.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.04.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 04	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.04.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.04.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.04.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.04.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 04	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
2.05	Estación de bomba N° 05 y tramo N° 05 de tuberías				
2.05.01 Patio de bombas					
2.05.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	250.00	\$3.51	\$877.50
2.05.01.02	Excavación de terreno con equipos	m3.	65.00	\$20.42	\$1,327.30
2.05.01.03	Nivelación de terreno y compactado con equipo	m2.	280.00	\$1.15	\$322.00
2.05.01.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, malla para base de bomba	kg.	122.26	\$0.68	\$83.14
2.05.01.05	Encofrado de paneles para base de bomba	m2.	5.85	\$11.23	\$65.70
2.05.01.06	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para base de bomba	m3.	2.40	\$56.51	\$135.62
2.05.01.07	Desencofrado de paneles de base de bomba	m2.	5.85	\$7.19	\$42.06
2.05.01.08	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para losa de patio de bombas	kg.	3,129.12	\$0.68	\$2,127.80
2.05.01.09	Encofrado con paneles para losa de concreto de patio de bombas	m2.	12.00	\$11.23	\$134.76
2.05.01.10	Vaciado de concreto, F'c = 280 kg/cm2, para losa de patio de bombas	m3.	36.00	\$56.51	\$2,034.36
2.05.01.11	Desencofrado de paneles de losa de patio de bombas	m2.	12.00	\$7.19	\$86.28
2.05.02 Pedestales para línea de tubería tramo N° 05					
2.05.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	18,650.00	\$3.51	\$65,461.50
2.05.02.02	Excavación manual de terreno	m3.	268.92	\$20.42	\$5,491.35
2.05.02.03	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, zapata de pedestal	m2.	448.20	\$15.66	\$7,018.81
2.05.02.04	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, pedestal	kg.	14,673.14	\$0.68	\$9,977.74
2.05.02.05	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, zapata	m3.	224.10	\$56.51	\$12,663.89
2.05.02.06	Encofrado con paneles para pedestal de concreto	m2.	311.25	\$11.23	\$3,495.34
2.05.02.07	Vaciado de concreto F'c = 210 kg/cm2, pedestal	m3.	155.50	\$56.51	\$8,787.31
2.05.02.08	Desencofrado de paneles de pedestales	m2.	311.25	\$7.19	\$2,237.89
2.05.03 Fabricación de soportes metálicos y preparación superficial de tubería					
2.05.03.01	Habilitado, armado y soldeo de soportes para tubería	kg.	18,675.00	\$1.05	\$19,608.75
2.05.03.02	Limpieza mecánica y arenado de estructura de soportes	m2.	1,820.00	\$0.45	\$819.00
2.05.03.03	Pintado de estructura de soporte para tubería	m2.	1,820.00	\$0.64	\$1,164.80
2.05.03.04	Arenado de tubería de acero	m2.	3,804.60	\$0.48	\$1,826.21
2.05.03.05	Pintado de tubería de acero	m2.	3,804.60	\$0.69	\$2,625.17
2.05.04 Instalación de equipos electromecánicos y línea de tubería					
2.05.04.01	Instalación de electrobombas	und.	3.00	\$350.00	\$1,050.00
2.05.04.02	Instalación de soportes de tuberías en patio de bombas	kg.	390.00	\$0.95	\$370.50
2.05.04.03	Instalación de tubería para arreglo mecánico en patio de bombas	kg.	1,050.00	\$0.95	\$997.50
2.05.04.04	Instalación de válvula compuerta, check, filtros y otros accesorios	glb.	1.00	\$4,500.00	\$4,500.00
2.05.04.05	Instalación de soportes metálicas, para línea de tubería - Tramo N° 05	kg.	18,675.00	\$0.95	\$17,741.25
2.05.04.06	Montaje y armado de tubería para línea de tramo N° 05	kg.	297,318.30	\$0.95	\$282,452.39
2.05.04.07	Soldeo de juntas de tubería de línea en tramo N° 05	m.	634.10	\$1.23	\$779.94
2.05.04.08	Ensayos NDT, en juntas de tuberías soldadas	glb.	1.00	\$3,600.00	\$3,600.00
2.05.04.09	Pintura de tubería de línea de tramo N° 05	m2.	3,804.60	\$0.69	\$2,625.17
2.05.05 Instalaciones eléctricas					
2.05.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	18,650.00	\$3.51	\$65,461.50
2.05.05.02	Cableado y conexionado de bombas y tableros en patio de bombas	glb.	1.00	\$3,500.00	\$3,500.00
2.05.05.03	Alineamiento de bomba y pruebas de vacío	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
2.05.05.04	Instalación de postes o torres para línea de media tensión	und.	5.00	\$3,100.00	\$15,500.00
2.05.05.05	Traslado de carretes de cables de almacen obra - área de trabajo	glb.	1.00	\$2,500.00	\$2,500.00
2.05.05.06	Tendido de cables y conexionado en tramo N° 05	glb.	1.00	\$3,150.00	\$3,150.00
2.05.05.07	Instalación de aisladores y suspensores en línea	glb.	1.00	\$600.00	\$600.00
2.05.05.08	Megado de cables	glb.	1.00	\$1,600.00	\$1,600.00
2.05.05.09	Comisionado y pruebas de energía	glb.	1.00	\$1,200.00	\$1,200.00
2.05.05.10	Puesta en marcha del servicio en tramo N° 05	glb.	1.00	\$2,600.00	\$2,600.00
3.00	CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO				\$1,013,131.52
3.01	Construcción de presa de almacenamiento N° 01				
3.01.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,200.00	\$3.51	\$4,212.00

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
3.01.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,500.00	\$20.42	\$30,630.00
3.01.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.01.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.01.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.01.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.84	\$15.66	\$811.81
3.01.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,537.60	\$0.68	\$2,405.57
3.01.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.01.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,794.02	\$0.68	\$8,699.93
3.01.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	39.00	\$11.23	\$437.97
3.01.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.01.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	39.00	\$7.19	\$280.41
3.01.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	239.00	\$0.41	\$97.99
3.01.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.01.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.01.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.01.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.01.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	915.00	\$0.41	\$375.15
3.01.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	1,910.00	\$0.64	\$1,222.40
3.01.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 01	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.02	Construcción de presa de almacenamiento N° 02				
3.02.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,200.00	\$3.51	\$4,212.00
3.02.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,500.00	\$20.42	\$30,630.00
3.02.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.02.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.02.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.02.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.84	\$15.66	\$811.81
3.02.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,537.60	\$0.68	\$2,405.57
3.02.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.02.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,974.02	\$0.68	\$8,822.33
3.02.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	39.00	\$11.23	\$437.97
3.02.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.02.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	39.00	\$7.19	\$280.41
3.02.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	239.00	\$0.41	\$97.99
3.02.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.02.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.02.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.02.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.02.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	915.00	\$0.41	\$375.15
3.02.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	1,910.00	\$0.64	\$1,222.40
3.02.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 02	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.03	Construcción de presa de almacenamiento N° 03				
3.03.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	4,500.00	\$3.51	\$15,795.00
3.03.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	2,900.00	\$20.42	\$59,218.00
3.03.03	Perfilado de corte de talud	m2.	1,325.00	\$0.85	\$1,126.25
3.03.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	4,000.00	\$0.55	\$2,200.00
3.03.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	72.00	\$20.42	\$1,470.24
3.03.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	72.00	\$15.66	\$1,127.52
3.03.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	12,230.84	\$0.68	\$8,316.97
3.03.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	72.00	\$56.51	\$4,068.72
3.03.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	33,312.33	\$0.68	\$22,652.38
3.03.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	78.00	\$11.23	\$875.94
3.03.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	800.00	\$56.51	\$45,208.00
3.03.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	78.00	\$7.19	\$560.82
3.03.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	4,078.00	\$0.41	\$1,671.98
3.03.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	99,936.98	\$0.68	\$67,957.15
3.03.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	2,080.00	\$11.23	\$23,358.40
3.03.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	208.00	\$56.51	\$11,754.08
3.03.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	2,080.00	\$7.23	\$15,038.40
3.03.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	2,092.00	\$0.41	\$857.72
3.03.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	2,892.00	\$0.64	\$1,850.88
3.03.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 03	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.04	Construcción de presa de almacenamiento N° 04				
3.04.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	4,500.00	\$3.51	\$15,795.00
3.04.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	360.00	\$20.42	\$7,351.20
3.04.03	Perfilado de corte de talud	m2.	26.00	\$0.85	\$22.10
3.04.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	4,000.00	\$0.55	\$2,200.00
3.04.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	72.00	\$20.42	\$1,470.24
3.04.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	72.00	\$15.66	\$1,127.52
3.04.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	12,230.94	\$0.68	\$8,317.04

DETALLE DE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO U\$S	P. PARCIAL U\$S
3.04.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	72.00	\$56.51	\$4,068.72
3.04.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	33,312.33	\$0.68	\$22,652.38
3.04.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	78.00	\$11.23	\$875.94
3.04.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	800.00	\$56.51	\$45,208.00
3.04.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	78.00	\$7.19	\$560.82
3.04.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	4,078.00	\$0.41	\$1,671.98
3.04.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	99,936.98	\$0.68	\$67,957.15
3.04.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	2,080.00	\$11.23	\$23,358.40
3.04.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	208.00	\$56.51	\$11,754.08
3.04.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	2,080.00	\$7.23	\$15,038.40
3.04.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	2,092.00	\$0.41	\$857.72
3.04.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	2,892.00	\$0.64	\$1,850.88
3.04.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 04	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.05	Construcción de presa de almacenamiento N° 05				
3.05.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,400.00	\$3.51	\$4,914.00
3.05.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,600.00	\$20.42	\$32,672.00
3.05.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.05.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.05.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.05.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.81	\$15.66	\$811.34
3.05.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,504.48	\$0.68	\$2,383.05
3.05.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.05.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,974.02	\$0.68	\$8,822.33
3.05.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	41.00	\$11.23	\$460.43
3.05.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.05.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	41.00	\$7.19	\$294.79
3.05.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	241.00	\$0.41	\$98.81
3.05.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.05.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.05.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.05.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.05.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	925.00	\$0.41	\$379.25
3.05.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	910.00	\$0.64	\$582.40
3.05.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 05	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.06	Construcción de presa de almacenamiento N° 06				
3.06.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	1,400.00	\$3.51	\$4,914.00
3.06.02	Excavación de terreno, para presa de almacenamiento	m3.	1,600.00	\$20.42	\$32,672.00
3.06.03	Perfilado de corte de talud	m2.	455.00	\$0.85	\$386.75
3.06.04	Nivelado y compactado de terreno	m2.	1,000.00	\$0.55	\$550.00
3.06.05	Excavación de terreno, para fundación de columnas	m3.	51.84	\$20.42	\$1,058.57
3.06.06	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para zapatas y columnas	m2.	51.84	\$15.66	\$811.81
3.06.07	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, para zapata y columnas	kg.	3,504.48	\$0.68	\$2,383.05
3.06.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para zapata	m2.	51.84	\$56.51	\$2,929.48
3.06.09	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, losa de cimentación	kg.	12,974.02	\$0.68	\$8,822.33
3.06.10	Encofrado con paneles para losa de cimentación	m2.	41.00	\$11.23	\$460.43
3.06.11	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para losa de cimentación	m3.	200.00	\$56.51	\$11,302.00
3.06.12	Desencofrado de paneles de losa de cimentación	m2.	41.00	\$7.19	\$294.79
3.06.13	Curado de concreto de losa de cimentación	m2.	241.00	\$0.41	\$98.81
3.06.14	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, muro de contención	kg.	38,922.05	\$0.68	\$26,466.99
3.06.15	Encofrado con paneles para muro de contención	m2.	910.00	\$11.23	\$10,219.30
3.06.16	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro de contención	m3.	91.00	\$56.51	\$5,142.41
3.06.17	Desencofrado de paneles de muro de contención	m2.	910.00	\$7.23	\$6,579.30
3.06.18	Curado de concreto de muro de contención	m2.	925.00	\$0.41	\$379.25
3.06.19	Pulido e impermeabilización de losa y muro de presa	m2.	910.00	\$0.64	\$582.40
3.06.20	Prueba de estanqueidad de presa N° 06	glb.	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00
3.07	Patio de válvulas de control - total de presa de almacenamiento				
3.07.01	Trazo y replanteo topográfico	m2.	180.00	\$3.51	\$631.80
3.07.02	Excavación de terreno, para colector de válvulas de control	m3.	36.00	\$20.42	\$735.12
3.07.03	Nivelado y compactado de terreno	m2.	48.00	\$0.55	\$26.40
3.07.04	Vaciado de solado F'c = 140 kg/cm2, para piso de colector	m2.	48.00	\$15.66	\$751.68
3.07.05	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2, piso colector y muro lateral	kg.	2,700.51	\$0.68	\$1,836.35
3.07.06	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, para piso colector	m3.	42.00	\$56.51	\$2,373.42
3.07.07	Encofrado con paneles para muros laterales de colector de válvulas	m2.	72.00	\$11.23	\$808.56
3.07.08	Vaciado de concreto F'c = 280 kg/cm2, muro lateral de colector de válvula	m3.	24.00	\$56.51	\$1,356.24
3.07.09	Desencofrado de paneles de muro de colector de válvulas	m2.	72.00	\$7.23	\$520.56
3.07.10	Instalación de válvulaas en patio de válvulas	glb.	1.00	\$9,000.00	\$9,000.00

Diagrama de Moody

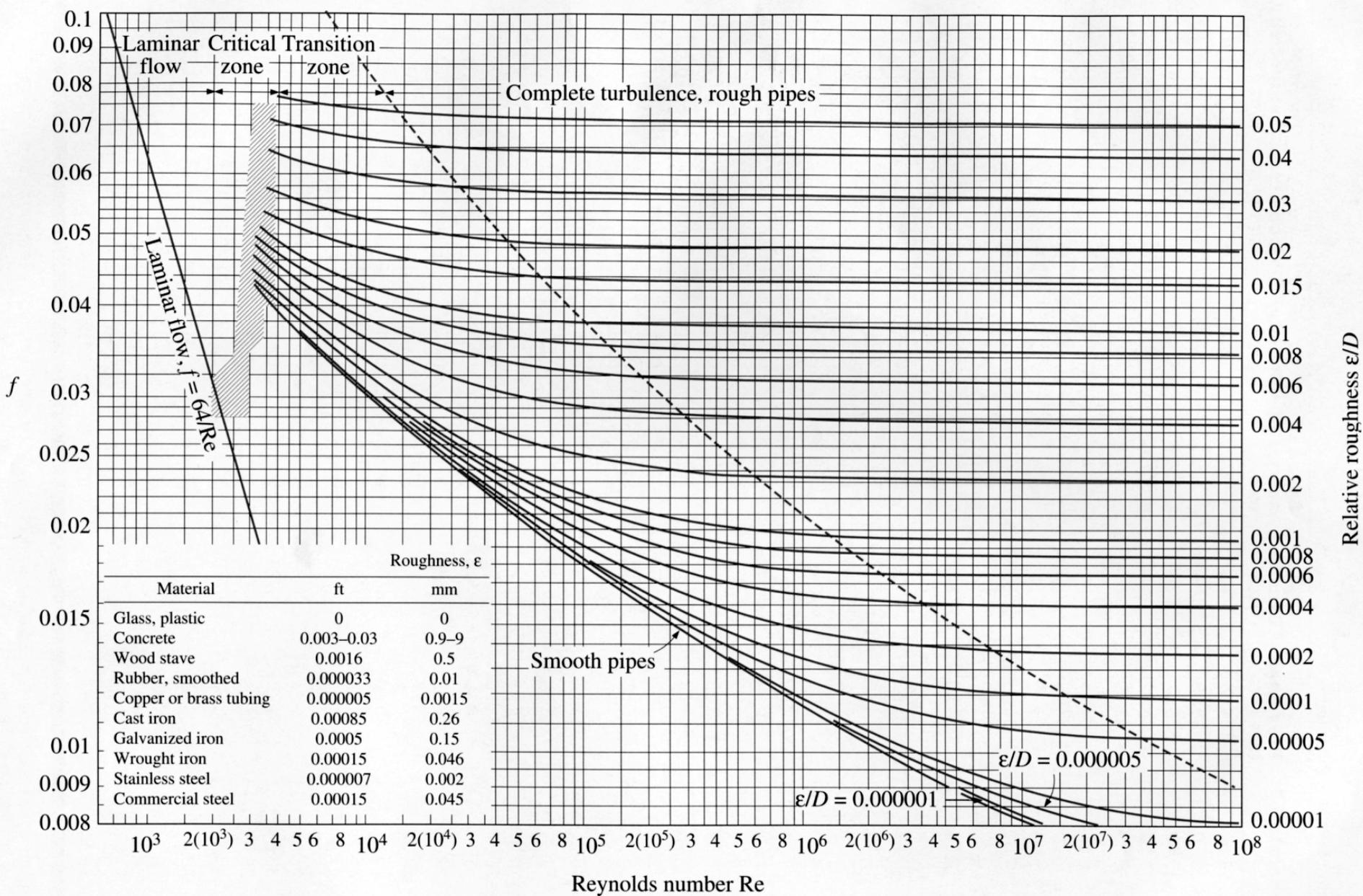


FIGURE A-27
The Moody chart for the friction factor for fully developed flow in circular tubes.

Especificaciones técnicas



BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 275-X3-A



* imagen referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A
RPM	: 3550 rpm
Diámetro Impulsor Nominal	: 275 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diametro descarga	: 100 mm
Número de etapas	: 3
Peso de Bomba	: 1150 Kg

Parámetros Operación

Caudal	: 40.9 l/s
ADT	: 430.7 m
Potencia	: 345.9 hp
Eficiencia	: 67.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC / Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 450 HP@3500 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Proteccion	: IP 55
F.S	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Caja- Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos de desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Bocina	: Acero inoxidable AISI 431
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rigido de Bolas

Limitaciones

Rango Operación	: 40 - 70 l/s
Rango PH	: 5 - 8

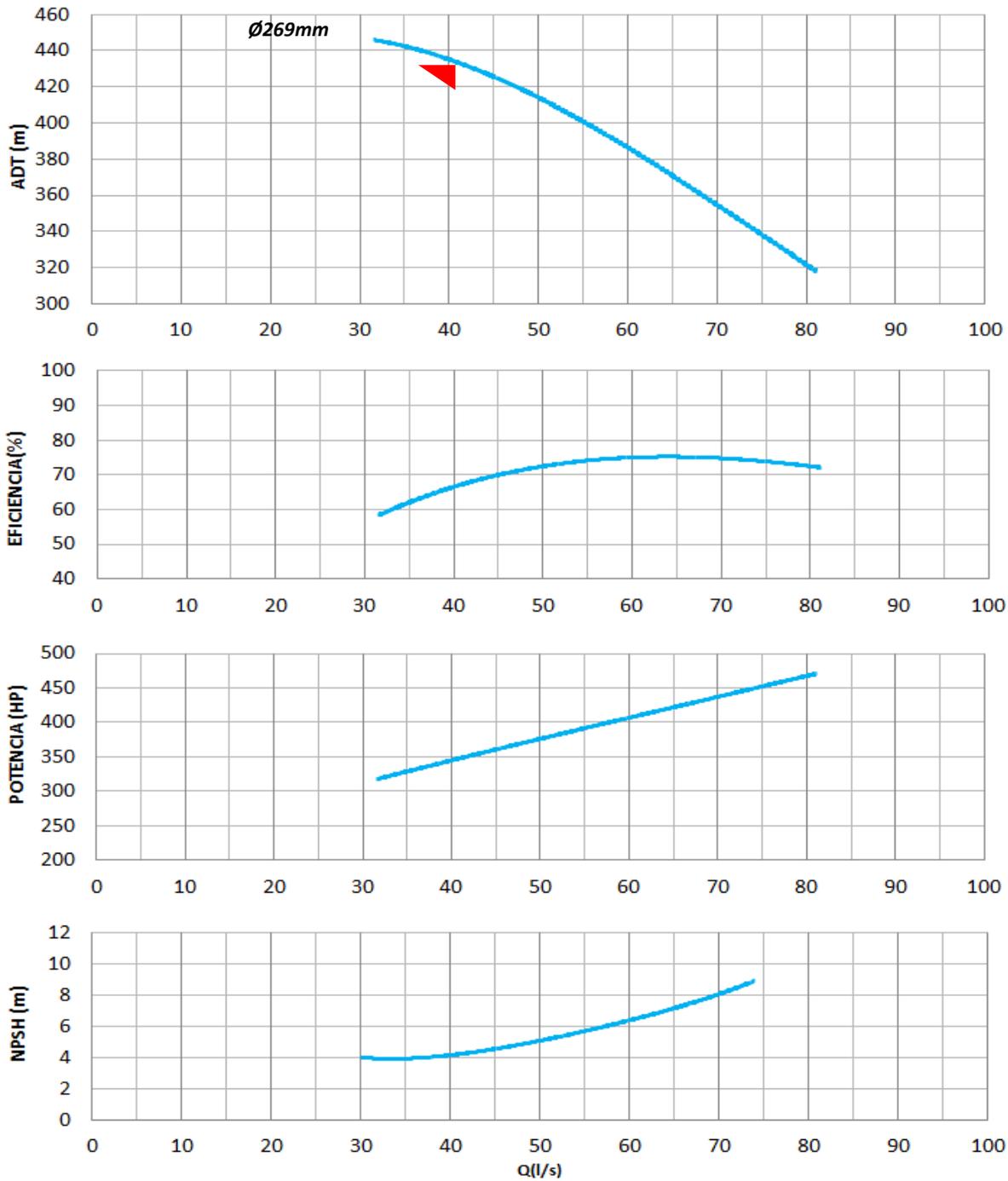


Calle 5-MzD-Lt5- Urb. Las Vegas - Puente Piedra, Lima

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe



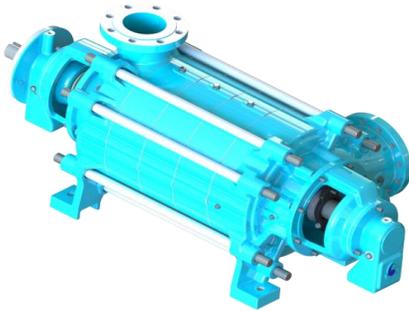


* La curva mostrada es para 3 etapas

Datos de operación				Fluido de prueba	
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 67.0 %	Tipo de fluido	: Agua
A.D.T.	: 430.7 m	RPM	: 3580 rpm	Densidad del fluido	: 1.00 SG
Caudal	: 40.9 l/s	NPSHr	: 4.1 m	Viscosidad	: 1.00 cP
Potencia	: 345.9 hp	Ø impulsor	: 269 mm	Temperatura	: 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA MULTIETAPICA M 6 x 5 - 250 - A



**Imagen Referencial*

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: M 6 x 5 - 250 - A
RPM	: 3580 rpm
Diámetro Nominal Impulsor	: 250 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diámetro descarga	: 125 mm
Etapas	: 4
Peso ref. bomba	: 740 kg

Parámetros punto operación

Caudal	: 38.2 l/s
ADT	: 468.3 m
Potencia	: 336.2 hp
Eficiencia	: 70.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma/ Eficiencia	: IEC/ Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 400 HP@3100 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Clase de aislamiento	: F
Proteccion	: IP 55
S.F	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Difusor	: Fundición nodular ASTM A-536
Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y Tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

- 1 x Rodamiento rodillo cilíndrico
- 2 x Rodamiento de contacto angular

Limitaciones

Rango Operación	: 35 - 55 l/s
Rango PH	: 5 - 8

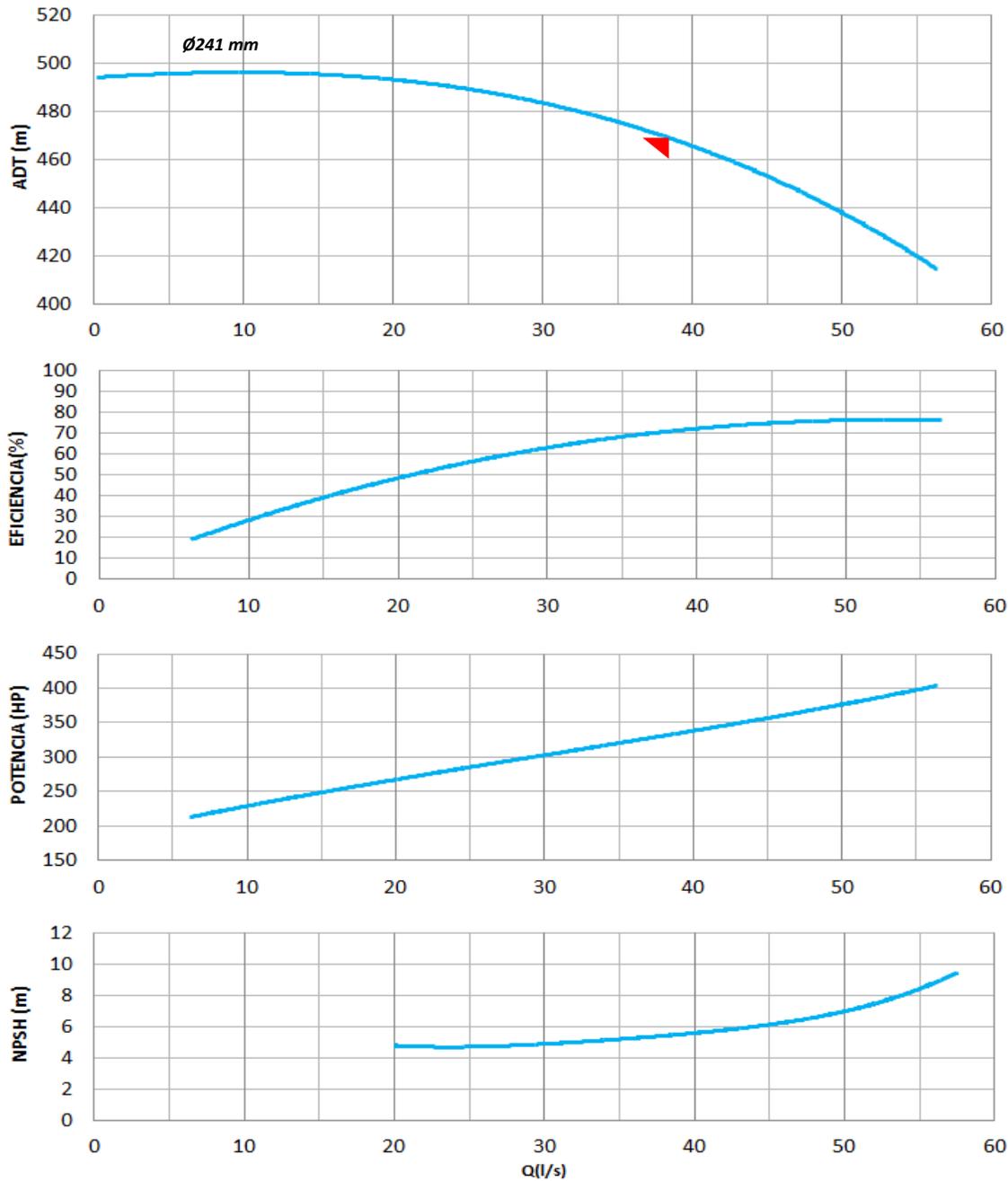


Calle 5- Mz D- Lt5- Urb. Las Vegas - Puente Piedra, Lima - Perú

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





Datos de operación

Modelo : M 6 x 5 - 250 - A
 Caudal : 38.2 l/s
 A.D.T : 468.3 m
 Potencia : 336.2 hp

Eficiencia : 70.0 %
 RPM : 1790 rpm
 NPSHr : 5.4 m
 Ø impulsor : 241 mm

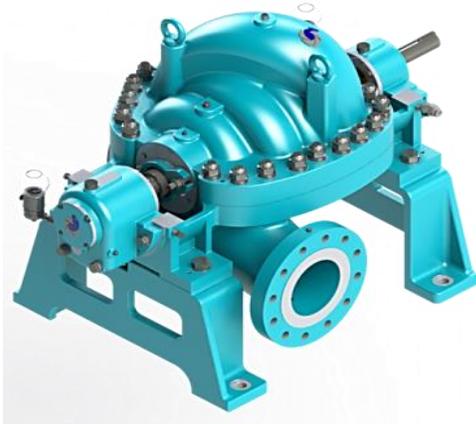
Fluido de prueba

Tipo de fluido : Agua
 Densidad del fluido : 1.00 SG
 Viscosidad : 1.00 cP
 Temperatura : 20 °C

Especificaciones técnicas



BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 276 - A



Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4 - 276 - A
RPM	: 3580 rpm
Diámetro nominal impulsor	: 276 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diámetro succión bridada	: 6"
Diámetro descarga bridada	: 4"
Peso bomba	: 595 kg

Parámetros punto operación

Caudal	: 53.1 l/s
ADT	: 206.69 m
Potencia	: 187.5 hp
Eficiencia	: 77.0 %

Parametros Motor Eléctrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC/Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 250 HP@2900 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Clase de aislamiento	: F
Protección	: IP 55
Factor seguridad	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Carcasa-voluta	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Anillos de desgaste	: Acero Inoxidable AISI 316
Eje	: Acero Inoxidable AISI 431
Bocinas	: Acero Inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero Inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rígido de Bolas

Limitaciones

Maxima densidad	: 1000 kg/m ³
Rango Operación	: 35 - 68 l/s
Rango PH	: 5 - 8

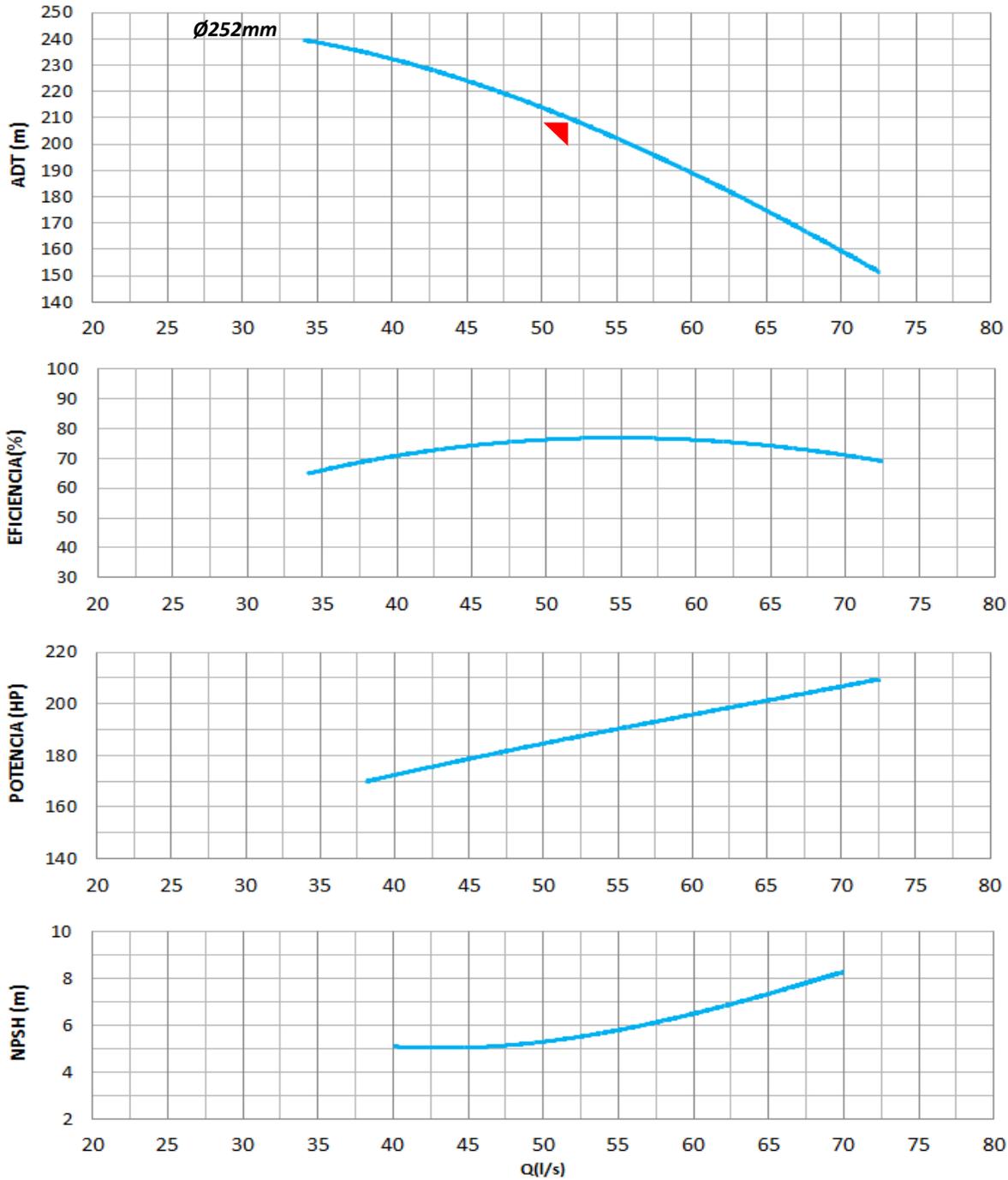


Calle 5-Mz D- Lt5- Urb. Las Vegas- Puente Piedra, Lima - Perú

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





Datos de operación

Modelo	: CPSM 6 x 4 -276 A	Eficiencia	: 77.0 %
Caudal	: 53.1 l/s	RPM	: 3580 rpm
ADT	: 206.69 m	NPSHr	: 5.5 m
Potencia	: 187.5 hp	Ø impulsor	: 252 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido	: Agua
Densidad del fluido	: 1.00 SG
Viscosidad	: 1.00 cP
Temperatura	: 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 275-X3-A



* imagen referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A
RPM	: 3550 rpm
Diámetro Impulsor Nominal	: 275 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diametro descarga	: 100 mm
Número de etapas	: 3
Peso de Bomba	: 1150 Kg

Parámetros Operación

Caudal	: 65.9 l/s
ADT	: 345.7 m
Potencia	: 399.6 hp
Eficiencia	: 75.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC / Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 450 HP@2600 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Proteccion	: IP 55
F.S	: 1.15

Materiales

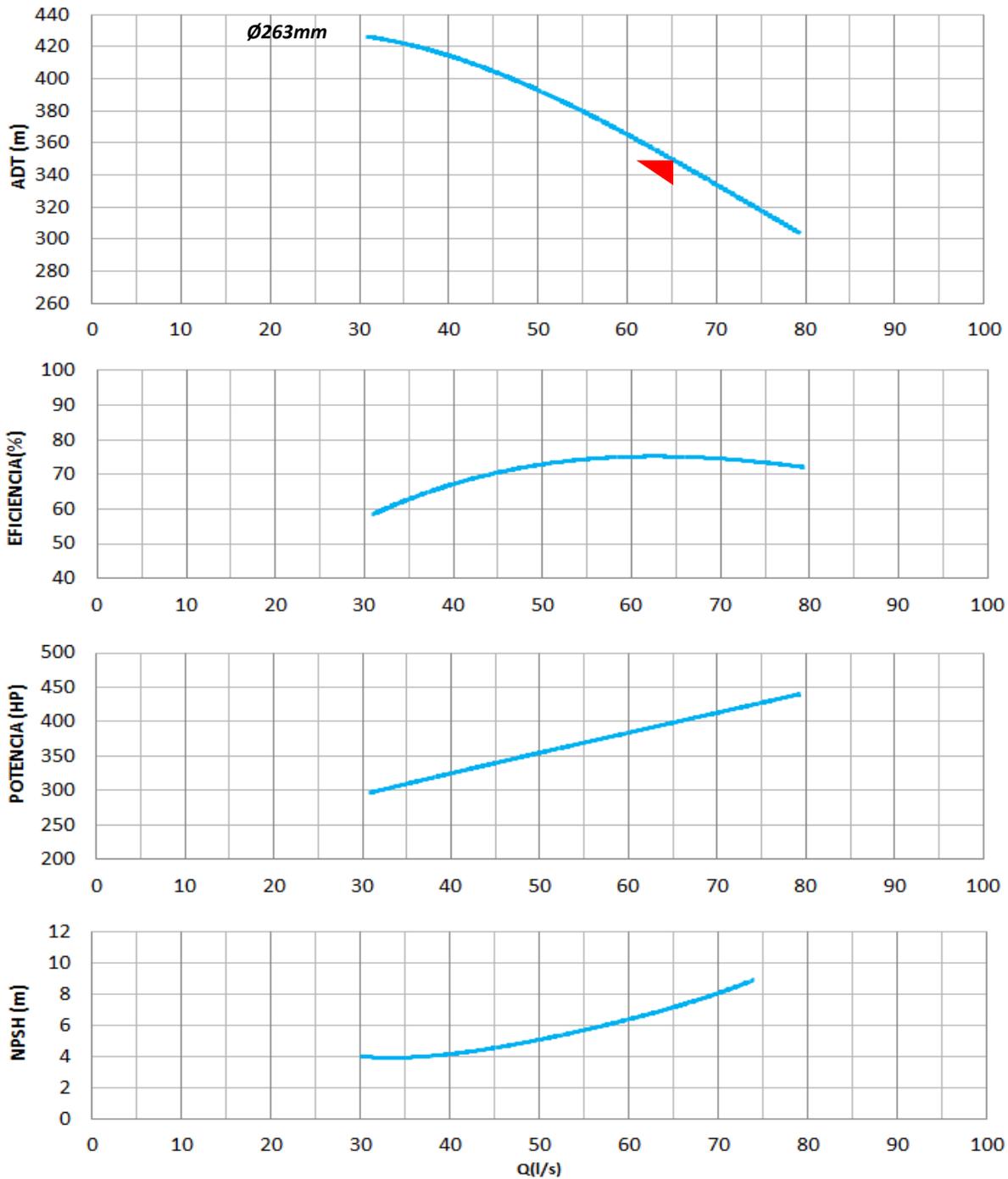
Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Caja- Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos de desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Bocina	: Acero inoxidable AISI 431
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rigido de Bolas

Limitaciones

Rango Operación	: 40 - 79 l/s
Rango PH	: 5 - 8



* La curva mostrada es para 3 etapas

Datos de operación

Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 75.0 %
A.D.T.	: 345.7 m	RPM	: 3580 rpm
Caudal	: 65.9 l/s	NPSHr	: 7.0 m
Potencia	: 399.6 hp	Ø impulsor	: 263 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido	: Agua
Densidad del fluido	: 1.00 SG
Viscosidad	: 1.00 cP
Temperatura	: 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA MULTIETAPICA M 6 x 5 - 250 - A



**Imagen Referencial*

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: M 6 x 5 - 250 - A
RPM	: 3580 rpm
Diámetro Nominal Impulsor	: 250 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diámetro descarga	: 125 mm
Etapas	: 4
Peso ref. bomba	: 740 kg

Parámetros punto operación

Caudal	: 38.2 l/s
ADT	: 468.3 m
Potencia	: 336.2 hp
Eficiencia	: 70.0 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma/ Eficiencia	: IEC/ Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 400 HP@3100 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Clase de aislamiento	: F
Proteccion	: IP 55
S.F	: 1.15

Materiales

Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Difusor	: Fundición nodular ASTM A-536
Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y Tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

- 1 x Rodamiento rodillo cilíndrico
- 2 x Rodamiento de contacto angular

Limitaciones

Rango Operación	: 35 - 55 l/s
Rango PH	: 5 - 8

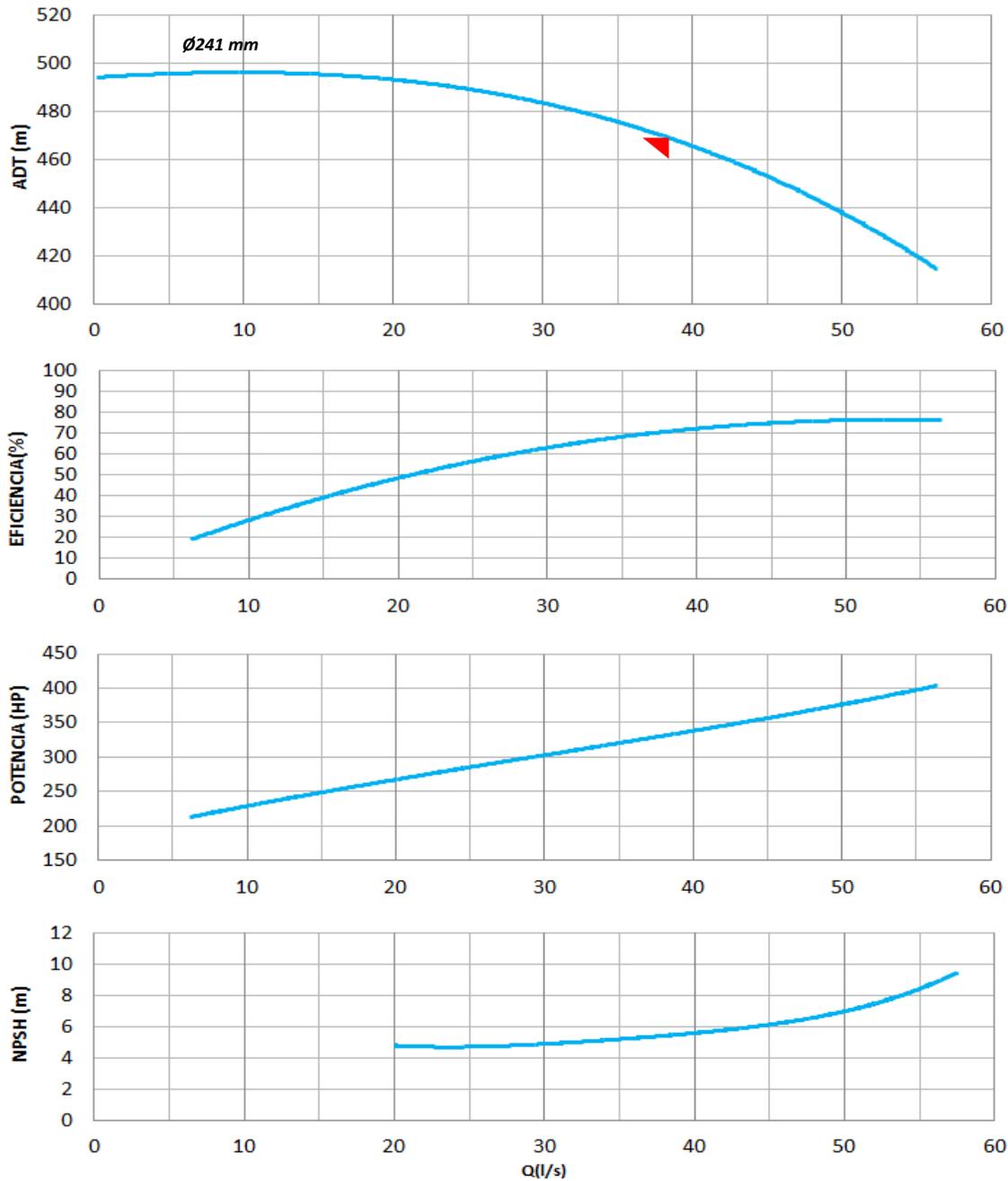


Calle 5- Mz D- Lt5- Urb. Las Vegas - Puente Piedra, Lima - Perú

Teléfonos: (51) 719-1278 / (51)719-6000

Web: www.tomocorp.com.pe





Datos de operación

Modelo : M 6 x 5 - 250 - A
 Caudal : 38.2 l/s
 A.D.T : 468.3 m
 Potencia : 336.2 hp

Eficiencia : 70.0 %
 RPM : 1790 rpm
 NPSHr : 5.4 m
 Ø impulsor : 241 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido : Agua
 Densidad del fluido : 1.00 SG
 Viscosidad : 1.00 cP
 Temperatura : 20 °C

Especificaciones técnicas

BOMBA CAJA PARTIDA CPSM 6 x 4- 275-X3-A



* imagen referencial

Bomba

Marca	: AKIPUMP
Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A
RPM	: 3550 rpm
Diámetro Impulsor Nominal	: 275 mm
Tipo de sellado	: Sello mecánico
Tipo de impulsor	: Cerrado
Tipo de lubricación	: Aceite
Diametro succión	: 150 mm
Diametro descarga	: 100 mm
Número de etapas	: 3
Peso de Bomba	: 1150 Kg

Parámetros Operación

Caudal	: 55.6 l/s
ADT	: 336.8m
Potencia	: 330.7 hp
Eficiencia	: 74.5 %

Parametros Motor Electrico

Marca	: Weg
Norma	: IEC / Eficiencia Premium IE3
Potencia	: 400 HP@2200 msnm
Voltaje	: 440 V
Frecuencia	: 60 Hz
RPM	: 3580 rpm
Proteccion	: IP 55
F.S	:1.15

Materiales

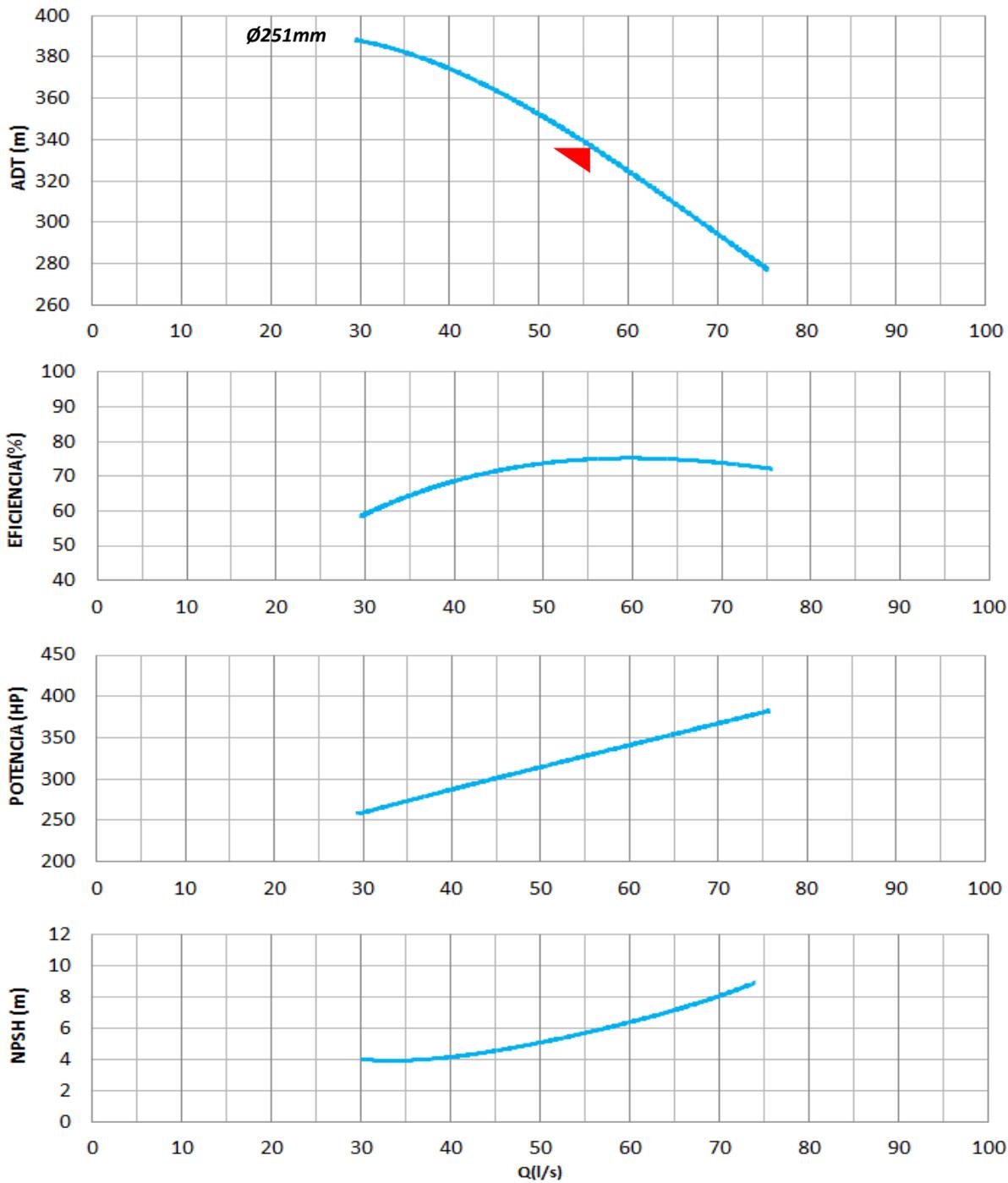
Piezas fundidas	: Fundición nodular ASTM A-536
Impulsor	: Alto cromo ASTM A-532
Caja- Volutas	: Fundición nodular ASTM A-536
Anillos de desgaste	: Acero inoxidable AISI 316
Bocina	: Acero inoxidable AISI 431
Eje	: Acero inoxidable AISI 431
Pernos y tuercas	: Acero inoxidable AISI 304

Rodamientos

Rodamiento de Bolas de Contacto Angular
Rodamiento Rigido de Bolas

Limitaciones

Rango Operación	: 35 - 75 l/s
Rango PH	: 5 - 8



* La curva mostrada es para 3 etapas

Datos de operación

Modelo	: CPSM 6 x 4-275 -X3- A	Eficiencia	: 74.5 %
A.D.T.	: 336.8m	RPM	: 3580 rpm
Caudal	: 55.6 l/s	NPSHr	: 6.0 m
Potencia	: 330.7 hp	Ø impulsor	: 251 mm

Fluido de prueba

Tipo de fluido	: Agua
Densidad del fluido	: 1.00 SG
Viscosidad	: 1.00 cP
Temperatura	: 20 °C



Tubos A53 /A106 API 5L/GR B SCH40/80/160

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 1 1/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire.

Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.



TUBERÍA DE ACERO

Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	SCH-40		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulgadas	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	2.24	0.63	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	7.62	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	10.31	79.71	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	11.13	94.55	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	12.70	123.31	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	14.27	155.81	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	15.09	183.43	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	-	-	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	17.48	255.43	30.96	442.11	59.54	808.27

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI

Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
1/2" (15)	STD	40	2.77	4992	4992	4718	4243	4193	3245	2696	2172
	XS	80	3.73	6975	6975	6594	5929	5859	4534	3766	3034
		160	4.78	9113	9113	8612	7746	7655	5923	4921	3964
	XXS		7.47	14249	14249	13465	12112	11969	9262	7695	6199
3/4" (20)	STD	40	2.87	4071	4071	3847	3461	3420	2646	2198	1771
	XS	80	3.91	5717	5717	5402	4860	4802	3715	3087	2486
		160	5.56	8434	8434	7971	7169	7084	5482	4554	3668
	XXS		7.82	12054	12054	11391	10246	10125	7836	6509	5243
1" (25)	STD	40	3.38	3807	3807	3598	3236	3198	2474	2056	1656
	XS	80	4.55	5262	5262	4973	4476	4420	3421	2842	2289
		160	6.35	7612	7612	7193	6470	6394	4948	4110	3311
	XXS		9.09	11172	11172	10558	9496	9385	7262	6033	4860
1 1/4" (32)	STD	40	3.56	3135	3135	2962	2664	2633	2038	1693	1364
	XS	80	4.85	4377	4377	4136	3720	3676	2845	2363	1904
		160	6.35	5888	5888	5564	5005	4946	3827	3180	2561
	XXS		9.7	9370	9370	8854	7963	7871	6090	5059	4075
1 1/2" (40)	STD	40	3.68	2820	2820	2665	2397	2368	1833	1530	1226
	XS	80	5.08	3974	3974	3756	3379	3339	2583	2147	1729
		160	7.14	5764	5764	5453	4905	4847	3750	3116	2510
	XXS		10.16	8525	8528	8056	7247	7161	5541	4604	3708
2" (50)	STD	40	3.91	2375	2375	2243	2020	1996	1544	1283	1033
	XS	80	5.54	3431	3431	3242	2916	2882	2230	1853	1492
		160	8.74	5637	5637	5327	4792	4736	3665	3044	2452
	XXS		11.07	7367	7367	6962	6262	6189	4789	3978	3205
2 1/2" (65)	STD	40	5.16	2598	2598	2455	2208	2183	1689	1403	1130
	XS	80	7.01	3600	3600	3401	3060	3024	2339	1944	1566
		160	9.53	5020	5020	4745	4267	4217	3264	2711	2184
	XXS		14.02	7699	7699	7275	6544	6467	5004	4157	3349
3" (80)	STD	40	5.49	2256	2256	2171	1918	1895	1466	1218	981
	XS	80	7.62	3189	3186	3014	2711	2679	2073	1722	1387
		160	11.13	4798	4798	4533	4077	4029	3118	2590	2087
	XXS		15.24	6813	6813	6439	5791	5723	4429	3679	2964

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI

Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
4" (100)	STD	40	6.02	1913	1913	1808	1626	1607	1243	1033	832
	XS	80	8.56	2764	2764	2612	2349	2322	1797	1754	1202
		120	11.13	3654	3654	3453	3105	3069	2374	1973	1595
		160	13.49	4499	4499	4251	3824	3779	2924	2429	1916
	XXS		17.12	5852	5852	5530	4975	4916	3804	3160	2545
5" (125)	STD	40	6.55	1677	1677	1584	1425	1408	1089	905	731
	XS	80	9.53	2474	2474	2338	2103	2079	1609	1336	1076
		120	12.7	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459
		160	15.88	4265	4265	4030	3626	3583	2772	2303	1856
	XXS		19.05	5206	5206	4921	4426	4374	3385	2812	2265
6" (150)	STD	40	7.11	1530	1530	1440	1294	1279	990	779	663
	XS	80	10.97	2389	2389	2258	2032	2008	1553	1290	1039
		120	14.27	3154	3154	2981	2676	2649	2051	1704	1372
	XXS	160	18.26	4108	4108	3882	3492	3450	2670	2218	1787
8" (200)		20	6.35	1035	1035	978	879	869	673	559	450
		30	7.04	1149	1149	1086	976	965	747	621	500
	STD	40	8.18	1341	1341	1267	1139	1126	871	724	584
		60	10.31	1703	1703	1609	1447	1430	1106	919	740
	XS	80	12.7	2113	2113	1997	1797	1775	1374	1141	919
		100	15.09	2531	2531	2391	2151	2126	1645	1367	1101
		120	18.26	3096	3096	2926	2632	2601	2013	1672	1347
		140	20.62	3526	3526	3332	2996	2961	2291	1904	1533
	XXS		22.23	3819	3819	3608	3247	3209	2482	2063	1662
		160	23.01	3965	3965	3747	3371	3331	2577	2141	1725
10" (250)		20	6.35	826	826	781	703	695	538	447	360
		30	7.8	1019	1019	963	866	856	663	551	444
	STD	40	9.27	1216	1216	1149	1034	1022	790	657	530
	XS	60	12.7	1682	1682	1589	1429	1412	1093	908	731
		80	15.09	2011	2011	1900	1709	1689	1307	1085	874
		100	18.26	2454	2454	2319	2087	2062	1595	1325	1067
		120	21.44	2906	2906	2746	2470	2440	1889	1569	1264
	XXS	140	25.4	3481	3481	2389	2958	2923	2262	1880	1514
		160	28.58	3949	3949	3732	3357	3318	2567	2132	1718

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI											
Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
12" (300)		20	6.35	695	695	658	591	584	452	376	303
		30	8.38	922	922	871	783	804	600	498	401
	STD		9.53	1050	1050	992	892	882	683	568	457
		40	10.31	1139	1139	1076	968	957	727	616	496
	XS		12.7	1410	1410	1333	1199	1184	916	761	614
		60	14.27	1591	1591	1503	1352	1336	1034	859	692
		80	17.48	1962	1962	1864	1667	1648	1275	1059	853
		100	21.44	2427	2427	2294	2063	2040	1578	1311	1056
	XXS	120	25.4	2903	2903	2743	2467	2438	1887	1567	1262
		140	28.58	3290	3290	3109	2796	2763	2138	1776	1431
	160	33.32	3878	3878	3666	3297	3258	2521	2094	1687	
14" (350)		10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275
		20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416
		40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487
	XS		12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558
		60	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666
		80	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846
		100	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069
		120	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258
		140	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449
	160	35.71	3778	3778	3571	3212	3174	2456	2041	1644	
16" (400)		10	6.35	553	553	523	470	464	359	299	241
		20	7.92	692	692	654	588	581	450	374	301
	STD	30	9.53	833	833	787	709	701	542	450	363
	XS	40	12.7	1117	1117	1056	949	938	726	598	486
		60	16.66	1476	1476	1395	1255	1240	959	797	643
		80	21.44	1916	1916	1810	1628	1609	1245	1034	833
		100	26.19	2360	2360	2230	2007	1983	1534	1274	1026
		120	30.96	2815	2815	2660	2390	2364	1830	1520	1224
		140	36.53	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459
		160	40.49	3745	3745	3540	3184	3147	2434	2023	1630

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

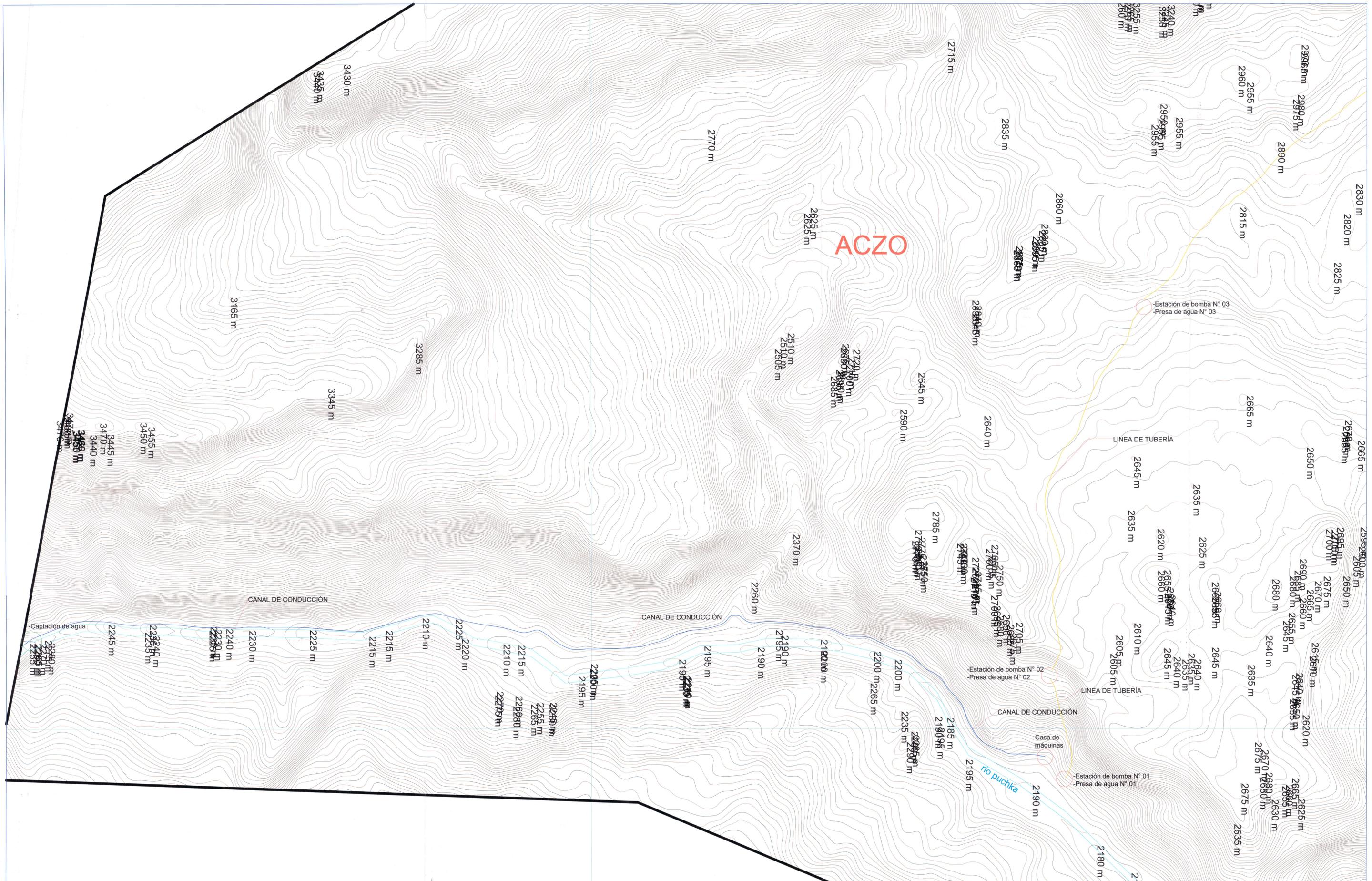
Tubos A53 /A106 API 5L/GR B

Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI

Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-67	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9
18" (450)		10	6.35	491	491	464	417	412	319	265	214
		20	7.92	614	614	580	522	516	399	332	267
	STD		9.53	740	740	699	629	622	481	400	322
	XS	30	11.13	865	865	818	735	728	563	468	377
			12.7	991	991	936	842	832	644	535	431
		40	14.27	1116	1116	1055	949	937	725	603	486
		60	19.05	1501	1501	1419	1276	1261	975	810	653
		80	23.83	1892	1892	1788	1608	1589	1229	1021	822
		100	29.36	2352	2352	2222	2000	1976	1529	1270	1023
		120	34.93	2823	2823	2667	2399	2371	1835	1524	1228
		140	39.67	3232	3232	3054	2747	2714	1665	1745	1406
	160	45.24	3718	3718	3514	3161	3123	2416	2008	1618	
20" (500)		10	6.35	441	441	417	373	371	287	238	192
	STD	20	9.53	665	665	628	565	559	432	359	289
	XS	30	12.7	890	890	841	757	748	579	481	387
		40	15.09	1061	1061	1002	901	891	690	573	462
		60	20.62	1462	1462	1381	1242	1228	950	789	636
		80	26.19	1871	1871	1768	1590	1571	1216	1010	813
		100	32.54	2345	2345	2217	1994	1970	1525	1266	1020
		120	38.1	2768	2768	2616	2353	2325	1800	1495	1204
		140	44.45	3260	3260	3081	2771	2738	2120	1761	1418
	160	50.01	3691	3691	3495	3144	3107	2404	1997	1609	
24" (600)		10	6.35	367	367	347	312	309	239	198	160
	STD	20	9.53	553	553	523	470	464	359	299	241
	XS		12.7	739	739	699	629	622	481	400	322
		30	14.27	832	832	787	707	700	542	450	362
		40	17.48	1023	1023	967	869	859	666	553	445
		60	24.61	1453	1453	1373	1235	1221	944	785	633
		80	30.96	1841	1841	1741	1564	1546	1197	994	800
		100	38.89	2335	2335	2207	1986	1970	1518	1261	1016
		120	46.02	2788	2788	2635	2369	2342	1812	1506	1213
		140	52.37	3198	3198	3022	2718	2686	2079	1727	1391
		160	59.54	3666	3666	3465	3117	3080	2383	1980	1595

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3



LEYENDA:

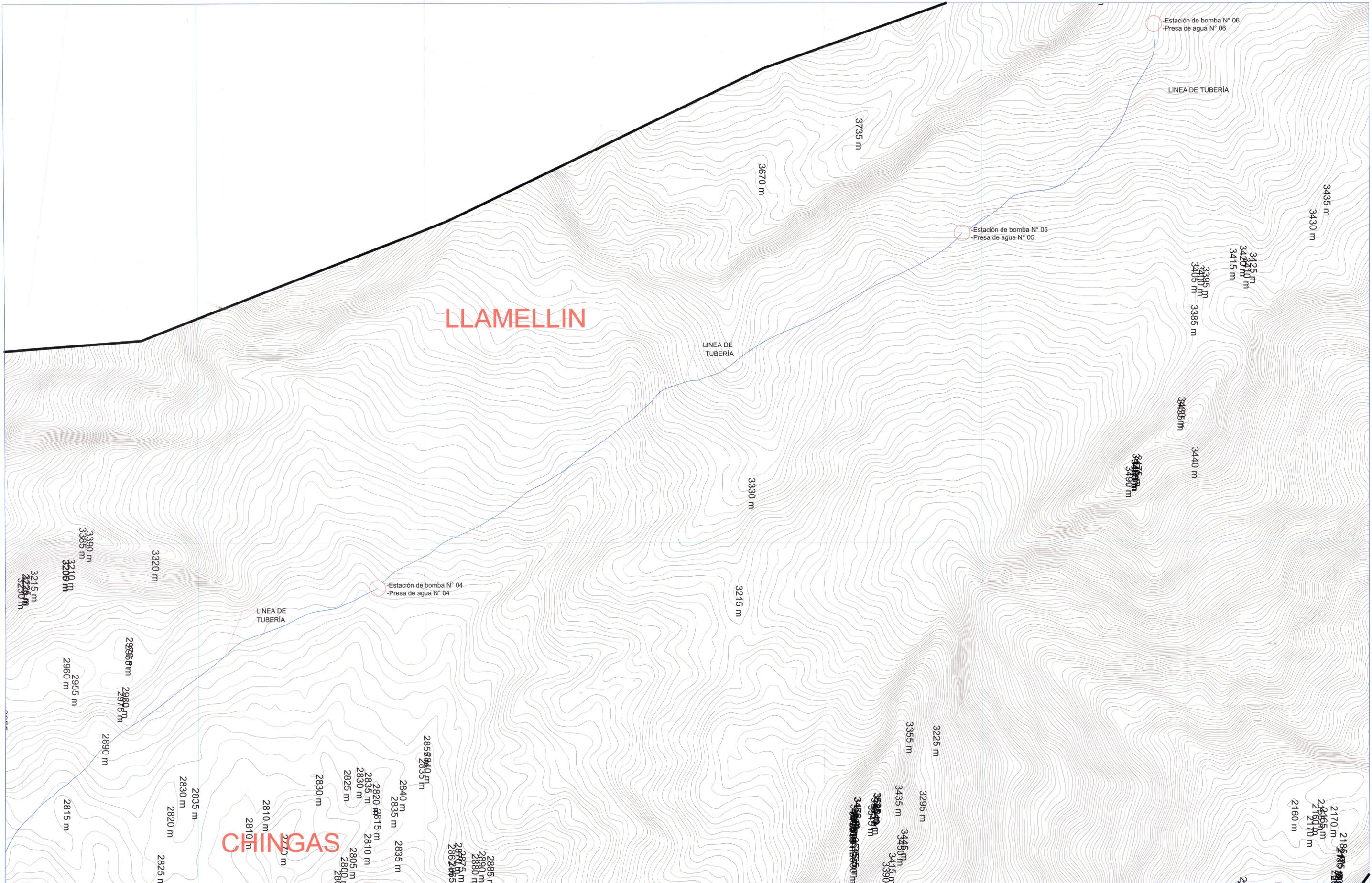
- RIVERA DE RÍO PUCHKA
- CANAL DE CONDUCCIÓN
- LÍNEA DE TUBERÍA
- ESTACIÓN DE BOMBEO/PRESA DE AGUA
- BOCATOMA O CAPTACIÓN DE AGUA

- 1.- LA CAPTACIÓN DE AGUA, A NIVEL DE RÍO, A PIE DEL CERRO GARGAWAHN SE ENTREGA UN SALTO DE AGUA Hacia: DE REQUERIR MAYOR SALTO DE AGUA SE PUEDE VALIAR EL EMBALE DEL RÍO PUCHKA EN ESTE MISMO PUNTO.
- 2.- EL CANAL DE CONDUCCIÓN DESDE LA CAPTACIÓN DE AGUA HASTA LA CASA DE MÁQUINAS TIENE APROXIMADAMENTE 7KM DE RECORRIDO. HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA QUE REQUIERE EL SISTEMA.
- 3.- LA CASA DE MÁQUINAS ES DONDE SE INSTALARÁ LA TURBINA HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA QUE REQUIERE EL SISTEMA.
- 4.- EL AGUA QUE DESCARGARÁ LA CASA DE MÁQUINAS SERÁ CAPTADA EN UNA PRESA CONTIGUA DESDE EL CUAL SE INICIARÁ EL BOMBEO DE AGUA.

REV.	FECHA	PLANO GENERAL	DESCRIPCIÓN	DIB.	DIS.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	PLANO GENERAL	REFERENCIA
0	14-12-2018	PLANO GENERAL		C.M.S.	M.G.C.	J.F.S.	O.T.C.	—	T2018-SB-G-PL-001	PLANO GENERAL	

COSEDESIGNADA	DESIGNADO POR	C.M.S.	12-10-2018
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE, SE ENTREGA A LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTICACHA, PARA SU USO SIN PREVISIÓN AUTOMÁTICA.	REVISADO POR	J.F.S.	07-03-2019
	APROBADO POR	O.T.C.	05-05-2019
	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	FECHA

CLIENTE: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTONIO RAIMONDI			
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO			
NOMBRE DE PLANO: PLANO GENERAL			
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: GENERAL	FECHA: 12-DIC-2018	
ESCALA: INDICADA	LÁMINA: 001	REVISIÓN: 0	
FORMATO: A-0	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ	N° DE PLANO: T2018-SB-AR-G-PL-001-H1	



LEYENDA:

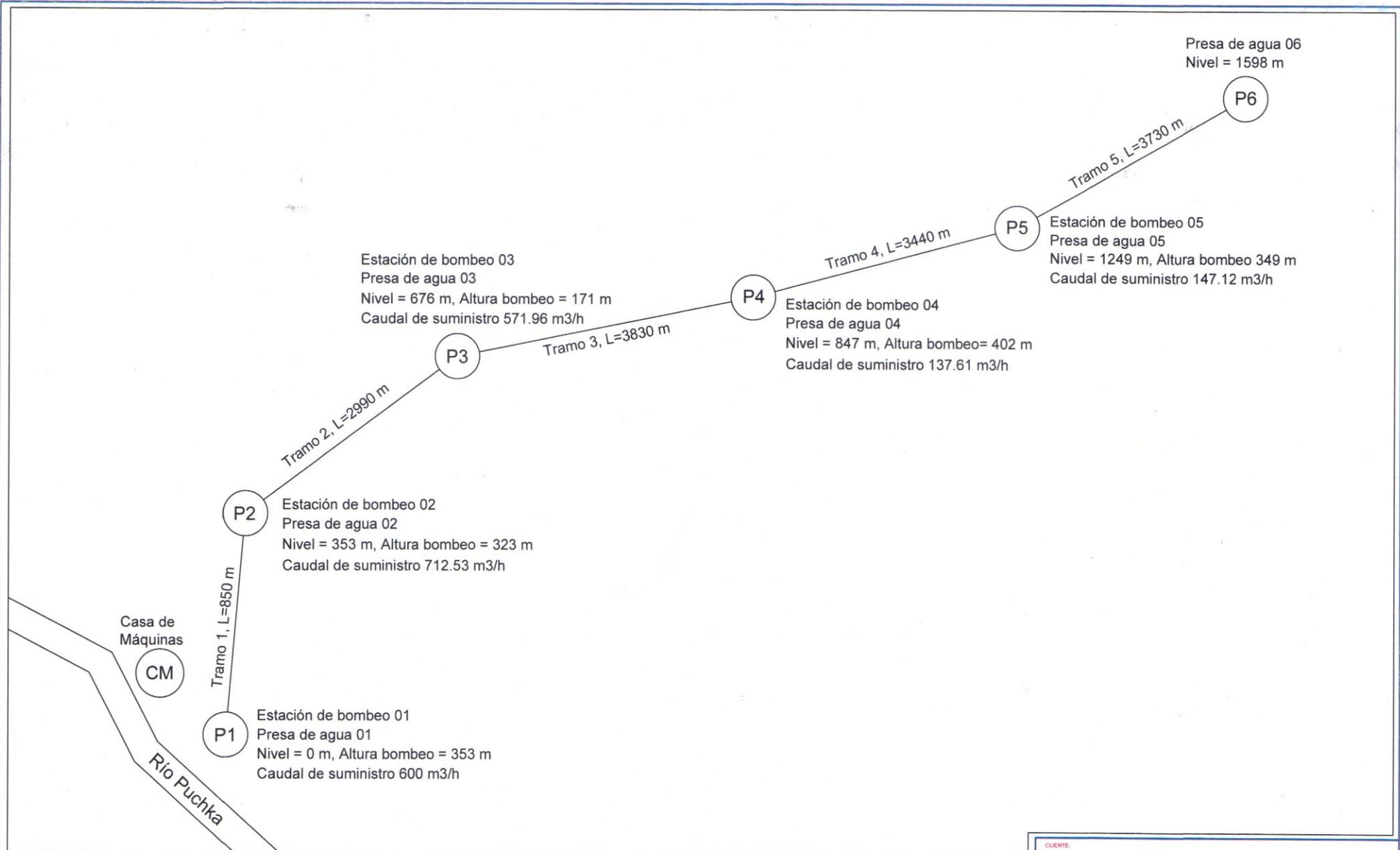
- RIVERA DE RIO PUCHKA
- CANAL DE CONDUCCIÓN
- LINEA DE TUBERÍA
- ESTACIÓN DE BOMBEO/PRESA DE AGUA
- BOCATOMA O CAPTACIÓN DE AGUA

- 1- LA PRESA DE AGUA N° 01, DEBE ESTAR DIMENSIONADA ADECUADAMENTE PARA CUMPLIR LA DEMANDA DE AGUA DETERMINADA.
- 2- LA ESTACIÓN DE BOMBA N° 01, SE ENCUENTRA CONTIGUA A LA PRESA DE AGUA N° 01. EN ESTA ESTACIÓN SE INSTALARÁ 2 BOMBAS.
- 3- LA PRESA DE AGUA N° 02 Y LA ESTACIÓN DE BOMBA N° 02, SERÁN LOS QUE PERMITIRÁN SUPERAR LA COLINA DE CRUZ DE MAYO.
- 4- LA PRESA DE AGUA N° 03, DEBE SER MÁS ALTA DE ALMACENAR EL AGUA PARA ALIMENTAR LA SIGUIENTE PRESA, TAMBIÉN DISTRIBUYE EL AGUA PARA RIEGO DE TERRENOS DE CULTIVO.
- 5- LAS ESTACIONES DE BOMBA N° 03, 04 Y 05, PERMITEN ALCANZAR LAS ALTURAS REQUERIDAS PARA CADA TRAMO INSTALADO.
- 6- LA PRESA DE AGUA N° 06, CUBRE LA PARTE MÁS ALTA DEL SISTEMA.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	REFERENCIA

COPIA DE LA SOLICITUD	REVISADO POR:	C. M. S.	12-12-2018
REVISADO POR:	REVISADO POR:	M. G. S.	18-12-2018
REVISADO POR:	REVISADO POR:	J. P. S.	20-12-2018
REVISADO POR:	REVISADO POR:	D. T. C.	28-12-2018
REVISADO POR:	REVISADO POR:	S. M. S.	28-12-2018
REVISADO POR:	REVISADO POR:	S. M. S.	28-12-2018

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTONIO RAIMONDI			
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO			
NOMBRE DE PLANO: PLANO GENERAL			
ESPECIALIDAD:	GENERAL	ÁREA:	GENERAL
FECHA:	12-DIC-2018	REVISIÓN:	0
INDICADA:	LAMINA	002	
FORMATO:	A-0	UBICACIÓN:	ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ
N° DE PLANO:	T2018-SB-AR-G-PL-001-H2		

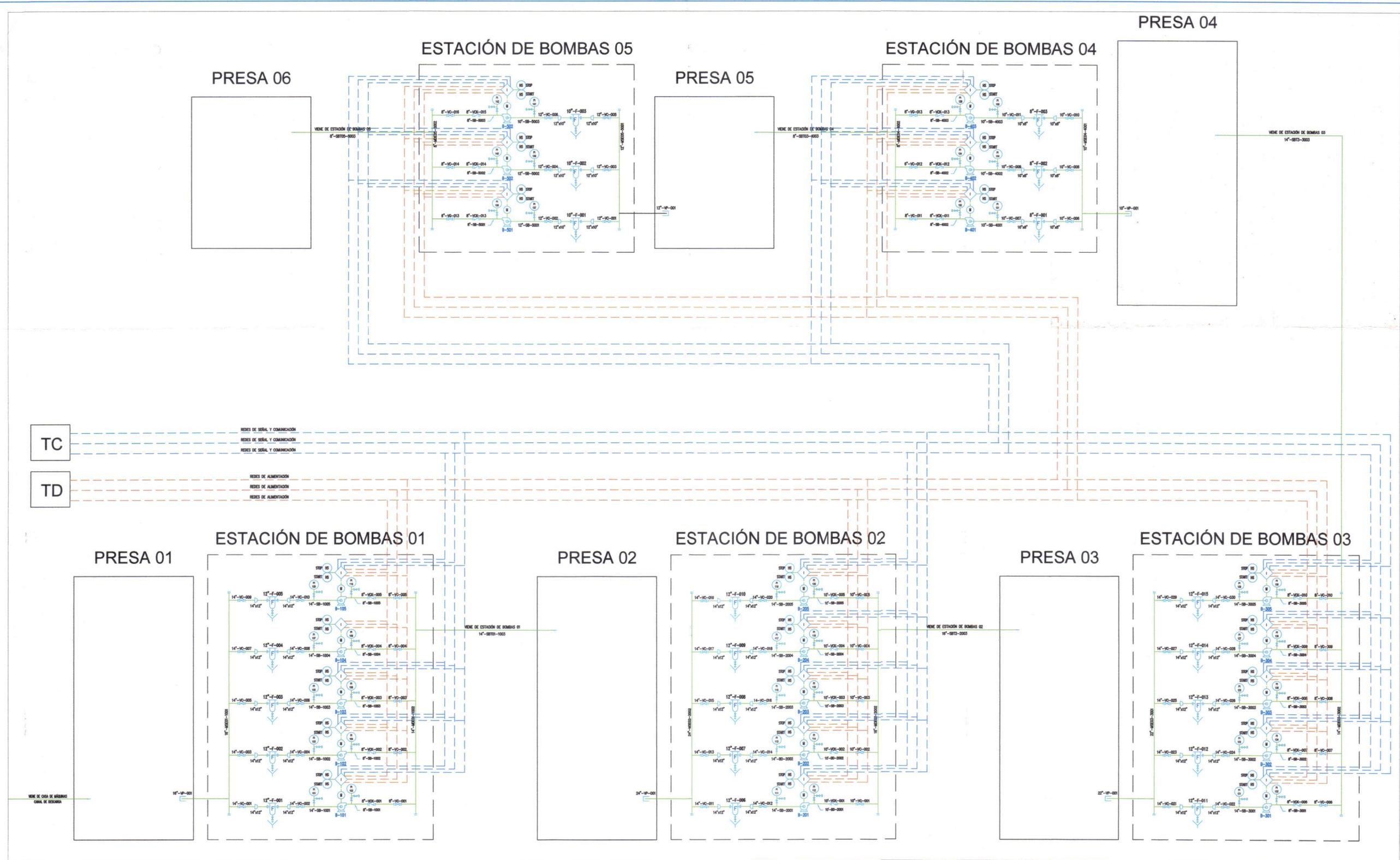


- CM, casa de máquinas del pequeño sistema eléctrico.
- Los puntos P1 al P6 corresponden a las presas de agua y los puntos P1 al P5 corresponden a las estaciones de bombeo.

CONFIDENCIALIDAD	DISEÑADO POR	C.M.S.	12-12-2018
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL SON DE PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESTA TOTALMENTE PROHIBIDA SU USO Y/O REPRODUCCIÓN SIN PREVIA AUTORIZACIÓN	DIBUJADO POR	C.M.S.	12-12-2018
	REVISADO POR	J.F.S.	07-03-2019
	APROBADO POR	O.T.C.	05-05-2019
	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	FECHA
			FIRMA

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO		
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO - ANTONIO RAIMONDI - ANCASH		
NOMBRE DE PLANO: PLANO ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA		
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: GENERAL	FECHA: 10-DIC-2018
ESCALA: INDICADA	LÁMINA: 003	REVISIÓN: 0
FORMATO: A-4	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ	N° DE PLANO: PT2018-SB-AR-G-PL-002-H1

NOTAS:	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	REFERENCIA
--------	------	-------	-------------	------	------	------	------	------	-------------	------------



NOTAS:	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	N° DE PLANO	REFERENCIA

CONFIDENCIALIDAD	DISEÑADO POR:	C.M.S.	12-12-2018.
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL SON DE PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. ESTA TOTALMENTE PROHIBIDA SU USO Y/O REPRODUCCIÓN SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.	DIBUJADO POR:	M.C.G.	18-12-2018
	REVISADO POR:	J.F.S.	07-03-2019
	APROBADO POR:	O.T.C.	06-05-2019
	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	FECHA: FIRMA:

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO		
PROYECTO: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA HIDRÁULICA PARA IRRIGACIÓN DE TERRENOS DE CULTIVO		
NOMBRE DE PLANO: PLANO P&ID ELECTROBOMBAS		
ESPECIALIDAD: GENERAL	ÁREA: PROCESOS	FECHA: 12-DIC-2018
ESCALA: INDICADA	LAMINA: 004	REVISIÓN: 0
FORMATO: A-2	UBICACIÓN: ANTONIO RAIMONDI - ANCASH - PERÚ	N° DE PLANO: T2018-SB-AR-G-PL-003-H1

