

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

*Para Optar por el título de Ingeniería en Mantenimiento Industrial
Con el grado académico de
Licenciatura*

**Estandarización de tuberías, accesorios y equipo en la descarga para la captación de
agua de pozos profundos naturales para la Región Pacífico Central**

REALIZADO POR:
Gabriel Morales Castro

II SEMESTRE 2020



Carrera evaluada y acreditada por:

Canadian Engineering Accreditation Board
Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie

Información del Estudiante

Nombre completo: Gabriel Morales Castro

Número de cédula: 114660090

Número de carné: 200946164

Edad: 29 años

Números de teléfono: 8849-9750/2227-4071

Correos electrónicos: gabrielmor28@gmail.com

Dirección exacta de domicilio: Casa 9-s, avenida 54-B, Urbanización Monte Azul en Paso Ancho, San José, Costa Rica.

Información del Proyecto

Título: Estandarización de tuberías, accesorios y equipo en la descarga para la captación de agua de pozos profundos naturales para la Región Pacífico Central

Profesor Asesor: Rodolfo Elizondo Hernández

Correo Electrónico: relizondo@itcr.ac.cr

Información de la Empresa

Nombre: Acueductos y Alcantarillados Sede Pacífico Central (AyA)

Actividad Principal: Garantizar el suministro de agua potable y la recolección y tratamiento de aguas residuales.

Dirección: Contiguo al colegio técnico profesional de Puntarenas, en el Roble, Puntarenas.

Contacto: Ing. Julio Cesar Morera Chavarría

Correo Electrónico: jumorera@aya.go.cr

Teléfono: (+506) 2242-5000 (ext-4208)



Estandarización de tuberías equipos y accesorios en la descarga para la captación de agua de pozos profundos naturales para la región Pacífico Central por Gabriel Morales Castro se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Carta de Entendimiento:

TEC | Tecnológico
de Costa Rica
SIBITEC

CARTA DE ENTENDIMIENTO

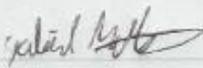
Fecha: 20 de enero de 2021

Señores
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Gabriel Morales Castro

carné No. 200946164, si autorizo no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de Licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 20-01-2021, con el título Estandarización de tuberías, accesorios y equipo en la descarga para la captación de agua de pozos profundos naturales para la Región Pacífico Central

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante: 

Correo electrónico: gabrielmor28@gmail.com

Cédula No.: 1-1466-0090

Dedicatoria

A mis padres por su inigualable paciencia, su constante apoyo y dedicación. A mi madre Grettel Castro Portuguez por darme la vida, el amor y el tiempo para mi crecimiento personal. A mi padre Orlando Morales Freer por su tolerancia y comprensión. Todo lo que soy se los debo a ustedes.

A mis hermanas, Natalia y Diana, por su cariño y ayuda. Por ofrecer siempre una sincera amistad y una clara conciencia de que puedo aspirar a más.

Agradecimiento

A mis padres por su entrega y dedicación, por proporcionarme siempre aquello que necesite en el momento oportuno.

A mis hermanas por su paciencia, cariño y voluntad de apoyo.

A mis familiares por el amor y apoyo presentes en cada uno de mis días.

A mis compañeros y amigos de carrera por estar ahí con una palabra de apoyo en momentos de necesidad.

Al personal docente del Instituto Tecnológico de Costa Rica por su arduo y esmerado trabajo en mi formación profesional, con especial atención a los miembros de la escuela de ingeniería electromecánica que me atendieron pacientemente un día sí y el otro también en sus aulas y laboratorios. Al personal administrativo y de servicio de la misma institución por su ayuda y comprensión en mi desarrollo como persona a futuro.

Al personal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados por la oportunidad y apoyo en el desarrollo de este trabajo; con especial atención al Ing. Julio Morera que estuvo como guía dedicado en el desarrollo de este.

Resumen

Con la finalidad de proveer un servicio de agua potable a los más de 116000 habitantes del cantón de Puntarenas de una manera estable durante todo el año se extrae recurso hídrico de los mantos subterráneos y acuíferos del país. En estos momentos, se bombean por mes cerca de 311000 metros cúbicos de agua potable a partir de los pozos existentes y se planea abrir más. En la sede cantonal de Puntarenas, el área de electromecánica tiene a su cargo la atención y mantenimiento de los sistemas de agua potable para los más de 300 pozos existentes en la Región Pacífico Central. Se debe coordinar el mantenimiento, operación y reparación con un personal limitado. Como parte de la gestión de mantenimiento se debe supervisar un stock de repuestos con un valor superior a los trescientos mil dólares, que se acerca rápidamente a la obsolescencia. Solo la sede cantonal de Puntarenas tiene 22 pozos diferentes cada cual, con su propia instalación electromecánica; con su propio equipo de bombeo, tubería de distribución y centro de carga particular, y se debe tener repuestos para todos ellos.

En busca de un manejo más eficiente de los recursos del país, se busca reducir el número de activos almacenados con la creación de un estándar para la descarga de los pozos y rebombes de agua en el cantón. Se inició, para los 22 equipos bajo la supervisión de la sede cantonal de Puntarenas, un análisis estadístico de las variables determinantes para la selección de equipos, tuberías y accesorios. El resultado de este análisis fue la creación de ocho categorías determinadas por rangos de caudal y de presión que determinan la potencia necesaria para los equipos de bombeo.

Basados en el código de instalaciones hidráulicas y sanitarias, se propuso un diseño de cachera a la descarga de los pozos de agua profundos que contempla diámetro y presión nominales para la tubería y accesorios en la descarga de los pozos. Después de esto, con base en el caudal y presión promedio para cada categoría se seleccionó equipo de bombeo. Una vez determinado el equipo de bombeo, se procedió a seleccionar un modelo de motor eléctrico sumergible adecuado para cada clase. Apoyados en el código eléctrico nacional y manuales para motores eléctricos se seleccionó conductores y protecciones de sobre corriente y sobrecarga adecuados para las características de los motores recomendados para cada clase.

Se realizó una estimación de los costos del proyecto que resulto en una inversión inicial de \$6927730. Se estimó, además, los costos de operación de los equipos y se calculó

un beneficio mínimo para la inversión; el cual, al compararse con una tasa de descuento de 8,31%, permiten obtener un valor actual neto de \$2 615 523,97 con una tasa de retorno de inversión de 20,01%, lo que demuestra que el proyecto es rentable.

Palabras Clave

Agua potable, redes de distribución, pozos de agua profunda, pozos, aforo, caudal, tanque de almacenamiento, bombas.

Abstract

In order to provide a drinking water service to the more than 116,000 inhabitants from the county of Puntarenas in a stable manner throughout the year, water resources are extracted from the country's underground beds and aquifers. At the moment, about 311000 cubic meters of potable water are pumped per month from existing wells and there are plans to open more. In the county headquarters of Puntarenas, the electromechanical department is tasked with the attention and maintenance of the drinking water systems for the more than 300 existing wells in the Central Pacific region. Maintenance, operation and repair must be coordinated with limited personnel. As part of maintenance management, a stock of spare parts with a value over three hundred thousand dollars must be monitored, and it is rapidly approaching obsolescence. The county headquarters of Puntarenas has up to 22 different wells, each one has its own electromechanical installation; with its own pumping equipment, distribution pipeline, control panel, and you must have spare parts for all of them.

In search of a more efficient management of the country's resources, it seeks to reduce the number of assets stored with the creation of a standard for the discharge pipeline for the wells in the county. A statistical analysis of the determining factors for the selection of equipment, pipes and accessories was started for the 22 teams under the supervision of the Puntarenas cantonal headquarters. The result of this analysis was the creation of eight categories determined by flow and pressure ranges that determine the power required for the pumping equipment.

Based on the code for hydraulic and sanitary facilities, a discharge pipeline design was proposed for the of deep water wells that considers nominal diameter and pressure for the pipes and accessories in the discharge of the wells. After this, based on the average flow and pressure for each category, pumping equipment was selected. Once a pumping equipment, a suitable submersible electric motor was sought for each class. Based on the national electrical code and manuals for electric motors, suitable electrical conductors, overcurrent and overload protections were selected for the motors electrical characteristics.

The estimate cost of the project was obtained, resulting in an initial investment of \$ 6927730. The operating costs of the equipment were also estimated and a minimum benefit for the investment was calculated. That was the compared with a discount rate of 8,31%,

from which we obtained a net present value of \$ 2615523,97 with an investment return rate of 20,01%, which goes to show the project's profitability.

Key Words

Potable water, driven wells, water wells, water tanks, water pumps.

Abreviaturas

AyA	Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados
ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
°C	grado Celsius
Gal	Galones
Gpm	Galones por minuto
GWP	Global water partnership
HP	Horsepower, caballos de fuerza
Hg	Hierro galvanizado
H _m	Altura máxima
ICAA	Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados
ICE	Instituto costarricense de electricidad
IFAM	Instituto de fomento y asesoría municipal
INEC	Instituto nacional de estadística y censo
IVA	Impuesto al valor agregado
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hora
l/s	litros por segundo
mca	metros de columna de agua
MIC	maximal information coefficient
msnm	metros sobre el nivel del mar
m	metros
mm	milímetros
m ³ /h	metro cúbico por hora
m/s	metro por segundo
NSHP	Succión neta positiva
ONU	Organización de Naciones Unidas
pH	potencial de hidrogeno
psi	libras por pulgada cuadrada

pulg	pulgadas
pvc	policloruro de vinilo
Q	Caudal
V	Velocidad
\$	Dólar
₡	Colones

Índice General

Contenido

Información del Estudiante.....	2
Información del Proyecto	2
Información de la Empresa.....	2
Carta de Entendimiento:	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Resumen	6
Palabras Clave	8
Abstract.....	9
Key Words.....	11
Abreviaturas.....	12
Índice General.....	14
Índice de Figuras	19
Índice de Tablas.....	21
Carta de aceptación de la Empresa:	22
1. Reseña de la Empresa.....	23
1.1. Descripción de la empresa	23
1.2. Misión y Visión	23
1.3. Organización de la Institución	24
1.4. Localización del Proyecto:.....	26
1.5. Proceso del servicio de potabilización y distribución de agua	27
2. Planteamiento del problema	29
2.1. Descripción del Problema.....	29
2.2. Objetivos	30
2.2.1. Objetivo General:	30
2.2.2. Objetivos Específicos	30
2.3. Justificación	31
2.4. Viabilidad.....	33
2.5. Limitaciones.....	34
2.6. Metodología.....	35

2.7.	Alcance:	38
2.7.2.	Población Beneficiada	38
2.7.3.	Período que alcanza el diseño.....	39
3.	Marco teórico:.....	40
3.1.	El ciclo del Agua.....	40
3.2.	Calidad del agua y agua potable	41
3.2.1.	Potabilización	42
3.3.	Pozos de Agua	44
3.4.	Caudal	47
3.5.	Presión	48
3.6.	Aforo.....	48
3.7.	Bombeo de Agua	51
3.7.1.	Tubería.....	52
3.7.2.	Tubería de Succión	53
3.7.3.	Tubería de descarga	54
3.7.4.	Equipo de Bombeo	55
3.7.5.	Motores Eléctricos	60
3.7.6.	Panel de Control	60
3.7.7.	Tanque de captación	62
3.7.8.	Accesorios	62
4.	Desarrollo	65
4.1.	Topografía.....	65
4.2.	Aforo.....	65
4.3.	Determinación de las categorías	69
4.4.	Selección Diámetro de Tubería.....	77
4.4.1.	Determinación Presión Nominal de Accesorios.....	78
4.5.	Tanque de Almacenamiento	79
4.5.1.	Caudal máximo.....	79
4.5.2.	Volumen Compensación	79
4.5.3.	Volumen para emergencias y eventualidades.....	79
4.5.4.	Volumen mínimo para el tanque de almacenamiento	79
4.6.	Selección Bombas.....	81
4.7.	Selección del Motor Eléctrico.....	84
4.7.1.	Selección de Conductor	87

4.7.2.	Selección de protecciones.....	91
4.7.3.	Selección Paneles y Cajas de Control	94
4.7.4.	Elementos de Control	97
4.8.	Diseño Propuesto	97
4.9.	Análisis Económico	101
4.9.1.	Facturación Eléctrica	102
4.9.2.	Ingreso: Tarifas Establecidas.....	106
4.9.3.	Costos Directos.....	107
4.9.4.	Depreciación.....	111
4.9.5.	Costos de Mantenimiento y Operación	112
4.9.6.	Flujo Neto de Efectivo.....	112
5.	Conclusiones y Recomendaciones	116
5.1.	Conclusiones	116
5.2.	Recomendaciones.....	116
6.	Apéndice.....	118
6.1.	Apéndice 1. Equipos Instalados.....	118
6.1.1.	Tabla Equipos Instalados.....	118
6.1.2.	Bombas Gould Pumps	120
6.1.3.	Franklin Electric	128
6.1.4.	UNITRA	133
6.1.5.	Motores Sumergibles.....	135
6.2.	Apéndice 2. Selección de Diámetro de Tubería.....	140
6.2.1.	Clases II, III y VII.....	140
6.2.2.	Clase IV	141
6.2.3.	Clases V y VI.....	142
6.2.4.	Clase VIII	143
6.3.	Apéndice 3. Curvas de Selección de Bombas.....	144
6.3.1.	Bomba Clase II.....	144
6.3.2.	Bomba Clase III.....	145
6.3.3.	Bomba Clase IV	147
6.3.4.	Bomba Clase V.....	149
6.3.5.	Bomba Clase VI	151
6.3.6.	Bomba Clase VII	153
6.3.7.	Bomba Clase VIII.....	156

6.4. Apéndice 4. Selección de Motores para las clases	158
6.4.1. Clase II.....	158
6.4.2. Clase III	158
6.4.3. Clase IV	159
6.4.4. Clase V	160
6.4.5. Clase VI.....	160
6.4.6. Clase VII.....	161
6.4.7. Clase VIII	161
6.5. Apéndice 5. Selección Cajas y Paneles de Control	162
6.5.1. Cajas de control (monofásico).....	162
6.5.2. Paneles de Control (trifásicos).....	164
7. Anexos	165
7.1. Anexo 1. Pruebas de Calidad de Agua Reglamento	165
7.1.1. Controles Operativos	165
7.1.2. Pruebas Nivel 1.....	166
7.1.3. Pruebas Nivel 2.....	167
7.1.4. Pruebas Nivel 3.....	168
7.1.5. Pruebas Nivel 4.....	169
7.2. Anexo 2. Perfil de Pozos.....	170
7.2.1. Pozo El IDA	170
7.2.2. Pozo Queroga	171
7.2.3. Pozo La Torre	172
7.2.4. Pozo La China	173
7.2.5. Pozo La SISI.....	174
7.2.6. Pozo San Joaquín.....	175
7.2.7. Pozo Pocamar 1	176
7.2.8. Pozo Pocamar 3	177
7.2.9. Pozo Pocamar 5	178
7.2.10. Pozo Pocamar 6	179
7.2.11. Pozo Rioja 1	180
7.2.12. Pozo Rioja 2.....	181
7.2.13. Pozo Socorrito 1.....	182
7.2.14. Pozo Socorrito 2.....	183
7.2.15. Pozo Socorrito 3.....	184

7.2.16.	Pozo Socorrito 5.....	185
7.2.17.	Pozo Socorrito 6.....	186
7.3.	Anexo 3. Perdidas de Carga en el Motor	187
7.4.	Anexo 4. Corriente a Plena Carga Motores, según el NEC	187
7.4.1.	Monofásicos	187
7.4.2.	Trifásicos	188
7.5.	Anexo 5. Longitud máxima de Cable en pies con una pérdida de 5%	189
7.5.1.	Para Motor Monofásico 230 V	189
7.5.2.	Para Motor Trifásico 230V conexión 3 hilos	189
7.6.	Para Motor Trifásico 460 V conexión 3 hilos	190
7.7.	Para Motor Trifásico 230 V 6 hilos conexión Estrella- Delta.....	190
7.8.	Para Motor Trifásico 460V, 6 Hilos conexión Estrella Delta	191
7.9.	Anexo 6. Protección Motor NEC (430.52)	192
7.10.	Anexo 7. Tabla Calibres disponibles para conductores sumergibles (IESA) ..	193
7.11.	Anexo 8. Planos para los diseños propuestos.....	193
8.	Referencias bibliográficas	194

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la Sede Pacífico Central del AyA.	23
Figura 2. Organigrama Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Fuente AyA, 2015.	26
Figura 3. Organigrama sede Pacífico Central del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Fuente: AyA, 2015.	26
Figura 4. Mapa del Cantón de Puntarenas. Fuente IFAM, 2020.	27
Figura 5. Captación, Sanitización y Distribución de Agua Potable Fuente: Elaboración propia, 2020, AutoCad,.	27
Figura 6. SCADA Planta de tratamiento de agua potable. Barranca de Puntarenas. Elaboración propia.	28
Figura 7. Problema. Elaboración propia, 2020.	30
Figura 8. Calificación de Costa Rica en la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible en la gestión integral del recurso hídrico. Fuente: GWP- Hoja de datos, 2018... 32	32
Figura 9. Fuente: Estado de la Nación, 2018, Word.	33
Figura 10. Población Urbana y Rural por Provincia en 2018. Fuente: Mora y Portugués, 2018.	38
Figura 11. Población de la provincia de Puntarenas por distrito en 2011. Fuente: INEC, 2011.	39
Figura 12. Figura Ciclo del agua. Fuente: Water, Wells and Pumps y McGraw Hill, 2008	40
Figura 13. Prueba de jarras para el control de turbiedad y sulfatación. Fuente: Elaboración propia, 2020.	41
Figura 14. Sedimentador Planta de Potibilización AyA en Barranca. Fuente: Elaboración propia.	42
Figura 15. Cloración por Pastilla. Cebadilla de Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 16. Cloración con Gas hipoclorito el Roble Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 17. Agua Subterránea. Fuente: Water Wells and Pumps, McGraw Hill, 2008.	45
Figura 18. Técnicas de elaboración de pozos. Fuente: Macías, 2019.	46
Figura 19. Nivel de agua en pozo subterráneo. Fuente: Balls, 2001.	47
Figura 20. Informe de Perfil Pozo IDA en Aranjuez de Puntarenas. Fuente: AyA.	50
Figura 21. Cambio en el Nivel Dinámico. Fuente: Grundfos, s.f.	51
Figura 22. Despiece Bomba de Agua Sumergible. Fuente: Grundfos (s.f.), Manual de Ingeniería.	56
Figura 23. Instalación horizontal de bombas sumergibles al interior de un tanque de almacenamiento. Fuente: Grundfos, s.f.	57
Figura 24. Carga Dinámica Por Superar. Fuente: Franklin Electric, 2010.	57
Figura 25. Instalación Típica de Bombas Sumergibles. Fuente: Franklin Electric, 2020.	59
Figura 26. Onda de Presión en una estación de bombeo sin protección. Fuente: Bermad, 2020.	63
Figura 27. Onda de Presión en una estación de bombeo con protección. Fuente: Bermad, 2020.	63
Figura 28. Instalación típica Válvula anticipadora de Onda.	64
Figura 29. Topografía Cantón de Puntarenas. Fuente: Mapas topográficos.es.	65
Figura 30. Histograma de Caudal en litros por segundo. Fuente: Elaboración propia.	70

Figura 31. Histograma de Presión en Libras por pulgada cuadrada. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 32. Histograma de Potencia en Caballos de Fuerza. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 33. Gráfico de Dispersión. Elaboración propia.....	72
Figura 34. Gráfico de Dispersión 2. Elaboración propia.....	72
Figura 35. Diámetro de Tubería para Clase I. Fuente: System Syzer B&G.....	77
Figura 36. Selección de Presión Nominal de acuerdo con la Profundidad del Pozo y Altura máxima del nivel de agua dentro del tanque de almacenamiento. Fuente: Grundfos, 2012.78	
Figura 37. Curva de selección bombas Goulds Clase I. Fuente: Goulds, 2012.....	82
Figura 38. Curva de Selección de acuerdo con Grundfos para la Clase I. Fuente: Grundfos, 2020.	83
Figura 39. Características Eléctricas motor MMS8000. Fuente: Grundfos Catalogo Motores Eléctricos Sumergibles, año.	85
Figura 40. Selección de Motor Eléctrico. Catálogo de Motores Sumergibles y Accesorios Franklin Electric, año	86
Figura 41. Especificaciones Cajas de Control. Fuente: Catalogo Motores Sumergibles Franklin Electric	94
Figura 42. Selección de Modelo de Caja de Control. Fuente: Catalogo de Motores Sumergibles, Franklin Electric.	95
Figura 43. Especificaciones Cajas de Control. Fuente: Catalogo Motores Sumergibles Franklin Electric	96
Figura 44. Vista de Planta Para diseño Propuesto. Sin Escala. Fuente: Mesen, año, AutoCad	98
Figura 45. Diseño Propuesto Vista de Sección. Sin Escala. Fuente: Mesen, año AutoCad.	98

Índice de Tablas

Tabla 1	36
Tabla 2	48
Tabla 3	52
Tabla 4	67
Tabla 5	68
Tabla 6	69
Tabla 7	73
Tabla 8	73
Tabla 9	74
Tabla 10	74
Tabla 11	74
Tabla 12	75
Tabla 13	75
Tabla 14	75
Tabla 15	75
Tabla 16	76
Tabla 17	78
Tabla 18	80
Tabla 19	84
Tabla 20	84
Tabla 21	86
Tabla 22	88
Tabla 23	88
Tabla 24	89
Tabla 25	89
Tabla 26	90
Tabla 27	91
Tabla 28	92
Tabla 29	92
Tabla 30	93
Tabla 31	93
Tabla 32	94
Tabla 33	97
Tabla 34	99
Tabla 36	101
Tabla 37	102
Tabla 38	103
Tabla 39	105
Tabla 40	106
Tabla 41	108
Tabla 42	110
Tabla 43	114
Tabla 44	115

Carta de aceptación de la Empresa:

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Región Pacífico Central El Roble Puntarenas, Costa Rica



Puntarenas, El Roble 24 de agosto de 2020

Señor: Ignacio del Valle Granados.

Coordinador de Proyecto de Graduación: Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Escuela Electromecánica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Estimado señor; con base en el reglamento de proyecto de graduación donde se nos solicita la autorización del estudiante **Gabriel Morales Castro**, N° de cédula **114660090**, N° de carné **200946164** estudiante de la carrera Ingeniería en Mantenimiento Industrial, del Instituto Tecnológico de Costa Rica sede central Cartago. Donde está cursando el proyecto final de graduación. El cual será llevado a cabo en la sede del Roble perteneciente a los sistemas administrados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de la subgerencia periférica Región Pacífico Central.

El cumplimiento de este proyecto se distribuirá durante tres días por semana **lunes, martes y miércoles** en la región Pacífico Central. El proyecto llamado: **Estandarización de tuberías, accesorios y equipo en la descarga para la captación de agua de pozos profundos naturales para la Región Pacífico Central**

En esta región se provee servicios de agua potable y saneamiento a aproximadamente 499000 usuarios. Desde el punto de vista operativo es de suma importancia contar con información de redes de distribución actualizada, elementos hidráulicos actualizados y veraces que ayuden a la debida gestión del servicio y del recurso. Unos de estos elementos son los tanques de captación, sus equipos de bombeo y tanques de almacenamiento para la posterior distribución del agua potable. Cada pozo de agua tiene un sistema propio de bombeo con tubería, así como elementos eléctricos diversos, lo que dificulta en gran medida el mantenimiento. En la región se tienen más de 300 pozos los cuales deben ser atendidos por el personal de la sede.

Actualmente se cuenta con sistemas de bombeo desactualizados que además generan un stock de repuestos de cerca de \$200 000 000, con información escueta de ubicación y características. Es en esta área donde se pretende utilizar los conocimientos adquiridos por el estudiante para simplificar el sistema, estandarizando los equipos de bombeo y de acuerdo con ello los diámetros de tuberías y accesorios correspondientes para los pozos de aguas profundas bajo la supervisión de Ingeniería Electromecánica del AyA Región Pacífico Central.

Todas las funciones serán dirigidas y supervisadas por mi persona Ing. Julio Morera Chavarría, Ingeniero de sede Pacífico Central con correo jumorera@aya.go.cr y teléfono de contacto 89136091.

El señor Morales desempeñara sin ningún tipo de retribución económica por parte de la institución.

Ing. Julio Morera Chavarría.
Operación y Mantenimiento AyA El Roble-Puntarenas

JULIO CESAR
MORERA
CHAVARRIA
(FIRMA)

Firmado
Digitalmente por
JULIO CESAR
MORERA
CHAVARRIA
Código del Firmante
Fecha: 2020.08.27
07:58:52 -0500

1. Reseña de la Empresa

1.1. Descripción de la empresa

La empresa en la cual se va a realizar el proyecto es Acueductos y Alcantarillados (AyA) de Costa Rica, en la sede Pacífico Central. Ubicada contigua al Colegio Técnico Profesional de Puntarenas, en el Roble, Puntarenas.



Figura 1. Ubicación de la Sede Pacífico Central del AyA.

Para comenzar, en 1942, la Ley de Aguas nacionalizó todos los acueductos del país y, en 1953, con la publicación de la Ley 1634 se coloca la distribución del agua potable en manos del Ministerio de Salud Pública. Desde 1961, con la Ley 2726, se crea el Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados, el cual será conocido más tarde como Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, con la función de administrar y regular la red de distribución de agua potable del país.

1.2. Misión y Visión

De acuerdo con la página del AyA, la misión de la institución es:

“Asegurar el acceso universal al agua potable y al saneamiento de forma comprometida con la salud, la sostenibilidad del recurso hídrico y el desarrollo económico y social del país.” (AyA, 2018)

De acuerdo con esta misión, se proveen los servicios de agua potable, alcantarillado e hidrantes; así como, asesoría técnica. Además, se emiten normativas para el manejo correcto del recurso hídrico.

Asimismo, la visión establecida es “Ser la institución pública de excelencia en rectoría y gestión de los servicios de agua potable y saneamiento para toda la población del país.” (AyA, 2018)

1.3. Organización de la Institución

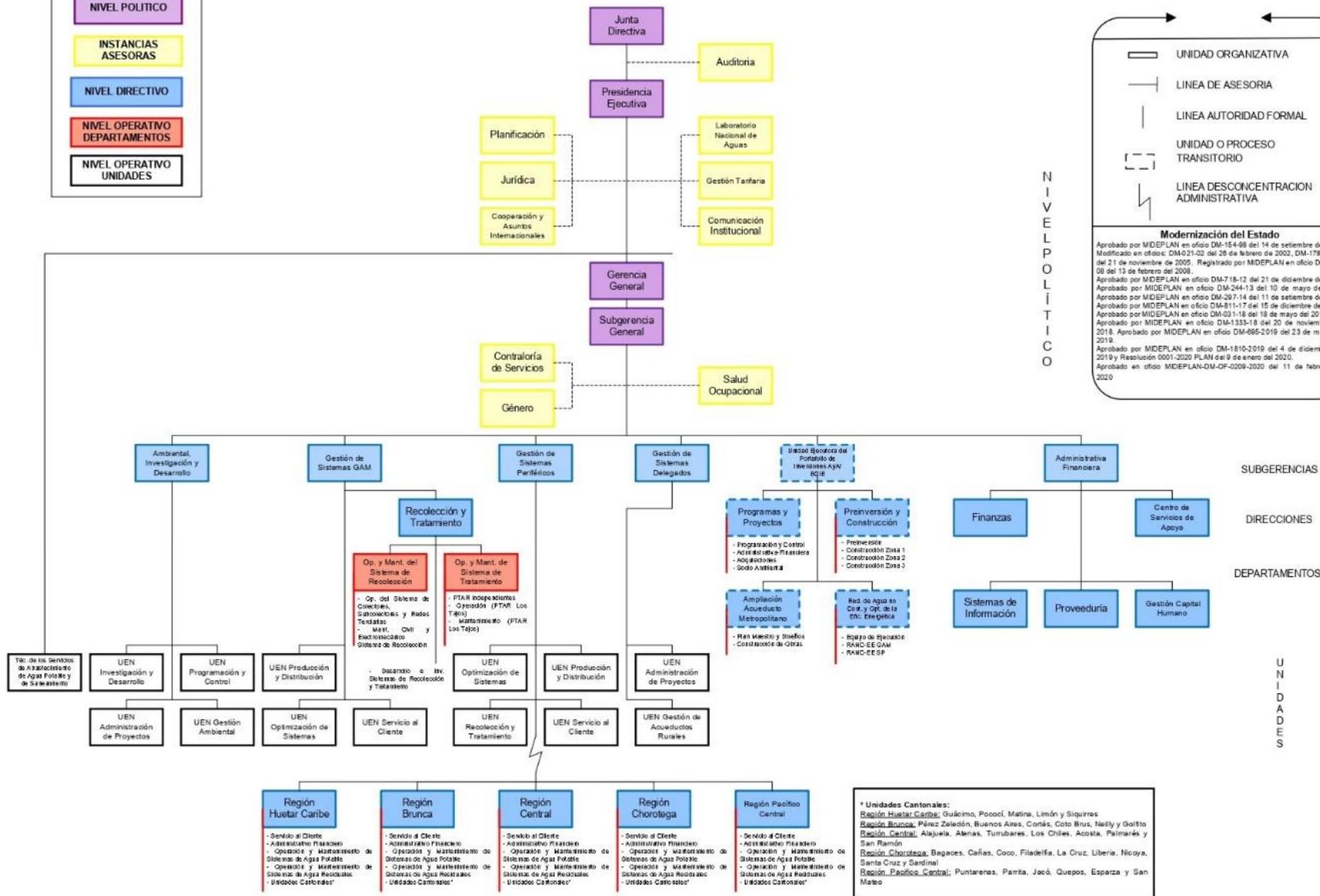
Organigrama del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados:

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

-ICAA-



NIVEL POLITICO



SUBGERENCIAS
 DIRECCIONES
 DEPARTAMENTOS
 UNIDADES

Figura 2. Organigrama Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Fuente AyA, 2015.



Figura 3. Organigrama sede Pacífico Central del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Fuente: AyA, 2015.

1.4. Localización del Proyecto:

El proyecto se realizará en la Región Pacífico Central, la cual cubre las zonas de Puntarenas, Parrita, Jacó, Quepos, Esparza y San Mateo. Para este proyecto, se va a trabajar con los pozos ubicados en el cantón de Puntarenas en los distritos de Barranca, Pitahaya y Puntarenas Centro que se pueden observar en la siguiente figura.

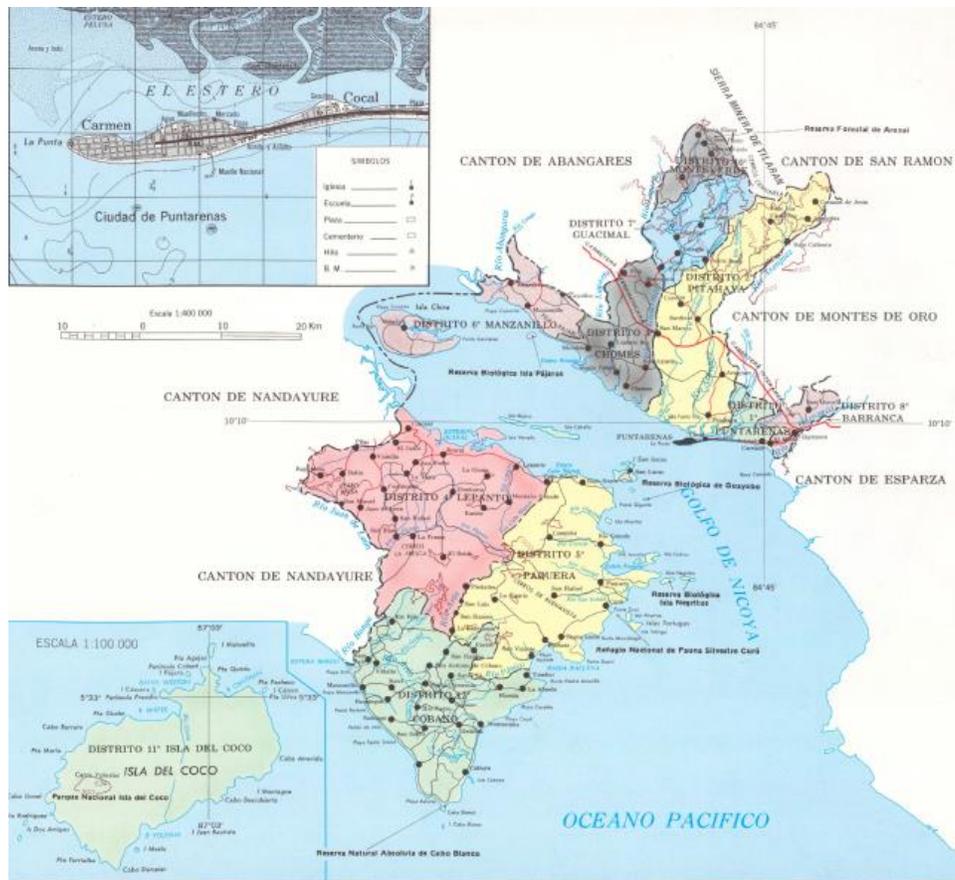


Figura 4. Mapa del Cantón de Puntarenas. Fuente IFAM, 2020

1.5. Proceso del servicio de potabilización y distribución de agua

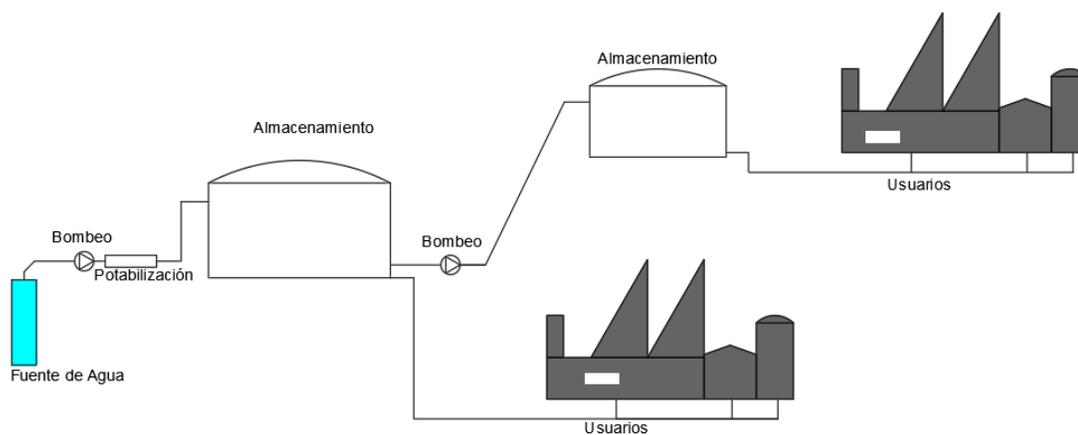


Figura 5. Captación, Sanitización y Distribución de Agua Potable Fuente: Elaboración propia, 2020, AutoCad.,

Para proveer el servicio de potabilización y distribución del agua primero se realiza la captación del agua de una fuente natural de agua. Esta puede ser de un río, lago o un acuífero natural. Para el caso que compete a la investigación, se toma agua de acuíferos (aguas subterráneas) a través de pozos de agua profundos, para mover está agua se utilizar una o varias bombas de agua. Se realiza la potabilización y saneamiento del agua. Se almacena el agua en tanques para su distribución o rebombeo, se realiza rebombeo cuando el usuario final del agua está a una altura o distancia a la cual la presión del sistema no permite llegar con una presión adecuada para el servicio (figura 5). Al entregar el servicio al usuario, se mide el consumo de agua de este para cobrar el costo energético, de operación y de mantenimiento del servicio más la utilidad de la compañía.

En este proyecto, se trataron las tuberías de descarga de dos procesos:

- Captación de aguas subterráneas en pozos profundo tipo turbina sumergible.
- Rebombeo de aguas a causa de las diferencias en el nivel piezométrico entre la fuente de agua y el usuario.

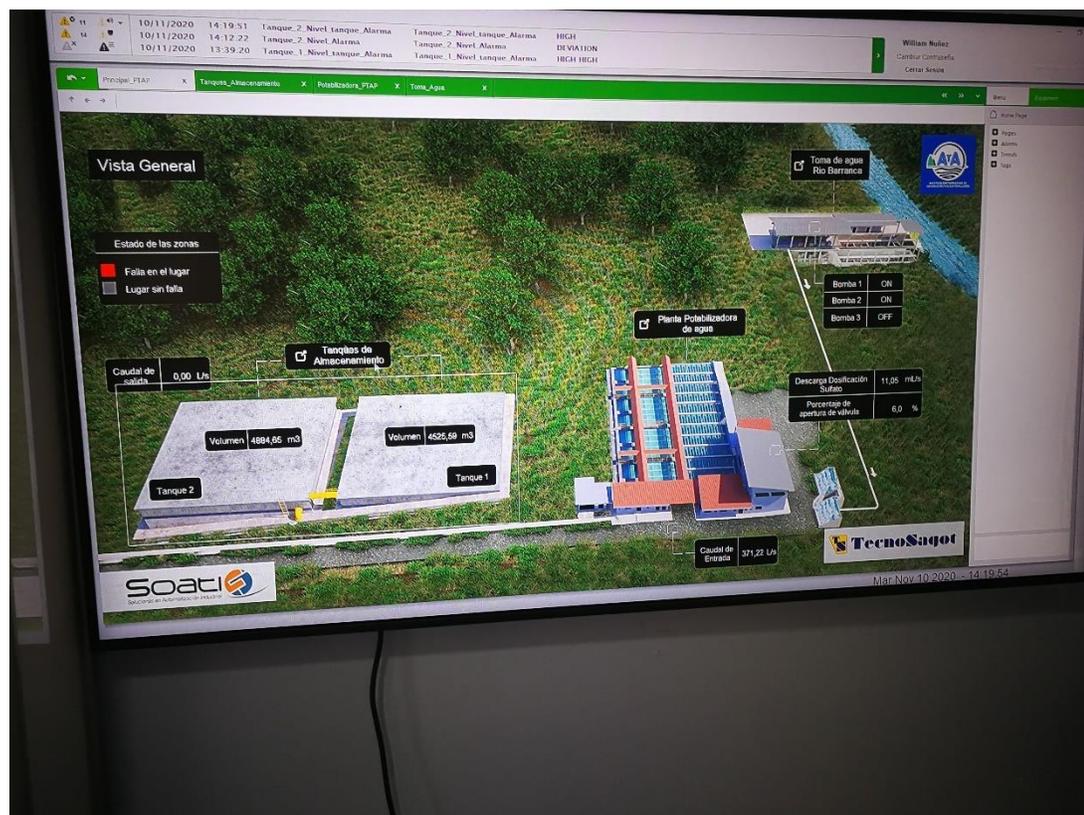


Figura 6. SCADA Planta de tratamiento de agua potable. Barranca de Puntarenas. Elaboración propia.

En la figura anterior, se puede observar el proceso de potabilización del agua potable. A la derecha de la imagen, se observa la captación de agua del río; en el medio, se observa los sedimentadores que sirven para la potabilización y desinfección del agua; a la izquierda, se visualizan los tanques de agua con una capacidad de hasta 5000 metros cúbicos de agua cada uno.

2. Planteamiento del problema

2.1. Descripción del Problema

De acuerdo con la información proporcionada por la entrevista con el ingeniero Julio Morera, se tiene que en la Región Pacífico Central existen al menos 322 pozos de agua, de los cuales (Mora y Portuguez, 2018) se extrae el agua para potabilizar y distribuir. Cada uno de estos pozos tiene su propia tubería, equipos y accesorios, los cuales requieren servicio de mantenimiento que proporciona un equipo de 14 personas. Esto genera un stock de repuestos de un costo de doscientos millones de colones (₡200 000 000) que pronto alcanzarán la obsolescencia. Cada uno de estos equipos tiene sus accesorios de medición que tienen su propia escala individual, por lo cual es difícil coordinar los datos reportados. Además de ello, se debe encontrar los repuestos específicos para un pozo en un stock de gran tamaño. Por tanto, el problema es que algunas de las instalaciones están conectadas directamente a la red sin pasar por los tanques de distribución, lo que puede generar inestabilidad en el servicio de agua.

En resumen, el crecimiento desordenado del sistema de captación de agua ha generado un serio problema de mantenibilidad en la red de distribución de agua potable de la Región Pacífico Central que compromete la estabilidad del servicio a la población e industria de la región.

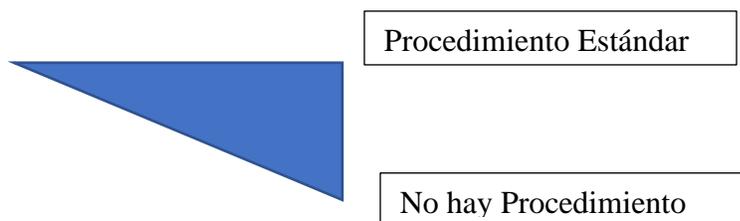


Figura 7. Problema. Elaboración propia, 2020.

Entonces, debería existir un procedimiento estándar para la selección de equipo, tubería y accesorios en la descarga de los pozos. Sin embargo, no existe, ya que este procedimiento se ha realizado de manera empírica en una modalidad caso por caso durante los últimos años.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General:

Estandarizar las tuberías, accesorios y equipo en la descarga para la captación de agua de pozos profundos naturales del AyA para la cantonal de Puntarenas en la Región Pacífico Central.

2.2.2. Objetivos Específicos

1. Clasificar los sistemas de aguas de pozos profundos para el cantón de Puntarenas, en la Región Pacífico Central, de acuerdo con instrumentos estadísticos probabilísticos.
2. Proponer un diseño para las cacheras en la descarga de los pozos de agua profundos con selección de tuberías y accesorios normalizados, de acuerdo con las clasificaciones ya realizadas y el código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica.
3. Seleccionar equipos de bombeo junto con los elementos de su instalación eléctrica de acuerdo con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica y el Código Eléctrico Nacional.
4. Realizar un análisis de costos para el diseño propuesto de acuerdo con las herramientas financieras VAN y TIR.

2.3. Justificación

En los Objetivos de Desarrollo Sostenible para la ONU, el objetivo número 6 es el acceso al agua como un derecho fundamental. Según la ONU, entre las principales problemáticas se encuentra que a nivel global 3 de cada 10 personas no tienen acceso a servicios de agua potable segura. Esto tiene serias consecuencias en lo que respecta a la salud e higiene de la población global. Para 2030, una de las principales metas es “lograr el acceso universal equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.” (Organización de las Naciones Unidas, 2020)

En relación con lo anterior, el 9 de marzo de este mismo año (2020) se aprobó en segundo debate la reforma al artículo 50 de la Constitución Política que dice:

Toda persona tiene el derecho humano, básico e irrenunciable de acceso al agua potable, como bien esencial para la vida. El agua es un bien de la Nación, indispensable para proteger tal derecho humano. Su uso, protección, sostenibilidad, conservación y explotación se regirá por lo que establezca la ley que se creará para estos efectos, y tendrá prioridad el abastecimiento de agua potable para consumo de las personas y las poblaciones (Pérez, 2020).

Esto obliga al país a garantizar al público acceso al recurso hídrico de forma eficiente.

En la misma línea, como país tenemos una calificación baja en la implementación de la gestión integral del recurso hídrico. De acuerdo con Global Water Partnership: “Costa Rica cuenta con una base de políticas y planes, pero existe una brecha en la implementación y monitoreo de sus leyes de aguas” (2018). En otras palabras, existe un fuerte contenido normativo en el país; no obstante, la ejecución de los planes está atrasada y no se tiene medios para supervisar la aplicación de la legislación actual (figura 8). Una correcta gestión de recursos permitirá el desarrollo de Costa Rica y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible brindará al país medios para su desarrollo a futuro.

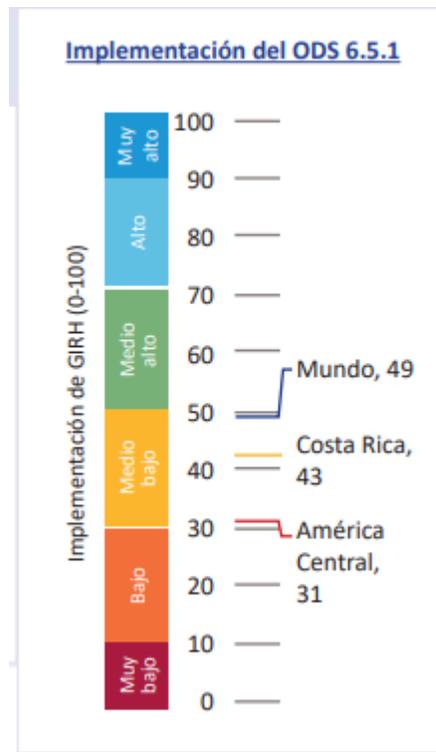


Figura 8. Calificación de Costa Rica en la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible en la gestión integral del recurso hídrico. Fuente: GWP- Hoja de datos, 2018

De acuerdo con la UNESCO, en 2016, el 75% de los empleos a nivel global dependen del acceso al recurso hídrico. Por tanto, el agua es un recurso básico para el crecimiento económico del país y para garantizar la estabilidad del sistema; es decir, es conductivo a un mejor desarrollo económico en la región.

El estado de la nación, en 2018, reporta el acceso al agua potable en el país, tal como se muestra en la siguiente figura:

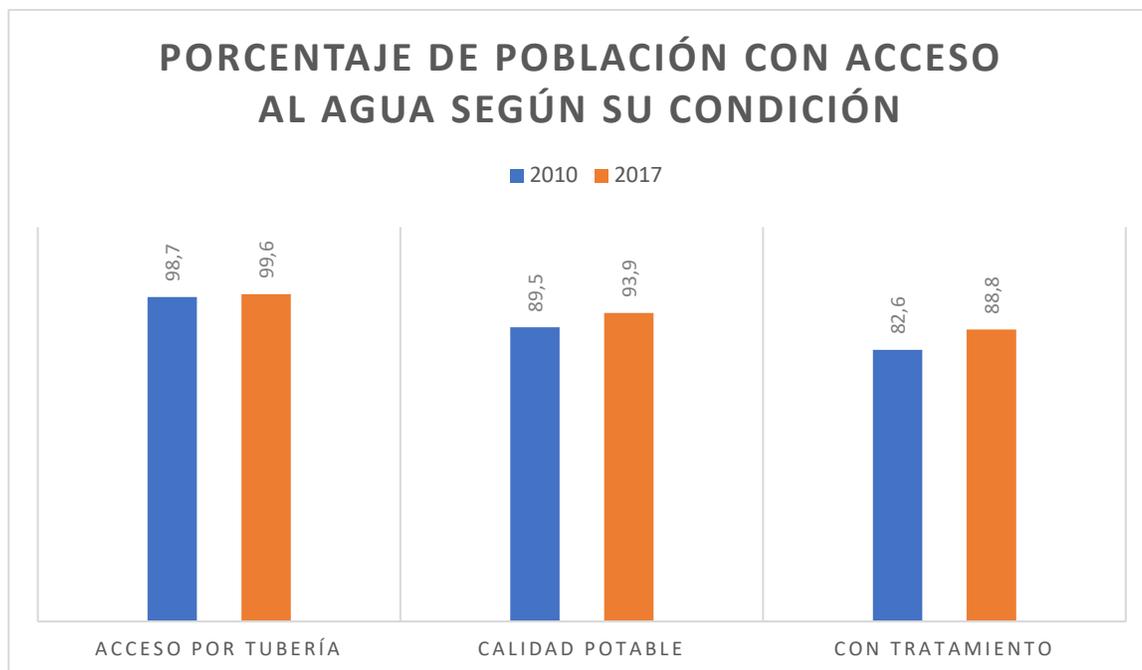


Figura 9. Fuente: Estado de la Nación, 2018, Word

La necesidad del agua potable para el desarrollo de la actividad humana es un hecho evidente desde las medidas de higiene, consumo y desarrollo económico. Además, el recurso hídrico es uno de los bienes más preciados para el país. Una buena gestión del recurso hídrico garantizará a futuro muchos beneficios para el país.

2.4. Viabilidad

Este proyecto se respaldó en las políticas de crecimiento y desarrollo establecidas en la Política Nacional de Aguas 2017-2030, la cual establece como uno de sus ejes principales la inversión en infraestructura y servicio, al buscar: “Establecer una estrategia económica y financiera permanente con visión prospectiva del desarrollo, para que permita el financiamiento para mantener, operar y desarrollar la prestación del servicio del agua potable” (AyA, 2016, p. 64). Los lineamientos para alcanzar dicho objetivo son:

- 1- La optimización y modernización de la infraestructura.
- 2- La inversión en infraestructura resiliente.
- 3- La gestión del servicio de agua potable.

Apoyado en dichos lineamientos, se puede pensar en la modernización de equipos, crecimiento institucional y generación de planes de contingencia para eventos adversos; por

lo que, el proyecto resulta viable dentro del marco de la política de la institución. Este proyecto fue planteado en conjunto con el ingeniero a cargo del mantenimiento y operación de las tuberías de impulsión en la sede Región Pacífico Central, por ende se estará brindando la ayuda necesaria para el diseño del estándar. La institución dispone de herramientas que hacen más viable este modelo, como: el personal de mediciones de campo, políticas futuras de automatización de equipos, introducción a nuevas tecnologías. Por tanto, el proyecto se vuelve más viable y con un sólido respaldo técnico.

Asimismo, el proyecto se desarrolló a través de las herramientas de investigación bibliográfica que pone a disposición el Instituto tecnológico de Costa Rica, así como con las herramientas de software disponibles de forma gratuita en línea. Además de la presencia de la red de transporte público y el apoyo del personal del AyA.

2.5. Limitaciones

La principal limitante en la realización de este proyecto es el punto de coyuntura social y económica del presente año; pues, el gasto público se ve severamente limitado por la crisis económica y las restricciones a la movilidad debido a la enfermedad covid-19.

Una segunda limitante es concerniente al tiempo durante el cual se podrá desarrollar el proyecto, ya que se requiere de giras a los distintos pozos de agua para realizar el levantamiento de planos, el cual se dificulta debido a la falta de medio de transporte propio para llegar a los lugares a visitar.

La tercera limitante para la realización del proyecto es el complejo sistema para la licitación, contratación y adquisición de bienes que puede retrasar la ejecución del plan y la compra de equipos necesarios. Dentro esta misma problemática está la legislación sobre la compra de equipos que obliga a colocar en concurso la adquisición, situación que hace el proceso vulnerable a engorrosos procesos de disputa legal.

Finalmente, una limitante que surgió durante la realización del proyecto fueron los bloqueos en carretera que dificultaron el viaje a la sede regional, estos fueron motivados por las protestas al alza de impuestos propuesta por el gobierno para las negociaciones con el Fondo Monetario Internacional.

2.6. Metodología

Tabla 1

Metodología

Actividad	Tarea	Objetivo
Determinación de una muestra para realizar los primeros levantamientos de datos	Muestra Poblacional Datos de la Institución Determinación de parámetros básicos para la selección de equipos	Objetivo 1. Clasificar los sistemas de aguas de pozos profundos para el cantón de Puntarenas en la Región Pacífico Central de acuerdo con su caudal y distancia al tanque de distribución con instrumentos estadísticos probabilísticos.
Levantamiento de datos en sitio: caudal, distancia al tanque de almacenamiento de agua, tamaño de la bomba instalada actualmente, si hay conexión directa a la red.	Comprobación de los datos existentes Visita a las locaciones de los pozos	
Creación de categorías y clasificación de datos según estadísticas	Comparación datos reales con los planificados Clasificación	
Diseño de tubería con selección de accesorios de acuerdo con el código hidráulico.	Selección de diámetros de acuerdo con el caudal y la presión de las clasificaciones en cada pozo. Proponer un diseño de los accesorios mínimos requeridos en la descarga del pozo para cada categoría.	Objetivo 2. Diseñar un sistema de tuberías y accesorios normalizados en la descarga de los pozos de agua profundos naturales de acuerdo con las clasificaciones ya realizadas y el código de Instalaciones hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica
Selección de equipo de bombeo para las clasificaciones elaboradas.	Verificación de Curvas presión-caudal Selección de Motor según la potencia requerida.	Objetivo 3. Seleccionar equipos de bombeo junto con los elementos de su instalación eléctrica de acuerdo con el código de instalaciones hidráulicas y sanitarias de Costa Rica y el Código eléctrico nacional

<p>Diseño eléctrico para el equipo de bombeo, selección de cableado, protecciones de temperatura, cortocircuito y sobrecarga de acuerdo con el NEC.</p>	<p>Selección de calibres de cableo de acuerdo con el NEC Selección de protección para sobrecarga y corto circuito y temperatura. Selección de tablero de acuerdo con las características eléctricas del equipo y el NEC.</p>	
<p>Análisis de Costos</p>	<p>Cálculo de costos de energía para la facturación Buscar cotizaciones de precios de los materiales del proyecto Cálculo de depreciación de acuerdo con Hacienda Estimación de costo de mantenimiento Elaboración de flujo neto de efectivo aplicación de VAN y TIR</p>	<p>Objetivo 4. Realizar un análisis de costos para el diseño propuesto de acuerdo con las herramientas financieras VAN y TIR.</p>

2.7. Alcance:

2.7.2. Población Beneficiada

Este proyecto busca asegurar la calidad del servicio de agua potable en la Región Pacífico Central, la cual, de acuerdo con la siguiente figura tomada del informe de agua potable y saneamiento, brinda este servicio a 499 602 usuarios. De estos, en el cantón de Puntarenas viven al año 2012, según datos del INEC, 115 019 habitantes distribuidos en 15 distritos

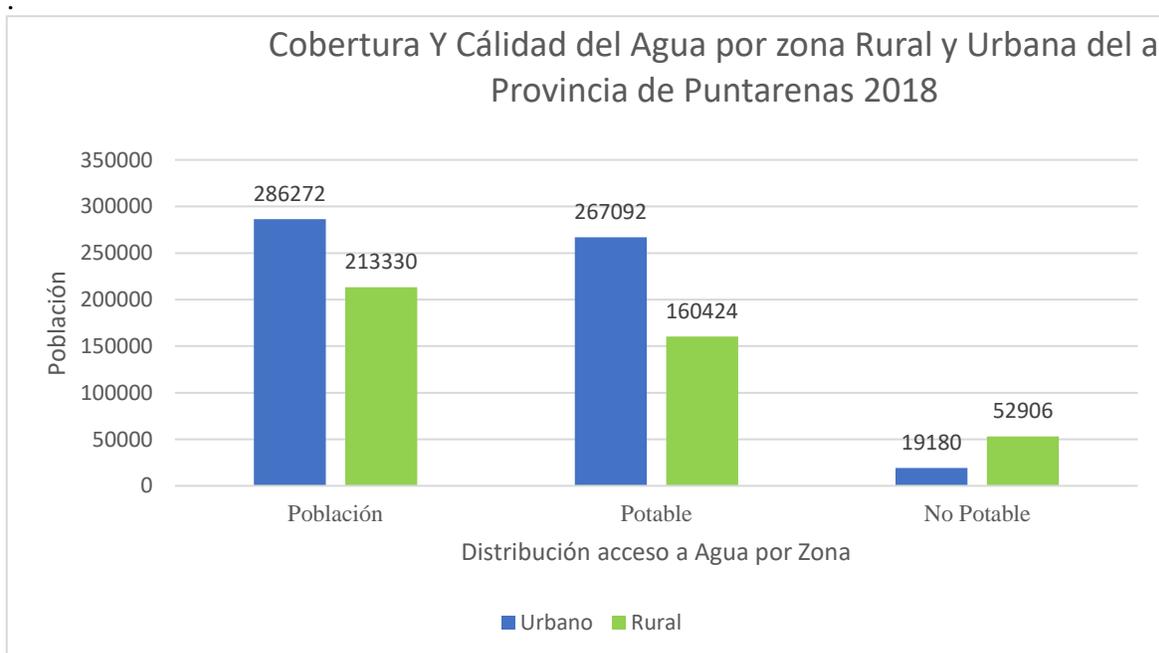


Figura 10. Población Urbana y Rural por Provincia en 2018. Fuente: Mora y Portugués, 2018.

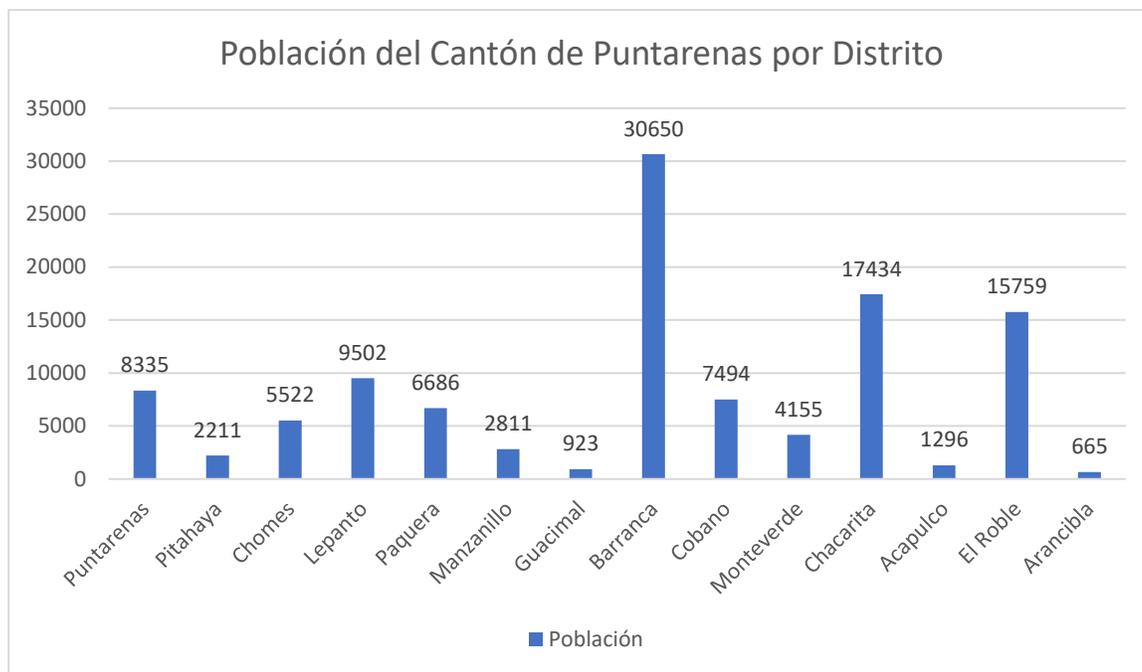


Figura 11. Población de la provincia de Puntarenas por distrito en 2011. Fuente: INEC, 2011.

Como se puede observar en la figura 11, los distritos de Pitahaya, Puntarenas, Barranca y el Roble, en donde se encuentran los pozos analizados, suman una población de 56 955 habitantes para el año 2011. Se debe mencionar que algunos de los pozos estudiados también proveen servicio a otros distritos cercanos. De acuerdo con los datos del AyA, se presta servicio en la cantonal a aproximadamente a 119 000 habitantes que reciben agua del AyA. De las fuentes existentes, los pozos representan un 40% del agua extraída, por lo que esto representaría a 47600 habitantes beneficiados.

2.7.3. Período que alcanza el diseño

Las obras civiles como los pozos analizados en este trabajo tienen una vida planificada de 20 años, mientras que los equipos y maquinarias tienen una vida esperada de 5 años (Cutzal, 2007). Sin embargo, los motores sumergibles y bombas de turbina tienen una vida útil de 3 años. Por su parte, se debe estimar un período de al menos 2 años para la licitación de equipos y materiales y otros procedimientos legales de planeación.

3. Marco teórico:

3.1. El ciclo del Agua

En el proceso del ICAA se toma agua de fuentes naturales y se distribuye a la población a través de sistemas de tubería para la utilización en consumo o procesos productivos y comerciales. Para el trabajo a desarrollar, se tomará esta agua de acuíferos naturales. Estas aguas subterráneas se forman debido al agua de lluvia a mayores alturas y bajan por gravedad infiltrándose por las porosidades del terreno en dirección hacia el mar. Las aguas de los acuíferos son más difíciles de contaminar debido a que no están expuestas a la atmósfera; sin embargo, su contaminación es un riesgo grave para las fuentes de agua potable de la población.

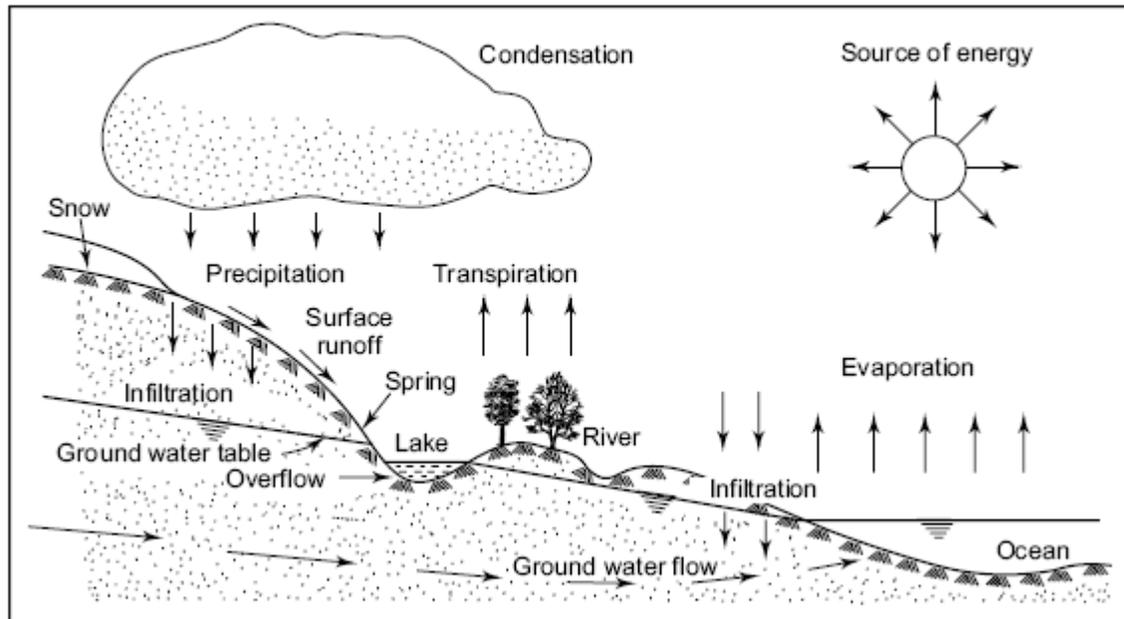


Figura 12. Figura Ciclo del agua. Fuente: Water, Wells and Pumps y McGraw Hill, 2008

En la figura anterior, se muestra el ciclo del agua y la formación de acuíferos subterráneos. El ciclo del agua inicia en el océano con el proceso evaporativo del agua debido a la radiación solar; posterior a ello, el vapor de agua se mueve con los vientos tierra adentro, en donde, debido al proceso de condensación, se precipita como lluvia, nieve o hielo. Por gravedad, el agua precipitada viaja hacia los océanos tanto en aguas superficiales: ríos, lagos

y canales; como bajo la tierra en acuíferos por infiltración. El agua que conforma los acuíferos tarda, generalmente, entre 25 y 10000 años en filtrarse.

3.2. Calidad del agua y agua potable

La calidad del agua es el principal factor en la determinación de la viabilidad del agua para aprovechamiento humano. Dicha calidad es variable según el estrato, la región y la temporada del año, por lo cual es importante realizar controles para garantizar la potabilidad del agua. En este sentido, se denomina agua potable a aquella que es apta para el consumo humano sin tener efectos nocivos para la salud y que las personas no rechacen por problemas de sabor u olor.

Todo ente que suministre y distribuya agua debe cumplir con el reglamento para la calidad del agua potable No. 38924-s publicado en 2015. Para cerciorarse de que el líquido captado cumpla con los parámetros aceptables, se establecen los niveles de pruebas que se deben realizar con una periodicidad establecida por el reglamento antes mencionado. Estas pruebas deben aplicarse en fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución para garantizar que el agua es aceptable para el consumo humano (figura 13). Las tablas con los requerimientos de calidad para el agua potable están en el anexo 1.

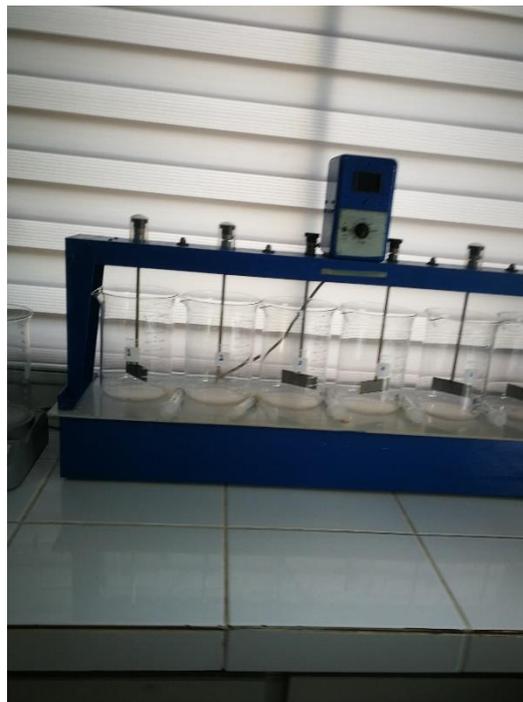


Figura 13. Prueba de jarras para el control de turbiedad y sulfatación. Fuente: Elaboración propia, 2020

3.2.1. Potabilización

La potabilización del agua se realiza por medio de tratamientos químicos y físicos que buscan eliminar los contaminantes disueltos en el agua. En la Cantonal, se realizan los siguientes tratamientos al agua para potabilizarla:

- **Sedimentación:** Para eliminar los elementos más pesados del agua, esta se circula por sedimentadores a diversas velocidades de forma que permita a los elementos separarse por densidad (figura 14). Para ayudar al proceso de sedimentación se utiliza sulfato de cobre que permite la floculación.



Figura 14. Sedimentador Planta de Potabilización AyA en Barranca. Fuente: Elaboración propia.

- **Floculación:** Proceso en el cual se aglutinan macropartículas desestabilizadas (hierro, por ejemplo), esto permite que se formen masas de mayor tamaño que se puede filtrar con mayor comodidad (Pérez, 2020).
- **Filtración:** Separa los sólidos del agua en una suspensión por medio de un elemento mecánico poroso.
- **Cloración:** Se adiciona cloro a fin de eliminar y desactivar los microorganismos presentes en el agua (Guía de Cloración, AyA). Para desinfectar el agua con cloro,

el AyA utiliza dos métodos: cloración por pastilla y cloración con gas hipoclorito. El proceso consiste en una derivación que toma parte del caudal y se le adiciona un porcentaje adecuado de cloro de acuerdo con el caudal. Luego se vuelve a mezclar el agua clorada con el caudal de forma que se disuelva, de ser posible es recomendable que el agua repose en el tanque de almacenamiento a fin de lograr una disolución más homogénea (figura 15). En el caso del gas (figura 16 se bombea el agua, al incrementar la velocidad se produce una caída de presión que succiona el gas y lo disuelve con el agua.



Figura 15. Cloración por Pastilla. Cebadilla de Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Cloración con Gas hipoclorito el Roble Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Pozos de Agua

Debido al largo proceso de infiltración que toma la formación de acuíferos, estos suelen ser una fuente de agua potable de calidad que requiere poco o nulo tratamiento para su consumo. (Grundfos, s.f.)

De acuerdo con el ICAA, en la Región Pacífico Central, compuesta por Puntarenas, Parrita, Jacó, Esparza y San Mateo, existen 70 locaciones en donde hay múltiples pozos de agua profunda para bombeo y 5 estaciones de rebombeo (Mora y Portuguez, 2018). En el Cantón de Puntarenas, se encuentran 16 locaciones con pozo o necesidad de rebombeo. Grundfos (s.f.) indica en *Manual de Ingeniería SP* que para abastecer poblaciones de hasta 500 000 habitantes de forma segura y amigable con el ambiente es posible la utilización de pozos de aguas subterráneas.

En la siguiente figura, se muestra tres condiciones en las cuales se encuentra el agua subterránea: humedad mezclada en la tierra, agua capilar que no es aprovechable ya que está entre los poros del terreno, y el acuífero gravitacional que se forma en las cavidades del terreno a través del proceso de infiltración, esta última se extrae para aprovechamiento humano.

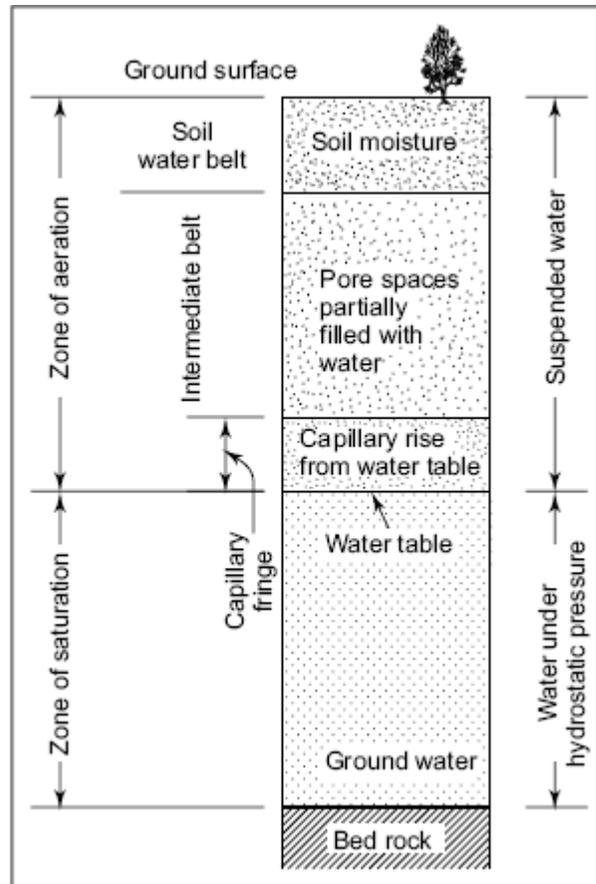


Figura 17. Agua Subterránea. Fuente: Water Wells and Pumps, McGraw Hill, 2008

En *Water, Wells and Pumps*, se clasifican los acuíferos en 3 categorías: confinados, no confinados y semiconfinados, de acuerdo con la permeabilidad del terreno. Los acuíferos confinados se dan cuando el agua se acumula entre dos capas de material no permeable, por lo cual pueden tener presiones superiores a la presión atmosférica. Los acuíferos no confinados se forman sobre una capa de material impermeable, lo que permite la acumulación del fluido, puesto que el material del terreno es permeable se tienen presiones atmosféricas.

Simpson (2016) dice que los pozos de agua se clasifican en tres categorías (figura 18):

- Pozos Excavados (dug wells): Suelen ser de entre 10 y 20 metros, pero pueden alcanzar hasta 40 metros de profundidad. Macías (2019) menciona que estos pozos suelen ser excavados por medios más tradicionales como pico y pala, sus paredes son reforzadas con piedra u hormigón. Además de esto,

agrega que, debido a que son superficiales, son más vulnerables que pozos más profundos a contaminación y a secarse en tiempos de escasez de agua.

- Pozos hincados o pozos con perforación de drenaje (driven wells): Tiene de 15 a 100 metros de profundidad. Estos pozos son elaborados mediante la deformación del terreno con golpes repetitivos a un tubo de acero con una punta al final. Se puede acelerar este proceso mediante la utilización de tubos huecos que ingresan agua para simplificar el proceso de remoción de material. (Macías, 2019)
- Pozos aforados o perforados (drilled wells): Son pozos de hasta 300 metros de profundidad, pueden ser creados con herramientas manuales o accionadas por personas, maquinaria mecánica ligera o maquinaria pesada para los pozos de mayor profundidad. Se gira una tubería de acero rígido con una broca en su extremo inferior. Se utiliza agua a presión con la finalidad de acelerar el proceso y reducir temperatura.

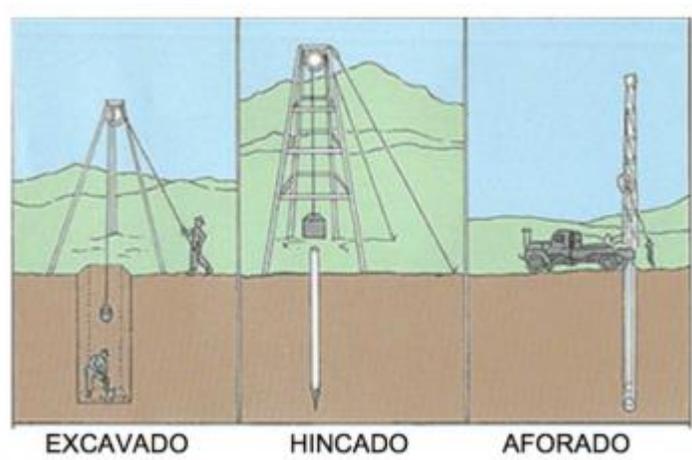


Figura 18. Técnicas de elaboración de pozos. Fuente: Macías, 2019

Al respecto, los pozos de agua profundos en los que se realizará el trabajo, suelen pertenecer a la última categoría. De acuerdo con Ball (2001), se recomienda para este tipo de pozos la utilización de bombas sumergidas como se muestra en la siguiente figura.

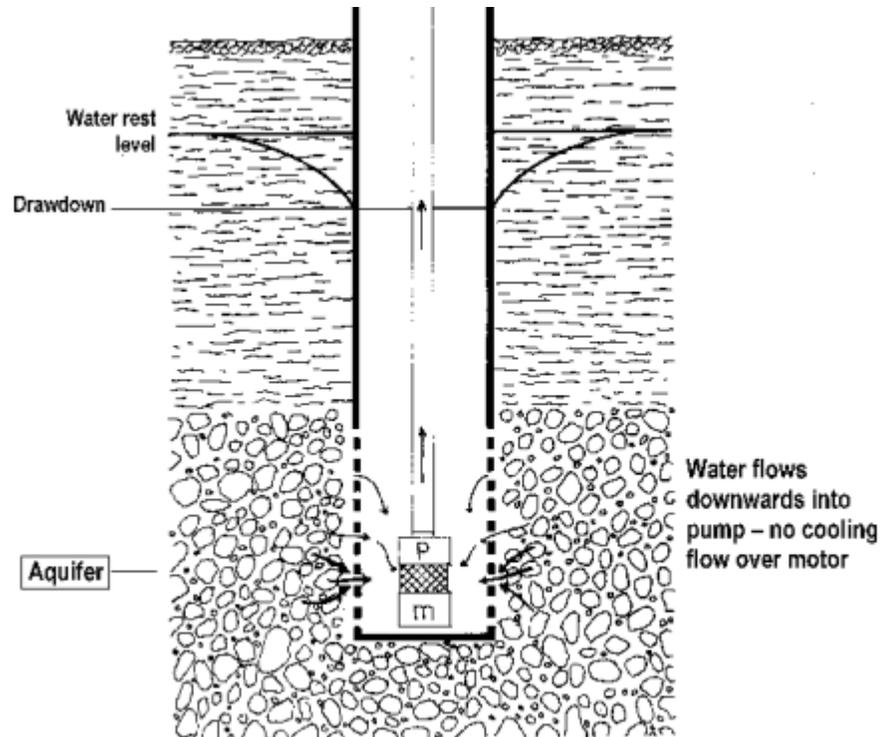


Figura 19. Nivel de agua en pozo subterráneo. Fuente: Balls, 2001.

En la figura anterior, se muestra la existencia de un nivel estático de agua (*rest level*) el cual es el valor del nivel de agua cuando la bomba está apagada. Este nivel de agua varía según la época del año, la temporada de lluvias y la situación climática. Asimismo, el nivel dinámico de agua (*draw down*) es el valor al cual se estabiliza el nivel del agua al ser bombeada hacia afuera del pozo. Este es el valor que se utiliza para estimar la caída de presión.

3.4. Caudal

Caudal: Es la cantidad de fluido que pasa por una sección de área en una determinada cantidad de tiempo:

$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$

Caudal de bombeo: El caudal está dado por los requerimientos de agua potable de los consumidores o usuarios, y el tiempo durante el cual se va a extraer dicho volumen de agua.

$$Q_{bombeo} = \frac{Q_{maximo\ diario}}{Horas\ de\ operación}$$

En la siguiente tabla, se muestra caudales determinados de forma probabilística para el abastecimiento de poblaciones con aguas subterráneas.

Tabla 2.

Determinación de consumo para aproximar necesidades de extracción de agua

Categoría	Unidades	Consumo (m ³ /h)
Vivienda	2000 unidades	70
Edificios de Oficinas	2000 empleados	30
Grandes almacenes	2000 empleados	55
Hoteles	1000 camas	110
Hospitales	1000 camas	80
Períodos de máximo consumo temporada alta		345

Fuente: Grundfos (s.f.), Manual de Ingeniería SP.

3.5. Presión

La presión es la medida de la fuerza perpendicular a una superficie por unidad de área. Para un fluido, la presión incrementa a mayor altura de fluido exista sobre el punto a analizar, ya que el peso del fluido es lo que ejerce dicha presión. Esta se conoce como **presión hidrostática**.

Al tener un fluido en movimiento se tiene que la presión no depende solamente de la profundidad del agua sino de la velocidad a la que fluye el líquido. Esta es la **presión dinámica** del fluido. Sin embargo, esta presión se considera despreciable si la profundidad del fluido es significativa. La topografía es el primer factor determinante para la presión hidrostática a vencer. Un segundo factor es la altura en el punto de uso del recurso. El tercer factor por considerar es que para salir de la tubería, el agua debe superar la presión atmosférica en el punto de utilización.

3.6. Aforo

Para garantizar el nivel de agua en el acuífero, Grundfos (s.f.) recomienda realizar pruebas de carga de acuífero: se bombea de forma a una capacidad específica agua durante

muchas horas, si el nivel de carga dinámico del acuífero disminuye de forma significativa, se ha superado el caudal disponible en el acuífero y se debe reducir el caudal extraído. Se debe tener una tendencia anual de la carga acuífera, ya que se pueden dar cambios significativos en el nivel dinámico del pozo año con año.

Al incrementar la demanda, se da un cambio en el nivel dinámico del pozo, si el cambio en el nivel es muy abrupto, se está extrayendo mayor volumen del que el pozo es capaz de suplir y se debe considerar buscar fuentes adicionales de agua. Las pruebas de aforo se deben realizar durante la época más seca del año según registros meteorológicos con la finalidad de garantizar caudales estables durante el resto del año.

Para los pozos de agua, existen condiciones necesarias para garantizar que en un futuro se mantendrá el suministro de agua en condiciones de calidad aceptable. Un drenaje excesivo del agua puede ocasionar que los equipos sufran daños por problemas en las condiciones del fluido bombeado, precipitación de metales al fondo del pozo e infiltración de nitratos y pesticidas que encarecen los costos de tratamiento del agua. Si la velocidad de extracción del agua del pozo es excesiva, también se puede dar abatimiento en las paredes del pozo, situación que puede bloquear el paso de fluido a la bomba, lo cual elimina el suministro del fluido y daña el equipo de bombeo.

Con base en los elementos constructivos anteriores, se puede obtener el perfil del pozo, lo que es una herramienta muy útil para visualizar las condiciones del pozo:

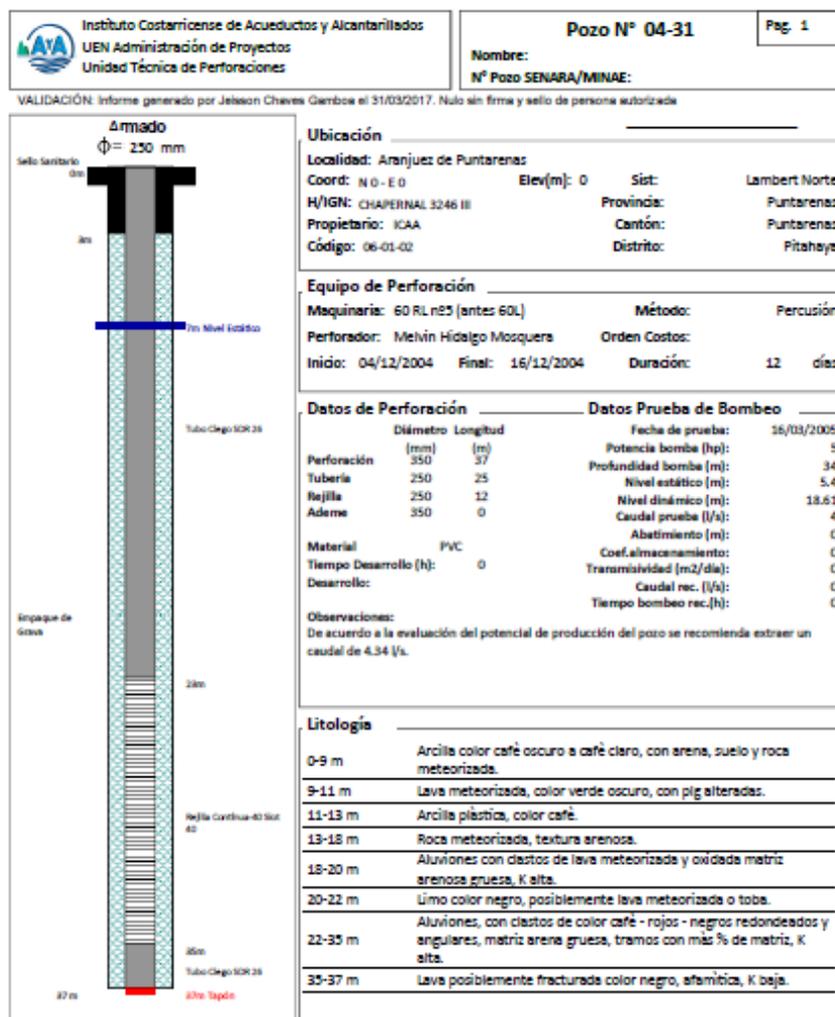


Figura 20. Informe de Perfil Pozo IDA en Aranjuez de Puntarenas. Fuente: AyA

En el perfil mostrado en la figura anterior, se puede observar varios elementos. El nivel estático: profundidad a la cual se encuentra de forma natural la superficie del agua subterránea. El nivel dinámico: profundidad a la cual se estabiliza el nivel de agua al tener un bombeo de agua. La profundidad del pozo: da la columna de agua a vencer para alcanzar el nivel de suelo. Litología: describe las características del terreno, es de importancia si se debe tener conocimiento de qué materiales se pueden presentar en pruebas de calidad de agua y que materiales se deben seleccionar para tuberías y equipos.

Además de esto, se indican los diámetros internos del ademe, recubrimiento interno que garantiza la estabilidad del pozo; la tubería; la rejilla, cuya presencia en las paredes del pozo permite el ingreso del agua filtrada. Si se observa el informe de la prueba, se tiene una

recomendación del caudal a extraer del pozo sin que se dañen las paredes del pozo ni se dé un cambio drástico en el nivel de agua.

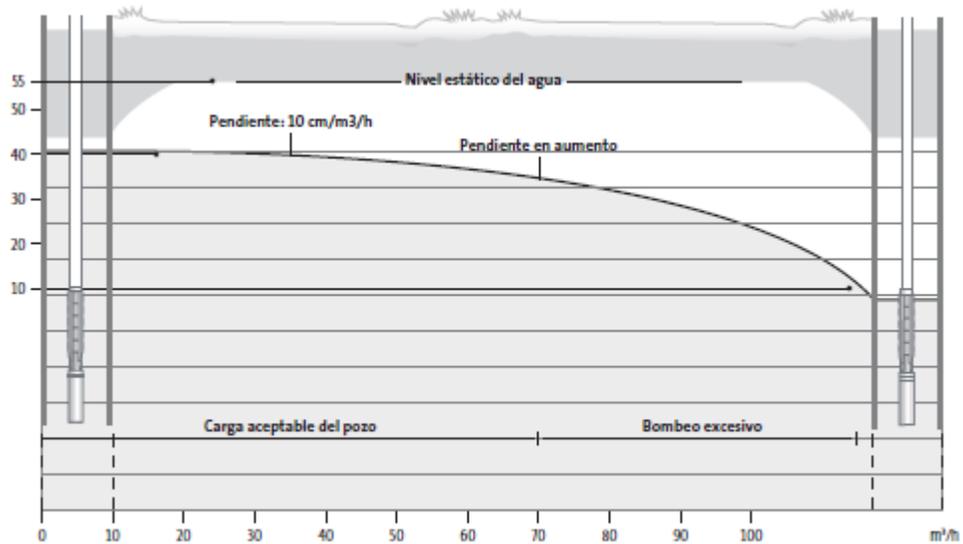


Figura 21. Cambio en el Nivel Dinámico. Fuente: Grundfos, s.f.

En la figura 21, se muestra como al aumentar el cambio en el volumen de agua bombeado, la tasa de cambio del nivel de agua varía de forma significativa. Cuando se da un caudal moderado, se da un cambio casi lineal de nivel donde por cada 10 cm de descenso se extrae $1\text{m}^3/\text{h}$ del pozo. A partir de cierto caudal, el comportamiento del descenso es parabólico, no lineal. Al respecto, es recomendable mantener la operación en el rango lineal, ya que esto permite tener un monitoreo más preciso de las condiciones internas del pozo.

3.7. Bombeo de Agua

De acuerdo con Villegas-Flores (2017) para el desarrollo de una estación de bombeo se debe desarrollar un estudio considerando los siguientes parámetros:

Componentes de una estación de bombeo

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.

- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos para cloración.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.
- Servicios higiénicos para personal. (p. 65)

Para el proyecto desarrollado, se consideró la caseta de bombeo, la cisterna o tanque de almacenamiento, la tubería de impulsión, el equipo de bombeo en conjunto con sus motores, los tableros de protección y control eléctrico, las válvulas de regulación y control, los interruptores.

3.7.1. Tubería

Líneas de conducción: Según Villegas (2017) la tubería que lleva el agua desde la fuente natural hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución se denomina tubería de aducción. El caudal que circulará por estas debe ser determinado de acuerdo con el caudal máximo diario. La velocidad máxima permitida estará dada por el material del cual este compuesta la tubería:

Tabla 3

Velocidad Máxima Permisible para Tuberías según material. Fuente: Villegas, 2018

Material de Tubería	Velocidad Máxima Permisible (m/s)
Concreto simple hasta 0,45m de diámetro	3,0
Concreto reforzado de 0,65m de diámetro o mayor	5,0
Asbesto-Cemento	5,0
Acero Galvanizado	5,0
Acero sin Revestimiento	5,0
Acero con Revestimiento	5,0
Polietileno de alta densidad	5,0
Policloruro de vinilo (PVC)	5,0

Perdidas de carga en tuberías

$$H = \sum h_{fricción} + \sum h_{accesorios}$$

Conservación de la masa, el caudal que entra en la tubería es el mismo que debe salir. Para el cálculo de pérdidas de carga por fricción, se utiliza generalmente la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \frac{8 \times L \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5}$$

Donde f está dado por la ley de Pouisille relacionada con el número de Reynolds;

$$f = \frac{64}{R_e}$$

Para flujo laminar esto de acuerdo con Ambler Barry (2008).

3.7.2. Tubería de Succión

Cutzal (2007) describe los siguientes aspectos para el diseño e instalación de una tubería de succión con la menor resistencia al paso de agua y minimizando el ingreso de aire a las tuberías:

- a) Se deben tender con una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos, para evitar la formación de burbujas de aire dentro de la tubería.
- b) Se deben construir de la forma más corta y directa posible.
- c) Su diámetro debe ser igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga. Si se requiere una línea de succión larga, el diámetro de la tubería debe aumentarse para reducir la resistencia al paso del agua.
- d) Los reductores a utilizarse deben ser excéntricos, con el lado recto hacia arriba, esto permite evitar la formación de burbujas de aire.
- e) Los codos instalados en la misma, es preferible utilizar codos de radio largo ya que ofrecen menos fricción y proveen una distribución más uniforme del flujo que con el uso de codos con radios más cortos.
- f) En la entrada de la tubería, se recomienda utilizar una coladera con válvula de pie o pascón con el fin de disminuir el riesgo de entrada de materia indeseable al

tubo de succión; y, al mismo tiempo, retener el agua que ha entrado a la tubería, previniendo la necesidad de cebar la bomba después de que ha dejado de operar. También, se acostumbra a colocar en la entrada de esta tubería, una campana de succión, la cual puede construirse con o sin válvula de pie. Esta última minimiza la resistencia al paso del agua.

3.7.3. Tubería de descarga

Es la tubería entre la bomba y el tanque de almacenamiento de agua. Se dimensiona con base en el caudal, la presión del fluido a trasegar, y la sobrepresión.

En tuberías de impulsión, la velocidad máxima recomendada es de 2m/s y la velocidad mínima está dada por la tasa que permita al sistema limpiarse a sí mismo, la cual es de 0,60 m/s. En el mismo sentido, *el Manual de Ingeniería para bombas Industriales y de Irrigación* de Franklin Electric estipula que para tuberías de succión no es recomendable sobrepasar una velocidad de 2,4 m/s (8 pies por segundo).

Se debe considerar que en las tuberías de impulsión se puede tener varias tuberías en paralelo para conducir entre ellas el mismo caudal que en una de mayor diámetro por cuestiones de tamaño, costo y disponibilidad de los materiales.

Cutzal (2007) da las siguientes recomendaciones para el diseño e instalación de tuberías de descarga:

- Debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso del agua.
- Cuando se usen vueltas o dobleces, su tipo deben ser de radio grande; lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.
- El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios deben ser los mínimos necesarios en esta tubería; sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido, en los picos de la línea deberá colocarse válvulas de aire. Las válvulas de aire evacuan el aire que se forma en los puntos altos de la tubería, lo que busca garantizar que el caudal acarreado en la tubería sea el de diseño y no inferior.
- Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por

la ruta más directa posible usando, por ejemplo, yee o codos de mínimo ángulo. En este mismo caso, conforme se vaya sumando caudales, el diámetro de la tubería debe ser el inmediato superior. El tipo de la tubería de descarga está íntimamente ligado a la máxima presión que se presenta en esta, pudiendo ser clasificada según su presión de trabajo en: ligera, mediana o de alta presión.

3.7.4. Equipo de Bombeo

La principal función de una bomba es suministrar energía cinética al fluido de modo que tenga suficiente para alcanzar el punto en el cual se requiere de dicho fluido y con la suficiente presión para su utilización. Al infundir esta energía al agua, se da un diferencial de presión entre la entrada de agua al equipo y la presión del agua a la salida del equipo. La bomba imprime energía al fluido por medio de un impulsor de alabes, en una o varias etapas. Generalmente, para alcanzar las presiones requeridas por el fluido se tienen bombas multietapa: entre una etapa y la siguiente hay un anillo de estanqueidad que evita los reflujos lo más posible. En la cámara de cada etapa existe un distribuidor para direccionar el flujo hacia la siguiente etapa.

Para el bombeo de agua en pozos, se utiliza bombas sumergibles (figura 22). Entre las ventajas de las bombas sumergibles se encuentran: su tamaño, son compactas; se instalan dentro de la misma tubería en la cual se transporta el fluido por lo que no es necesario cavar espacio extra para su instalación; son eficientes, no requieren de enfriamiento externo, ya que utilizan la misma agua que bombean para transportar el calor que generan.

En Costa Rica no es un problema, pero en climas templados no existe riesgo de congelación de la bomba, ya que al estar por debajo del nivel del agua no sufre daños cuando se congela. Las bombas sumergibles requieren de cuidados especiales, por ejemplo; se requiere de un encamisado que evite el ingreso de burbujas de aire al equipo.

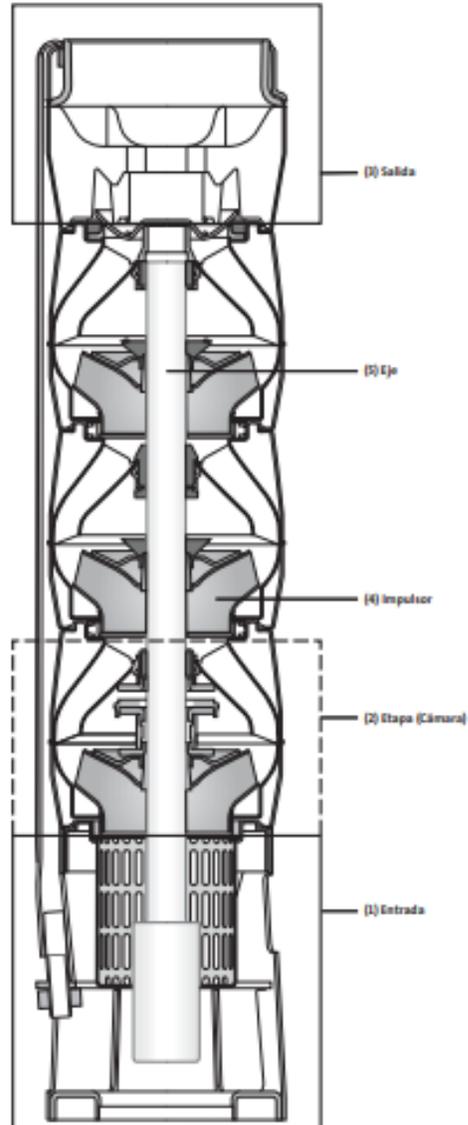


Figura 22. Despiece Bomba de Agua Sumergible. Fuente: Grundfos (s.f.), Manual de Ingeniería.

Cuando es necesario realizar rebombeo, se pueden utilizar bombas centrifugas que pueden ser horizontales o verticales. Las bombas verticales se utilizan en diámetros de tuberías pequeñas y se deben colocar directamente sobre el punto de captación. También, se pueden utilizar bombas sumergibles insertadas de manera vertical u horizontal en el tanque de almacenamiento de agua a la salida de los pozos (figura 23).

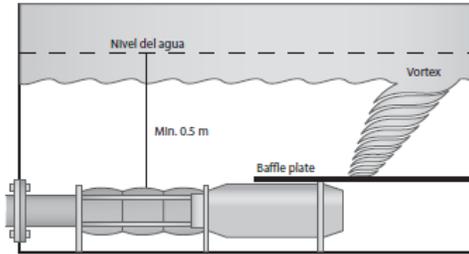


Figura 23. Instalación horizontal de bombas sumergibles al interior de un tanque de almacenamiento. Fuente: Grundfos, s.f..

La selección del equipo de bombeo se realiza de acuerdo con la carga dinámica. La carga dinámica está dada por la altura de succión, así como por la altura de impulsión. En la altura de impulsión se debe tomar en cuenta la longitud equivalente de tubería y la caída de presión en los accesorios, tales como: codos y válvulas. También es un criterio importante a la hora de determinar la pérdida de presión el diámetro del pozo.

Se debe, además, tomar en cuenta la carga neta de succión positiva, dada por el fabricante que permita al equipo tomar el agua y llevarla al tanque de distribución sin que ocurra cavitación en el equipo de bombeo.

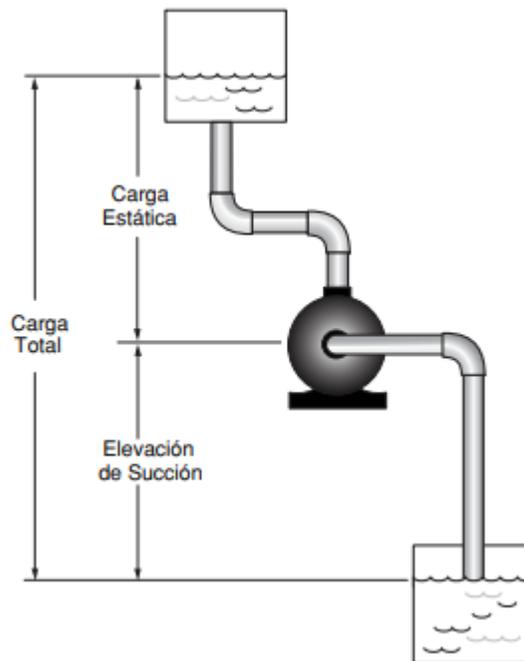


Figura 24. Carga Dinámica Por Superar. Fuente: Franklin Electric, 2010.

La succión neta requerida para la selección de la bomba está dada por:

$$NPSH = H_a - H_{vp} - H_f - H_s$$

Donde H_a representa la presión absoluta, H_{vp} representa la presión de vapor del agua (es importante considerar que se puede dar cavitación si la presión en la succión es inferior a la presión de vaporización del agua). H_f representa las pérdidas por fricción de carga debido a accesorios y tubería, en el anexo se incluirán las tablas de Franklin Electric para la determinación de pérdidas. Finalmente, H_s es la diferencia de alturas entre el nivel de agua en el pozo y el nivel de agua en el tanque de almacenamiento, el nivel de agua en el pozo es variable debido a que al bombearse el agua se reduce el volumen de esta disponible para extraer.

La carga dinámica total por superar para equipos de bombeo sumergibles es:

$$H_m = h_d + h_{fv} + h_{fd} + h_{fm}$$

Donde H_m es la carga dinámica total, h_d es la diferencia en metros de columna de agua entre la altura de la bomba y el nivel máximo del tanque de almacenamiento, h_f es la pérdida de carga por fricción en la descarga, h_{fv} es la pérdida de carga por velocidad y, por último, h_{fm} es la pérdida de carga en los accesorios.

Para la protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete. Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa).

La selección de la bomba se realiza a partir de las curvas caudal-presión que proveen los diferentes fabricantes, ya que la potencia es el área bajo la curva presión caudal. Se calcula la potencia de los equipos de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{76 \cdot e}$$

Donde Q es el caudal de bombeo en l/s, H_m es la carga dinámica total por superar en metros de columna de agua (m.c.a) y e representa una eficiencia de 60%. Las potencias de los motores eléctricos en caballos de fuerza y suelen ser valores estandarizados por los fabricantes.

La bomba está dada por el caudal y la carga dinámica a superar, pero es importante considerar con que equipo se va a suministrar potencia a la bomba. Es necesario considerar la potencia y requerimientos eléctricos del motor que proporcionará potencia a la bomba: qué voltaje hay disponible en el sitio del pozo y qué tan estable es la red eléctrica.

Además, se debe determinar la corriente para la selección de calibres de conductor y el tamaño de las protecciones contra sobre corriente y cortocircuito, esto será dado por el código eléctrico nacional, específicamente en el artículo 430 para los aspectos relacionados con el motor, en el 310 para la selección de calibre del conductor y existen diversos artículos para los aspectos a considerar en las protecciones del motor.

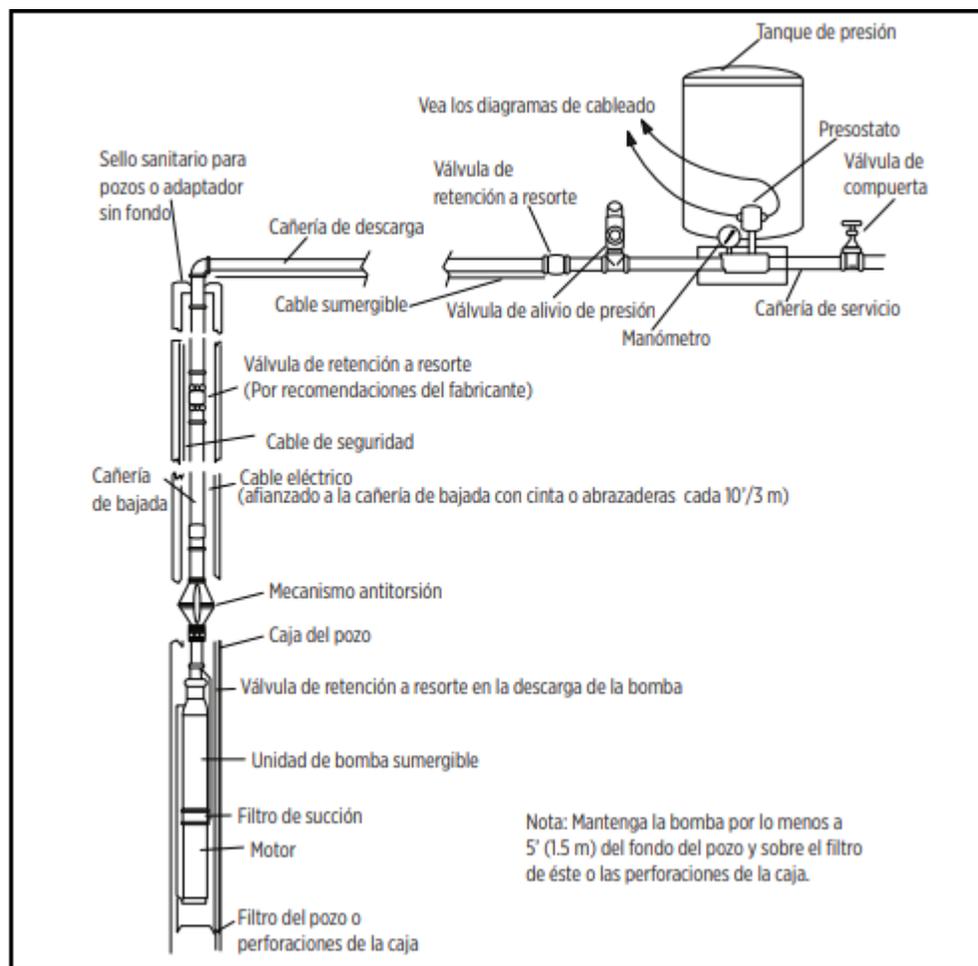


Figura 25. Instalación Típica de Bombas Sumergibles. Fuente: Franklin Electric, 2020

En la instalación de bombas sumergibles se debe sostener la bomba a una distancia adecuada del suelo correspondiente con el modelo de la bomba y las recomendaciones del

fabricante mediante un cable que permita la sujeción a la parte superior como se muestra en la figura 25. Además de ello, se debe considerar el medio por el cual se lleva el cable eléctrico al equipo. La bomba debe estar unida a la tubería de agua por medio de tubería flexible; en muchos casos, la bomba sumergible tiene una unión roscada con la tubería de impulsión que permite que la tubería sostenga el peso del equipo. Asimismo, se debe tener en la instalación de la bomba un disco anti-torsión que evite que el ensamble motor-bomba gire como reacción al impulso del agua y que absorba el impacto del agua al devolverse como producto de los golpes de ariete.

3.7.5. Motores Eléctricos

Los motores eléctricos son el medio por el cual se imparte energía a la bomba de agua. Los motores transforman la energía eléctrica en energía mecánica, esta conversión se basa en las leyes del electromagnetismo y en la Ley de Lorentz. Existen motores eléctricos sumergibles que permiten la operación de bombas a mayor profundidad y que permiten simplificar la instalación de los equipos de una forma sencilla y eficiente. Los motores sumergibles deben utilizarse con algunos cuidados especiales, ya que por sus condiciones de operación se debe tener certeza de su hermeticidad y limpieza.

Al respecto, los motores eléctricos sumergibles utilizan el caudal del mismo pozo para mantener su temperatura; por ello, deben estar sumergidos todo el tiempo ya que, si se permite que queden al aire libre, corren el riesgo de sobrecalentarse y quemarse.

3.7.6. Panel de Control

Está compuesto por dos elementos el centro de carga y el sistema de arranque de motor (García, 2018). El centro de carga distribuye la energía eléctrica de forma segura y protege los equipos y la instalación eléctrica de disturbios eléctricos. Los motores eléctricos requieren de protecciones para las corrientes de cortocircuito y sobrecarga, así como caídas de tensión que pueden perjudicar los equipos o las instalaciones eléctricas. El sistema de arranque de motor pretende minimizar las corrientes de arranque para mitigar los efectos de esta sobre los equipos eléctricos.

En este sentido, García (2018) describe varios métodos para el arranque del motor de la bomba:

- Arranque Directo: Consiste en conectar los equipos directamente a la red eléctrica con conmutadores simples, tiene altas corrientes de arranque y grandes caídas de diferencia de potencial por lo que no se recomienda.
- Arranque Suave: Se realiza mediante el aumento gradual de la tensión, desde una tensión inicial dada hasta alcanzar la tensión nominal del equipo. Por medio de este sistema, se tiene un control del par de arranque.
- Arranque con Autotransformador: Se conecta un transformador que reduce la tensión al arranque del motor, una vez el motor empieza a moverse se pasa a la tensión nominal del motor. Esto también reduce el par del motor al arranque.
- Arranque con variador de frecuencia: Se utiliza la proporcionalidad de la relación entre la diferencia de potencial y la frecuencia (V/f) en el flujo magnetizante del motor con el objetivo de reducir el voltaje y, así, la corriente de arranque del motor. Es importante recalcar que los variadores de frecuencia son un método de arranque caro, pero son rentables a partir de los 2 HP de potencia. Además, tienen la ventaja de que con ellos se puede regular la velocidad de giro del motor lo que permite hacer un uso más eficiente de los equipos de bombeo.
- Arranque con caja de Arranque: Es un dispositivo compuesto por relés de sobrecarga, sistemas de encendido y apagado y dos condensadores: uno de arranque y uno de funcionamiento continuo. Se utiliza el condensador para desfazar la corriente de arranque en el devanado auxiliar de motores monofásicos y una vez el motor está en movimiento se desconecta el devanado auxiliar y el condensador de arranque y se conecta el condensador de funcionamiento y el devanado principal.

3.7.7. Tanque de captación

El tanque de captación debe permitir el almacenamiento de agua de forma que se mantenga una presión de distribución adecuada para la demanda máxima. Para ello, se debe regular el volumen de agua disponible para cumplir con la demanda y se debe determinar un coeficiente dado por los porcentajes de consumo respecto a la demanda máxima y considerar el tiempo de funcionamiento de la bomba (Villegas, 2017)

El código de instalaciones hidráulicas y sanitarias establece un volumen de regulación de 14% y un volumen para emergencias y eventualidades de 4 horas del funcionamiento de la bomba.

3.7.8. Accesorios

Son elementos del sistema de tubería que permiten la circulación del agua de acuerdo con las necesidades, otros accesorios permiten la regulación y monitoreo de las condiciones del proceso de captación de aguas. Entre los accesorios, se encuentran: las válvulas, que son elementos que permiten la regulación del flujo de agua; y los codos, los cuales redirigen el flujo de agua.

- ✓ Válvulas de Retención (válvula de check): Permiten el direccionamiento del flujo en un solo sentido de forma que el agua no se devuelva por la tubería y dañe los equipos de bombeo. Se utilizan válvulas de check verticales a 6 metros de las bombas en pozos de agua de forma que esta última no ejerza presión indebida sobre el equipo. De igual modo, se utilizan válvulas de check horizontales a fin de garantizar que el flujo es desde el pozo hacia el tanque de distribución y no de forma inversa (García, 2018).
- ✓ Válvula de Compuerta: Permite bloquear el paso del fluido de forma directa, no permite la estrangulación del flujo. En otras palabras, o pasa fluido o lo bloquea por completo.
- ✓ Tubería de Columna: Fabricada de acero especial ASTM A 53 está diseñada para soportar altas presiones y el peso del equipo de bombeo (García, 2018).
- ✓ Válvula Anticipadora de Onda: Elimina el golpe de ariete de sistemas de bombeo (Bermad, s.f.). Al apagarse la bomba el agua continua su flujo por

inercia, lo que ocasiona una caída de presión drástica, el sistema detecta la caída de presión previa a un golpe de ariete y abre la válvula de forma que se libere la presión. Como observa en la figura 27, se puede reducir significativamente los efectos del golpe de ariete sobre la tubería con una anticipación adecuada.

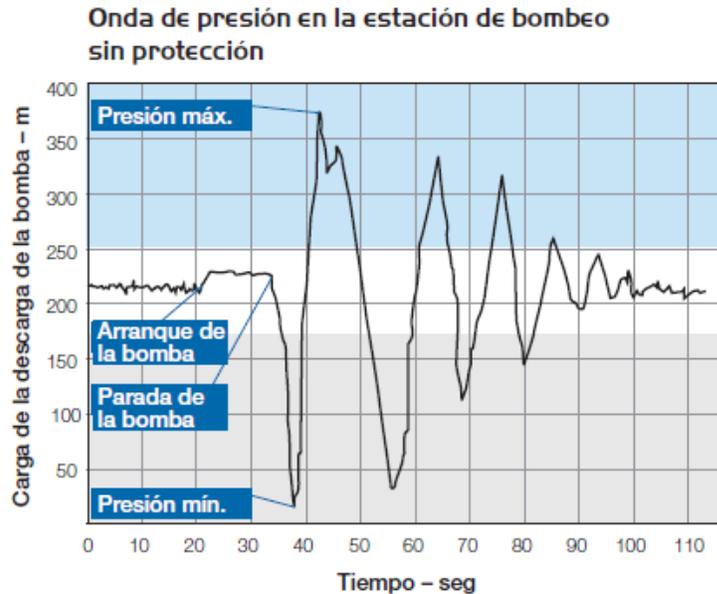


Figura 26. Onda de Presión en una estación de bombeo sin protección. Fuente: Bermad, 2020.

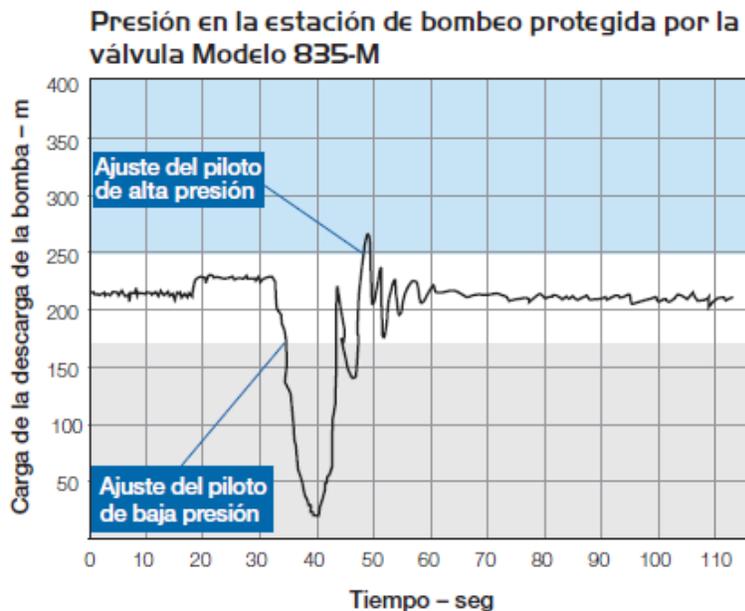


Figura 27. Onda de Presión en una estación de bombeo con protección. Fuente: Bermad, 2020.

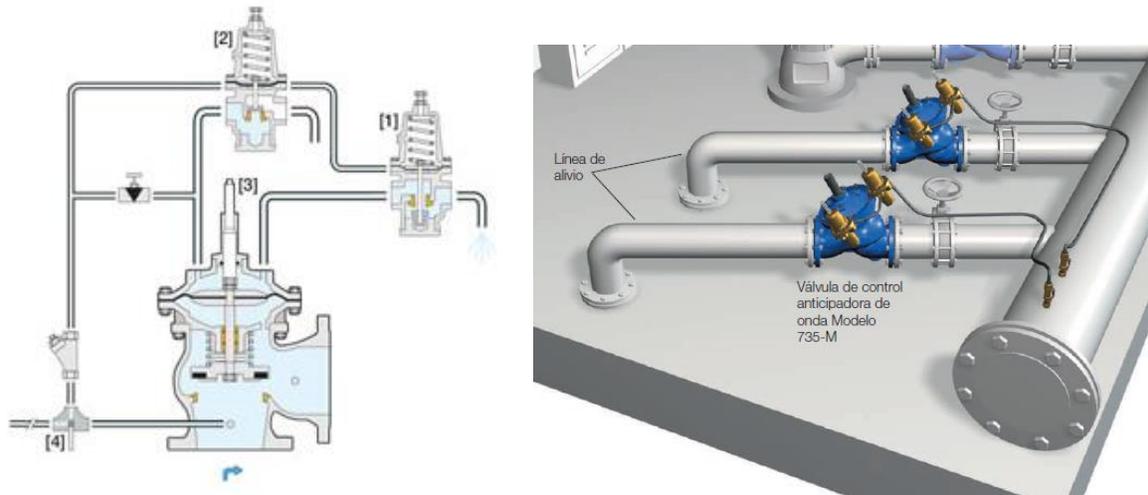


Figura 28. Instalación típica Válvula anticipadora de Onda

- ✓ Junta desmontable (Dressler): Facilita el montaje y desmontaje de válvulas en tuberías.

4. Desarrollo

4.1. Topografía

En la siguiente figura, se muestra la topografía general del cantón de Puntarenas:

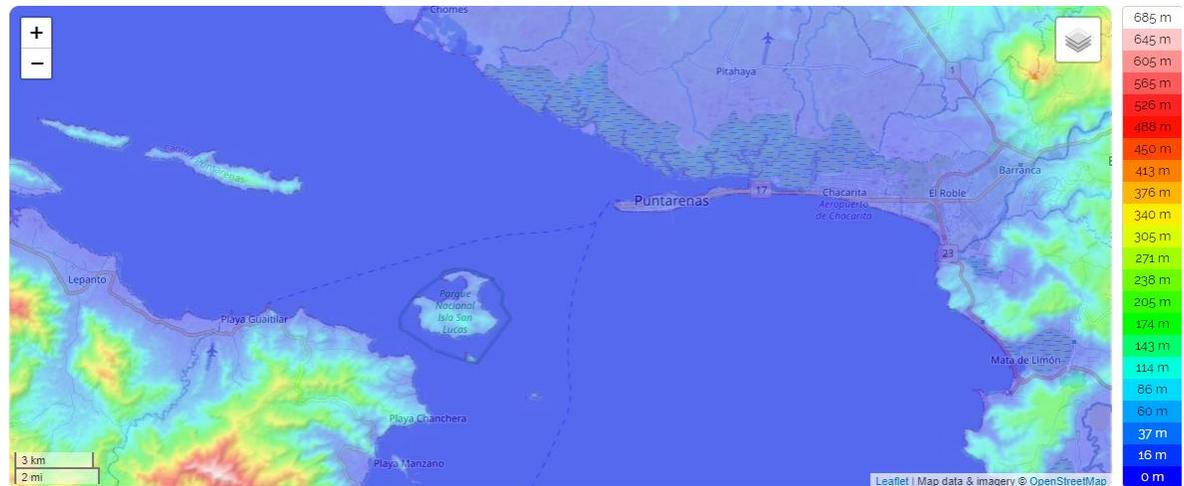


Figura 29. Topografía Cantón de Puntarenas. Fuente: Mapas topográficos.es

En dicho cantón, la altura máxima es de 1228 metros sobre el nivel del mar. La altura media es de 200 metros sobre el nivel del mar y la altura mínima es de 0 m sobre el nivel del mar. Los distritos de Pitahaya, Puntarenas, Barranca y el Roble son terrenos de poca elevación y con una pendiente leve en la mayoría de su extensión, inferior a 1° de acuerdo con datos del IFAM. Esto es beneficioso, ya que no se debe suministrar presión a grandes diferencias de nivel piezométrico. Para los casos en los que se debe elevar la presión para usuarios en colinas o elevaciones del terreno, existen estaciones de rebombeo específicas para llevar el agua a tanques de distribución con una presión aceptable para el aprovechamiento del usuario.

4.2. Aforo

El aforo se realiza una vez al mes en todos los pozos de la Región Pacífico Central. Los datos con los que se trabajó fueron los datos obtenidos por el aforo realizado durante el mes de marzo de 2020 por el personal técnico del ICAA. Se utilizaron estos datos, porque fueron tomados durante la época más seca del año, con la finalidad de garantizar que los datos no se desvíen mucho durante épocas más secas del año y que los sistemas funcionen bien en condiciones menos exigentes. En la tabla que se muestra a continuación, se muestra los datos de caudal, de presión y las características eléctricas de funcionamiento de los

equipos que estaban operando durante el mes de marzo del presente año: 13 equipos en pozos y 3 equipos de rebombeo. El aforo representa, en una situación ideal, qué caudal se va a extraer de cada pozo durante la operación de los equipos, de forma que no colapse el pozo ni sufran daño los equipos instalados.

Tabla 4

Aforo marzo 2020 Pozos del Cantón de Puntarenas.

EQUIPOS R. P. C.	Diferencia de Potencial (V)	Intensidad de Corriente (A)	C. M. libras	Nivel Dinámico (m)	Nivel Estático (m)	Caudal (l/s)	Resistencia (MΩ)	Horas Mes Anterior	Horas Mes Actual	Horas de Trabajo	Caudal (m ³ / mes)	Fecha Aforo
Socorrito 1	426	22	30	11,33	7,08	16,90	13,00	38950	39688	738	44 899,92	02/04/20
Socorrito 2	447	20	34	10,90	7,22	14,50	12,00	90704	91439	735	38 367,00	02/04/20
Socorrito 3	223	12	34	7,30	5,30	6,4	7,00	90	763	673	15 505,92	02/04/20
Rioja 1	242	41	34	14,00	7,09	18,80	173,00	40210	40947	737	49 880,16	02/04/20
Rioja 2	244	29	40	12,18	7,00	8,40	57,00	40990	41293	303	9 162,72	02/04/20
La Sisi	243	51	30	9,33	2,22	19,20	0,00	30164	30904	740	51 148,80	02/04/20
Pocamar 1	FUERA DE SERVICIO							17967	17972	5	0,00	02/04/20
Pocamar 3	501	30	115	17,40	10,10	7,00	10,00	10793	11533	740	18 648,00	02/04/20
Pocamar 5	502	25	105	14,70	11,60	9,00	1,90	38405	39145	740	23 976,00	02/04/20
Cebadilla	241	4.6	70	33,70	27,00	1,18	8,60	2084	2692	608	2 582,78	02/04/20
Aranjuez	485	31	180	3,11	2,47	9,60	14,00	35867	36605	738	25 505,28	02/04/20
EL IDA	244	24.3	80	27,00	8,00	4,60	275,00	6955	7352	397	6 574,32	02/04/20
Queroga	230	31	60	38,10	33,30	3,50	2,00	37808	38595	787	9 916,20	02/04/20
R. Queroga	230	39	100	-	-	4,50	1,20	6420	7091	671	10 870,20	02/04/20
R. La Guaria 1	240	35	60	-	-	5,00	225,00	262	262	0	0,00	02/04/20
R. La Guaria 2	240	30	60	-	-	5,00	0,30	3018	3205	187	3 366,00	02/04/20
TOTAL											310 403,03	

NOTA: No tomar en cuenta para el cálculo de producción total los m³ de los rebombes ya que es agua producida en otro equipo.

Nota: Aforo realizado por: Fabián Campos y Diego Zúñiga Gutiérrez. Fuente: AyA Sede Región Pacífico Central

Tabla 5

Control Operativo de las fuentes de producción mes de marzo de 2020.

ZONA PRESION	Nombre Fuente de Producción	Caudal Producción (l/s)	Peso Relativo en la Región
Acueducto Puntarenas Centro	POZO SOCORRITO N° 1	18,3	6%
	POZO SOCORRITO N° 2	17,7	6%
	POZO SOCORRITO N° 3	6,5	2%
	POZO LA RIOJA N° 1	18,5	6%
	POZO LA RIOJA N° 2	8,5	3%
	POZO LA Sísí	23,4	7%
	POZO LA CHINA	0	0%
Acueducto de Carmen Lyra, Guaria, Mojoncita y San Miguelito de Barranca	POZO POCAMAR N° 1	0	0%
	POZO POCAMAR N° 3	8	2%
	POZO POCAMAR N° 5	9,2	3%
Acueducto de Zagala de Miramar	CEBADILLA	1,4	0%
	ZAGALA (en excavación)		0%
Acueducto de Pitahaya y Aranjuez	POZO ARANJUEZ N° 1 (LA TORRE)	9,2	3%
	POZO ARANJUEZ N° 2 (IDA)	4,5	1%
	POZO ARANJUEZ N° 3 (QUEROGA)	3,5	1%

Nota: Fuente: AyA Sede Región Pacífico Central

En la tabla anterior, se muestra el caudal de producción que se mantuvo durante el mes de marzo de 2020 por cada pozo durante dicho mes en l/s y cuánto representan del total de la región. Existen tres tomas de agua en el Río Barranca que representan la mayoría del agua captada para la cantonal de Puntarenas. La tabla representa los datos de operación reales de los equipos.

Existen algunos pozos en la propiedad del AyA que no están contabilizados, ya que están en construcción, o los equipos de bombeo no han sido instalados. A partir de las dos tablas anteriores y los datos de placa de los equipos en las diversas locaciones, se obtuvo la siguiente tabla de datos para los equipos. Cabe mencionar que en los anexos se incluye una tabla más completa con el nivel estático y el nivel dinámico de los pozos, así como las hojas de datos de los equipos en cada pozo.

Tabla 6

Caudal y Presión de los Pozos de la Cantonal de Puntarenas.

Pozo	Caudal (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)
Cebadilla	1,18	4,96(72)	1,1(1,5)
IDA	4,5	5,86(85)	3,7(5)
La China	7,5	2,76(40)	7,5(10)
La Sisi	23,4	2,76(40)	18,6(25)
La Torre	9,5	12,07(175)	18,6(25)
Pocamar 1	10,6	7,58(110)	14,9(20)
Pocamar 3	7,5	8,27(120)	18,6(25)
Pocamar 5	9,5	7,58(110)	14,9(20)
Pocamar 6	12	4,14(60)	11,2(15)
Pozo Queroga	3,5	5,17(75)	5,6(7,5)
Rebombeo La Guaria 1	5	7,58(110)	5,6(7,5)
Rebombeo La Guaria 2	5	7,58(110)	5,6(7,5)
Rebombeo Queroga	5,5	5,52(80)	5,6(7,5)
Rebombeo Vitalia	3,5	6,89(100)	5,6(7,5)
Rioja 1	18,8	7,58(110)	11,2(15)
Rioja 2	8,5	3,45(50)	7,5(10)
San Joaquín	6	2,76(40)	3,7(5)
Socorruto 1	18,3	2,76(40)	18,6(25)
Socorruto 2	21	2,76(40)	15(20)
Socorruto 3	6,4	2,76(40)	3,7(5)
Socorruto 5	64	4,14(60)	45(60)
Socorruto 6	64	4,14(60)	45(60)

Nota: Fuente: Elaboración propia

4.3. Determinación de las categorías

Para realizar la estandarización de los equipos, se crearon categorías de clasificación de los equipos instalados. Estas categorías se crearon a partir del caudal y presión necesarios para obtener agua del pozo. Para la determinación de las categorías, se partió de los siguientes dos supuestos:

1. El caudal máximo que se va a extraer del pozo está dado por las pruebas de carga del pozo realizadas durante el aforo de equipo que se realiza una vez al mes.
2. La presión necesaria para alcanzar el tanque de almacenamiento es la presión obtenida por las mismas pruebas de aforo.

Se inicio la clasificación aplicando la regla de Sturges para los 22 datos de caudal, la cual dice que el número de clases k para una distribución está dado por:

$$k = 1 + 3,332 \log(n) = 1 + 3,332 \log(22) = 5,47$$

Se redondea k al número impar más cercano. Se dividió el rango de los datos (el dato de mayor valor menos el dato de menor valor) en 5 intervalos del mismo tamaño. Con esto, se determina el tamaño de cada intervalo:

$$\text{Intervalos} = \frac{\text{Caudal Máximo} - \text{Caudal Mínimo}}{\text{Número de Clases } (k)} = \frac{64 - 1,18}{5} = 12,57$$

Se redondeo el tamaño del intervalo a 13. Se tendrá 5 intervalos de 13 l/s a partir de 1 l/s hasta tener 66 l/s, dentro de cada intervalo existirá un número discreto de equipos de bombeo. Entonces, se puede elaborar, a partir de los datos, el siguiente histograma:

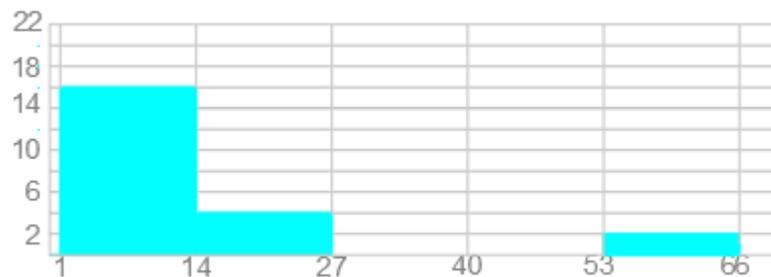


Figura 30. Histograma de Caudal en litros por segundo. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se puede realizar el mismo procedimiento para los datos de presión y potencia de los equipos ya existentes mostrados en la tabla (figura 31)

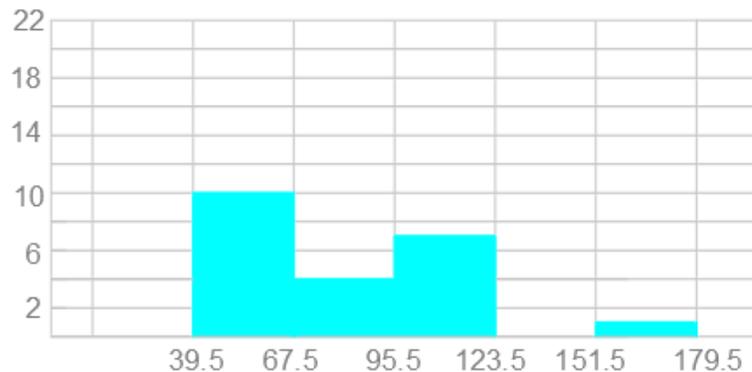


Figura 31. Histograma de Presión en Libras por pulgada cuadrada. Fuente: Elaboración propia

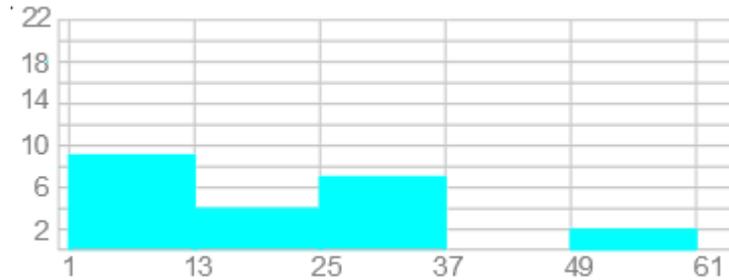


Figura 32. Histograma de Potencia en Caballos de Fuerza. Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los histogramas de presión (figura 31) y caudal (figura 30) hay 3 datos que se desvían de forma significativa de la mayoría de los datos. Estos corresponden a los pozos: Socorrito 5, Socorrito 6 y la Torre, respectivamente. Esto se debe a que los pozos Socorrito 5 y 6 tienen un caudal mayor en comparación con los otros equipos; de igual forma, el pozo la Torre tiene una presión mayor que la presión en los otros equipos, debido a la necesidad de suplir a una topografía diferente a la de los otros equipos.

Entonces, si se divide los equipos según caudal y presión de acuerdo con lo anterior, se tendría 12 agrupaciones, y si se agrupa por potencia, no se tiene precisión sobre el modelo a elegir. Puesto que la selección de los equipos de bombeo depende de dos variables: la presión requerida y el caudal a mover, se utiliza el coeficiente de correlación máxima de la información (*maximum information correlation*). Esta herramienta permite determinar una rejilla con el número de clúster en los que se va a clasificar para los equipos:

$$M = n^{0,6}$$

Donde n representa el número de datos de la muestra y M se redondea al número entero impar más cercano para el número de clúster en los que se agrupan los datos. Para n de 22 el M es 6,38, el cual también se redondea al número impar entero más cercano lo cual significa 7 clúster de datos. Para visualizar de una forma más clara los datos, se realizó un gráfico de dispersión (figura 33):

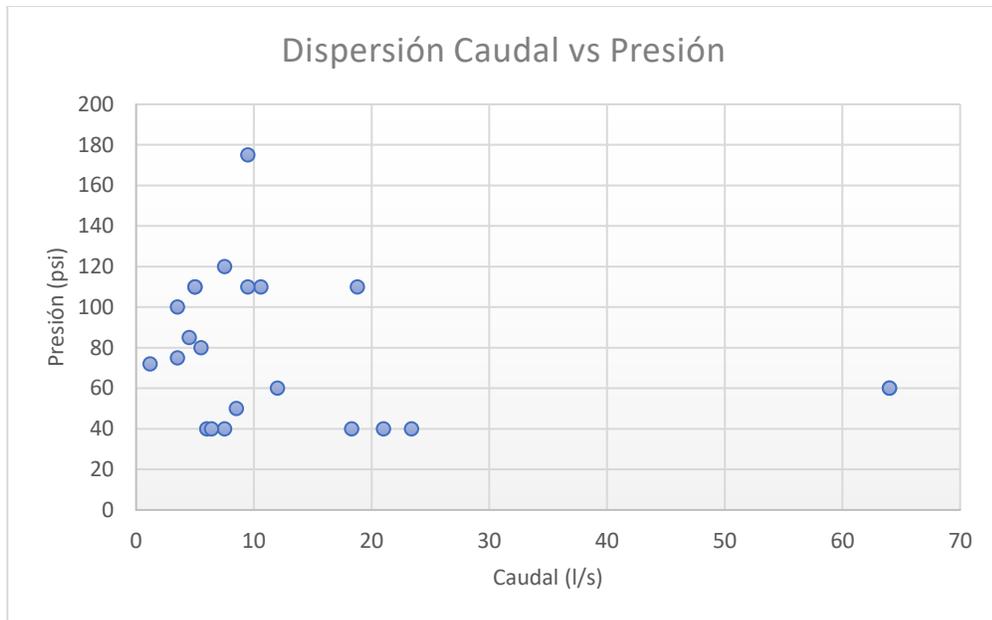


Figura 33. Gráfico de Dispersión. Elaboración propia

De los datos que se muestran en el gráfico, se tomó el caudal de 64l/s a 60psi para formar una categoría y se tomó el dato de 9,5 l/s a 175 psi para formar otra. Después de tomar estos datos, que son los que tienen mayor desviación, se tomaron los datos restantes para elaborar un segundo gráfico de dispersión (figura 34):

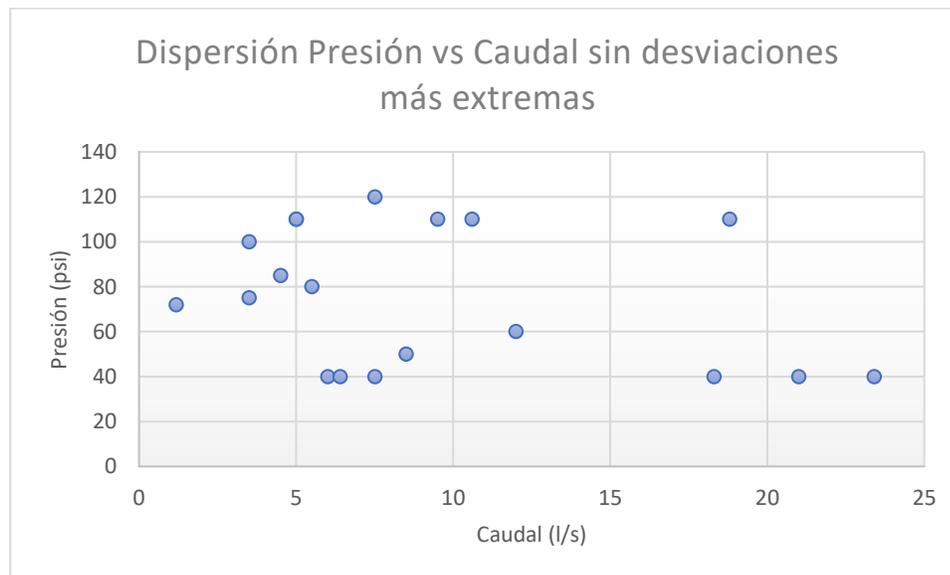


Figura 34. Gráfico de Dispersión 2. Elaboración propia

Los equipos de rebombeo constituyen su propia categoría puesto que para estos no se va a utilizar bombas con motores sumergibles. Para las estaciones de rebombeo, se recomienda una bomba centrífuga horizontal.

Al agrupar los datos, se intentó que la agrupación no tuviera desviaciones superiores a 2 veces la desviación de error estándar. De acuerdo con su tamaño, los motores sumergibles requieren de un caudal mínimo para mantener la temperatura dentro de un rango determinado para su correcta operación. Para consultar los diámetros de los pozos, se puede revisar el anexo en la tabla de pozos, todos los pozos tienen un diámetro inferior a 12 pulgadas. Este caudal mínimo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7

Flujo Mínimo de Agua a 30°C para Enfriar el Motor Sumergible

Tamaño Motor	Motor 4 pulgadas 3-10 HP	Motor 6 pulgadas	Motor 10 pulgadas
Diámetro Pozo o Camisa en Pulgadas (mm)	0,25 ft/s l/min (GPM)	0,50 ft/s l/min (GPM)	0,50 ft/s l/min (GPM)
4 (102)	4,5 (1,2)	-	-
5 (127)	26,5 (7)	-	-
6 (152)	49 (13)	34 (9)	-
7 (178)	76 (20)	95 (25)	-
8 (203)	114 (30)	170 (45)	40 (10)
10 (254)	189 (50)	340 (90)	210 (55)
12 (305)	303 (80)	530 (140)	420 (110)
14 (356)	416 (110)	760 (200)	645 (170)
16 (406)	568 (150)	1060 (280)	930 (245)

Notas: 1 pulgada = 2,54 cm 0,25 ft/s = 7,62 cm/s (velocidad mínima de flujo)

Fuente: Franklin Electric 2015

Si se toman en cuenta los dos aspectos anteriores, se elaboraron las siguientes clasificaciones para los pozos de la cantonal de Puntarenas:

Tabla 8

Fuentes Clase I

Fuente	Caudal $\times 10^{-3} \text{m}^3$ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
Socorrito 5	64	0,41 (60)	45 (60)	59,22
Socorrito 6	64	0,41 (60)	45 (60)	59,22

Tabla 9

Fuentes Clase II

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
La Torre	9,5	12,07(175)	18,5 (25)	25,64

Tabla 10

Fuentes Clase III: Estaciones de Rebombeo

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
Rebombero La Guaria 1	5	0,76(110)	5,5 (7,5)	8,48
Rebombero La Guaria 2	5	0,76(110)	5,5 (7,5)	8,48
Rebombero Vitalia	3,5	0,69(100)	5,5 (7,5)	5,40
Rebombero Queroga	5,5	0,55(80)	5,5 (7,5)	6,79

Tabla 11

Fuentes Clase IV

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
Pocamar 3	7,5	0,83(120)	18,5 (25)	13,88
Pocamar 5	9,5	0,76(110)	15 (20)	16,12
Pocamar 1	10,6	0,76(110)	15 (20)	17,98
Pocamar 6	12	0,41(60)	11 (15)	11,10

Tabla 12

Fuentes Clase V

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada (HP)	Potencia Estimada (HP)
Socorrito 1	18,3	0,28(40)	18,5 (25)	11,3
Socorrito 2	21	0,28(40)	15 (20)	13,0
La Sisi	23,4	0,28(40)	18,5 (25)	14,4

Tabla 13

Fuentes Clase VI

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
Rioja 1	18,8	0,76(110)	11 (15)	31,89

Tabla 14

Fuentes Clase VII

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
IDA	4,5	0,59(85)	3,7 (5)	5,90
Pozo Queroga	3,5	0,52(75)	5,5 (7,5)	4,05
San Joaquín	6	0,28(40)	3,7 (5)	3,70
La China	7,5	0,28(40)	7,5 (10)	4,63
Rioja 2	8,5	0,34(50)	7,5 (10)	6,55
Socorrito 3	6,4	0,28(40)	3,7 (5)	3,95

Tabla 15

Fuentes Clase VIII

Fuente	Caudal x10⁻³m³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Potencia Estimada (HP)
Cebadilla	1,18	0,5(72)	1,1 (1,5)	1,31

Para los datos de cada clase, se calcula el promedio del caudal y el promedio de la presión:

$$\text{Promedio Caudal } \bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

$$\text{Promedio Presión } \bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Donde n representa la cantidad de fuentes en cada pozo y Q_i y P_i representan el caudal y presión respectivos a cada una de las fuentes dentro de la clase. Luego, se estima la desviación estándar para todos los equipos de acuerdo con:

$$\text{Desviación estándar caudal } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Desviación estándar presión } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n - 1}}$$

Por último, se comprueba las desviaciones máximas, tomando el mayor elemento y el menor elemento; para obtener, de esta forma, el valor absoluto al restarle el promedio respectivo (tabla 16).

Tabla 16

Agrupación de Datos de equipos de acuerdo con Caudal y Presión

Clase	Cantidad de Equipos	Intervalo de Caudal (l/s)	Intervalo de Presión MPa (psi)	Promedio Caudal $\times 10^{-3} \text{m}^3$ (l/s)	Desviación Estándar Caudal l/s	Desviación Máxima l/s	Promedio Presión MPa (psi)	Desviación Estándar Presión MPa	Desviación Máxima MPa
I	2	[60-70]	0,28-0,41 [40-60]	64,00	0,00	0,00	0,41(60)	0,00	0,00
II	1	[7,5-15]	1,21 [175]	9,50	0,00	0,00	1,21(175)	0,00	0,00
III	4	[3-10]	0,41-0,83 [60-120]	4,75	0,87	1,25	0,69(100)	0,10	0,14
IV	4	[7,5-15]	0,41-0,83 [60-120]	9,90	1,90	2,40	0,69(100)	0,19	0,28
V	3	[15-25]	0,28 [40]	20,90	2,55	2,60	0,28(40)	0,00	0,00
VI	1	[15-25]	0,41-0,83 [60-120]	18,80	0,00	0,00	0,76(110)	0,00	0,00
VII	6	[3-10]	0,28-0,62 [40-90]	6,07	1,85	2,57	0,38(55)	0,14	0,20
VIII	1	[0-3]	0,45-0,52 [65-75]	1,18	0,00	0,00	0,5(72)	0,00	0,00

4.4. Selección Diámetro de Tubería

Para cada clase, se calcula un diámetro de forma que la velocidad promedio del fluido este entre 0,60 m/s y 3 m/s. Para ello, se usó la herramienta System Syzer de Bell & Gossett, para la utilización de la herramienta se tomó $1 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para la clase I entre 60 y 70 l/s, ya que son equipos con un mismo caudal se tomó los 64 l/s como caudal.

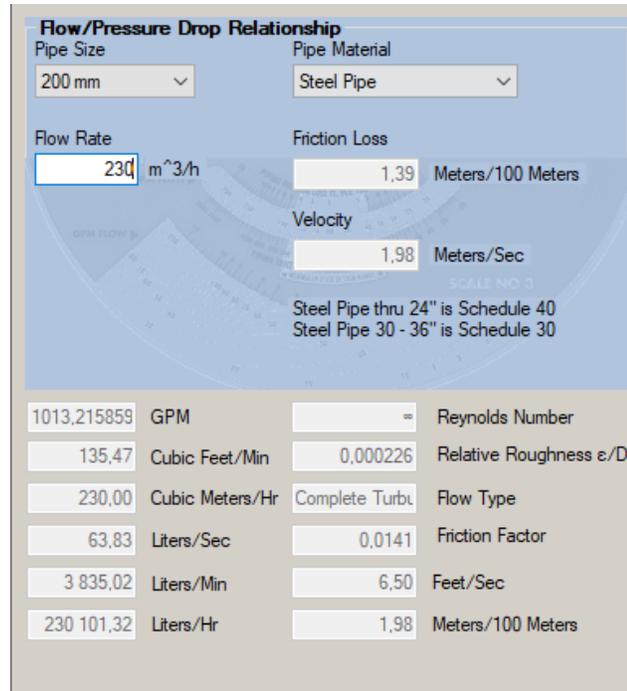


Figura 35. Diámetro de Tubería para Clase I. Fuente: System Syzer B&G

Por lo tanto, para la clase I, se recomienda, para estar dentro del rango, una tubería de diámetro de 200mm. La determinación de los diámetros para las otras clases se encuentra en el apéndice 2.

4.4.1. Determinación Presión Nominal de Accesorios

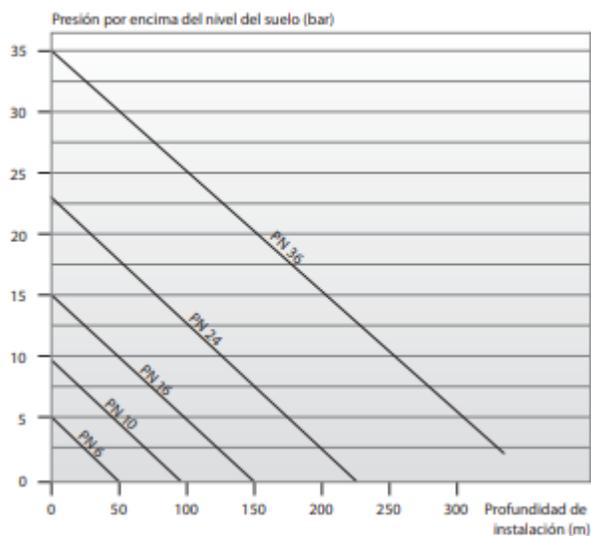


Figura 36. Selección de Presión Nominal de acuerdo con la Profundidad del Pozo y Altura máxima del nivel de agua dentro del tanque de almacenamiento. Fuente: Grundfos, 2012.

Para seleccionar la tubería, se debe tomar en cuenta la figura anterior que permite determinar el tipo de construcción para la tubería. Por ejemplo, para la Clase I existe una profundidad de pozo de 60 metros (apéndice 2) y una presión de operación de 60 psi (4,13 bar); por lo tanto, la presión nominal puede ser mínimo de PN10. Por ende, se recomienda que las tuberías y los accesorios para los pozos clase I sean de PN10.

Con base en lo obtenido en las figuras anteriores, se tiene la siguiente tabla resumen:

Tabla 17

Tubería Recomendada para cada clase

Clase	Intervalo de Caudal (l/s)	Caudal Promedio (l/s)	Diámetro Nominal hierro negro Recomendado mm (pulg.)	Perdida Máxima de Presión (m/100m)	Presión Nominal Accesorios
I	[60-70]	64,00	200 (8")	0,97	PN10
II	[3-7,5]	9,50	80(3")	2,61	PN16
III	[3,5-7,5]	4,75	80(3")	2,61	PN10
IV	[7,5-15]	9,90	100(4")	1,44	PN10
V	[15-25]	20,90	100(4")	4,00	PN10
VI	[15-25]	18,80	100(4")	4,00	PN10
VII	[3-7,5]	6,07	80(3")	2,61	PN10
VIII	[0-3]	1,18	40 (1 ½")	6,90	PN10

4.5. Tanque de Almacenamiento

El tanque de almacenamiento para los pozos, en este caso, serviría como un medio para regular la presión durante las horas nocturnas, donde el consumo de agua no es significativo. Esto debido a que en el cantón de Puntarenas existen grandes tanques de almacenamiento para distribución mejor adecuados para almacenar agua para su utilización.

4.5.1. Caudal máximo

Para cada categoría, se tomó el valor promedio de caudal de la clase y se multiplicó por el tiempo de operación diario. Las pruebas de carga de los pozos se realizan para una operación de 20 horas diarias.

$$Q_{max} = 64 \frac{l}{s} \cdot 3,6 \frac{s \cdot m^3}{h \cdot l} \cdot 20 \frac{h}{día} = 4608 \frac{m^3}{día}$$

4.5.2. Volumen Compensación

El volumen de compensación debe ser de un 25% del caudal máximo (Barahona, Rivera y Chévez, 2013):

$$V_c = 0,25 \cdot 4608 \frac{m^3}{día} = 1152 m^3$$

4.5.3. Volumen para emergencias y eventualidades

Para eventualidades, se tiene un volumen de 15% el caudal máximo (Barahona, Rivera y Chévez, 2013):

$$V_e = 0,15 \cdot 4608 \frac{m^3}{día} = 691,2 m^3$$

4.5.4. Volumen mínimo para el tanque de almacenamiento

El volumen mínimo esta dado por la suma del volumen de compensación y el volumen para emergencias:

Tabla 18

Volumen Mínimo para las Categorías.

Clase	Promedio Caudal (l/s)	Caudal Máximo m ³ /día	Volumen de Compensación m ³	Volumen para Eventualidades m ³	Volumen Mínimo m ³
I	64,00	4608,00	1152,00	691,20	1843,20
II	9,50	684,00	171,00	102,60	273,60
III	4,75	342,00	85,50	51,30	136,80
IV	9,90	712,80	178,20	106,92	285,12
V	20,90	1504,80	376,20	225,72	601,92
VI	18,80	1353,60	338,40	203,04	541,44
VII	6,07	436,80	109,20	65,52	174,72
VIII	1,18	84,96	21,24	12,74	33,98

Nota: Elaboración propia

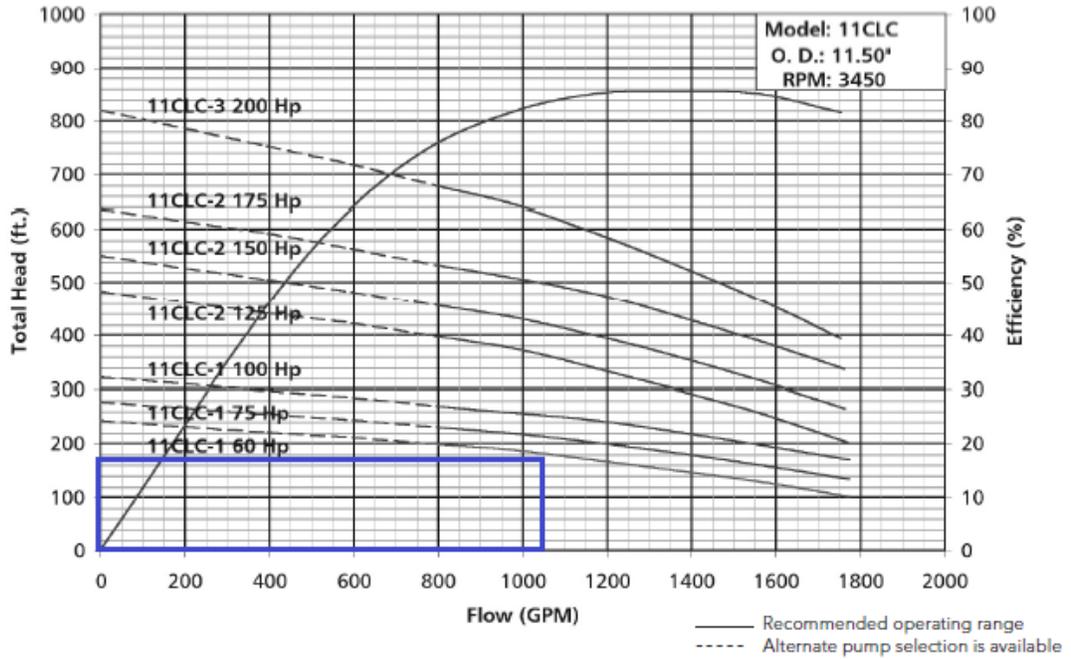
4.6. Selección Bombas

Para la selección de bombas, se eligieron dos modelos de bomba para diferentes fabricantes con los valores promedio de cada clase. A continuación, se mostrará un ejemplo de cómo se selecciona el modelo de bomba y la potencia mecánica requerida del motor eléctrico para su funcionamiento basado en la curva. Se utiliza bombas sumergibles, ya que se debe extraer agua de pozos de agua profunda. En el apéndice 1, se encuentran las curvas de selección de las otras clases creadas.

Para la Clase I con un promedio de presión de 42,2 mca (60 psi) y un caudal de 64 l/s ($0,064 \text{ m}^3/\text{s}$), se estimó una potencia mecánica requerida de 43,65 kW (59,2 HP) de acuerdo con la ecuación mostrada en el marco teórico. En la siguiente curva, se muestra la selección del equipo de acuerdo con el fabricante Goulds. En la figura posterior, se muestra la curva de selección según la aplicación en línea del fabricante Grundfos.

Como se puede observar (figura 34), en el caso de Goulds, al colocar el caudal en el eje x y la presión necesaria en el eje y, se selecciona el modelo 11 CLC-1 de una potencia mecánica de aproximadamente 60 HP, mientras que, de acuerdo con Grundfos, se selecciona el modelo SP 215-2; el cual requiere de 45 kW, lo que es aproximadamente 60 HP. No obstante, de acuerdo con la página de Grundfos (figura 39), se requiere de un NPSH de 9,54 metros de columna de agua. Además, debido a la alta potencia necesaria, se requiere de un motor trifásico para los equipos de esta clase.

MODEL 11CLC 1400 GPM



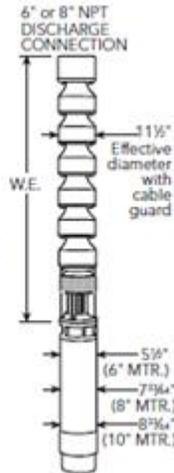
DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
60	1	C11CLC060A88B	28.3	285
75	1	C11CLC075A88B	28.3	285
100	1	C11CLC100A88B	28.3	285
125	2	C11CLC125A88B	38.1	382
150	2	C11CLC150A88B	38.1	382
175	2	C11CLC175A08B	38.1	382
200	3	C11CLC200A08B	48.0	479

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

NOTES:

- All dimensions in inches and weights in lbs.
- Solid line is recommended operating range.
- For intermediate horsepower pumps consult factory.
- Please specify all options changes in W.E. order number.
- 50 HP Performance curve based on using 8" motor with 6" flange. Consult factory if you want 6" motor.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (Optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura 37. Curva de selección bombas Goulds Clase I. Fuente: Goulds, 2012.

18A00302 SP 215-2 50 Hz

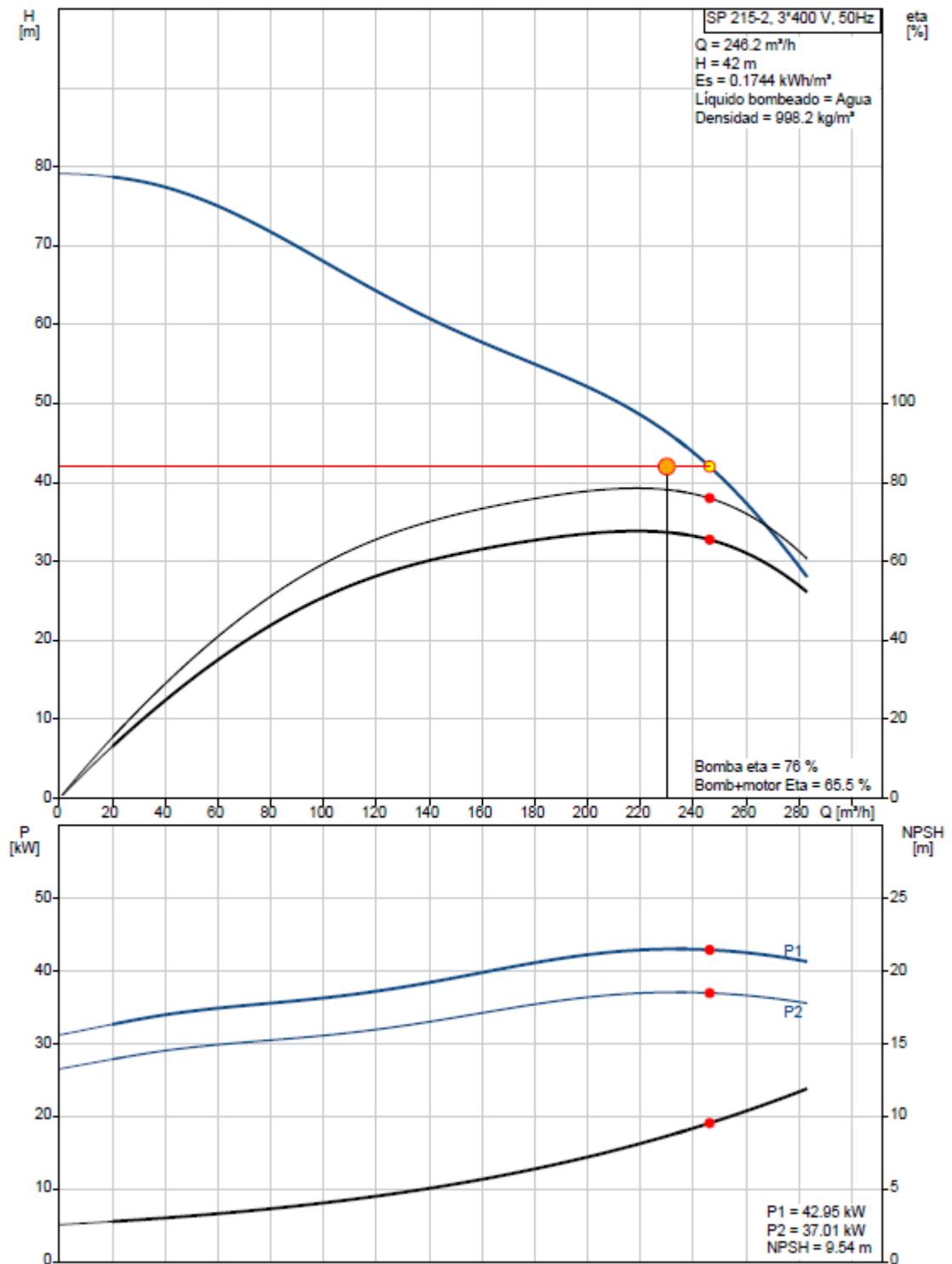


Figura 38. Curva de Selección de acuerdo con Grundfos para la Clase I. Fuente: Grundfos, 2020.

En el apéndice 3, se muestra la selección de los modelos de bomba para las otras clases creadas para los pozos. En la siguiente tabla, se resumen los datos para la selección del modelo de bomba.

Tabla 19

Resumen Selección Bombas para cada Clase

Clase	Promedio Caudal l/s	Promedio Presión MPa (psi)	Potencia Estimada kW (HP)	Potencia Comercial kW (HP)	Modelo Goulds	Modelo Grundfos	NPSH mca
I	64,00	0,41(60)	44,16(59,22)	45 (60)	11CLC-1	SP 215-2	9,54
II	9,50	1,21(175)	25,64(19,12)	18,5 (25)	5THC-8	SP 46-12	3,20
III	4,75	0,69(100)	7,33(5,47)	5,5 (7,5)	5RWAH	SP 17-9	4,22
IV	9,90	0,69(100)	15,27(11,39)	11 (15)	5THC-5	SP 46-7	3,21
V	20,90	0,28(40)	12,89(9,61)	11 (15)	7CHC-1	SP 95-2	3,10
VI	18,80	0,76(110)	31,89(23,78)	22 (30)	7CHC-2	SP 77-6	3,34
VII	6,10	0,38(55)	5,17(3,86)	3,7 (5)	5CLC-3	SP 30-6	2,29
VIII	1,20	0,5(72)	1,33(0,99)	1,1 (1,5)	-	SQ 550	3,72

Tabla 20

Características físicas de los equipos seleccionados

Clase	Longitud m	Masa kg	Diámetro mm (pulg)
I	0,72	129,55	152,4(6")
II	1,32	69,55	152,4(6")
III	0,59	32,73	152,4(6")
IV	0,96	45,91	152,4(6")
V	0,58	34,09	152,4(6")
VI	0,74	46,82	152,4(6")
VII	0,70	34,09	152,4(6")
VIII	0,63	5,00	101,6(4")

4.7. Selección del Motor Eléctrico

Una vez determinado el modelo de bomba a utilizar, se debe seleccionar un motor eléctrico que supla la potencia mecánica requerida para su funcionamiento. Para esto, se debe tomar en cuenta: la potencia mecánica requerida; el voltaje disponible en la locación; el diámetro del pozo adonde se va a colocar el equipo, ya que es el espacio donde se va a colocar el motor; la frecuencia de red eléctrica (60 Hz para Costa Rica), y si la red es monofásica o

trifásica. En la sección anterior, cuando se crearon los gráficos de Grundfos para la selección de equipo de bombeo, se recomendaron modelos para el motor. Una segunda opción en el catálogo de Franklin Electric son equipos con características adecuadas para los equipos de bombeo seleccionados.

Por ejemplo, para la Clase I, se requiere un motor de 60 HP o 45 kW y se puede tener voltaje de 230V o de 460V. Para motores de alta potencia, es de uso común la red trifásica, ya que esto reduce la corriente en plena carga y en el arranque. En el sitio en donde están instalados los equipos, se tiene la posibilidad de usar una red trifásica, como se puede ver en la tabla # de aforo se tiene una diferencia de potencial (voltaje) disponible de 460 V. Además de ello, se tiene un diámetro disponible de 300mm, en el cual se debe colocar el motor. Por esto, en el catálogo, se busca el equipo que cumpla con los requerimientos como se muestra a continuación.

En la siguiente figura, se evidencian las características del motor eléctrico recomendado por la aplicación en línea y de acuerdo con el catálogo de Grundfos para motores eléctricos sumergibles. La tabla de la Figura 40 muestra el motor propuesto y la intensidad de corriente eléctrica a plena carga

3 x 440 V, 60 Hz

Motor				Datos eléctricos								Dimensiones	
				Intensidad a plena carga I_n [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			$\frac{I_{st}}{I_n}$	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]	Potencia [hp]		η 50%	η 75%	η 100%	cos ϕ 50%	cos ϕ 75%	cos ϕ 100%			
MMS 6000 (N)	6"	3,7	5	10,2	65,2	69,2	69,6	0,69	0,78	0,83	3,9	630	45
MMS 6000 (N)	6"	5,5	7,5	14,2	74,2	76,2	75,1	0,69	0,78	0,83	3,7	660	48
MMS 6000 (N)	6"	7,5	10	18,4	77,6	79,3	78,4	0,68	0,78	0,83	3,6	690	50
MMS 6000 (N)	6"	9,2	12,5	22,4	75,2	77,6	77,1	0,72	0,81	0,84	3,5	720	55
MMS 6000 (N)	6"	11	15	26,0	79,0	80,5	79,5	0,72	0,81	0,85	3,7	780	60
MMS 6000 (N)	6"	13	17,5	30,0	80,6	82,0	81,1	0,72	0,81	0,85	3,8	915	72
MMS 6000 (N)	6"	15	20	34,5	80,2	82,0	81,3	0,74	0,82	0,85	3,8	975	78
MMS 6000 (N)	6"	18,5	25	40,0	83,3	85,2	85,0	0,73	0,82	0,86	5,1	1085	90
MMS 6000 (N)	6"	22	30	47,5	83,7	85,4	85,0	0,74	0,83	0,86	5,2	1195	100
MMS 6000 (N)	6"	26	35	55,5	84,8	85,8	84,9	0,76	0,84	0,87	4,8	1315	115
MMS 6000 (N)	6"	30	40	64,5	85,3	86,2	85,2	0,76	0,84	0,87	4,7	1425	125
MMS 6000 (N)	6"	37	50	81,5	85,0	85,0	83,0	0,69	0,78	0,85	4,4	1425	125
MMS 8000 (N)	8"	22	30	50,5	75,2	79,4	80,6	0,78	0,84	0,86	4,9	1010	126
MMS 8000 (N)	8"	26	35	59,0	75,9	79,7	80,7	0,80	0,85	0,87	4,7	1050	134
MMS 8000 (N)	8"	30	40	67,0	78,1	81,6	82,4	0,79	0,85	0,87	5,2	1110	146
MMS 8000 (N)	8"	37	50	81,0	79,9	83,0	83,6	0,79	0,85	0,87	5,2	1160	156
MMS 8000 (N)	8"	45	60	94,5	81,8	84,8	85,5	0,76	0,84	0,87	6,0	1270	177
MMS 8000 (N)	8"	55	75	114	82,3	85,3	86,1	0,79	0,85	0,88	5,4	1350	192
MMS 8000 (N)	8"	63	85	130	83,3	85,9	86,4	0,77	0,85	0,88	5,5	1490	218

Figura 39. Características Eléctricas motor MMS8000. Fuente: Grundfos Catalogo Motores Eléctricos Sumergibles, s.f..

En la siguiente figura, se muestra: las características eléctricas del modelo de 60 HP incluyendo la corriente nominal, el consumo en kW/h, la eficiencia, la corriente de rotor

bloqueado para arranque directo y para arranque estrella-delta; además, el modelo de motor para el fabricante Franklin Electric.

Tabla de Selección Motores Encapsulados Trifásicos 6"

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
25	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	200	60	Y-Delta (6)	77.1	22.5	83	182.16	2367658120
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	230		DOL (3)	67	22.5	83	480	2366058120
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL			67	22.5	83	480	2366054020	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	380		Y-Delta (6)	67	22.5	83	158.4	2367258120
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			DOL (3)	41	22.4	83	291	2366658120
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	460		Y-Delta (6)	33.5	22.5	83	240	2366158120
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL				33.5	22.5	83	240	2366154020
	HI-TEMP 90C	230		DOL (3)	34.8	22.6	82	289	2766150103
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL				33.5	22.5	83	79.2	2367158120
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL	33.5		22.5	83	79.2	2367154020		
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	380		Y-Delta (6)	79	26.9	83	568	2366068120
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL				79	26.9	83	568	2366064020
HI-TEMP 90C	460	DOL (3)	82.6	28	80	640	2766060103		
SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			79	26.9	83	187.44	2367268120		
30	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	230	DOL (3)	48.8	26.9	83	317	2366668120	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			39.5	26.9	83	284	2366168120	
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL	380	DOL (3)	39.5	26.9	83	284	2366164020	
	HI-TEMP 90C			41.3	28	80	320	2766160103	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	460	Y-Delta (6)	39.5	26.9	83	93.72	2367168120	
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL			39.5	26.9	83	93.72	2367164020	
	40	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	380	DOL (3)	66.5	35.6	83	481	2366678125
		SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			54.9	35.6	83	397	2366178125
		ACERO INOX. 316- O-SUBTROL	460	DOL (3)	54.9	35.6	83	397	2366174025
		HI-TEMP 90C			55.4	35.9	83	450	2766170103
		SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	460	Y-Delta (6)	54.9	35.6	83	131.01	2367178125
		HI-TEMP 90C			55.4	35.9	83	148.5	2767170103
50	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	380	DOL (3)	83.5	45.1	83	501	2366688125	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			67.7	45.1	83	414	2366188125	
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL	460	DOL (3)	67.7	45.1	83	414	2366184025	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			67.7	45.1	83	136.62	2367188125	
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL	460	Y-Delta (6)	67.7	45.1	83	136.62	2367184025	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL			98.7	53.5	84	627	2366698125	
60	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	380	DOL (3)	80.5	53.5	84	518	2366198125	
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL			80.5	53.5	84	518	2366194025	
	SELLO SAND FIGHTER- O-SUBTROL	460	Y-Delta (6)	80.5	53.5	84	170.94	2367198125	
	ACERO INOX. 316- O-SUBTROL			80.5	53.5	84	170.94	2367194025	

Figura 40. Selección de Motor Eléctrico. Catálogo de Motores Sumergibles y Accesorios Franklin Electric, 2020

De las figuras anteriores, se tiene que el motor de 60 HP trifásico con un voltaje 460 con una corriente nominal de 80,5 A y el modelo sería el 2367198125. En la siguiente tabla, se muestra modelos propuestos de motor eléctrico para cada clase:

Tabla 21

Modelos de Motor Propuestos para cada clase

Clase	Modelo Franklin Electric	Modelo Grundfos	Potencia Comercial kW (HP)	Diferencia de Potencial (V)	Número de Fases
I	2367198125	MMS 8000	45 (60)	460	3
II	2367158120	MMS 6000	18,5 (25)	460	3
III	2366018120	MMS 6000	5,5 (7,5)	230	3
IV	2366138120	MMS 6000	11 (15)	460	3
V	2366038120	MMS 6000	11 (15)	230	3

VI	2366068120	MMS 6000	22 (30)	230	3
VII	2261108020	MMS 4000	3,7 (5)	220	1
VIII	2243008600	MS 3	1,1 (1,5)	220	1

4.7.1. Selección de Conductor

Para seleccionar el conductor para los equipos, se toma la corriente a plena carga (artículo 430.250 NEC) y se multiplica por 1,25 según lo indicado en el artículo 430.22 y se aplica una corrección para una temperatura ambiente máxima promedio de 36°C registrada en Puntarenas. Con este resultado, se usa la tabla 310.15 (B) (16) para seleccionar el calibre de conductor, se debe tomar en cuenta que los conductores deben ir en un conducto; sin embargo, no se van a utilizar más de 3 cables conductores de corriente en un ducto por lo cual no es necesario aplicar factores de agrupación.

En el manual de Franklin Electric, existen tablas con longitud máxima en pies para tener una caída de voltaje inferior al 5% y un factor 0,6 para mantener la caída de voltaje inferior al 3% para mantenerse debajo del margen establecido por el código eléctrico. Adjunto en el anexo, vienen las tablas del manual eléctrico del fabricante que se utilizaron para seleccionar calibres, se debe tomar en cuenta que a mayor calibre mayor el costo del cable.

A continuación, se colocarán las tablas 22, 23 y 24 con la longitud máxima en metros de conductores de cobre AWG tipo THW para los motores de las diferentes Clases basados en el anexo. Para los voltajes: 220 V monofásico, 230 y 460 V trifásicos de acuerdo con el manual ya mencionado. De esta forma, se podrá seleccionar un calibre adecuado para los motores y, según el voltaje disponible en el sitio y la distancia, para el panel de control donde están conectados los motores. No se tomaron en cuenta los datos en negrita ya que estos son determinados para cables sin conducto.

Tabla 22

Longitud Máxima Calibres AWG para motores de 220V, monofásicos

Longitud máxima permitida en metros para una caída de voltaje de 3%														
Voltaje V	Potencia kW (HP)	AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
		14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
220 monofásico	1,1 (1,5)	34,75	56,69	87,78	140,82	219,46	341,99	424,28	0,00	521,21	640,08	782,73	958,29	1152,14
	3,7 (5)	0,00	20,12	32,92	51,21	82,30	129,84	162,76	0,00	203,00	254,20	318,21	396,85	490,12
	5,5 (7,5)	0,00	0,00	21,95	36,58	56,69	89,61	111,56	0,00	137,16	170,08	208,48	257,86	314,55
	11 (15)	0,00	0,00	0,00	0,00	31,09	49,38	62,18	0,00	78,64	96,93	120,70	149,96	186,54

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Tabla 23

Longitud máxima calibres AWG para motores de 230 V, trifásicos, conexión 3 hilos

Longitud máxima permitida en metros para una caída de voltaje de 3%														
Voltaje V	Potencia kW (HP)	AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
		14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
230 trifásico	1,1 (1,5)	76,81	122,53	193,85	305,41	477,32	740,66	919,89	1126,54	1377,09	1677,01	0	0	0
	3,7 (5,0)	25,60	42,06	67,67	107,90	168,25	261,52	327,36	400,51	491,95	601,68	737,01	886,97	1073,51
	5,5 (7,5)	0	29,26	47,55	76,81	118,87	186,54	232,26	285,29	351,13	427,94	524,87	629,11	760,78
	11 (15)	0	0	0	38,40	60,35	95,10	118,87	146,30	179,22	219,46	268,83	325,53	393,19
	22 (30)	0	0	0	0	0	47,55	60,35	74,98	93,27	113,39	138,99	170,08	206,65

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Tabla 24

Longitud máxima calibres AWG para motores de 230 V, trifásicos, conexión 6 hilos Estrella-Delta

Longitud máxima permitida en metros para una caída de voltaje de 3%														
Voltaje V	Potencia HP	AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
		14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
230 Y-D trifásico	5	38,40	62,18	100,58	160,93	252,37	391,36	490,12	599,85	737,01	901,60	1104,60	1329,54	1609,34
	7,5	27,43	43,89	71,32	115,21	177,39	279,81	347,47	427,94	526,69	641,91	786,38	943,66	1141,17
	15	0,00	23,77	34,75	56,69	89,61	142,65	177,39	219,46	268,83	329,18	402,34	488,29	588,87
	25	0,00	0,00	21,95	34,75	54,86	87,78	109,73	137,16	166,42	204,83	252,37	307,24	373,08
	60	0,00	0,00	0,00	27,43	43,89	71,32	89,61	111,56	138,99	170,08	208,48	254,20	309,07

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Tabla 25

Longitud máxima calibres AWG para motores de 460 V, trifásicos conexión 3 hilos

Longitud máxima permitida en metros para una caída de voltaje de 3%														
Voltaje V	Potencia kW (HP)	AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
		14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
460 trifásico	1,1 (1,5)	310,90	495,60	780,90	1230,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3,7 (5,0)	107,90	173,74	274,32	431,60	676,66	1051,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5,5 (7,5)	76,81	124,36	195,68	309,07	482,80	749,81	932,69	1144,83	1404,52	0,00	0,00	0,00	0,00
	11 (15)	0,00	62,18	98,76	155,45	245,06	382,22	475,49	585,22	718,72	879,65	1078,99	1300,28	0,00
	18,5 (25)	0,00	0,00	60,35	96,93	151,79	237,74	296,27	363,93	448,06	550,47	676,66	817,47	993,04
	22 (30)	0,00	0,00	49,38	78,64	124,36	195,68	243,23	299,92	371,25	455,37	559,61	676,66	822,96
	45 (60)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,76	122,53	151,79	186,54	228,60	281,64	338,33	409,65

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Tabla 26

Longitud máxima calibres AWG para motores de 460 V, trifásicos conexión 6 hilos Estrella-Delta

Longitud máxima permitida en metros para una caída de voltaje de 3%														
Voltaje V	Potencia kW (HP)	AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
		14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
460 trifásico	3,7 (5,0)	160,93	259,69	411,48	647,40	1014,98	1576,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5,5 (7,5)	115,21	186,54	292,61	462,69	724,20	1124,71	1399,03	1717,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11 (15)	56,69	93,27	148,13	232,26	367,59	572,41	713,23	877,82	1077,16	1318,56	1618,49	0,00	0,00
	18,5 (25)	34,75	56,69	89,61	144,48	226,77	356,62	444,40	544,98	671,17	824,79	1014,98	1225,30	1488,64
	22 (30)	0,00	45,72	74,98	117,04	186,54	292,61	363,93	449,88	555,96	682,14	839,42	1014,98	1234,44
	45 (60)	0,00	0,00	0,00	58,52	91,44	148,13	182,88	226,77	279,81	341,99	422,45	506,58	614,48

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Por ejemplo, para la Clase I se tiene propuesto un motor de 60HP, 460 V y trifásico,; además, se tiene una profundidad del pozo de acuerdo con el aforo de 60 metros. Por tanto, si se tiene el panel de control a la salida del pozo se requiere para la conexión de tres hilos conductor de cobre sumergible calibre 6 AWG. Para las clases, se tomó el pozo de mayor profundidad de cada clase para la selección de calibre (figura 27).

Tabla 27

Selección de Calibre para las clases existentes.

Clase	Potencia kW (HP)	Diferencia de Potencial (V)	Fases	Profundidad Máxima (m)	Calibre AWG
I	45 (60)	460	3	60	3
II	18,5 (25)	460	3	21	8
III	5,5 (7,5)	230	3	20	12
IV	11 (15)	460	3	32	10
V	11 (15)	230	3	137	2
VI	22 (30)	230	3	61	2
VII	3,7 (5)	230	1	76	10
VIII	1,1 (1,5)	230	1	46	12

Nota: Fuente: Elaboración propia

4.7.2. Selección de protecciones

Para la selección de las protecciones para sobrecarga de acuerdo con el artículo 430.32 (A) (1) para dispositivos de sobrecarga separados del motor, se requiere una protección de 125% la corriente a plena carga del motor. En caso de que esta protección no sea suficiente el NEC establece en el artículo 430.32 sección (C) que el dispositivo puede tener un valor máximo de 140% veces la corriente de plena carga.

Las protecciones de cortocircuito establecidas por el ramal se seleccionan según la tabla 430.52 del NEC (ver anexo 7.5), en donde se estipula que, para el Fusible estándar, la corriente del disyuntor es 300% la corriente a plena carga; para los disyuntores de doble elemento con temporizador con un amperaje de 175% veces la corriente de plena carga del motor; y para los disyuntores de tiempo inverso (interruptor automático) se tiene 250% veces la corriente de plena carga. Estos porcentajes aplican para motores trifásicos de inducción con diseño tipo B y motores monofásicos.

Basado en la disposición del NEC y el manual de Franklin Electric, se elaboraron las tablas 28 y 29 con corrientes para las clases previamente determinadas.

Tabla 28

Amperios para la selección de la protección de Sobrecarga voltaje 230V monofásico

Capacidad Motor		AMPERIOS FUSIBLE O INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS			AMPERIOS FUSIBLE O INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS		
		(MAXIMO SEGUN NEC)			(SUMERGIBLE TIPICO)		
Potencia	Voltaje	FUSIBLE ESTANDAR	FUSIBLE DE DOBLE ELEMENTO CON TEMPORIZADOR	INTERRUPTOR AUTOMATICO	FUSIBLE ESTANDAR	FUSIBLE DE DOBLE ELEMENTO CON TEMPORIZADOR	INTERRUPTOR AUTOMATICO
HP	V						
1,5	230	15	9	15	15	8	15
5		50	30	40	45	20	40
7,5		80	45	60	70	30	60

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Tabla 29

Amperios para la selección de la protección de sobrecarga. Conexiones de 6 y 3 hilos trifásicas.

Capacidad Motor		AMPERIOS FUSIBLE O INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS			AMPERIOS FUSIBLE O INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS		
		(MAXIMO SEGUN NEC)			(SUMERGIBLE TIPICO)		
Potencia	Voltaje	FUSIBLE ESTANDAR	FUSIBLE DE DOBLE ELEMENTO CON TEMPORIZADOR	INTERRUPTOR AUTOMATICO	FUSIBLE ESTANDAR	FUSIBLE DE DOBLE ELEMENTO CON TEMPORIZADOR	INTERRUPTOR AUTOMATICO
HP	V						
5	230 6 hilos	45	30	40	45	20	40
7,5		70	40	60	70	30	60
15		150	80	110	125	60	110
25		225	125	175	200	90	175
30		250	150	225	250	100	200
5	460 3 hilos	25	15	20	25	10	20
7,5		35	20	30	35	15	30
15		70	40	60	60	30	60
25		110	60	90	100	45	90
30		125	70	110	125	50	100
60		250	150	225	250	100	225

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Para la selección de las protecciones térmicas y el contactor NEMA, se tomaron las siguientes recomendaciones del manual de Franklin Electric (tabla 30), el cual da dos recomendaciones de relevador en modelos marca FURNAS y General Electric:

Tabla 30

Contactor NEMA y Protección Sobrecarga Motor monofásico

CAPACIDAD DEL MOTOR		TAMAÑO ARRANCADOR NEMA	TÉRMICOS PARA RELEVADORES DE SOBRECARGA		RELEVADORES AJUSTABLES	
POTENCIA	VOLTAJE		FURNAS	G.E.	AJUSTE	MÁX.
HP	V					
1,5	230	00	K39	L680A	6	6
5		1	K61	L199B	17	18
7,5		1	K67	L293B	25	26

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Tabla 31

Contactor NEMA y Protección Sobrecarga Motor trifásico

CAPACIDAD DEL MOTOR		TAMAÑO ARRANCADOR NEMA	TÉRMICOS PARA RELEVADORES DE SOBRECARGA		RELEVADORES AJUSTABLES	
POTENCIA	VOLTAJE		FURNAS	G.E.	AJUSTE	MÁX.
HP	V					
5	230 3 Hilos	1	K61	L199B	15	17
7,5		1	K64	L293B	23	25
15		2	K75	L520B	44	47
25		3	K83	L866B	70	75
30		3	K87	L107C	84	90
5	460 3 Hilos	0	K49	L100B	8	8
7,5		1	K54	L147B	11	12
15		2	K69	L352B	28	30
25		2	K72	L426B	35	38
30		3	K74	L520B	42	45
60		4	K87	L107C	85	91

Nota: Fuente: Manual AIM Franklin Electric

Continuando con el ejemplo ilustrativo de la clase 1, se puede seleccionar para la protección por sobrecarga en la tabla 29 un interruptor automático de 225 A, con un relevador térmico G.E. L107C ajustado a 85 A y con un contactor NEMA tamaño 4. A partir de las tablas 28,29,30 y 31 en esta sección, se elaboró la siguiente tabla (32) para la selección de protección del motor

Tabla 32

Tabla selección de protecciones

Clase	Potencia kW (HP)	Diferencia de Potencial (V)	Fases	Interruptor Automático (A)	Fusible Estándar (A)	Tamaño Arrancador NEMA	Térmico de Sobrecarga G.E:	Ajuste Protector Térmico (A)
I	45 (60)	460	3	225	250	4	L107C	85
II	18,5 (25)	460	3	90	110	2	L426B	35
III	5,5 (7,5)	230	3	60	70	1	L293B	23
IV	11 (15)	460	3	60	70	2	L352B	28
V	11 (15)	230	3	110	150	2	L520B	44
VI	22 (30)	230	3	200	250	3	L107C	84
VII	3,7 (5)	230	1	40	50	1	L199B	17
VIII	1,1 (1,5)	230	1	15	15	00	L680A	6

Nota: Fuente elaboración propia

4.7.3. Selección Paneles y Cajas de Control

Para la selección de los elementos de control de los motores, se debe tomar en cuenta el tipo número de fases, la frecuencia y el voltaje. Para motores monofásicos, se llama caja de control, mientras que para trifásicos se denomina panel de control. Esto en el catálogo de motores sumergibles de Franklin Electric.

Para seleccionar la caja de control monofásica, se toma el rango de potencia en el que se ubica el equipo (en la figura 41), por ejemplo, para el motor de 1,5 HP:

Especificaciones para la Caja de Control Monofásica

TIPO DE CAJA	HZ	HP	KW	GABINETE	BLOQUE DE TERMINALES		CONTACTOR MAG	CERTIFICACIONES
					TERMINALES	CABLE MÁX.		
Desconexión Rápida (QD)	60	1/3 - 1	0.25 - 0.75	NEMA 3R, IP23	5	AWG 10	No	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
Desconexión Rápida (QD)	50	1/3 - 1	0.25 - 0.75	NEMA 3R, IP23	5	AWG 10	No	Certificación CSA
Con Capacitor de Trabajo (CRC)	60	1/2 - 1	0.37 - 0.75	NEMA 3R, IP23	5	AWG 10	No	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
Estándar (S)	60	1 - 10	0.75 - 7.5	NEMA 3R, IP23	5	AWG 2	No	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
Estándar (S)	50	1.5 - 5	0.75 - 3.7	NEMA 3R, IP23	5	AWG 2	No	Certificación CSA
De Lujo (D)	60	2 - 15	1.5 - 11	NEMA 3R, IP23	6	AWG 2	Sí	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
De Lujo Extra Largos (D-XL)	60	15	11	NEMA 3R, IP23	5	AWG 00	Sí	Certificación UL para EE. UU. y Canadá

Figura 41. Especificaciones Cajas de Control. Fuente: Catalogo Motores Sumergibles Franklin Electric

Modelos de Caja de Control

HP (KW)	DESCRIPCIÓN				MODELO	EXISTENCIAS
	FASE	VOLTS	HZ	TIPO		
1/3 hp (0.25 kW)	1	115	60	Q	280 102 4915	SÍ
	1	220	50	Q	280 353 0115	
	1	230	60	Q	280 103 4915	SÍ
1/2 hp (0.37 kW)	1	115	60	Q	280 104 4915	SÍ
	1	220	50	Q	280 355 0115	SÍ
	1	230	60	Q	280 105 4915	SÍ
	1	230	60	CRC	282 405 5015	SÍ
3/4 hp (0.55 kW)	1	220	50	Q	280 357 0115	SÍ
	1	230	60	Q	280 107 4915	SÍ
	1	230	60	CRC	282 407 5015	SÍ
1 hp (0.75 kW)	1	220	50	Q	280 358 0115	SÍ
	1	230	60	Q	280 108 4915	SÍ
	1	230	60	CRC	282 408 5015	SÍ
1.5 hp (1.1 kW)	1	220	50	S	282 350 8110	SÍ
	1	230	60	S	282 300 8110	SÍ

Figura 42. Selección de Modelo de Caja de Control. Fuente: Catalogo de Motores Sumergibles, Franklin Electric.

Una vez determinado el tipo de caja, se selecciona el modelo en la figura 42. En este caso, el modelo sería 2823008110. Con el modelo, se conoce qué partes incluye y las dimensiones de la caja para su instalación. Esto se puede ver, para cada clase, en el Apéndice 5.

Para el ejemplo de la clase I, en el cual, como ya se mencionó, se tiene 460 V, red trifásica y 60 HP, al seleccionar para paneles trifásicos (ver figura 43).

Modelos

HP	DESCRIPCIÓN	VOLTS	HZ	AMPS	MODELO	PESO	HP	DESCRIPCIÓN	VOLTS	HZ	AMPS	MODELO	PESO	
3 hp	MOTOR LOGIC	200	60	6-18	281 101 2203	56	25 hp	MOTOR LOGIC	200	60	30-90	281 206 2208	145	
		230	60	6-18	281 101 3303	56			230	60	30-90	281 206 3308	145	
		460	60	3-9	281 101 4402	56			460	60	15-45	281 104 4406	60	
		575	60	3-9	281 101 5502	56			575	60	15-45	281 104 5506	60	
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 101 2200	59		SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 206 2200	148	
		230	60	TODOS	281 101 3300	59			230	60	TODOS	281 206 3300	148	
		460	60	TODOS	281 101 4400	59			460	60	TODOS	281 104 4400	63	
		575	60	TODOS	281 101 5500	59			575	60	TODOS	281 104 5500	63	
5 hp	MOTOR LOGIC	200	60	9-27	281 101 2204	56	30 hp	MOTOR LOGIC	200	60	45-135	281 207 2209	147	
		230	60	9-27	281 104 3304	56			230	60	45-135	281 207 3309	147	
		460	60	3-9	281 101 4402	56			460	60	30-90	281 104 4407	145	
		575	60	3-9	281 101 5502	56			575	60	30-90	281 204 5507	145	
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 101 2200	59		SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 207 2200	151	
		230	60	TODOS	281 101 3300	59			230	60	TODOS	281 207 3300	151	
		460	60	TODOS	281 101 4400	59			460	60	TODOS	281 106 4400	148	
		575	60	TODOS	281 101 5500	59			575	60	TODOS	281 204 5500	148	
7.5 hp	MOTOR LOGIC	200	60	15-45	281 104 2206	60	40 hp	MOTOR LOGIC	460	60	30-90	281 205 4408	145	
		230	60	15-45	281 104 3306	60			575	60	30-90	281 204 5507	145	
		460	60	6-18	281 101 4403	56			SUB-MONITOR	460	60	TODOS	281 205 4400	148
		575	60	6-18	281 101 5503	56				575	60	TODOS	281 204 5500	148
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 104 2200	63		MOTOR LOGIC		460	60	30-90	281 206 4408	145
		230	60	TODOS	281 104 3300	63				575	60	30-90	281 205 5508	145
		460	60	TODOS	281 101 4400	59			SUB-MONITOR	460	60	TODOS	281 206 4400	148
		575	60	TODOS	281 101 5500	59				575	60	TODOS	281 205 5500	148
10 hp	MOTOR LOGIC	200	60	15-45	281 104 2206	60	60 hp	MOTOR LOGIC		460	60	45-135	281 207 4409	147
		230	60	15-45	281 104 3306	60				575	60	45-135	281 307 5510	147
		460	60	9-27	281 101 4404	56			SUB-MONITOR	460	60	TODOS	281 207 4400	150
		575	60	6-18	281 101 5503	56				575	60	TODOS	281 307 5500	150
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 104 2200	63		MOTOR LOGIC		460	60	45-135	281 207 4409	147
		230	60	TODOS	281 104 3300	63				575	60	45-135	281 307 5510	147
		460	60	TODOS	281 101 4400	59			SUB-MONITOR	460	60	TODOS	281 207 4400	150
		575	60	TODOS	281 101 5500	59				575	60	TODOS	281 307 5500	150
15 hp	MOTOR LOGIC	200	60	45-135	281 204 2208	147	100 hp	MOTOR LOGIC		460	60	90-270	281 308 4411	390
		230	60	30-90	281 204 3308	145				575	60	45-135	281 307 5510	147
		460	60	15-45	281 104 4406	60			SUB-MONITOR	460	60	TODOS	281 308 4400	393
		575	60	15-45	281 104 5506	60				575	60	TODOS	281 307 5500	150
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 204 2200	150		MOTOR LOGIC		460	60	90-270	281 309 4411	390
		230	60	TODOS	281 204 3300	148				575	60	90-270	281 309 5511	390
		460	60	TODOS	281 103 4400	63			SUB-MONITOR	460	60	TODOS	281 309 4400	393
		575	60	TODOS	281 104 5500	59				575	60	TODOS	281 309 5500	393

Figura 43. Especificaciones Cajas de Control. Fuente: Catalogo Motores Sumergibles Franklin Electric

El catálogo incluye un submonitor que es un dispositivo de protección que además permite controlar las variables de corriente, voltaje y factor de potencia para cada fase. A partir de las selecciones, se elaboró la siguiente tabla con los modelos de cajas y panel propuestos para cada clase:

Tabla 33

Modelos de Caja y Panel de Control Propuestos

Clase	Potencia kW (HP)	Diferencia de Potencial (V)	Fases	Tipo de Caja	Modelo
I	45 (60)	460	3	Motor Logic	2 812 074 409
				Sub-Monitor	2 812 074 400
II	18,5 (25)	460	3	Motor Logic	2 811 044 406
				Sub-Monitor	2 811 044 400
III	5,5 (7,5)	230	3	Motor Logic	2 811 043 306
				Sub-Monitor	2 811 043 300
IV	11 (15)	460	3	Motor Logic	2 811 044 406
				Sub-Monitor	2 811 034 400
V	11 (15)	230	3	Motor Logic	2 812 043 308
				Sub-Monitor	2 812 043 300
VI	22 (30)	230	3	Motor Logic	2 812 073 309
				Sub-Monitor	2 812 073 300
VII	3,7 (5)	230	1	Estándar (S)	2 821 138 110
VIII	1,1 (1,5)	230	1	Estándar (S)	2 823 008 110

Nota: Fuente: Elaboración propia

4.7.4. Elementos de Control

Para controlar el funcionamiento de la bomba y el motor, se tiene en cuenta dos elementos que son: el nivel mínimo de agua del pozo y la presión. El nivel mínimo de agua en el pozo está dado por el manto del acuífero y se debe tener cuidado de no vaciar el pozo y dejar la bomba o el motor sobre el nivel de agua, ya que esto produciría daños severos al equipo. En este sentido, es común que el tanque de almacenamiento tenga un dispositivo de boya a fin de que cierre antes de rebalsar. Una vez cerrado el tanque, la presión en la tubería hasta el tanque se eleva y se utiliza un presostato para que apague el motor al alcanzar la presión máxima.

4.8. Diseño Propuesto

Se tomó como base el siguiente diseño propuesto para las cacheras de los pozos (figura 44 y 45, y tabla 34).

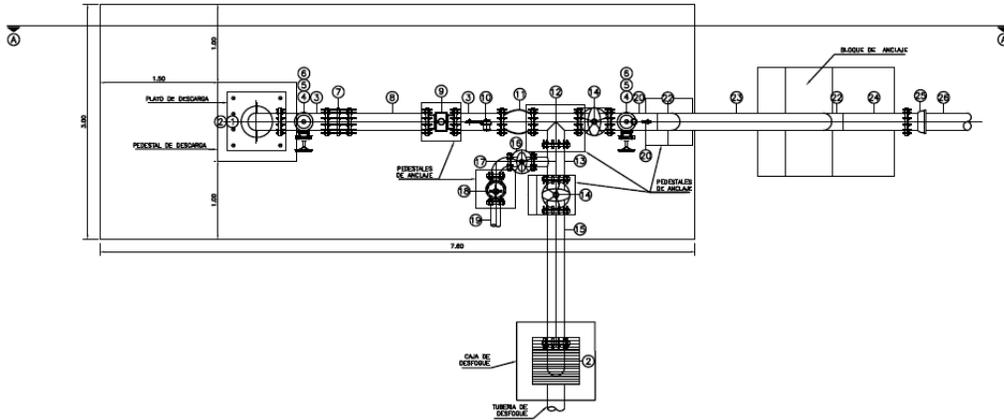


Figura 44. Vista de Planta Para diseño Propuesto. Sin Escala. Fuente: Mesen, 2019, AutoCad

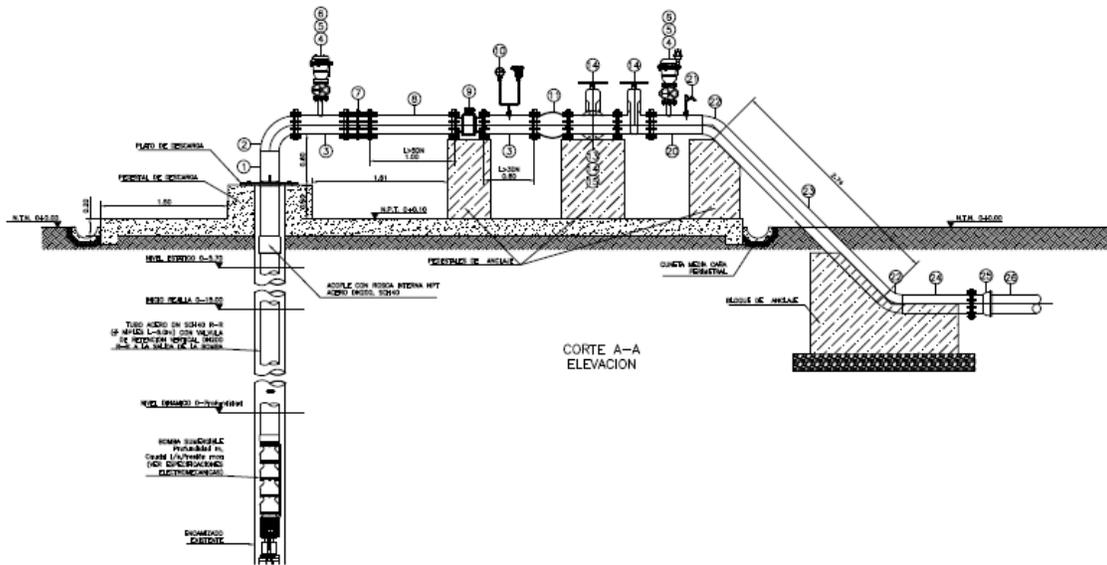


Figura 45. Diseño Propuesto Vista de Sección. Sin Escala. Fuente: Mesen, 2019, AutoCad

Tabla 34

Elementos del Diseño Propuesto

NOMENCLATURA	
N°	ACCESORIO
1	NIPLE L=0.30m ACERO DN SCH40 S-S
2	CODO 90° ACERO DN SCH40 S-B
3	NIPLE L=0.60m ACERO DN SCH40 B-B
4	NIPLE L=0.20m ACERO DN SCH40 S-B
5	VALVULA DE COMPUERTA DN PN B-B
6	VALVULA DE AIRE HD DN PN B
7	JUNTA DE DESMONTAJE HD DN PN
8	NIPLE L=1.00m ACERO DN SCH40 B-B
9	MACROMEDIDOR ELECTROMAGNETICO DN
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO
11	VALVULA DE RETENCION HD DN PN B-B
12	TEE ACERO DNxDN SCH40 B-B
13	TEE ACERO DNxDN SCH40 B-B
14	VALVULA DE COMPUERTA DN PN B-B
15	NIPLE L=1.70m ACERO DN SCH40 B-L
16	VALVULA DE COMPUERTA DN PN B-B
17	CODO 90° ACERO DN SCH40 B-B
18	VALVULA ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE HD DN PN B-B
19	NIPLE L=0.50m ACERO DN SCH40 B-L
20	NIPLE L=0.60m ACERO DN SCH40 B-S
21	LLAVE DE CHORRO ACERO DN12.7 PN25 R
22	CODO 45° ACERO DN SCH40 S-S
23	NIPLE L=2.75m ACERO DN SCH40 S-S
24	NIPLE L=0.8m ACERO DN SCH40 S-B
25	ADAPTADOR BRIDA HD DN PN
26	TUBRÍA HD DN C40 C-L

NOMENCLATURA DE CONEXIONES: C=CAMPANA B=BRIDA L=LISO R=ROSCA S=SOLDADO

NOTA: -LAS DIMENSIONES EXACTAS DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE

Nota: Fuente: Ricardo Mesen, Auto CAD

De los elementos incluidos en el diseño, se puede explicar lo siguiente:

- El motor debe estar ubicado cerca del nivel de la rejilla del pozo, a fin de garantizar el flujo de agua para el enfriamiento.
- La bomba debe tener una válvula de retención o check en vertical a fin de proteger contra el golpe de ariete. Posterior al codo de 90°, también se tiene otra válvula de check. Esto permitirá desviar el flujo hacia la válvula anticipadora de golpe de ariete en caso de una contracorriente.
- El plato de descarga debe soportar el peso de la tubería, bomba y motor dentro del pozo, así como el torque que genera el motor eléctrico sumergible.
- La llave de chorro está colocada para realizar de manera sencilla la toma de muestras para los controles operativos y pruebas de laboratorio necesarias. (ver anexo).
- El sistema de sensado de presión y manómetro es un elemento de control en la operación del sistema, consiste en un manómetro y un presostato.
- El macromedidor electromagnético es un elemento de monitoreo que cumple la función de caudalímetro, se agregó a fin de permitir un mejor control de los parámetros de operación del pozo.
- La válvula anticipadora de golpe de ariete permitirá proteger la instalación al liberar contraflujos de agua.
- El brazo que sale del tubo consiste en un medio que permite realizar el aforo una vez al mes como parte de las funciones de mantenimiento.
- La válvula de aire busca evitar el estrangulamiento del flujo de agua por aire disuelto en el agua, esto debido a que la cachera es el punto alto de la tubería de descarga.
- A continuación, se adjunta el hipervínculo con el plano del diseño propuesto

En los anexos, se incluirán los hipervínculos de los planos propuestos con diámetros y presiones nominales para los accesorios y tuberías de la lista anterior.

4.9. Análisis Económico

Los costos de este proyecto son costos directos estimados, la implementación puede variar de manera significativa.

Para la realización de este proyecto, se debe tomar en cuenta que los objetivos finales de la estandarización de las tuberías de descarga de los pozos y rebombes y equipos de bombeo es la simplificación de la gestión del mantenimiento de los equipos y tuberías. Con el diseño propuesto para las cacheras a la salida de los pozos, se busca una reducción del stock de repuestos existentes, un mejor control de los parámetros de operación de los equipos y una actualización de los equipos existentes.

Para llevar a cabo esto, se debe tener en cuenta los costos y beneficios de la implementación. Puesto que el proyecto es desarrollado en una empresa pública se debe considerar las características sociales y privadas de sus impactos en la gestión de mantenimiento.

Tabla 35

Impactos Económicos

Detalle	Dirección del Flujo Económico	Tipo de Desarrollo
Disminución en visitas a sitio	Positivo	Privado
Control de activos	Positivo	Privado
Inversión inicial (compra de equipo de bombeo, equipo de medición, elementos de control y potencia eléctrica, reemplazo de tuberías, actualización de las cacheras)	Negativo	Privado
Mayor disponibilidad de los equipos	Positivo	Privado
Estabilidad en la red de distribución de agua	Positivo	Social
Mayor satisfacción de la población y mejora en la imagen pública	Positivo	Social
Medición de indicadores con mayor certeza y eficiencia	Positivo	Privado
Reducción del stock de repuestos	Positivo	Privado
Disminución del Consumo Eléctrico	Positivo	Privado

Nota: Fuente: Elaboración propia

4.9.1. Facturación Eléctrica

La Sede Cantonal de Puntarenas compra electricidad al ICE bajo la modalidad tarifa de carácter social (T-CS), para la cual califica ya que se compra energía para la función de bombeo de agua potable, el ICE vende energía al AyA bajo la siguiente modalidad:

Tabla 36

Precios Mensuales Tarifa de Carácter Social

Consumo	Precio (₡)	Precio (\$*)
Menor a 3000 kWh		
Cargo Por Energía (por cada kWh)	74,18	0,124
Mayor a 3000 kWh		
Cargo por Energía (por cada kWh)	44,34	0,074
Cargo por Potencia (por cada kW)	7 149,89	11,936

*Para convertir a dólares se tomó ₡ 599,02=\$ 1 del BCCR 26 de noviembre de 2020.

Nota: Fuente: Alcance N°256 La Gaceta

Además, se tomó en cuenta un IVA del 13%, una tarifa de 3,99 ₡/ kWh (0,0067 \$/kWh) para el alumbrado público y para la tributación a bomberos se consideró:

- Para consumos menores a 1 750 kWh: 1,75% multiplicado por el costo de energía.
- Para consumos mayores a 1 750 kWh: 1,75% multiplicado por 1750kWh y por el costo de energía en colones o dólares entre el consumo en kWh:

$$\frac{1,75\% * 1\,750(kWh) * Costo\ de\ energía}{energía\ (kWh)}$$

A partir de lo anterior, se elaboró la siguiente tabla para la facturación eléctrica. Se parte del hecho de que no hay multa por factor de potencia y la tarifa de costo variable por generación (por la utilización de hidrocarburos en la generación de electricidad) ya está incluida en la facturación. Para seleccionar consumo en kW/h, se tomó los valores del

catalogó de motores sumergibles. La razón por la cual no se utiliza una tarifa con costos por horario diferenciado es que los equipos de bombeo suelen operar 20 horas al día; por lo cual, no es probable que se dé un beneficio económico significativo con un cambio del modelo tarifario.

Tabla 37

Factura Eléctrica por consumo actual.

Cantonal Puntarenas	Potencia (kW)	Horas de operación por día	Consumo Mensual (kWh)	Costo Energía (\$)	Costo Potencia Máxima (\$)	Tributo a Bomberos	Alumbrado Público	IVA
CEBADILLA	2,7	20	1642,50	\$203,41	\$0,00	\$3,56	\$9,24	\$26,44
POZO SOCORRITO N° 3	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO ARANJUEZ N° 2 (IDA)	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO SAN JOAQUIN	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO ARANJUEZ N° 3 (QUEROGA)	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebomdeo La Guaria 1	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebomdeo La Guaria 2	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebomdeo Queroga	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebomdeo Vitalia	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
POZO LA RIOJA N° 2	9,4	20	5718,34	\$423,29	\$112,20	\$2,27	\$32,17	\$69,61
POZO LA CHINA	9,4	20	5718,34	\$423,29	\$112,20	\$2,27	\$32,17	\$69,61
POZO LA RIOJA N° 1	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO SOCORRITO N° 2	18,1	20	11010,85	\$815,06	\$216,05	\$2,27	\$61,95	\$134,04
POZO POCAMAR N° 1	18,1	20	11010,85	\$815,06	\$216,05	\$2,27	\$61,95	\$134,04
POZO POCAMAR N° 5	18,1	20	11010,85	\$815,06	\$216,05	\$2,27	\$61,95	\$134,04
POZO SOCORRITO N° 1	26,9	20	16364,18	\$1 211,33	\$321,09	\$2,27	\$92,07	\$199,21
POZO LA SÍSÍ	26,9	20	16364,18	\$1 211,33	\$321,09	\$2,27	\$92,07	\$199,21
POZO POCAMAR N° 3	26,9	20	16364,18	\$1 211,33	\$321,09	\$2,27	\$92,07	\$199,21

POZO ARANJUEZ N° 1 (LA TORRE)	26,9	20	16364,18	\$1 211,33	\$321,09	\$2,27	\$92,07	\$199,21
POZO SOCORRITO N°5				\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
POZO SOCORRITO N°6				\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Subtotal				\$11 733,26	\$2 762,08	\$48,94	\$851,62	\$1 884,39
Total								\$17 280,30

En la tabla anterior, se puede observar el cálculo elaborado para los equipos instalados actualmente. Se debe mencionar que en los Pozos Socorrito N°5 y N°6 no se tiene equipo de bombeo instalado, por lo cual no factura. Se asumió que cada pozo tiene su propio medidor instalado, sin embargo, si varios pozos están bajo una misma factura, el precio de facturación será inferior. Dado lo anterior, se tiene para un mes promedio de 30,4167 días una facturación de \$17 280,30.

Para evaluar los equipos a futuro, se elaboró la Tabla 39 en la que se consideran los equipos no instalados. Para el mes promedio, se estima una factura de \$21 483,20. Además, si se resta los costos de los pozos en Socorrito N°5 y N°6, se obtiene que el costo es de \$14 021,15, lo cual indica que con las categorías elaboradas se logra un ahorro de potencia de \$7 462,05. Estos costos de facturación anualmente representarían \$207 363,21 con los equipos instalados y \$257 798,41 para el sistema propuesto, respectivamente. Para este cálculo, no se tomó en cuenta cuándo se debe suplir energía con carga producida por plantas generadoras del AyA por fallos en la red del ICE.

Tabla 38
Facturación Calculada para los equipos recomendados

Cantonal Puntarenas	Potencia (kW)	Horas de operación por día	Consumo Mensual (kWh)	Costo Energía (\$)	Costo Potencia Máxima (\$)	Tributo a Bomberos	Alumbrado Público	IVA
CEBADILLA	2,7	20	1642,50	\$203,41	\$0,00	\$3,56	\$9,24	\$26,44
POZO SOCORRITO N° 3	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO ARANJUEZ N° 2 (IDA)	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO SAN JOAQUIN	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO ARANJUEZ N° 3 (QUEROGA)	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
Rebombeo La Guaría 1	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebombeo La Guaría 2	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebombeo Queroga	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
Rebombeo Vitalia	7,4	20	4501,67	\$333,23	\$88,33	\$2,27	\$25,33	\$54,80
POZO LA RIOJA N° 2	3,7	20	2250,84	\$278,74	\$0,00	\$3,79	\$12,66	\$36,24
POZO LA CHINA	4,91	20	2986,92	\$369,90	\$0,00	\$3,79	\$16,80	\$48,09
POZO LA RIOJA N° 1	26,9	20	16364,18	\$1 211,33	\$321,09	\$2,27	\$92,07	\$199,21
POZO SOCORRITO N° 2	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO POCAMAR N° 1	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO POCAMAR N° 5	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO SOCORRITO N° 1	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO LA SÍSÍ	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO POCAMAR N° 3	13,7	20	8334,18	\$616,92	\$163,53	\$2,27	\$46,89	\$101,46
POZO ARANJUEZ N° 1 (LA TORRE)	26,9	20	16364,18	\$1 211,33	\$321,09	\$2,27	\$92,07	\$199,21
POZO SOCORRITO N°5	55	20	33458,37	\$2 476,70	\$656,50	\$2,27	\$188,24	\$407,32
POZO SOCORRITO N°6	55	20	33458,37	\$2 476,70	\$656,50	\$2,27	\$188,24	\$407,32
Subtotal				\$14 742,17	\$3 289,67	\$58,05	\$1 049,17	\$2 344,14
Total								\$21 483,20

4.9.2. Ingreso: Tarifas Establecidas

De acuerdo con ARESEP, en la Región Pacífico Central durante 2016, las tuberías de la red de distribución pierden aproximadamente un 50% del agua potable captada debido a fugas, rebalses en tanques y conexiones informales o defectuosas. (Lara, 2016)

En Costa Rica, las tarifas por consumo de agua potable las establece el ARESEP. Para el AyA la tarifa vigente se expone en la Tabla 40.

Tabla 39

Tarifas de acueducto para los servicios medidos y fijos

Tarifa medida en colones por metro cúbico. Tarifa y cargo fijos en colones por mes

Rigen a partir del 01/01/2020 al 31/12/2020

BLOQUE	DOMICILIAR	EMPRESARIAL	PREFERENCIAL	GOBIERNO
1 a menos 16 m ³	409	1 620	409	1 620
16 a menos de 26 m ³	822	1 964	822	1 964
26 a menos de 41 m ³	902	1 964	822	1 964
41 a menos de 61 m ³	1 071	1 964	822	1 964
61 a menos de 81 m ³	1 964	1 964	902	1 964
81 a menos de 101 m ³	1 964	1 964	902	1 964
101 a menos de 121 m ³	1 964	1 964	902	1 964
121 m ³ y más	2 063	2 063	902	2 063
Tarifa fija mensual	11 211	38 048	32 947	143 277
Cargo fijo mensual	2 000	2 000	2 000	2 000

Nota: Fuente: ARESEP, Alcance 284, La Gaceta N°242

De acuerdo con los datos proporcionados en disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica, de los usos del agua potable que factura AyA: el 23,7% representa uso domiciliario para consumo humano, mientras que 76,3% es utilizada para fines industriales y agrícolas. De los caudales presentados en la Tabla 4 para el aforo, se tiene que se produce de forma mensual 310 403,3 m³, si se toman las tarifas mínimas para el bloque domiciliario (409 ¢/m³) e industrial (1614 ¢/m³) y se asume una distribución de consumo de 23,7% y 76,3%.

Producto del cálculo anterior, se tendría un ingreso calculado de \$691 036,7. Sin embargo, tomada en cuenta la pérdida del 57% del recurso estimada por ARESEP, el ingreso sería un 43% o \$297 145,86 al mes, y \$3 565 750,76 al año.

4.9.3. Costos Directos

Se consultaron los precios de los diferentes elementos para la elaboración del proyecto. Con esto se logró elaborar un listado de los equipos y elementos de obra civil necesarios para actualizar las cacheras en los pozos. También, se consultaron catálogos en Franklin Electric, Construplaza, Amanco, Metalco, EPA. Se debe mencionar que no se contempla los precios de la excavación del pozo, ya que este estándar está principalmente enfocado en pozos ya existentes.

Para los costos del tanque de almacenamiento y la mano de obra, se consultó el Manual de Valores Base por Tipología Constructiva, el cual estima que por cada pozo o máquina instalada, se tendrá un costo de ₡13 600 000 (\$22 520,39). Asimismo, para los 22 equipos, se tiene un costo total de \$449 447.

Aunado a lo anterior, para los tanques de almacenamiento se estima un costo de 1 635 colones por galón (₡/gal) (2,71 \$/gal). Se tendrá el volumen total al sumar la multiplicación de la cantidad de tanques por el volumen del tanque de cada clase respectiva. Se obtuvo un volumen total de 9077,18 metros cúbicos (2 402 912,15 galones), para construir tanques que contengan este volumen, se debe invertir un mínimo de \$6 511 892.

Tabla 40

Costos de Equipos

Descripción	Precio por Unidad	Cantidad	Precio
Motor Eléctrico			
Motor trifásico sumergible de 45kW (60HP), 460V, 60hz, 200mm (8") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$8 000	2	\$16 000
Motor trifásico sumergible de 18,5kW (25HP), 460V, 60hz, 152mm (6") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$5 500	1	\$5 500
Motor trifásico sumergible de 5,5kW (7,5HP), 230V, 60hz, 152mm (6") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$3 500	4	\$14 000
Motor trifásico sumergible de 11kW (15HP), 230V, 60hz, 152mm (6") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$4 000	4	\$16 000
Motor trifásico sumergible de 11kW (15HP), 460V, 60hz, 152mm (6") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$4 000	3	\$12 000
Motor trifásico sumergible de 22kW (30HP), 230V, 60hz, 152mm (6") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$5 500	1	\$5 500
Motor monofásico sumergible de 3,7kW (5HP), 230V, 60hz, 152mm (6") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$3 000	6	\$18 000
Motor monofásico sumergible de 1,1kW (1,5HP), 230V, 60hz, 100mm (4") Junto con Panel de Control trifásico Motor Logic y submonitor	\$1 000	1	\$1 000
Conductor de Cobre Sumergible Cantidad x Calibre AWG (+Neutro) 75°C precio por metro			
3x2AWG+1x6 AWG	\$13,31	592	\$7 880
3x8AWG+1x10AWG	\$6,91	84	\$580
4x10 AWG	\$6,58	128	\$842

3x10 AWG	\$6,09	456	\$2 777
4x12 AWG	\$4,50	80	\$360
3x12 AWG	\$3,50	138	\$483
Protección Sobre corriente Disyuntor: Interruptor Automático (A)			
Disyuntor 22 A 3polos	\$155,24	2	\$310
Disyuntor 200A 3 polos	\$155,24	1	\$155
Disyuntor 110A 3 polos	\$62,22	3	\$187
Disyuntor 90A 3 polos	\$62,22	1	\$62
Disyuntor 60A 3 polos	\$62,22	8	\$498
Disyuntor 40A 2 polos	\$30,05	6	\$180
Disyuntor 15A 2polos	\$21,70	1	\$22
Protección por Sobrecarga Relevador Termomagnético (A)			
Relevador 85A 3P	\$190,00	2	\$380
Relevador 44A 3P	\$190,00	3	\$570
Relevador 84A 3P	\$190,00	1	\$190
Relevador 35A 3P	\$122,00	1	\$122
Relevador 28A 3P	\$110,00	4	\$440
Relevador 23A 3P	\$100,00	4	\$400
Relevador 17A 2P	\$40,00	6	\$240
Relevador 6A 2P	\$25,00	1	\$25
Contactador NEMA			
Contactador NEMA Tamaño 4 3P	\$475,00	2	\$950
Contactador NEMA Tamaño 3 3P	\$190,00	1	\$190
Contactador NEMA Tamaño 2 3P	\$190,00	8	\$1 520
Contactador NEMA Tamaño 1 3P	\$110,00	10	\$1 100
Contactador NEMA Tamaño 00 2P	\$120,00	1	\$120
Macromedidor Electromagnético			
DN 200, PN 16, Clase 1, con antena GSM, Protección IP68 y batería	\$5 000	2	\$10 000
DN 100, PN 16, Clase 1, con antena GSM, Protección IP68 y batería	\$3 438	8	\$27 500
DN 80, PN 16, Clase 1, con antena GSM, Protección IP68 y batería	\$2 500	11	\$27 500
DN 40, PN 16, Clase 2, con antena GSM, Protección IP68 y batería	\$625	1	\$625
Dispositivo Medición de Presión	\$200	22	\$4 400
Subtotal			\$178 609

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Costos Obra Civil y Tubería

Descripción	Precio por Unidad	Cantidad	Precio
Tubo Acero ASTM 53 Longitud mínima 6 metros			
Diámetro Nominal 200mm SCH40	\$405,21	20	\$8 104
Diámetro Nominal 100mm SCH40	\$145,80	99	\$14 434
Diámetro Nominal 80mm SCH40	\$104,26	94	\$9 800
Diámetro Nominal 40mm SCH40	\$37,40	8	\$299
Accesorios			
Tee 200x200 SCH40	\$201,32	2	\$403
Tee 100x100 SCH40	\$43,89	8	\$351
Tee 80x80 SCH40	\$30,75	11	\$338
Tee 40x40 SCH40	\$9,45	1	\$9
Codo 45° DN200 SCH40	\$35,84	4	\$143
Codo 45° DN100 SCH40	\$14,85	16	\$238
Codo 45° DN 80 SCH40	\$12,20	22	\$268
Codo 45° DN 40 SCH40	\$2,90	2	\$6
Codo 90° DN200 SCH40	\$50,29	2	\$101
Codo 90° DN100 SCH40	\$16,40	8	\$131
Codo 90° DN 80 SCH40	\$11,35	11	\$125
Codo 90° DN 50 SCH40	\$3,95	10	\$40
Codo 90° DN 40 SCH40	\$2,95	1	\$3
Codo 90° DN 25 SCH 40	\$2,64	11	\$29
Codo 90° DN 12,5 SCH 40	\$1,48	1	\$1
Llave de Chorro Acero DN12,5 PN 16	\$8,20	22	\$180,4
Válvula de Retención DN200 PN 16	\$1 899,86	2	\$3 799,7
Válvula de Retención DN100 PN 16	\$822,60	8	\$6 580,8
Válvula de Retención DN80 PN 16	\$710,02	11	\$7 810,2
Válvula de Retención DN40 PN 16	\$499,30	1	\$499,3
Válvula de Compuerta DN 200 PN 16	\$633,69	2	\$1 267,4
Válvula de Compuerta DN 100 PN 16	\$212,56	8	\$1 700,5
Válvula de Compuerta DN 80 PN 16	\$179,44	11	\$1 973,8
Válvula de Compuerta DN 40 PN 16	\$112,04	1	\$112,0
Válvula de Compuerta DN 50 PN 16	\$134,27	10	\$1 342,7
Válvula de Compuerta DN 25 PN 16	\$98,70	11	\$1 085,7
Válvula de Compuerta DN 12,5 PN 16	\$36,74	1	\$36,7
Acople (Niple) DN 200	\$4,96	36	\$178,6
Acople (Niple) DN 100	\$4,55	144	\$655,2
Acople (Niple) DN 80	\$2,48	198	\$491,0

Acople (Niple) DN 40	\$1,97	18	\$35,5
Acople (Niple) DN 50	\$2,25	20	\$45,0
Acople (Niple) DN 25	\$1,25	22	\$27,5
Acople (Niple) DN 12,5	\$0,33	2	\$0,7
Brida Roscada (Flanger) DN 200	\$46,64	24	\$1 119,4
Brida Roscada (Flanger) DN 100	\$22,50	96	\$2 160,0
Brida Roscada (Flanger) DN 80	\$16,40	132	\$2 164,8
Brida Roscada (Flanger) DN 40	\$10,50	12	\$126,0
Brida Soldada (Flanger) DN 200	\$48,54	24	\$1 165,0
Brida Soldada (Flanger) DN 100	\$20,90	96	\$2 006,4
Brida Soldada (Flanger) DN 80	\$14,80	132	\$1 953,6
Brida Soldada (Flanger) DN 40	\$9,65	12	\$115,8
Junta de Desmontaje (Dressler) DN 200	\$9,38	2	\$18,8
Junta de Desmontaje (Dressler) DN 100	\$3,98	8	\$31,8
Junta de Desmontaje (Dressler) DN 80	\$3,08	11	\$33,9
Junta de Desmontaje (Dressler) DN 40	\$1,73	1	\$1,7
Bloques de Soporte*			
Concreto 3000PSI Chorreado a Mano (en m ³)	\$50,50	338	\$17 109
Acero de Refuerzo #3 (3/8") (en kg)	\$2,50	196,02	\$499,9
Subtotal			\$91 153

Nota: Fuente: Elaboración propia

De los precios anteriores, se obtiene un costo de \$269762 al que se le suma un I.V.A. de 16%, lo que resulta en un costo de \$312924. Asimismo, se toma un costo de mano de obra del 50% de los materiales de construcción, para un costo por mano de obra de \$134881. Además, se asumen seguridades sociales con un porcentaje de 26,5% del costo de mano de obra (aporte patronal) de acuerdo con la Caja Costarricense del Seguro Social. Por último, se debe agregar costos administrativos del 15% del costo directo: \$46 939. Todo lo anterior, da una inversión inicial de \$552 068, lo cual supera por poco el costo mínimo estimado según el Manual mencionado antes.

4.9.4. Depreciación

Para la depreciación, de acuerdo con el Ministerio de Hacienda (2009) las maquinarias y equipos tienen una vida útil de 10 años y se deprecian 10% anualmente. De igual forma, acueductos, tanques y redes se deprecian a una tasa de 2,5% anualmente (vida útil de 40 años). Esto representa \$17861 y \$165076 respectivamente, para una devaluación anual de \$182937.

4.9.5. Costos de Mantenimiento y Operación

Para equipos industriales, se considera un costo anual de mantenimiento y operación de 6% del costo inicial de los materiales (Procoen, 2020); lo que significa un costo anual de \$18 776 para los pozos y \$390 713 para los tanques. Aunado a ello, la operación de la instalación tiene como costo principal el consumo energético calculado en la sección de facturación electrónica (\$257 798). De esto, se obtiene un costo anual de mantenimiento y operación de \$409 490.

4.9.6. Flujo Neto de Efectivo

Con los costos estimados previamente y al tomando en cuenta que el valor actual neto está dado por la ecuación:

$$Van = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FNE_i}{(1 - k)^i}$$

FNE_i es el flujo neto de efectivo para el año, n es el período de 10 años en el cual se deprecian los equipos, I_0 es la inversión inicial y k es la tasa de descuento o interés obtenido. Para el valor actual neto, se busca obtener un valor mayor a cero, lo que indica que la inversión inicial se cancelará en un momento dado.

La tasa interna de retorno es la rentabilidad o tasa de retorno que brinda la inversión. Es decir, el beneficio, de manera porcentual, que se obtendría cuando se finalizó el proyecto planteado. La tasa interna de retorno se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Van = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FNE_i}{(1 - TIR)^i}$$

Como se puede observar, se desea que la TIR sea mayor que la tasa de descuento k de la ecuación anterior, esto indicaría que se obtiene un beneficio neto.

Para obtener el flujo neto de efectivo, se elaboró la siguiente tabla. Se toma los valores calculados en las secciones anteriores y, además, se tomó una tasa de descuento de 8,31%.

Tabla 42
Flujo Neto de Efectivo del proyecto para un período de 10 años

CONCEPTO	PERIODO ANUAL										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Inversión Total	-\$6 927 730										
Fijas	-\$6 603 045										
Equipos	-\$178 609										
Mano de Obra	-\$99 138										
Costos Administrativos	-\$46 939										
- Costos Totales		-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225	-\$850 225
Costos de O&M		-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490	-\$409 490
Factura Eléctrica		-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798	-\$257 798
Depreciación		-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937	-\$182 937
+ Ingresos		\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751	\$3 565 751
= Flujo antes de impuestos		\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526	\$2 715 526
- Impuesto sobre Renta		-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658	-\$814 658
= Flujo después de Impuesto		\$1 900 868									
+ Depreciación/ Amortización		\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937	\$182 937
+ Valor Rescate											\$4 952 284
= Flujo Neto de Efectivo	-\$6 927 730	\$2 083 805	\$7 036 089								
= Flujo Neto Actualizado	-\$6 927 730	\$1 923 927	\$1 776 315	\$1 640 029	\$1 514 199	\$1 398 023	\$1 290 761	\$1 191 728	\$1 100 294	\$1 015 875	\$3 166 983

Nota: Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se tiene como resultado (tabla 44):

Tabla 43

Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno

VAN flujo	\$9 543 254,15
Van proyecto	\$2 615 523,97
TIR	20,01%

Nota: Fuente: Elaboración propia

El valor actual neto del proyecto es positivo y la tasa interna de retorno es mayor a la tasa de descuento; por ello, se puede concluir que el proyecto es rentable.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se clasificó los sistemas de aguas de pozos profundos para el cantón de Puntarenas, en la Región Pacífico Central, de acuerdo con instrumentos estadísticos probabilísticos en 8 categorías determinadas según caudal y presión.
- Se propuso un diseño para las cacheras en la descarga de los pozos de agua profundos con selección de tuberías y accesorios normalizados, de acuerdo con las clasificaciones ya realizadas y el código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica.
- Se seleccionaron equipos de bombeo junto con los elementos de su instalación eléctrica de acuerdo con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica y el Código Eléctrico Nacional.
- Se realizó un análisis de costos para el diseño propuesto de acuerdo con las herramientas financieras VAN y TIR, lo cual dio como resultado un proyecto rentable.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Se crearon 8 categorías basadas en la presión y caudal para los equipos de bombeo y rebombeo en los pozos del cantón de Puntarenas de acuerdo con herramientas estadísticas. Es importante tomar los datos de presión y caudal como variables independientes en la selección de equipos, mantener una distinción clara de qué factores afectan qué proceso y cómo se relacionan, es esencial.
- ✓ Se determinaron diámetros de tubería y presión nominal para cada una de las categorías creadas. Es importante tomar en cuenta la presión a la que estarán sometidos estos accesorios y tuberías. Entre los accesorios importantes a considerar están: las válvulas anticipadoras de onda, ya que requieren diámetros específicos a la presión de trabajo.
- ✓ Se sugiere comprobar la caída de presión cuando las distancias entre la tubería y el tanque de almacenamiento se haga muy larga.

- ✓ Se seleccionaron motores basados en los requerimientos de caudal y presión en las categorías creadas. Es óptimo comprobar que la posición del motor y la bomba sea correcta para aprovechar la presión suministrada por la bomba.
- ✓ Se seleccionó conductores de cobre calibre AWG, contactores NEMA, disyuntores y protecciones de sobrecarga para los motores propuestos de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional y el manual AIM de Franklin Electric.
- ✓ Se elaboraron tablas para la selección de calibre de conductor de cobre según la distancia al panel de control, tomando en cuenta una caída de voltaje de 3% recomendada en el NEC para los ramales. Se recomienda comprobar la ampacidad de los calibres AWG de los conductores cuando existan temperaturas muy elevadas o agrupación de más de 4 conductores en el ducto.
- ✓ Se seleccionó modelos de panel de control para cada una de las categorías creadas.
- ✓ Se recomienda la utilización de variadores de frecuencia para equipos de bombeo de más de 1,5kW (2HP). Esto permitirá hacer un uso más eficiente del recurso energético y reducir costos de operación.
- ✓ Se recomienda la implementación de válvulas anticipadoras de onda no solo en las estaciones de bombeo, sino también en las líneas de distribución de agua; a fin de proteger la red y de asegurar un funcionamiento más estable.

6. Apéndice

6.1. Apéndice 1. Equipos Instalados

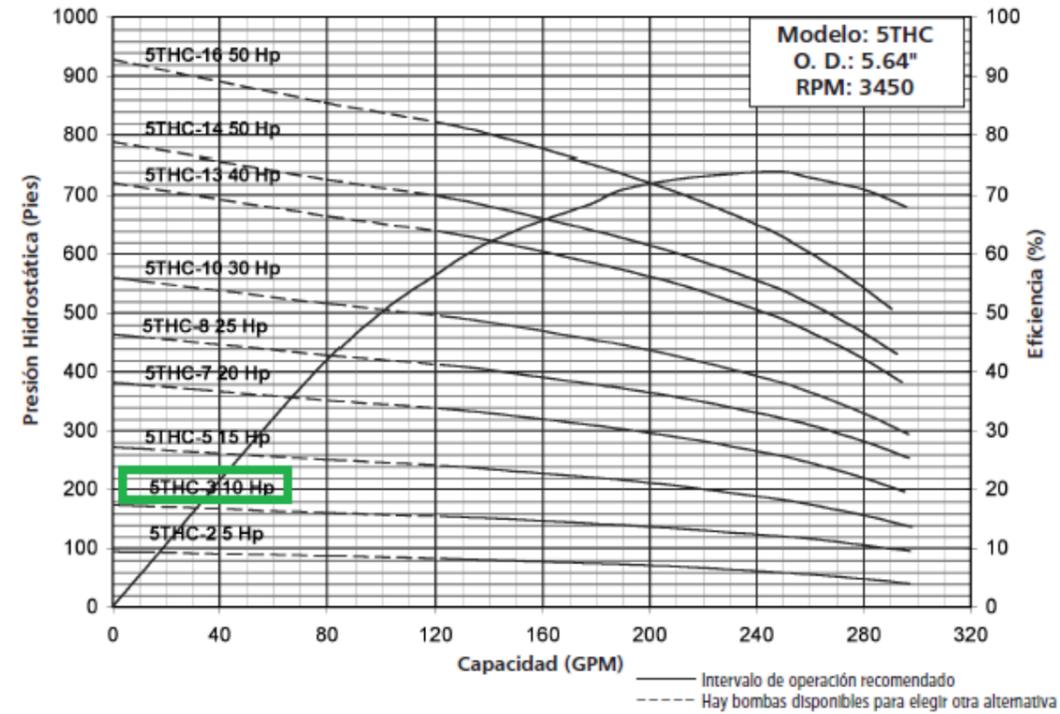
6.1.1. Tabla Equipos Instalados

Locación	Caudal x10 ⁻³ m ³ (l/s)	Presión MPa (psi)	Potencia Instalada kW (HP)	Nivel Estático (m)	Nivel Dinámico (m)	Profundidad Pozo (m)	Diámetro Tubería Pozo (mm)	Marca Bomba	Modelo Bomba	Marca Motor	Modelo Motor
Cebadilla	1,18	4,96(72)	1,1(1,5)	27,00	33,70	46,00	200	Franklin Electric	15FA15S4-PE	Franklin Electric	2243009203
IDA	4,5	5,86(85)	3,7(5)	8,00	27,00	37,00	250	Franklin Electric	60FA5S4-PE	Franklin Electric	2243038602G
La China	7,5	2,76(40)	7,5(10)	fuera de servicio		47,00	152,4	Goulds Pumps	5THC-3	KSB	UMA150D7/21F.S1.15
La Sisi	23,4	2,76(40)	18,5(25)	2,22	9,33	137,00	304	Goulds Pumps	7CLC-1(7CHC)	SAER	MS152-25
La Torre	9,5	12,07(175)	18,5(25)	2,47	3,11	21,00	203	Goulds Pumps	6CHC-5	SAER	MS152-25
Pocamar 1	10,6	7,58(110)	14,9(20)	4,69	10,13	24,70	229	Goulds Pumps	5CHC-6	Franklin Electric	23661490A
Pocamar 3	7,5	8,27(120)	18,5(25)	10,10	17,40	31,00	203	Goulds Pumps	5CHC-7	SAER	11E19-23-06103A 336332968
Pocamar 5	9,5	7,58(110)	14,9(20)	11,60	14,70	31,00	250	Goulds Pumps	5CLC -8	Franklin Electric	23661490A
Pocamar 6	12	4,14(60)	11,1(15)	12,02	17,24	32,00	250				
Pozo Queroga	3,5	5,17(75)	5,5(7,5)	33,30	38,10	76,00	200	UNITRA	SP90-06	Franklin Electric	2261118020
Rebombero La Guaria 1	5	7,58(110)	5,5(7,5)	No Aplica				Franklin Electric	70SR7 F66-0863	Franklin Electric	2261113920
Rebombero La Guaria 2	5	7,58(110)	5,5(7,5)					Goulds Pumps	5RWAC	Franklin Electric	2261113920
Rebombero Queroga	5,5	5,52(80)	5,5(7,5)					Franklin Electric	70SR7F66-0863	Franklin Electric	2261113920
Rebombero Vitalia	3,5	6,89(100)	5,5(7,5)					Franklin Electric	85SSI07F66-0763	Franklin Electric	2261113920
Rioja 1	18,8	7,58(110)	11,2(15)	7,09	14,00	60,96	241	Goulds Pumps		Franklin Electric	07H19-08-6038
Rioja 2	8,5	3,45(50)	7,5(10)	7,00	12,18	35,53	254	Goulds Pumps	6 CHC-2	Franklin Electric	2366028120
San Joaquín	6	2,76(40)	3,7(5)	5,52	2,04	22,00	250				
Socorruto 1	18,3	2,76(40)	18,6(25)	7,08	11,33	60,96	300	AMERICAN MARSH	S6WCZ3	SAER	MS152-25
Socorruto 2	21	2,76(40)	15(20)	7,22	10,90	54,80	304,8	Goulds Pumps	6DHL-3S	Franklin Electric	2366149020
Socorruto 3	6,4	2,76(40)	3,7(5)	5,30	7,30	19,00	200	Goulds Pumps	5CLC-3	Franklin Electric	2366009020
Socorruto 5	64	4,14(60)	45(60)	4,82	11,92	60,00	300	No instalada			
Socorruto 6	64	4,14(60)	45(60)	6,32	12,08	60,00	300	No instalada			

6.1.2.1. *Barba 5THC-3* Goulds pumps

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 5THC 240 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W. E.	Longitud W. E.	Peso W. E. (libras)
5	2	C05THC005A44B	20.9	57
		C05THC005A64B	23.3	62
10	3	C05THC010A64B	28.0	75
15	5	C05THC015A64B	37.6	101
20	7	C05THC020A64B	47.3	127
25	8	C05THC025A64B	52.0	153
30	10	C05THC030A64B	61.7	166
40	13	C05THC040A64B	76.0	218
50	14	C05THC050A64B	80.7	221
50	16	C05THC050A64B	90.6	257

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

- NOTAS:**
1. Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
 2. La línea sólida es el intervalo de operación recomendado
 3. Para bombas de potencia intermedia consulte a la fábrica
 4. Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.



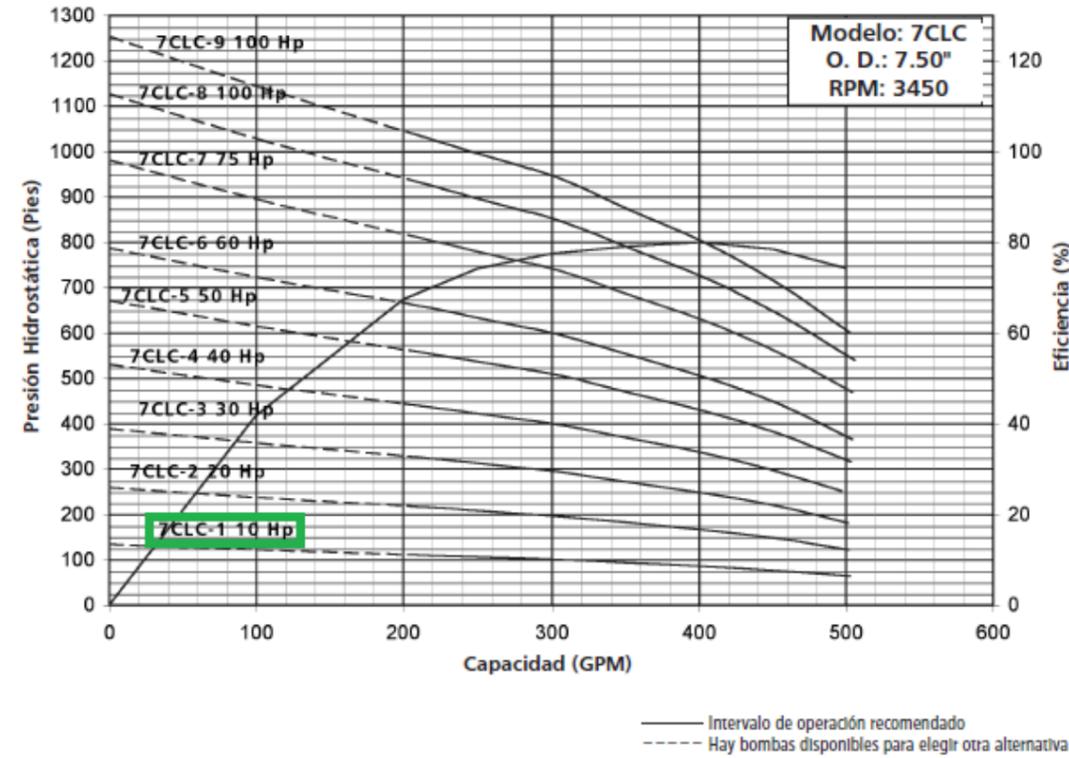
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gr. 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gr. 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.1.2.2. *Barba 7CLC-1 Goulds Pumps*

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 7CLC 400 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W. F.	Longitud W. F.	Peso W. E. (libras)
10	1	C07CLC010A66B	22.9	75
20	2	C07CLC020A66B	29.3	103
30	3	C07CLC030A66B	35.6	131
40	4	C07CLC040A66B	42.0	159
50	5	C07CLC050A86B	48.4	187
60	6	C07CLC060A86B	54.8	215
75	7	C07CLC075A86B	62.8	255
100	8	C07CLC100A86B	70.8	283
100	9	C07CLC100B86B	75.8	311

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

- NOTAS:**
1. Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
 2. La línea sólida es el intervalo de operación recomendado
 3. Para bombas de potencia intermedia consulte a la fábrica
 4. Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.
 5. Curva de desempeño de 50 HP con base en el uso de un motor de 8" con una brida de 6". Consulte al fabricante si desea un motor de 6".

CONEXIÓN DE DESCARGA DE 6" NPT



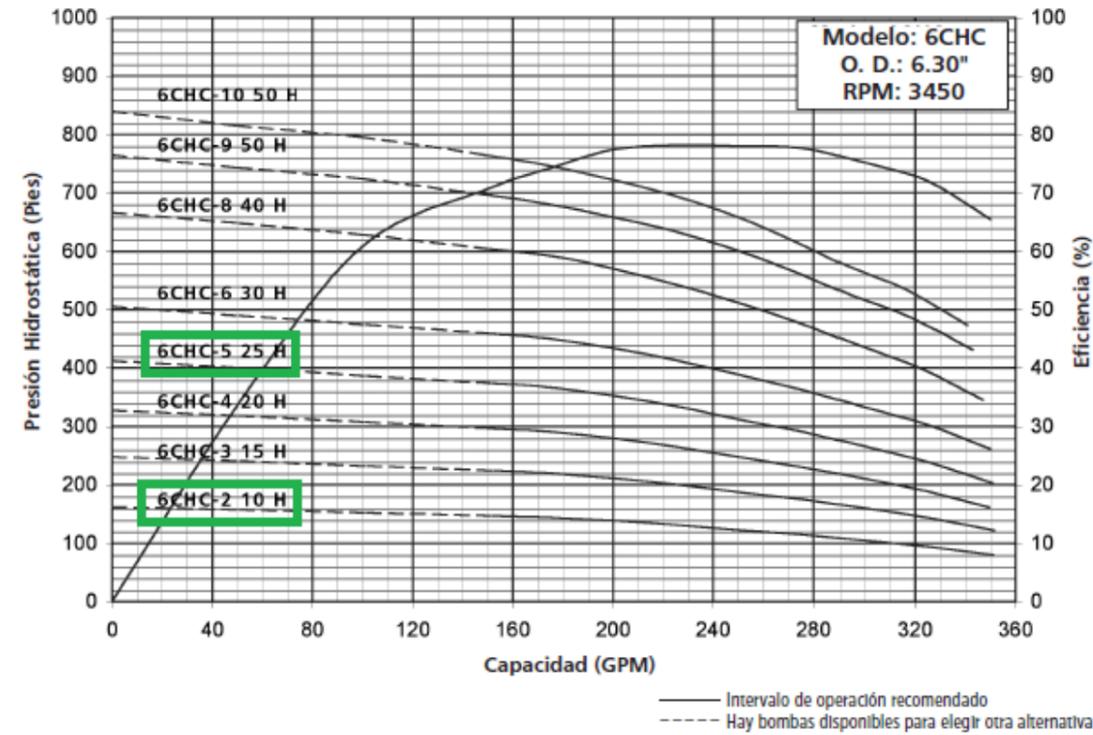
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gc. 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gc. 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gc. 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.1.23. Bombas 6CHC-5 y 6CHC-2 Gouldspumps

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 6CHC 250 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W.F.	Longitud W.F.	Peso W.E. (libras)
10	2	C06CHC010A648	24.6	72
15	3	C06CHC015A648	29.7	89
20	4	C06CHC020A648	34.8	106
25	5	C06CHC025A648	40.0	123
30	6	C06CHC030A648	50.3	157
40	8	C06CHC040A648	55.4	174
50	9	C06CHC050B648	60.5	191
50	10	C06CHC050A648	65.6	208

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

- NOTAS:**
1. Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
 2. La línea sólida es el intervalo de operación recomendado
 3. Para bombas de potencia Intermedia consulte a la fábrica
 4. Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.
 5. Curva de desempeño de 50 HP con base en el uso de un motor de 8" con una brida de 6". Consulte al fabricante si desea un motor de 6".

CONEXIÓN DE DESCARGA DE 4" NPT



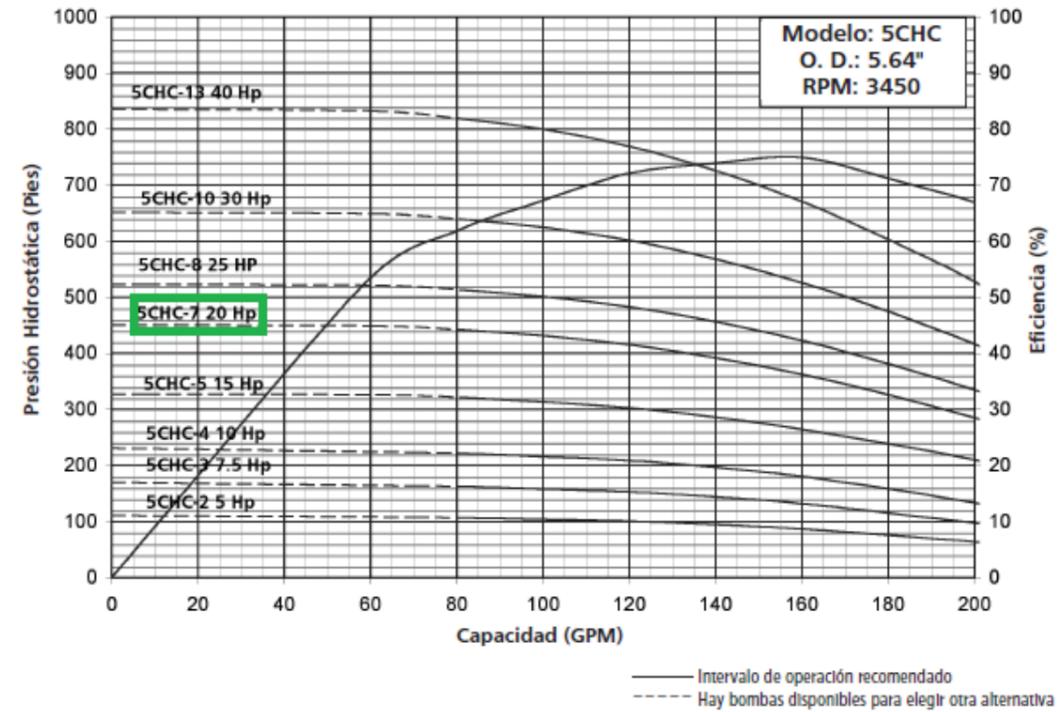
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gc 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gc 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gc 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.1.24. Bombas 5CHC6y5CHC7Gouldspumps

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 5CHC 150 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W. E.	Longitud W. E.	Peso W. E. (libras)
5	2	C05CHC005A448	20.2	57
		C05CHC005A648	22.8	62
7.5	3	C05CHC007A448	25.2	70
		C05CHC007A648	27.5	75
10	4	C05CHC010A648	32.1	88
15	5	C05CHC015A648	36.7	101
20	7	C05CHC020A648	46.1	127
25	8	C05CHC025A648	50.7	140
30	10	C05CHC030A648	59.9	166
40	13	C05CHC040A648	73.8	205

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

- NOTAS:**
1. Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
 2. La línea sólida es el Intervalo de operación recomendado
 3. Para bombas de potencia Intermedia consulte a la fábrica
 4. Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.

CONEXIÓN DE DESCARGA DE 4" NPT



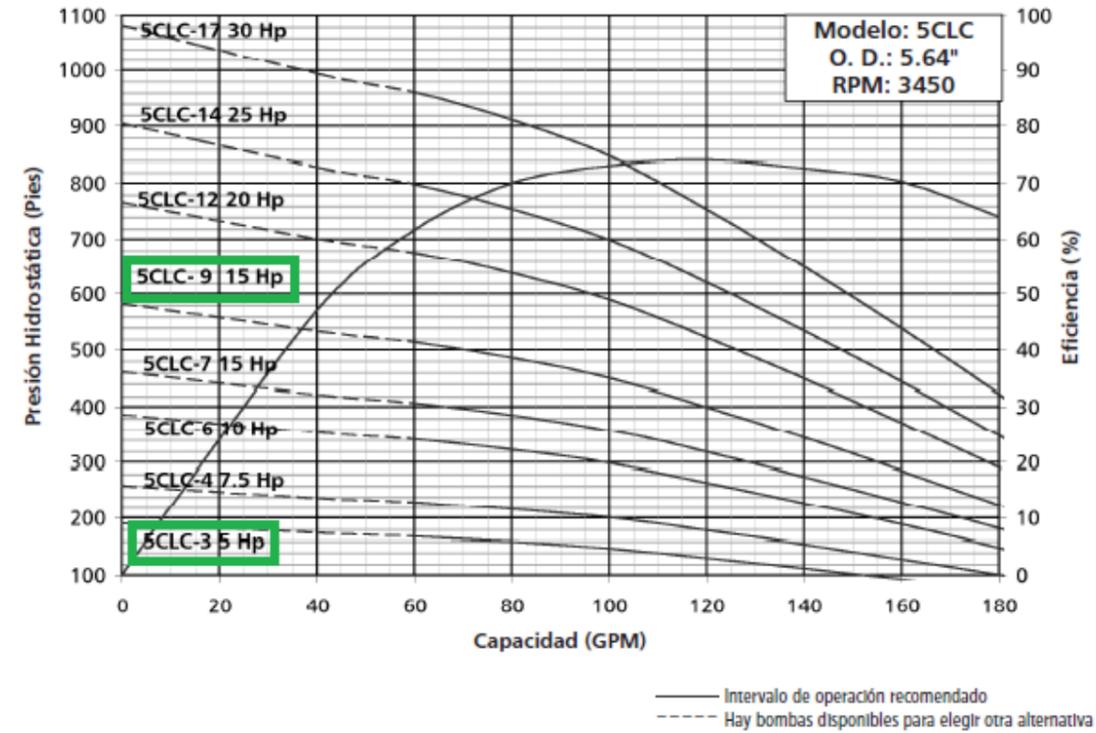
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gr. 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gr. 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.125. Bomba 5CLC-8y5CLC-3 Goulds Pumps

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 5CLC 120 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W. E.	Longitud W. E.	Peso W. E. (libras)
5	3	C05CLC005A44B	25.2	70
		C05CLC005A64B	27.5	75
7.5	4	C05CLC007A44B	29.8	83
		C05CLC007A64B	32.1	88
10	6	C05CLC010A64B	41.4	114
15	7	C05CLC015A64B	46.1	127
15	9	C05CLC015B64B	55.3	153
20	12	C05CLC020A64B	69.2	192
25	14	C05CLC025A64B	78.5	218
30	17	C05CLC030A64B	92.3	257

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

- NOTAS:**
- Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
 - La línea sólida es el intervalo de operación recomendado
 - Para bombas de potencia intermedia consulte a la fábrica
 - Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.

CONEXIÓN DE DESCARGA DE 4" NPT



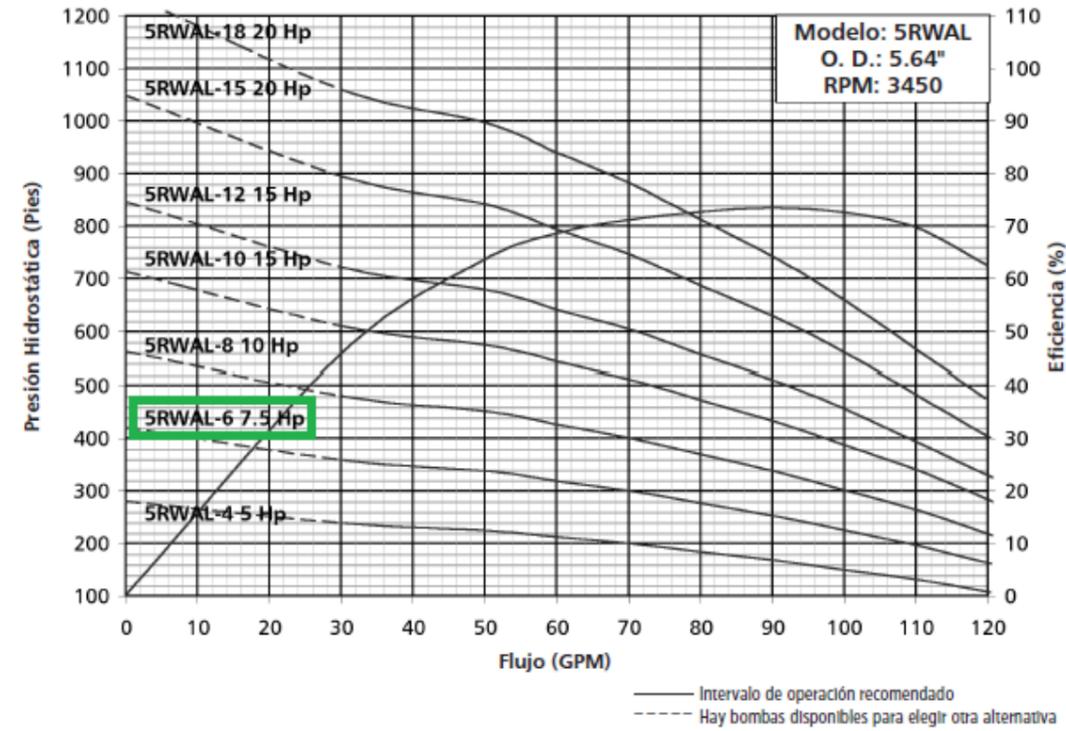
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gr. 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gr. 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.1.2.6. *Bomba 5RWAL* Goulds Pumps

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 5RWAL 90 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W. E.	Longitud W. E.	Peso W. E. (libras)
5	4	C05RWL005A44B	25.3	75
		C05RWL005A64B	27.4	83
7.5	6	C05RWL007A44B	33.3	100
		C05RWL007A64B	35.4	108
10	8	C05RWL010A64B	43.4	132
15	10	C05RWL015A64B	51.4	156
15	12	C05RWL015B64B	59.4	179
20	15	C05RWL020A64B	71.4	216
20	18	C05RWL020B64B	83.4	252

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

NOTAS:

1. Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
2. La línea sólida es el Intervalo de operación recomendado
3. Para bombas de potencia Intermedia consulte a la fábrica
4. Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.

CONEXIÓN DE DESCARGA DE 4" NPT



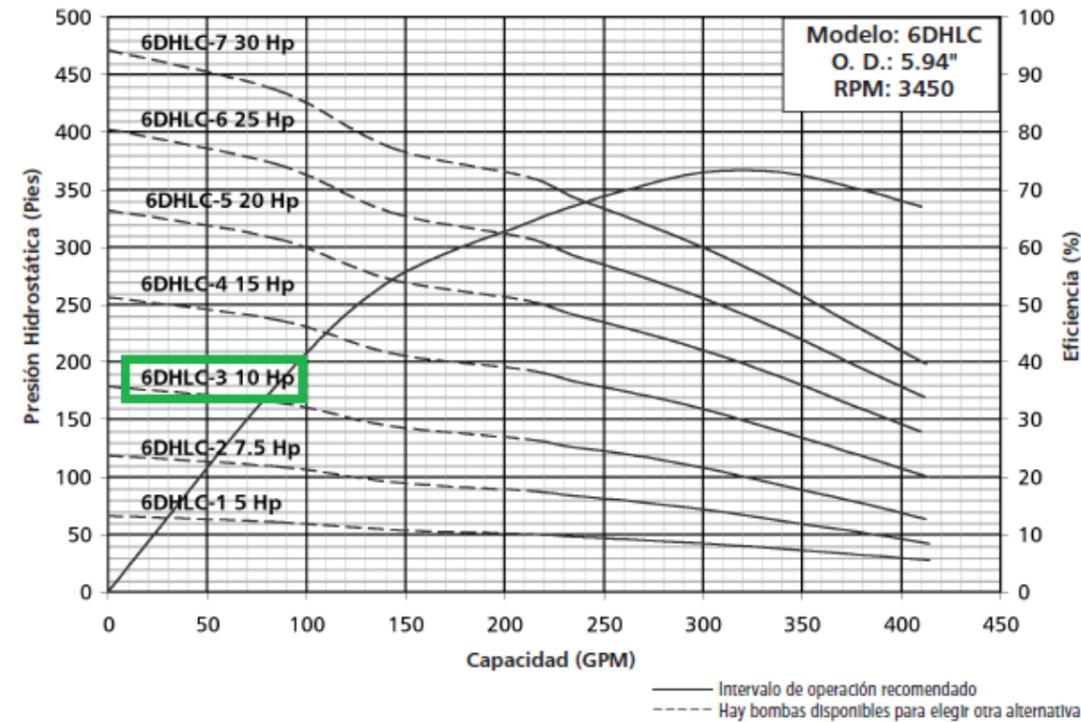
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gr. 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gr. 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.1.2.7. Bomba 6DHLC-3 Goulds Pumps

GOULDS PUMPS
Turbina

Modelo 6DHLC 320 GPM



PESOS Y DIMENSIONES

HP	Etapas	Número de pedido W. E.	Longitud W. E.	Peso W. E. (libras)
5	1	C06DLC005A44B	14.2	35
		C06DLC005A64B	19.0	55
7.5	2	C06DLC007A44B	19.7	51
		C06DLC007A64B	24.5	71
10	3	C06DLC010A64B	30.0	89
15	4	C06DLC015A64B	35.5	101
20	5	C06DLC020A64B	41.0	125
25	6	C06DLC025A64B	46.5	143
30	7	C06DLC030A64B	52.0	168

(Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras. No se use para propósitos de construcción.)

- NOTAS:**
1. Todas las dimensiones se dan en pulgadas y los pesos en libras
 2. La línea sólida es el Intervalo de operación recomendado
 3. Para bombas de potencia Intermedia consulte a la fábrica
 4. Por favor especifique todos los cambios de opciones en el número de pedido W.E.

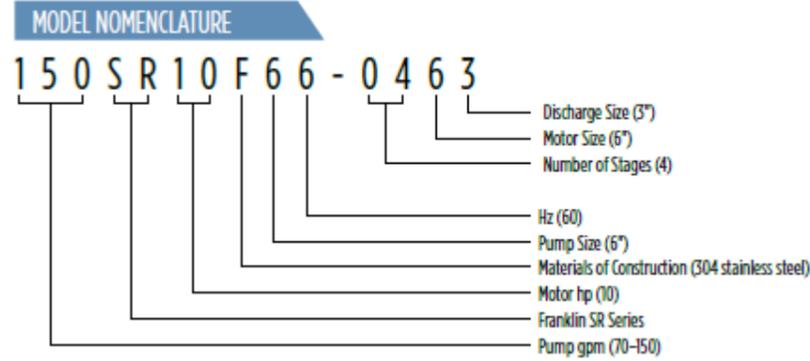
CONEXIÓN DE DESCARGA DE 4" NPT



MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

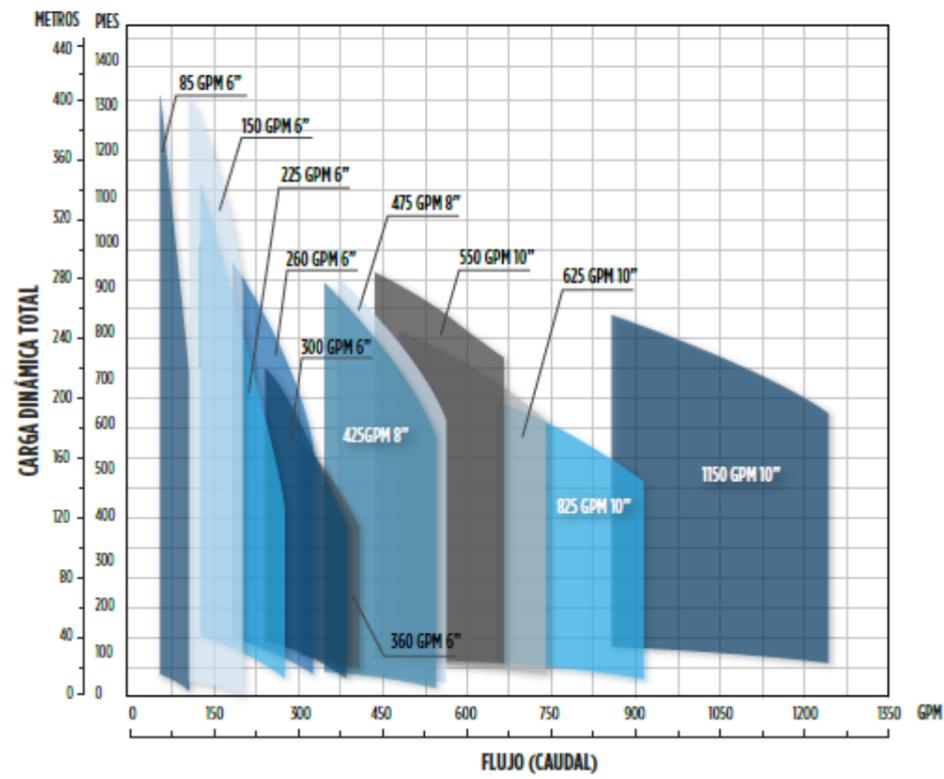
Número de parte	Material
Eje	ASTM A582 S41600
Acoplamiento	ASTM A582 S41600
Adaptador de succión	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Cojinete de succión	ASTM B584 C89835
Impulsor	ASTM A744 CF8M
Seguro	ASTM A108 Gr. 1018
Tazón intermedio	ASTM A49 Cl. 30B
Cojinete del tazón intermedio	ASTM B584 C89835 (Std.)
Cojinete del tazón intermedio	Rubber (opcional)
Anillo de empuje hacia arriba	Polyethylene
Tazón de descarga	ASTM A48 Cl. 30B
Cojinete del tazón de descarga	ASTM B584 C89835
Seguros	SAE J429 Gr. 8
Guarda del cable	ASTM A240 S30400
Colador de entrada	ASTM A240 S30400

6.1.3. FranklinElectric



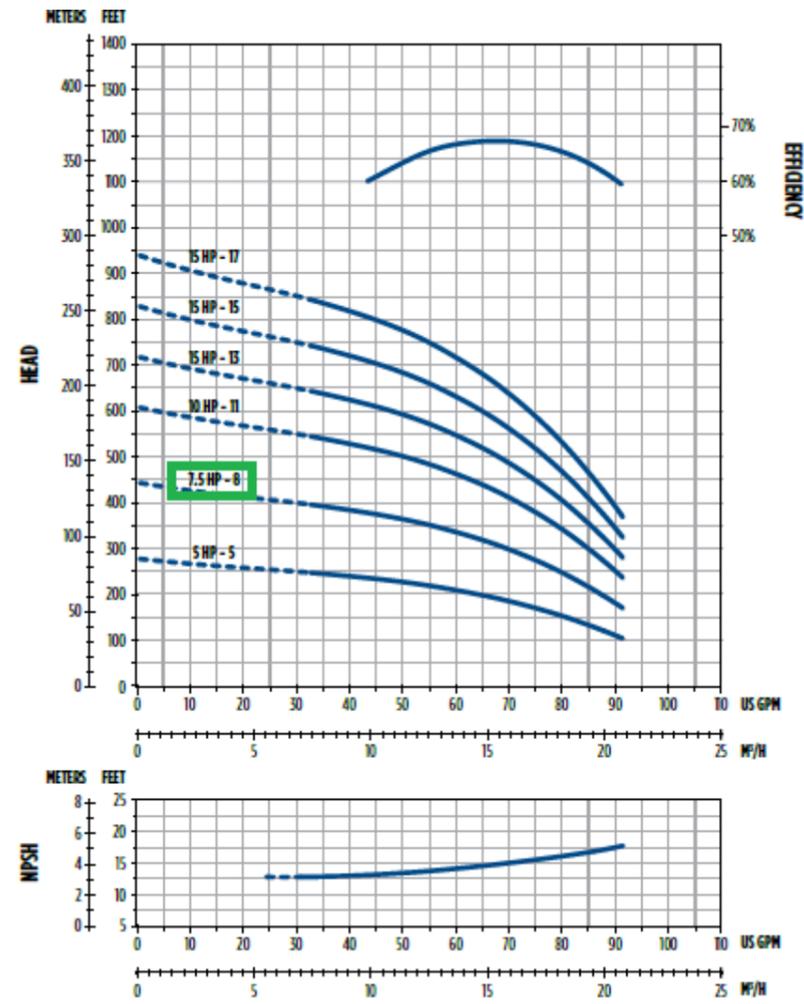
BOMBAS SUMERGIBLES
SERIE SSI - ACERO INOXIDABLE

CURVA DE FAMILIA

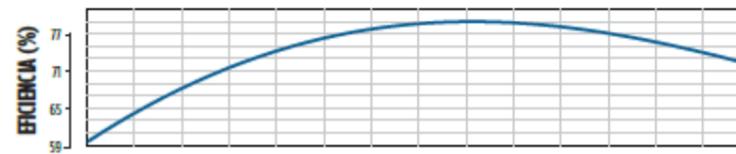
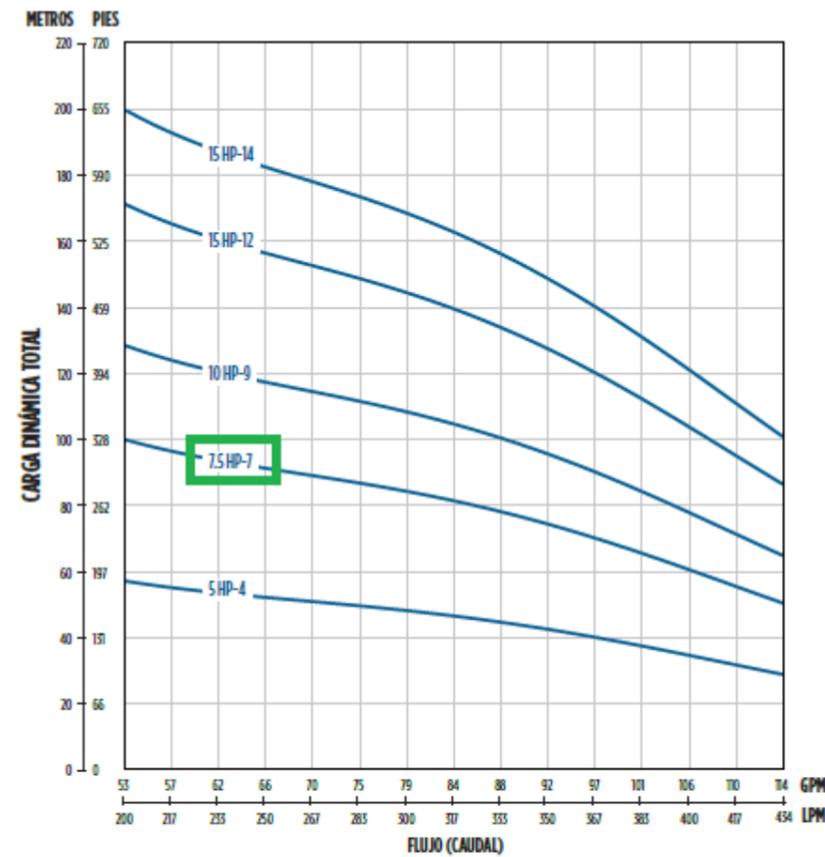


6.1.3.1. *Barba* 70SR7F66-08633 Franklin Electric

ORDER INFORMATION						70 GPM			
GPM	Stages	HP	Motor Size [in]	Basic Model	PEI _α	304 SS		316 SS	
						Order No.	Description	Order No.	Description
70	5	5	6	70SR	0.96	97160070005	70SR5F66-0563	97161070001	70SR5S66-0563
	8	7.5				97160070008	70SR7F66-0863	97161070004	70SR7S66-0863
	11	10				97160070011	70SR10F66-1163	97161070007	70SR10S66-1163
	13	15				97160070013	70SR15F66-1363	97161070009	70SR15S66-1363
	15	15				97160070015	70SR15F66-1563	97161070011	70SR15S66-1563
	17	15				97160070017	70SR15F66-1763	97161070013	70SR15S66-1763
	19	20				97160070019	70SR20F66-1963	97161070015	70SR20S66-1963
	22	20				97160070022	70SR20F66-2263	97161070018	70SR20S66-2263
	24	25				97160070024	70SR25F66-2463	97161070020	70SR25S66-2463
	28	25				97160070028	70SR25F66-2863	97161070024	70SR25S66-2863
	32	30				97160070032	70SR30F66-3263	97161070032	70SR30S66-3263
	37	40				97160070037	70SR40F66-3763	97161070037	70SR40S66-3763
	42	40				97160070042	70SR40F66-4263	97161070042	70SR40S66-4263



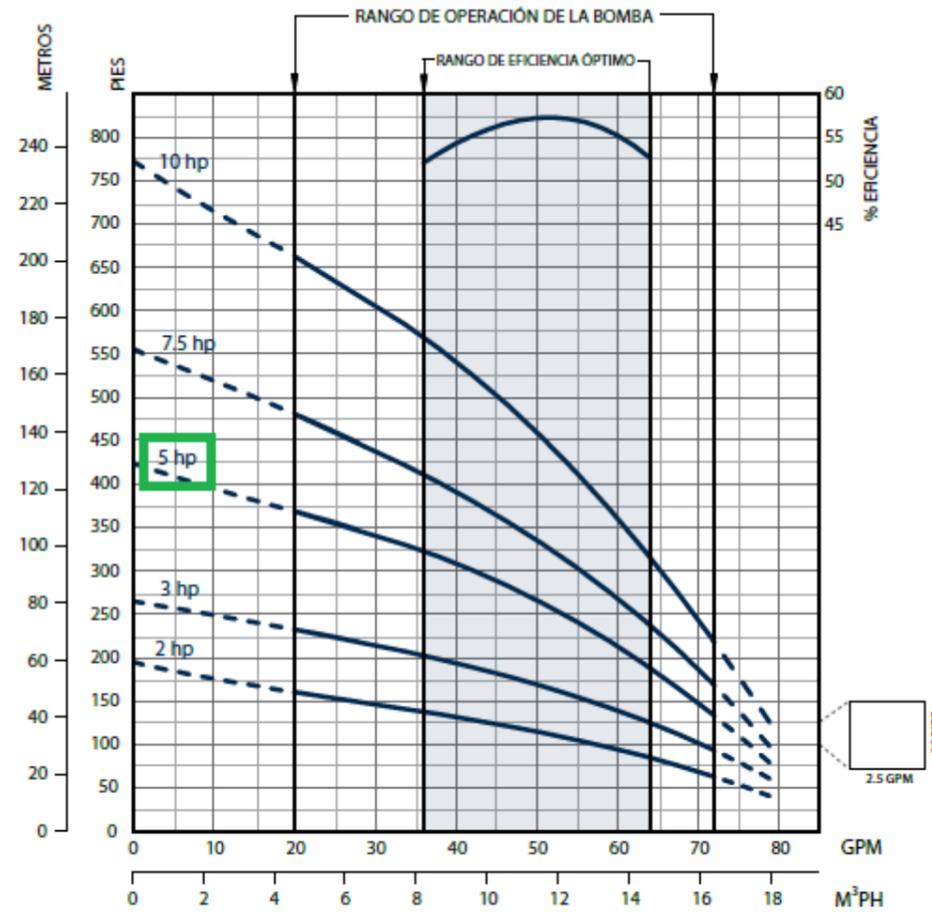
6.1.32. Bomba 85SSI7F66-0763 de Franklin Electric



GPM	Desc.	HP	Diam. Motor	LPM	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	Modelo	No. De Parte
				GPM	80	106	132	160	185	212	238	265	290	317	345		
				Carga en Metros													
85	3"	5	4"	4	50	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI05F66-0443	616150401040082
		7.5		7	82	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI07F66-0743	616150701040082
		7.5	7	82	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI07F66-0763	616150702040082
		10	9	108	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI10F66-0963	616150902040082
		15	12	142	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI15F66-1263	616151202040082
		15	14	168	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI15F66-1463	616151402040082
		20	18	219	159	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI20F66-1863	616151802040082
		20	20	240	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI20F66-2063	616152002040082
		25	23	279	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI25F66-2363	616152302040082
		25	25	301	219	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI25F66-2563	616152502040082
30	27	321	236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85SSI30F66-2763	616152702040082		

6.133. Bomba 60FA5S4PE

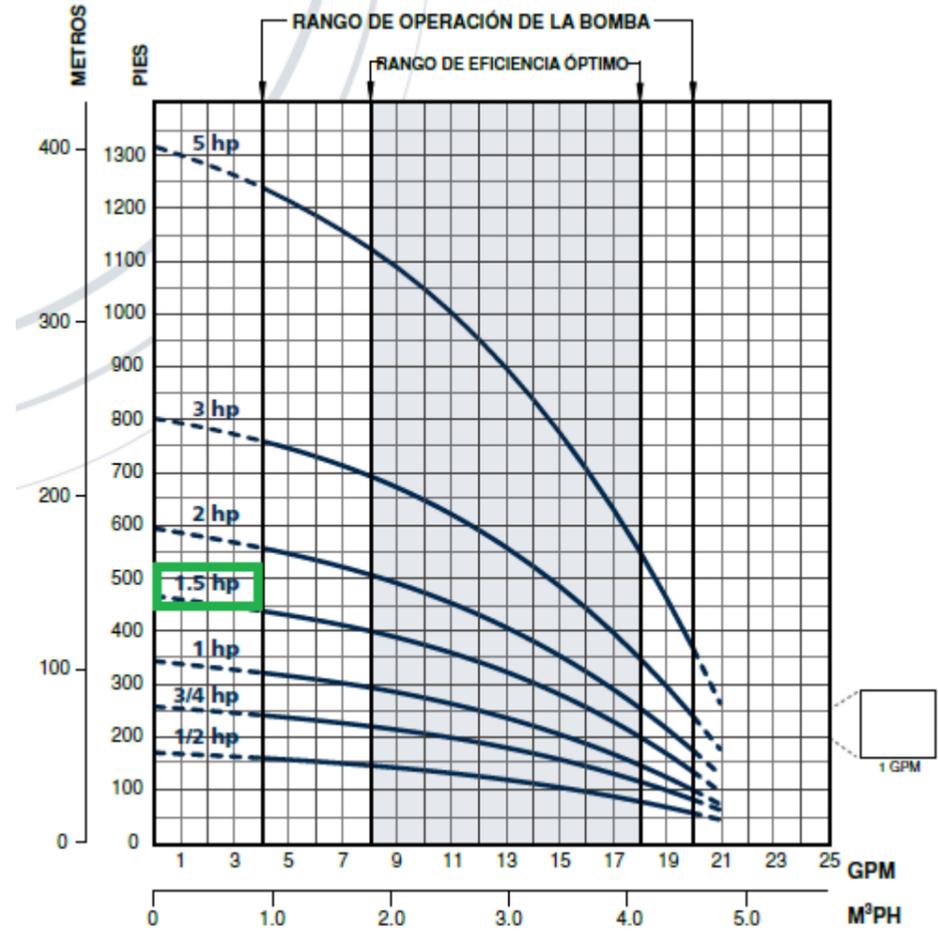
60	2	6	60FA2S4-PE	93616006	21.00	15
	3	8	60FA3S4-PE	93616008	25.50	17
	5	13	60FA5S4-PE	93616013	36.75	21
	7.5	17	60FA7S4-PE	93616017	45.25	25
	10	24	60FA10S4-PE	93616024	61.00	31



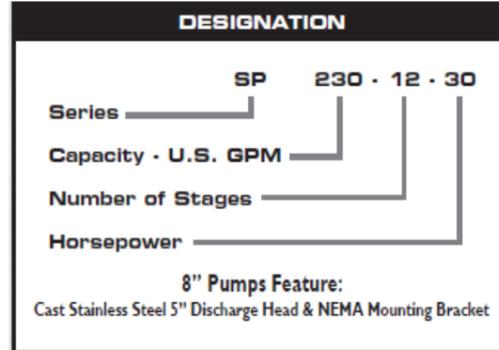
- Notas:**
1. El Rendimiento que se muestra, no incluye la pérdida por fricción en la tubería de descarga.
 2. Todos los datos del Rendimiento se basan en el voltaje nominal de la placa de identificación del motor.
 3. El Rendimiento de los modelos XP anteriores, es el mismo que el de los modelos 60 GPM.

6.134. Bomba 15FA15S4PE

15	1/2	4	15FA05S4-PE	93821505
	3/4	6	15FA07S4-PE	93821510
	1	8	15FA1S4-PE	93821515
	1.5	11	15FA15S4-PE	93821520
	2	14	15FA2S4-PE	93821525
	3	19	15FA3S4-PE	93821530
	5	31	15FA5S4-PE	93821535

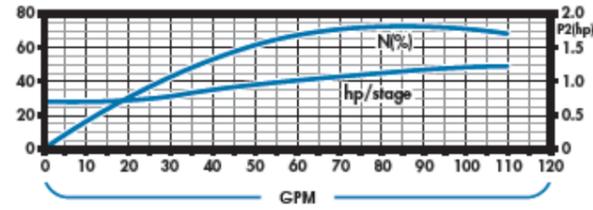
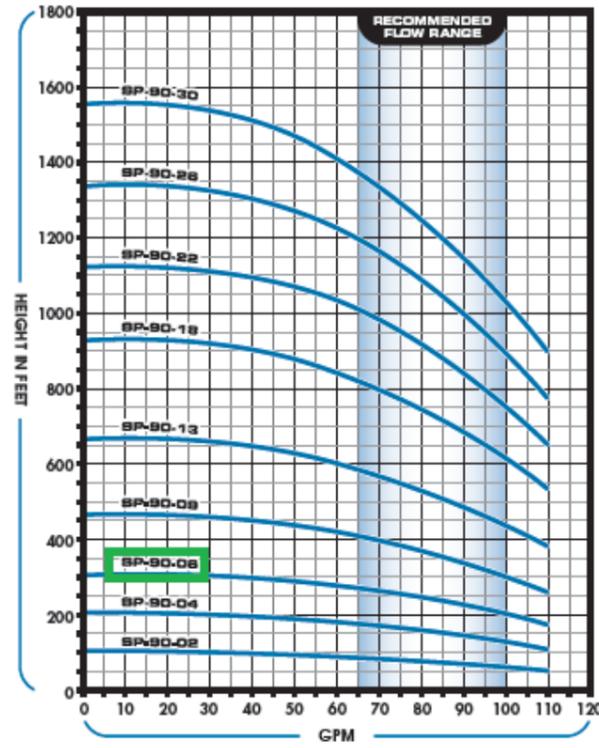


6.1.4. UNIRA



MATERIALS OF CONSTRUCTION		
COMPONENT	MATERIALS	STANDARD
Valve Casing	Stainless Steel	304
Valve Cup	Stainless Steel	304
Valve Seat	Stainless Steel	304
Diffuser	Stainless Steel	304
Neck Ring	NBR	
Diffuser Bearing	NBR	
Split Cone Nut	Stainless Steel	304
Split Cone	Stainless Steel	304
Impeller	Stainless Steel	304
NEMA Mounting Bracket	Stainless Steel	304
Strainer	Stainless Steel	304
Shaft	Stainless Steel	304
Strap	Stainless Steel	304
Nut for Strap	Stainless Steel	304
Coupling	Stainless Steel	304
Valve Guide	Stainless Steel	304

6.1.4.1. *Barba*SP9006

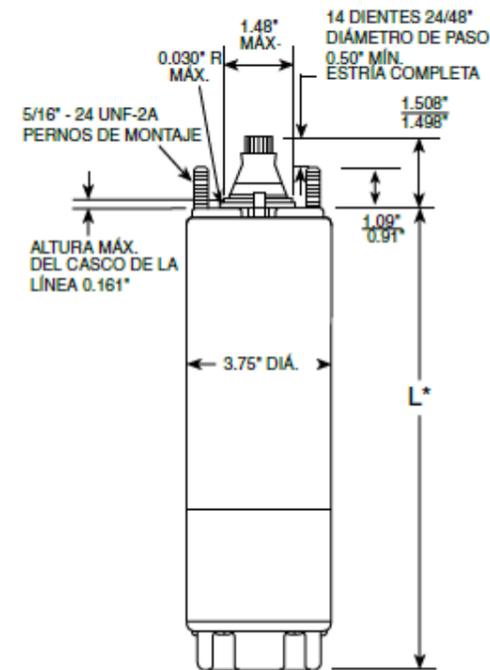


MODEL	HP	STAGE	MOTOR DIA. (inches)	HEIGHT (in)		WEIGHT (lbs)	
				Pumps	Motor	Pumps	Motor
SP-90-02	3	2	4	15.9	16.1	14.1	35.3
SP-90-04	5	4	4	20.6	22.2	20.5	55.1
SP-90-06	7.5	6	6	25.4	24.2	26.9	105.8
SP-90-09	10	9	6	32.8	29.4	38.8	114.8
SP-90-13	15	13	6	42.1	28.0	49.4	127.9
SP-90-18	20	18	6	54.0	30.6	65.3	141.1
SP-90-22	25	22	6	63.5	33.1	78.0	154.3
SP-90-26	30	26	6	73.0	35.7	90.8	167.5
SP-90-30	40	30	6	82.6	40.8	103.6	202.8

6.1.5. Motores Sumergibles

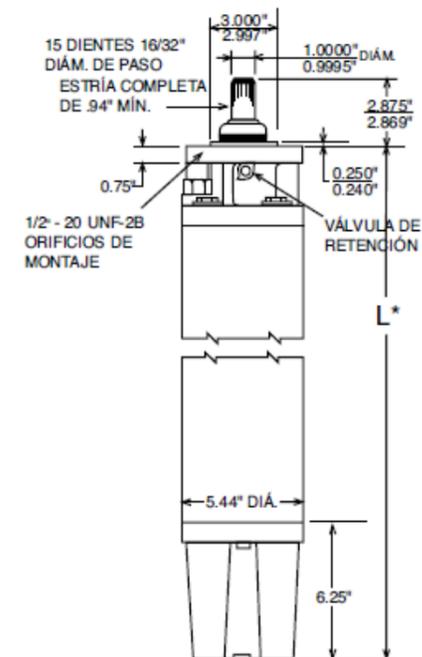
Alto Empuje de 4" — Dimensiones

(Pozo de Agua, Estándar)



6" — Dimensiones

(Pozo de Agua, Estándar)



Contratuera de Tensión del Conector del Motor

Motores de 4" con Contratuera:

15 a 20 pies-lb (20 a 27 Nm)

Motores de 4" con Placa de Fijación de 2 tornillos:

35 a 45 pulg-lb (40 a 51 Nm)

Motores de 6":

40 a 50 pies-lb (54 a 68 Nm)

Motores de 8" con Contratuera de 1-3/16" a 1-5/8"

de 50 a 60 lb-pie (68 a 81 N-m)

Motores de 8" con Placa de Fijación de 4 Tornillos:

Aplicar uniformemente la torsión en aumento a los tornillos en un patrón cruzado hasta que se alcancen de 80 a 90 lb-pulg (de 9.0 a 10.2 N-m).

Se muestran los pares de apriete de las contratuercas de tensión que se recomiendan para los ensambles en campo. La compresión del hule durante las primeras horas después del ensamble puede disminuir la torsión de la contratuera. Esta es una condición normal que no indica disminución en la efectividad de sellado. No se requiere volver a apretar, pero se puede y se recomienda si existen dudas sobre el par de torsión original.

No se debe volver a utilizar el conector de un motor usado. Se debe usar un conector nuevo de la línea cuando uno sea removido del motor, ya que el hule que queda y un posible daño en el reemplazo no permiten volver a sellar adecuadamente la línea anterior.

Todos los motores devueltos para consideración de la garantía deben regresarse con la línea incluida.

Carcasa de Acero Inoxidable 316 de 3 Líneas

HP	KW	"L" (pulg.)	PESOS DE EMBARQUE		TAMAÑO DE LA CAJA DEL MOTOR (en pulgadas)
			LBS	KG	
5	3.7	22.5	101	46	7.50 x 10.75 x 34.50
7.5	5.5	23.8	108	49	7.50 x 10.75 x 34.50
10	7.5	25.0	116	53	7.50 x 10.75 x 34.50
15	11	27.6	129	59	7.50 x 10.75 x 34.50
20	15	30.2	145	66	7.50 x 10.75 x 37.00
25	18.5	32.7	156	71	7.50 x 10.75 x 42.25
30	22	35.3	174	79	7.50 x 10.75 x 42.25
40	30	40.4	202	92	7.50 x 10.75 x 47.25
50	37	59.2	300	136	8.75 x 10.50 x 71.75
60	45	65.2	330	150	8.75 x 10.50 x 71.75

Modelos Disponibles Y-Δ de 6 líneas. (Agregue 5 lbs a los pesos de embarque).

6.1.5.1. *Motor Franklin Electric 2261113920*

Tabla de Selección Motores Encapsulados Monofásicos 6"

HP	Descripción	Volts	HZ	SF	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
5	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 23	4.91	76	99	2261109020
	N 14.3					2261108020				
	R 10.8					2261103920				
7.5	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 36.5	7.3	74	165	2261119020
	N 34.4					2261118020				
	R 5.5					2261113920				
10	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 44	9.8	77	204	2261129020
	N 39.5					2261128020				
	R 9.3					2261123920				
15	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 62	13.9	80	303	2261139020
	N 52					2261138020				
	R 17.5					2261133920				

6.1.5.2. *Motor Franklin Electric 2261118020*

Tabla de Selección Motores Encapsulados Monofásicos 6"

HP	Descripción	Volts	HZ	SF	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
5	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 23	4.91	76	99	2261109020
	N 14.3					2261108020				
	R 10.8					2261103920				
7.5	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 36.5	7.3	74	165	2261119020
	N 34.4					2261118020				
	R 5.5					2261113920				
10	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 44	9.8	77	204	2261129020
	N 39.5					2261128020				
	R 9.3					2261123920				
15	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 62	13.9	80	303	2261139020
	N 52					2261138020				
	R 17.5					2261133920				

6.153. *Motor Franklin Electric 226028120*

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
7.5	SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		DOL (3)	21.8	7	80	130	2366018120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				21.8	7	80	130	2366014020
	SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		DOL (3)	13.4	7	80	79	2366618120
	SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				10.9	7	80	65	2366118120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460		DOL (3)	10.9	7	80	65	2366114020
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL HI-TEMP 90C				10.8	7.4	76	84	2766110003
SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200		Y- Delta (6)	10.9	7	80	21.45	2367118120	
ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				32.7	9.4	79	198	2366528120	
10	SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		DOL (3)	28.4	9.4	79	172	2366028120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				28.4	9.4	79	172	2366024020
	SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		DOL (3)	17.6	9.4	79	104	2366628120
	SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				14.2	9.4	79	86	2366128120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460		DOL (3)	14.2	9.4	79	86	2366124020
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL HI-TEMP 90C				13.9	9.4	79	119	2766120003
SELO SAND FIGHTER- C-SUBTROL			Y- Delta (6)	14.2	9.4	79	28.38	2367128120	

6.154. *Motor Franklin Electric 22430838602G*

Motores Monofásicos - 3 hilos

HP	VOLTS	HZ	SF	CORRIENTE (AMPS)		NO. DE PARTE	EMPUJE	PESO LBS.	EFICIENCIA %	AMPS. ROTOR BLOQUEADO
				FL	FS					
1/2	115	60	1.6	Y 10 B 10 R 0	Y 12 B 12 R 0	2145049004GS	300	19	56	50.5
	230	60	1.6	Y 5 B 5 R 0	Y 6 B 6 R 0	2145059004GS				
3/4	230	60	1.5	Y 6.8 B 6.8 R 0	Y 8 B 8 R 0	2145079004GS	650	21	59	34.2
1	115	60	1.4	Y 9.8 B 7.2 R 6.4	Y 12.9 B 9.1 R 8.1	2545189003GS				
	230	60	1.4	Y 8.2 B 8.2 R 0	Y 9.8 B 9.8 R 0	2145089003GS				
1.5	230	60	1.3	Y 10 B 9.9 R 1.3	Y 11.5 B 11.0 R 1.3	2243009203GS				
2	230	60	1.25	Y 10 B 9.3 R 2.6	Y 13.2 B 11.9 R 2.6	2243019204GS	900	33	71	51
3	230	60	1.15	Y 14 B 11.2 R 6.1	Y 17 B 12.6 R 6	2243022604G				
5	230	60	1.15	Y 23 B 15.9 R 11	Y 27.5 B 19.1 R 10.8	2243038602G				

6.1.55. *Motor Franklin Electric 2243009203*

Motores Monofásicos - 3 hilos

HP	VOLTS	HZ	SF	CORRIENTE (AMPS)		NO. DE PARTE	EMPUJE	PESO LBS.	EFICIENCIA %	AMPS. ROTOR BLOQUEADO
				FL	FS					
1/2	115	60	1.6	Y 10 B 10 R 0	Y 12 B 12 R 0	214504900405	300	19	56	50.5
	230	60	1.6	Y 5 B 5 R 0	Y 6 B 6 R 0	214505900405				23
3/4	230	60	1.5	Y 6.8 B 6.8 R 0	Y 8 B 8 R 0	214507900405	300	21	59	34.2
	115	60	1.4	Y 9.8 B 7.2 R 6.4	Y 12.9 B 9.1 R 8.1	254518900305				25
1	230	60	1.4	Y 8.2 B 8.2 R 0	Y 9.8 B 9.8 R 0	214508900305	300	24	62	41.8
	115	60	1.3	Y 10 B 9.9 R 1.3	Y 11.5 B 11.0 R 1.3	224300920305				28
2	230	60	1.25	Y 10 B 9.3 R 2.6	Y 13.2 B 11.9 R 2.6	224301920405	300	33	71	51
3	230	60	1.15	Y 14 B 11.2 R 6.1	Y 17 B 12.6 R 6	224302260405				41
5	230	60	1.15	Y 23 B 15.9 R 11	Y 27.5 B 19.1 R 10.8	224303860205	1500	71	76	121

6.1.56. *Motor Franklin Electric 236614*

TIPO	MPREFIJO MODELO MOTOR	CAPACIDAD				A PLENA CARGA		MAXIMO (CARGA F.S.)		RESISTENCIA LINEA A LINEA EN OHMS	% EFICIENCIA		AMPS ROTOR BLOQUEADO	CODIGO KYA	
		HP	KW	VOLTS	HZ	F.S.	AMPS	WATTS	AMPS		WATTS	F.S.			F.L.
	236654	20	15	200	60	1.15	61.9	18100	69.7	20900	16-20	82	82	416	J
	236604			230	60	1.15	53.8	18100	60.6	20900	22-26	82	82	362	J
	236664			380	60	1.15	33	18100	37.3	20900	55-68	82	82	219	J
	236614			460	60	1.15	26.9	18100	30.3	20900	8-10	82	82	181	J
	236624			575	60	1.15	21.5	18100	24.2	20900	1.3-1.6	82	82	145	J

6.1.57. *Motor Franklin Electric 236600*

TIPO	MPREFIJO MODELO MOTOR	CAPACIDAD				A PLENA CARGA		MAXIMO (CARGA F.S.)		RESISTENCIA LINEA A LINEA EN OHMS	% EFICIENCIA		AMPS ROTOR BLOQUEADO	CODIGO KYA	
		HP	KW	VOLTS	HZ	F.S.	AMPS	WATTS	AMPS		WATTS	F.S.			F.L.
6" EST.	236650	5	3.7	200	60	1.15	17.5	4700	20.0	5400	7.7-9.5	79	79	99	H
	236600			230	60	1.15	15	4700	17.6	5400	1.0-1.2	79	79	86	H
	236660			380	60	1.15	9.1	4700	10.7	5400	2.6-3.2	79	79	52	H
	236610			460	60	1.15	7.5	4700	8.8	5400	3.9-4.8	79	79	45	H
	236620			575	60	1.15	6	4700	7.1	5400	6.3-7.7	79	79	34	H

6.1.58. *Motor KSBUMA150D721*

Désignation

UMA 200 D 45 / 2 1

Gama Gamme
 Tamaño del Motor Taille moteur (mm) 1)
 Código Code de construction
 Potencia Nominal Puissance nominale max. (en 50 Hz)
 Número de Polos Nombre de pôles
 Tipo de Bobinado Bobinage (1 = J1, 2 = J2)

1) 150 mm Δ 6", 200 mm Δ 8", 250 mm Δ 10", 300 mm Δ 12"

UMA 150D

6 pouces
 400 V
 3~, n = 2840 t/min, direct + Y-Δ
 v ≥ 0,2 m/s; 0,5 m/s

Taille	Pn kW	ch	Tmax °C		nN t/min	ηM			cos φ			In A	Cu-θ ²		Ia / In		
			T0,5 °C	T0,2 °C		4/4 %	3/4 %	2/4 %	4/4	3/4	2/4		Direct mm ²	Y-Δ mm ²	Direct 100%	Direct 70%	Y-Δ 58%
UMA 150D 5/21	5,5	7,3	39	35	2895	75,5	76,0	71,0	0,80	0,71	0,60	13,2	4 x 2,5	3/4 x 2,5 ⁴⁾	4,5	2,2	1,5
UMA 150D 7/21	7,5	10,0	36	30	2875	77,0	78,0	76,0	0,84	0,77	0,65	16,8	4 x 2,5	3/4 x 2,5 ⁴⁾	4,3	2,1	1,4
UMA 150D 9/21	9,3	12,4	35	29	2875	78,5	79,5	78,0	0,84	0,78	0,66	20,4	4 x 2,5	3/4 x 2,5 ⁴⁾	4,3	2,1	1,4
UMA 150D 13/21	13,0	17,4	35	28	2885	81,0	81,5	80,0	0,83	0,76	0,64	26,0	4 x 2,5	3/4 x 2,5 ⁴⁾	4,8	2,3	1,6
UMA 150D 15/21	15,0	20,1	36	30	2880	82,0	83,0	82,0	0,84	0,79	0,67	31,3	4 x 4,0	3/4 x 2,5 ⁴⁾	4,8	2,3	1,6
UMA 150D 19/21	18,5	24,7	33	26	2880	82,5	83,0	81,5	0,83	0,76	0,64	39,4	4 x 4,0	3/4 x 2,5 ⁴⁾	4,8	2,4	1,6
UMA 150D 22/21	22,0	29,4	35	29	2885	83,5	84,0	83,0	0,82	0,76	0,64	46,1	4 x 4,0	3/4 x 2,5 ⁴⁾	5,2	2,5	1,7
UMA 150D 26/21	26,0	34,8	37	31	2890	85,0	85,5	84,0	0,83	0,77	0,66	53,1	4 x 6,0	3/4 x 4,0 ⁴⁾	5,4	2,6	1,8
UMA 150D 30/21	30,0	40,2	36	30	2895	85,0	85,0	83,5	0,82	0,75	0,63	62,3	4 x 6,0	3/4 x 4,0 ⁴⁾	5,6	2,8	1,9
UMA 150D 37/22	37,0	49,5	46	39	2885	84,5	85,5	84,5	0,83	0,77	0,64	76,3	3/4 x 4,0 I ³⁾	3/4 x 4,0 ⁴⁾	5,2	2,5	1,7

- 2) ☐ valable pour installation immergée seulement
- 3) 2 câbles parallèles
- 4) Utilisation possible en démarrage direct, avec couplage Δ des 2 câbles sortie moteur dans la trousse de jonction ou le coffret électrique.

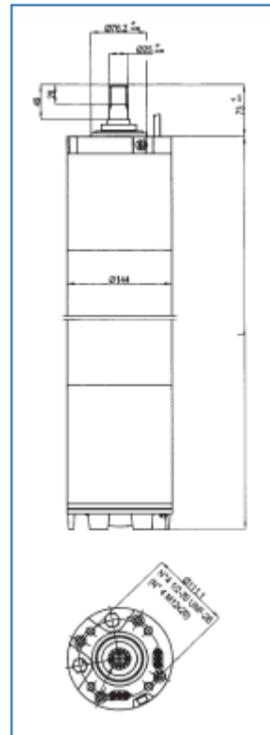
6.1.59. SAERMS152-25

MS152

DIMENSIONI D'INGOMBRO
 OVERALL DIMENSIONS
 DIMENSIONES GENERALES

Motor type Motor tipo	Power Output Potencia	L	Weight Peso	J	
kW	HP	mm	kg	kg m ²	
MS152-2	1,5	2	485	32,4	0,00294
MS152-3	2,2	3	485	32,5	0,00294
MS152-4	3	4	502	36	0,00404
MS152-5	4	5,5	521	40	0,00457
MS152-7	5,5	7,5	552	44	0,00512
MS152-10	7,5	10	595	49	0,00587
MS152-12	9	12,5	635	54	0,00657
MS152-15	11	15	685	60	0,00745
MS152-17	13	17,5	725	62	0,00815
MS152-20	15	20	775	65	0,00890
MS152-25	18,5	25	875	81	0,01126
MS152-30	22	30	965	91	0,01284
MS152-35	26	35	1055	103	0,01442
MS152-40	30	40	1135	109	0,01582
MS152-50	37	50	1315	130	0,01898

ALBERO
 Albero dentato: 15 denti, modulo 1,5875, angolo di pressione 30°, accoppiamento ANSI B.92.1 classe 5. Conforme a Norma NEMA 6.
 SHAFT
 Spine shaft: 15 teeth, module 1.5875, 30° pressure angle, coupling ANSI B.92.1, class 5. In conformity with NEMA 6° standards.
 EJE
 Eje astrado: 15 dientes, módulo 1,5875, ángulo de presión 30°, acoplamiento ANSI B.92.1 clase 5, en conformidad a las normas NEMA 6°.



Motor type Motor tipo	Pn kW	HP	Un V	Ln A	nN min ⁻¹	cos φ	Ca/Cn	Ia/In	Ka						
Motor type Motor tipo	30%	75%	100%	30%	75%	100%	kg	lb							
MS152-2	1,5	2	480	3,2	3480	520	64,0	68,0	0,76	0,82	0,86	4,9	1,50	1000	2200
MS152-3	2,2	3	480	4,9	3470	575	66,0	67,0	0,68	0,76	0,84	4,9	1,55	1000	2200
MS152-4	3	4	480	6,6	3490	590	65,9	69,0	0,69	0,76	0,82	5,78	2,04	1000	2200
MS152-5	4	5,5	480	8,1	3475	660	71,5	74,0	0,69	0,79	0,85	5,56	2,07	1000	2200
MS152-7	5,5	7,5	480	10,6	3475	703	75,6	77,2	0,71	0,79	0,85	5,76	2,17	1000	2200
MS152-10	7,5	10	480	13,9	3475	730	77,4	79,0	0,72	0,79	0,85	5,92	2,43	1000	2200
MS152-12	9,2	12,5	480	17,3	3475	740	78,0	79,7	0,70	0,79	0,84	5,90	2,38	1000	2200
MS152-15	11	15	480	20,6	3480	739	78,2	80,0	0,69	0,78	0,84	6,30	2,34	1000	2200
MS152-17	13	17,5	480	23,9	3475	745	78,5	79,8	0,70	0,79	0,85	6,68	2,31	1000	2200
MS152-25	18,5	25	480	32,8	3480	780	81,9	82,0	0,71	0,81	0,86	6,71	2,38	1800	4000
MS152-30	22	30	480	37,9	3470	820	84,8	85,0	0,73	0,82	0,86	6,71	2,44	1800	4000
MS152-35	26	35	480	44,4	3480	80,6	84,0	84,8	0,72	0,81	0,86	6,75	2,41	1800	4000
MS152-40	30	40	480	50,4	3475	703	83,5	84,4	0,74	0,83	0,87	6,55	2,51	1800	4000
MS152-50	37	50	480	60,9	3465	832	85,8	86,2	0,78	0,86	0,88	6,65	2,40	1800	4000

Pn: Potenza nominale • Rated Output • Potencia nominal
 Un: Tensione nominale • Rated Voltage • Tension nominal
 Ln: Corrente nominale • Rated Current • Corriente nominal
 nN: Velocità nominale • RPM • Velocidad nominal
 η: Rendimento • Efficiency • Rendimiento
 Ca/Cn: Coppia avviamento/Coppia nominale • Locked rotor Torque/Rated Torque • Cupla de arranque/Cupla nominal
 Ia/In: Corrente avviamento/Corrente nominale • Locked rotor current/Rated amperage • Corriente de arranque/Corriente nominal
 Ka: Carico assiale • Axial thrust • Carga axial

FATTORE DI SERVIZIO • SERVICE FACTOR • FACTOR DE SERVICIO = 1,15

SERVIZIO • SERVICE • SERVICIO S1
 PROTEZIONE • PROTECTION • PROTECCION IP 68
 FORMA • VERSION • FORMA V19
 RAFFREDDAMENTO • COOLING • ENFRIAMIENTO IC40
 CLASSE ISOLAMENTO • INSULATION CLASS • CLASE AISLAMIENTO: PVC = 70 °C PE = 95 °C

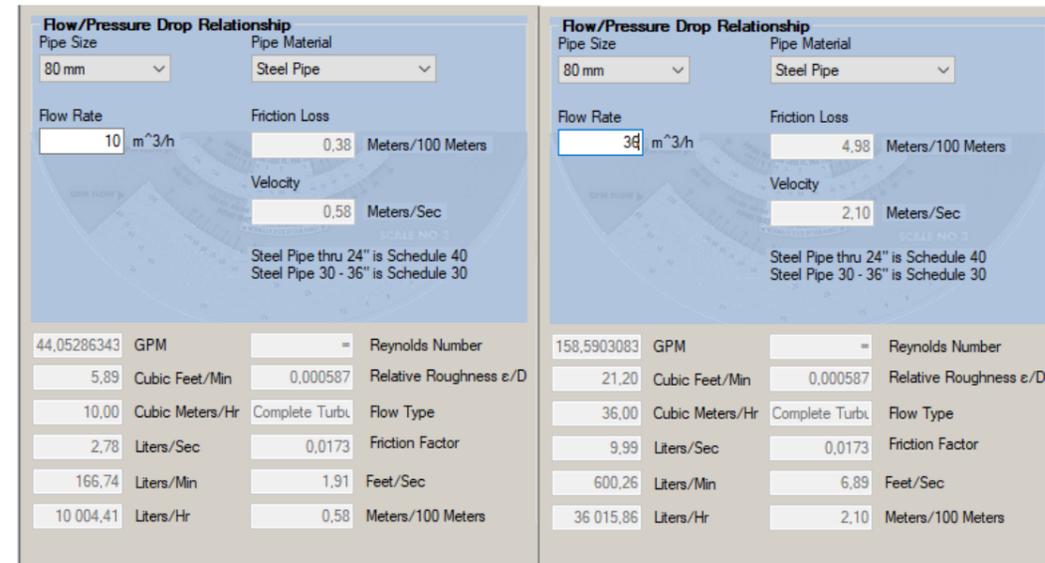
Motori costruiti in conformità alle Norme IEC EN 60034-1, IEC EN 60204-1 ed alle Norme NEMA MG1-18.401-18.413
 Motors manufactured in conformity to IEC EN 60034-1, IEC EN 60204-1 and NEMA MG1-18.401-18.413 Std.
 Motores construidos en conformidad a las normas IEC EN 60034-1, IEC EN 60204-1 y a las normas NEMA MG1-18.401-18.413

Tolleranze secondo Norme IEC EN 60034-1, IEC EN 60204-1 = Norme NEMA MG1 - Norme DIN-VDE 0530
 Tolerances in conformity to IEC EN 60034-1, IEC EN 60204-1 = MG1 NEMA Std, DIN-VDE 0530 Std.
 Tolerancias según normas IEC EN 60034-1, IEC EN 60204-1 = Normas NEMA MG1 = Normas DIN-VDE 0530

6.2. Apéndice 2. Selección de Diámetro de Tubería

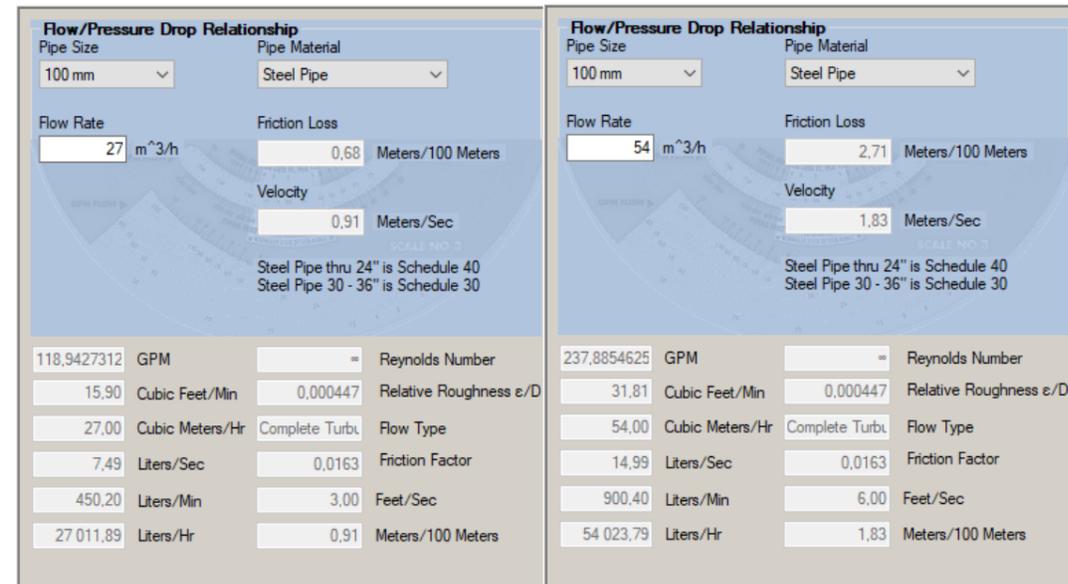
6.2.1. Clases II, III y VII

Para caudales entre 3 y 10 l/s, la velocidad del agua es afectada solamente por el caudal que se desea transportar, el diámetro de la tubería y la rugosidad del material de la tubería.



Como se puede comprobar, la velocidad en el valor mínimo y máximo de caudal está dentro del rango estimado. Se tiene que el diámetro para las clases mencionadas recomendadas es de 80 mm.

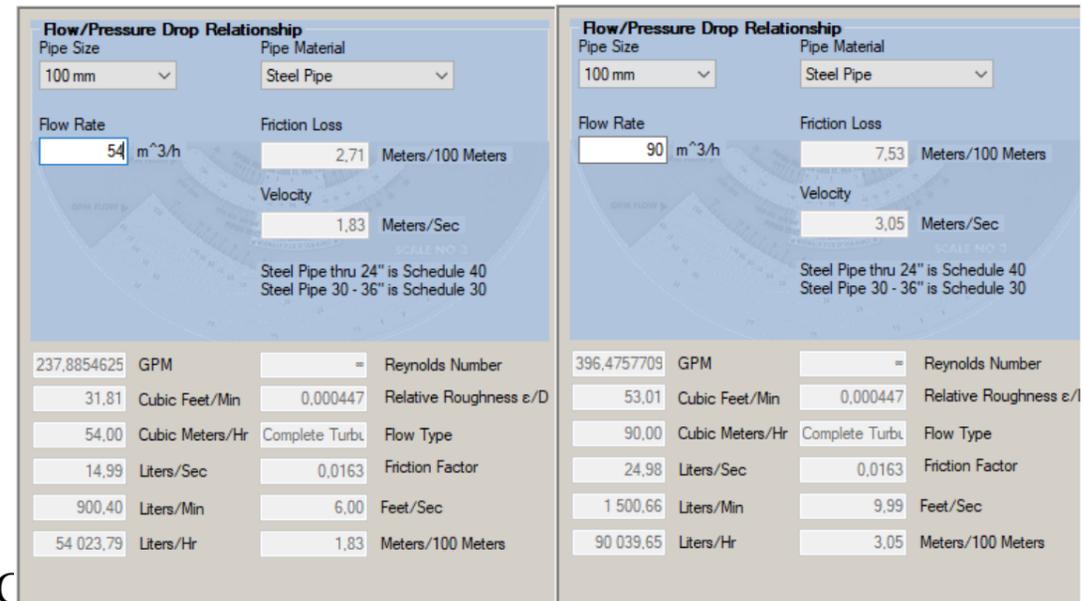
622. Clase IV
 Con un caudal entre 7,5 y 15 l/s



Para la clase IV, se determina un diámetro de 100mm.

623. Clases V y VI

Para un caudal entre 15 y 25 l/s, también se obtuvieron diámetros de 100 mm



624. Clase VIII

Para caudales de 0 a 3 l/s, el caudal es máximo de 3 l/s:

Flow/Pressure Drop Relationship

Pipe Size: 40 mm | Pipe Material: Steel Pipe

Flow Rate: 11 m³/h | Friction Loss: 13,61 Meters/100 Meters

Velocity: 2,33 Meters/Sec

Steel Pipe thru 24" is Schedule 40
Steel Pipe 30 - 36" is Schedule 30

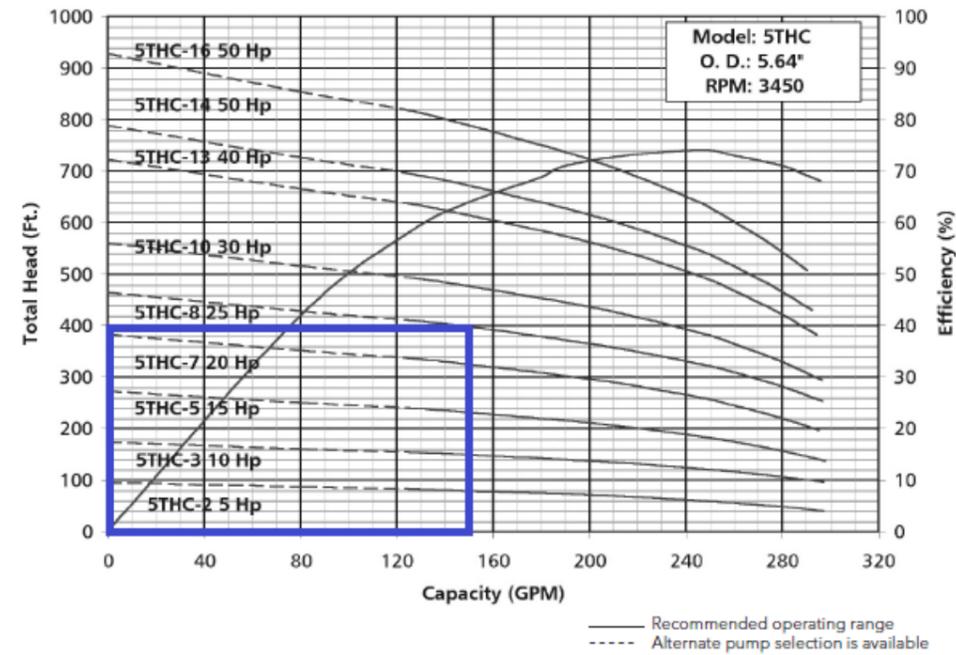
48,45814977	GPM	=	Reynolds Number
6,48	Cubic Feet/Min	0,001118	Relative Roughness ϵ/D
11,00	Cubic Meters/Hr	Complete Turbu	Flow Type
3,05	Liters/Sec	0,0202	Friction Factor
183,41	Liters/Min	7,64	Feet/Sec
11 004,85	Liters/Hr	2,33	Meters/100 Meters

6.3. Apéndice 3. Curvas de Selección de Bombas

6.3.1. Bomba Clase II

Para la clase II, se tiene un solo pozo con un caudal de 9,5 l/s y una presión de 175 psi. Como se muestra en las siguientes figuras, se requeriría una potencia para el motor de 18,5 kW (25 HP), y de un NPSH de 4,55 psi o 3,20 mca.

MODEL 5THC 240 GPM

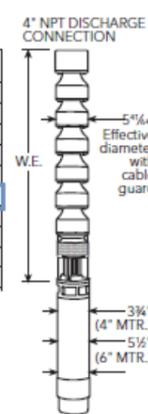


DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
5	2	C05THC005A44B	20.9	57
		C05THC005A64B	23.3	62
10	3	C05THC010A64B	28.0	75
15	5	C05THC015A64B	37.6	101
20	7	C05THC020A64B	47.3	127
25	8	C05THC025A64B	52.0	153
30	10	C05THC030A64B	61.7	166
40	13	C05THC040A64B	76.0	218
50	14	C05THC050A64B	80.7	221
50	16	C05THC050A64B	90.6	257

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

- NOTES:
 1. All dimensions in inches and weights in lbs.
 2. Solid line is recommended operating range.
 3. For intermediate horsepower pumps consult factory.
 4. Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Uphrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura Curva de selección de bomba para Clase II según Goulds, 2012

15A21912 SP 46-12 50 Hz

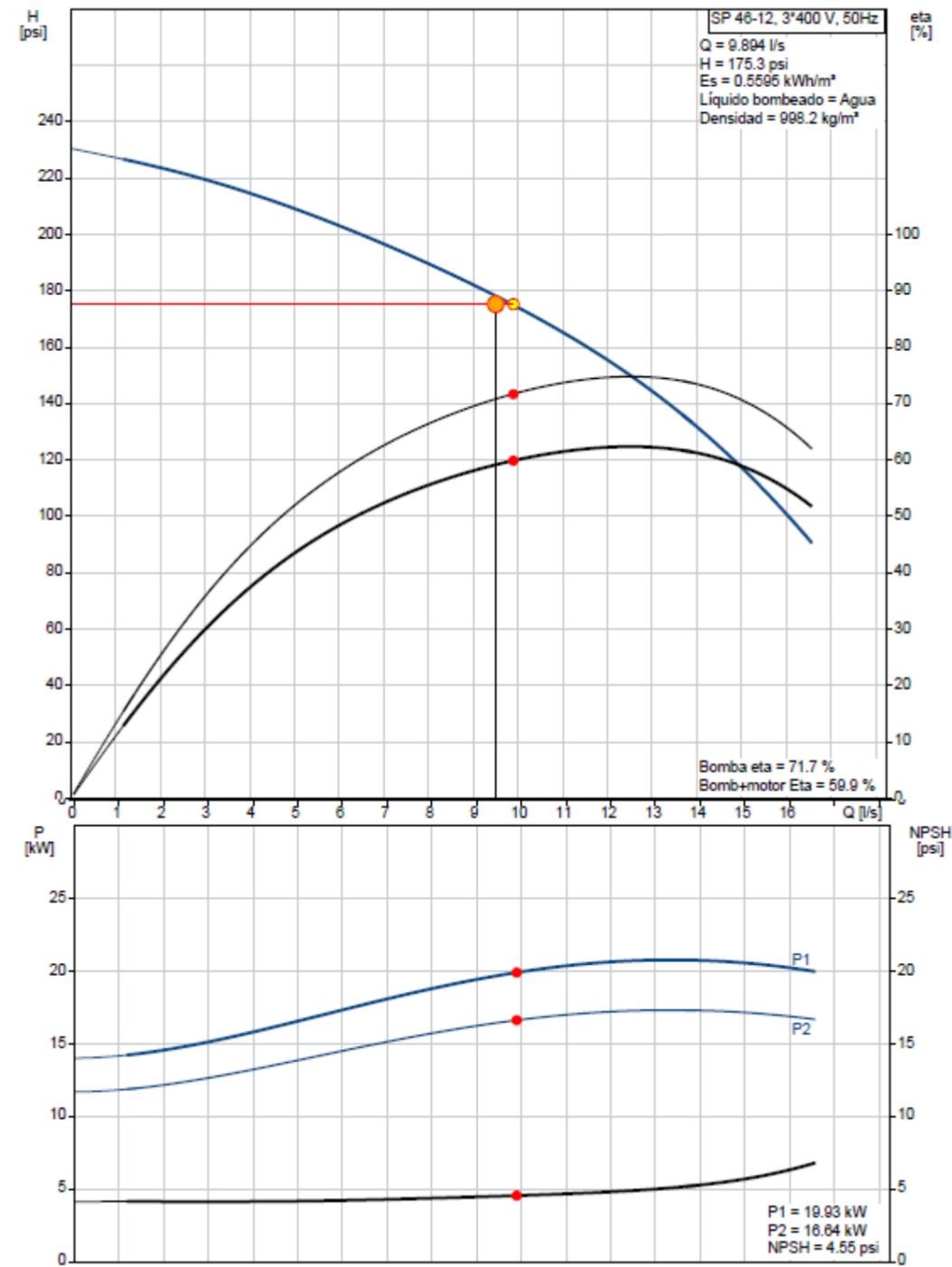
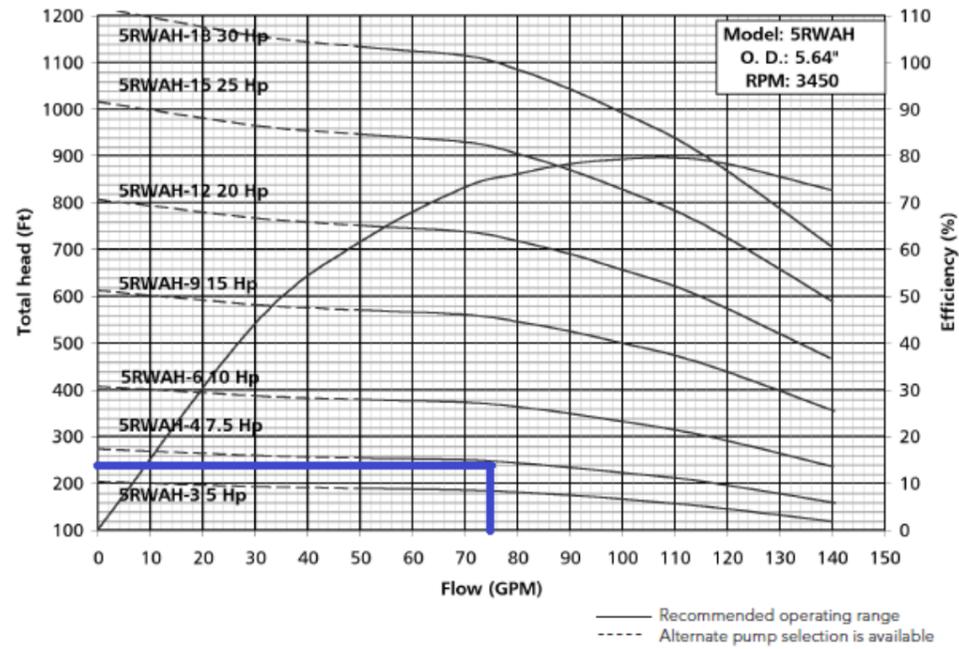


Figura. Curva de Selección de acuerdo con Gundfos para la Clase I. Fuente: Gundfos, 2020

632. Bomba Clase III

Para la clase III, se tiene el caudal promedio de 4,75 l/s y 100 psi; por lo que se estimó una potencia de 5,5 kW (7,5 HP) y se requiere de un NPSH de 4,22 m o 6 psi.

MODEL 5RWAH 110 GPM

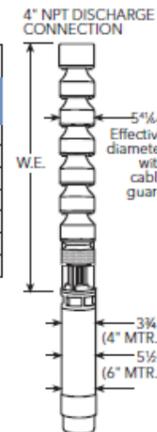


DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
5	3	C05RWH005A44B	21.3	64
		C05RWH005A64B	23.4	72
7.5	4	C05RWH007A44B	25.3	75
		C05RWH007A64B	27.3	83
10	6	C05RWH010A64B	35.4	107
15	9	C05RWH015A64B	51.4	155
20	12	C05RWH020A64B	59.4	177
25	15	C05RWH025A64B	71.4	213
30	18	C05RWH030A64B	83.4	252

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

- NOTES:**
 1. All dimensions in inches and weights in lbs.
 2. Solid line is recommended operating range.
 3. For intermediate horsepower pumps consult factory.
 4. Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura Curva de selección de bomba para Clase III según Goulds, 2012

12A01909 SP 17-9 50 Hz

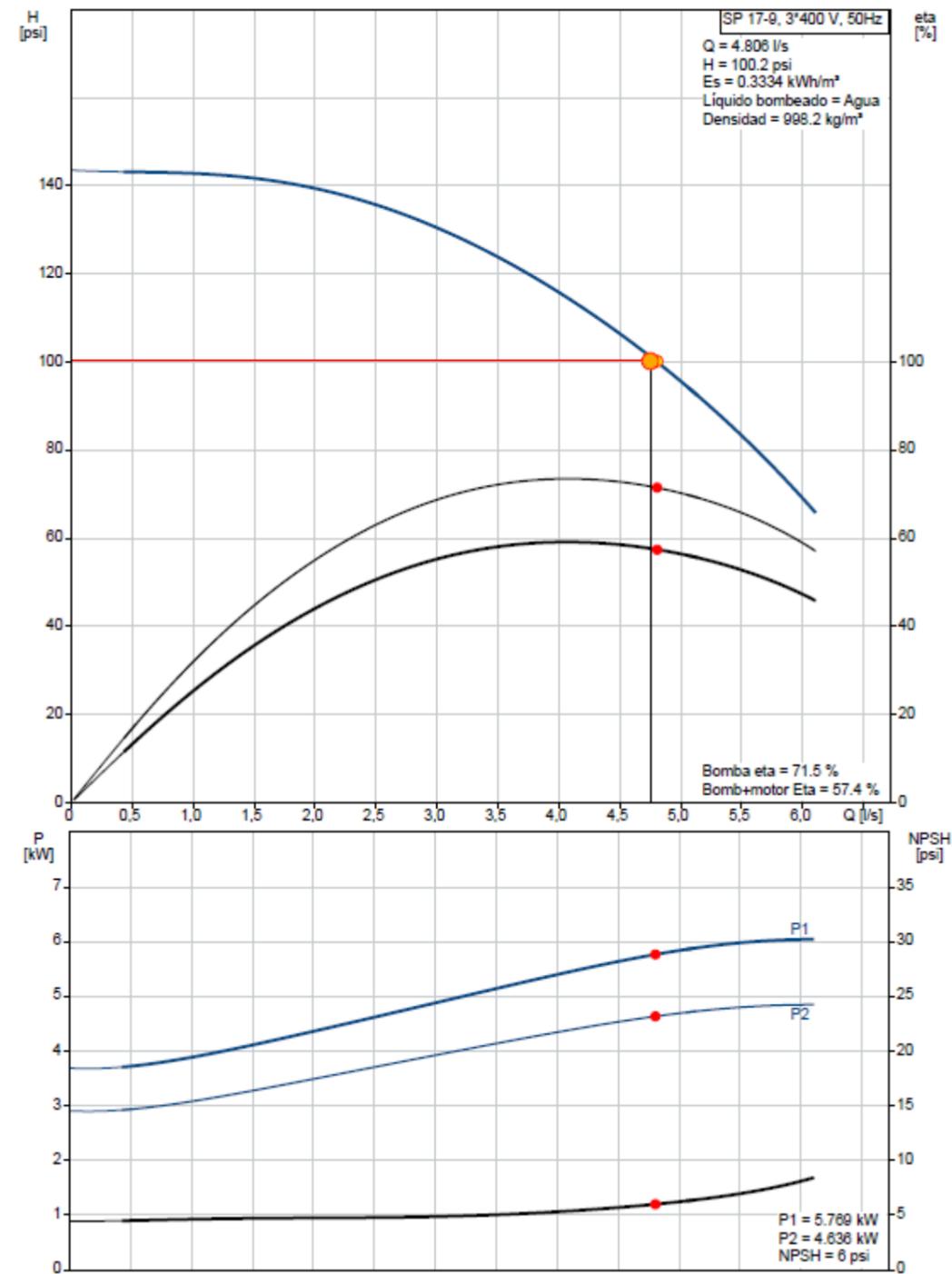
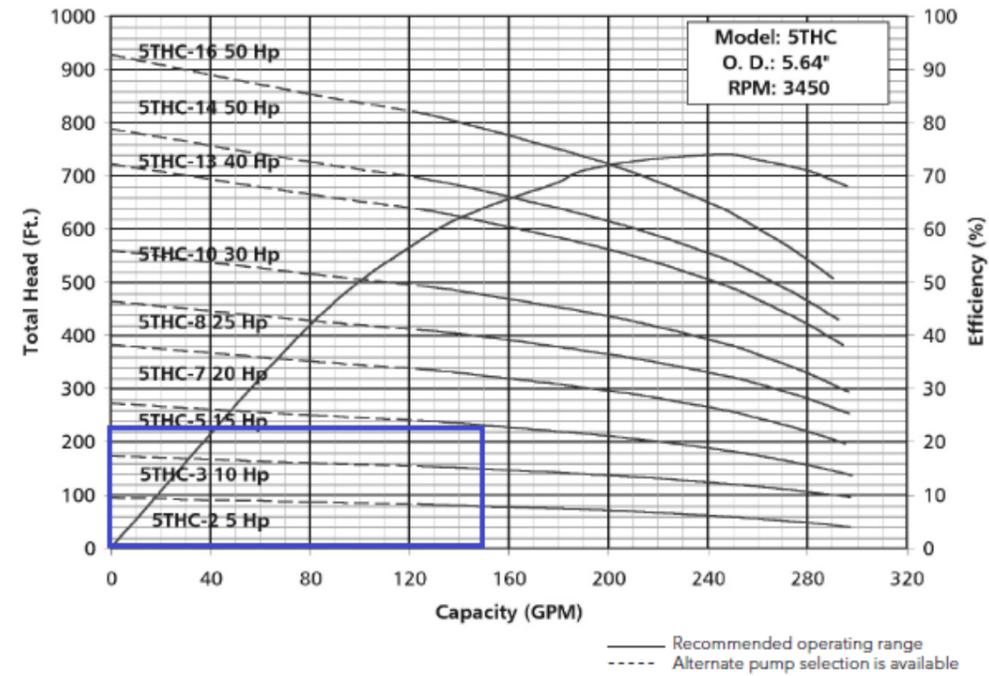


Figura. Curva de Selección de acuerdo con Grundfos para la Clase III. Fuente: Grundfos, 2020

6.3.3. Bomba Clase IV

Para la Clase IV, se obtuvo un promedio de 9,9 l/s y una presión 100 psi. Se calculó una presión de 11 kW (15 HP). NPSH requerido 4,56 psi o 3,21 mca.

MODEL 5THC 240 GPM

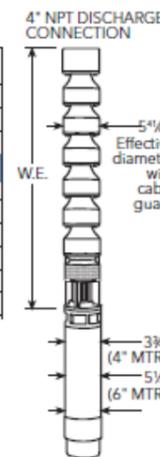


DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
5	2	C05THC005A44B	20.9	57
		C05THC005A64B	23.3	62
10	3	C05THC010A64B	28.0	75
15	5	C05THC015A64B	37.6	101
20	7	C05THC020A64B	47.3	127
25	8	C05THC025A64B	52.0	153
30	10	C05THC030A64B	61.7	166
40	13	C05THC040A64B	76.0	218
50	14	C05THC050A64B	80.7	221
50	16	C05THC050A64B	90.6	257

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

- NOTES:**
1. All dimensions in inches and weights in lbs.
 2. Solid line is recommended operating range.
 3. For intermediate horsepower pumps consult factory.
 4. Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura Curva de selección de bomba para Clase IV según Goulds, 2012

15A21907 SP 46-7 50 Hz

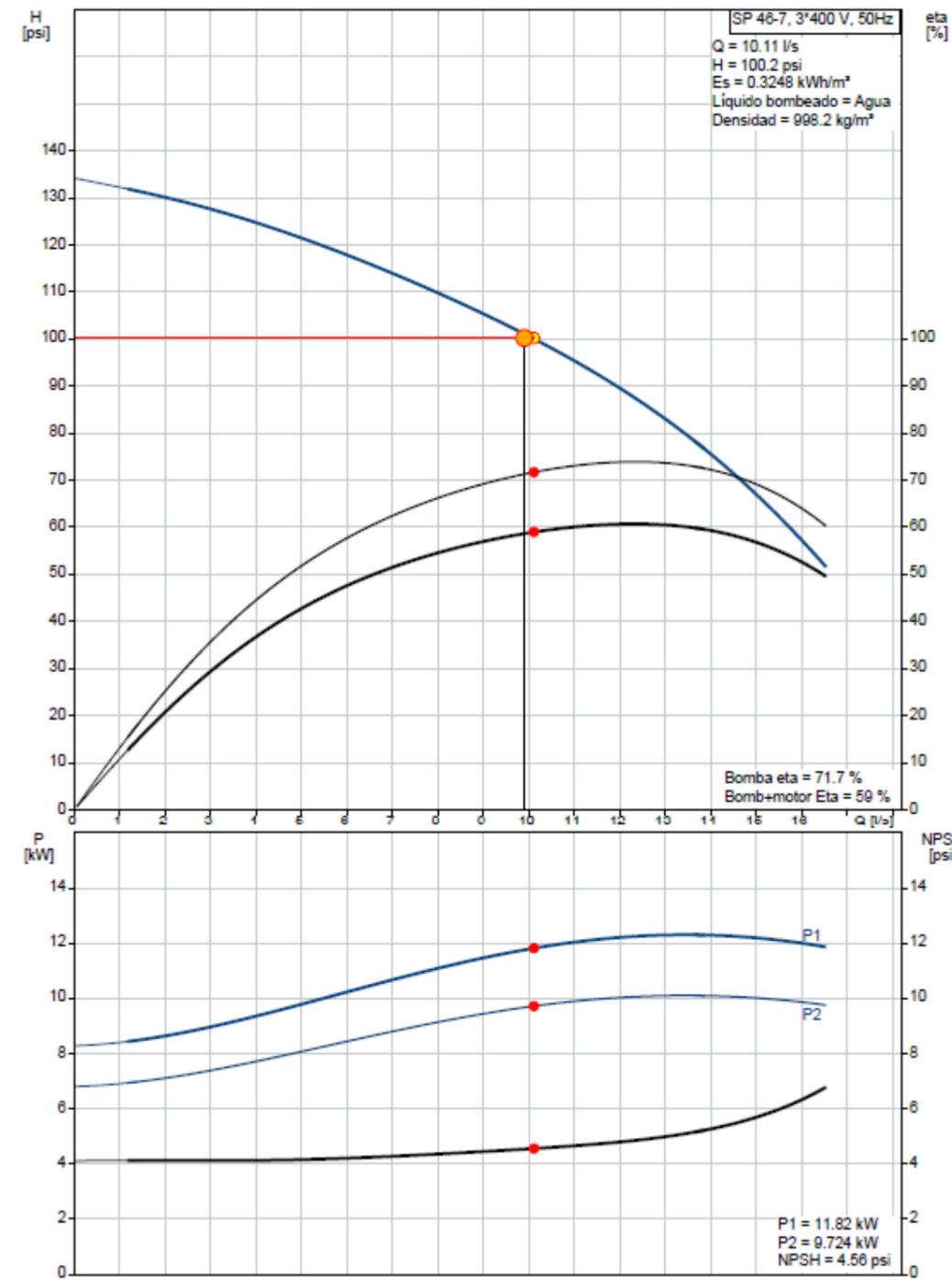
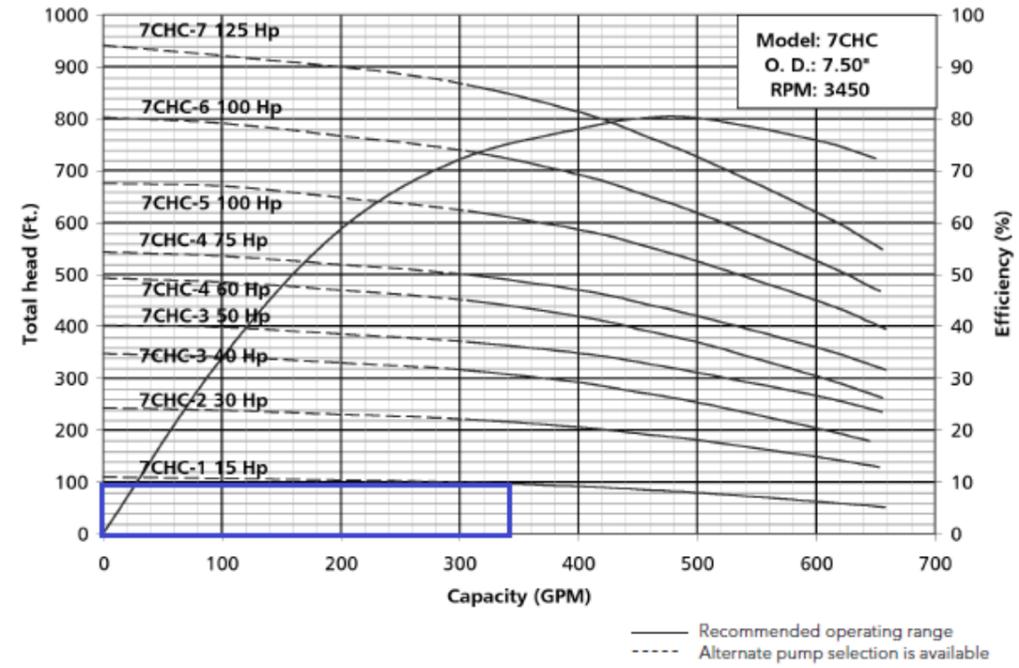


Figura. Curva de Selección de acerb con Grundfos para la Clase IV. Fuente: Grundfos, 2020

634. Bomba Clase V

Para la clase V, se tiene un caudal promedio de 20,90 l/s y una presión promedio de 40 psi. Las siguientes curvas, muestran que se requiere una potencia de 11 kW (15 HP) y un NPSH de 4,38 psi (3,10 mca)

MODEL 7CHC 500 GPM

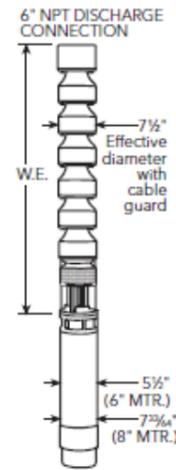


DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
15	1	C07CHC015A66B	22.9	75
30	2	C07CHC030A66B	29.3	103
40	3	C07CHC040A66B	35.6	131
50	3	C07CHC050A86B	35.6	131
60	4	C07CHC060A86B	42.0	159
75	4	C07CHC075A66B	43.6	171
100	5	C07CHC100A86B	50.0	199
100	6	C07CHC100B86B	56.5	227
125	7	C07CHC125A86B	63.0	255

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

- NOTES:**
- All dimensions in inches and weights in lbs.
 - Solid line is recommended operating range.
 - For intermediate horsepower pumps consult factory.
 - Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura Curva de selección de bomba para Clase V según Goulds, 2012

19001902 SP 95-2 50 Hz

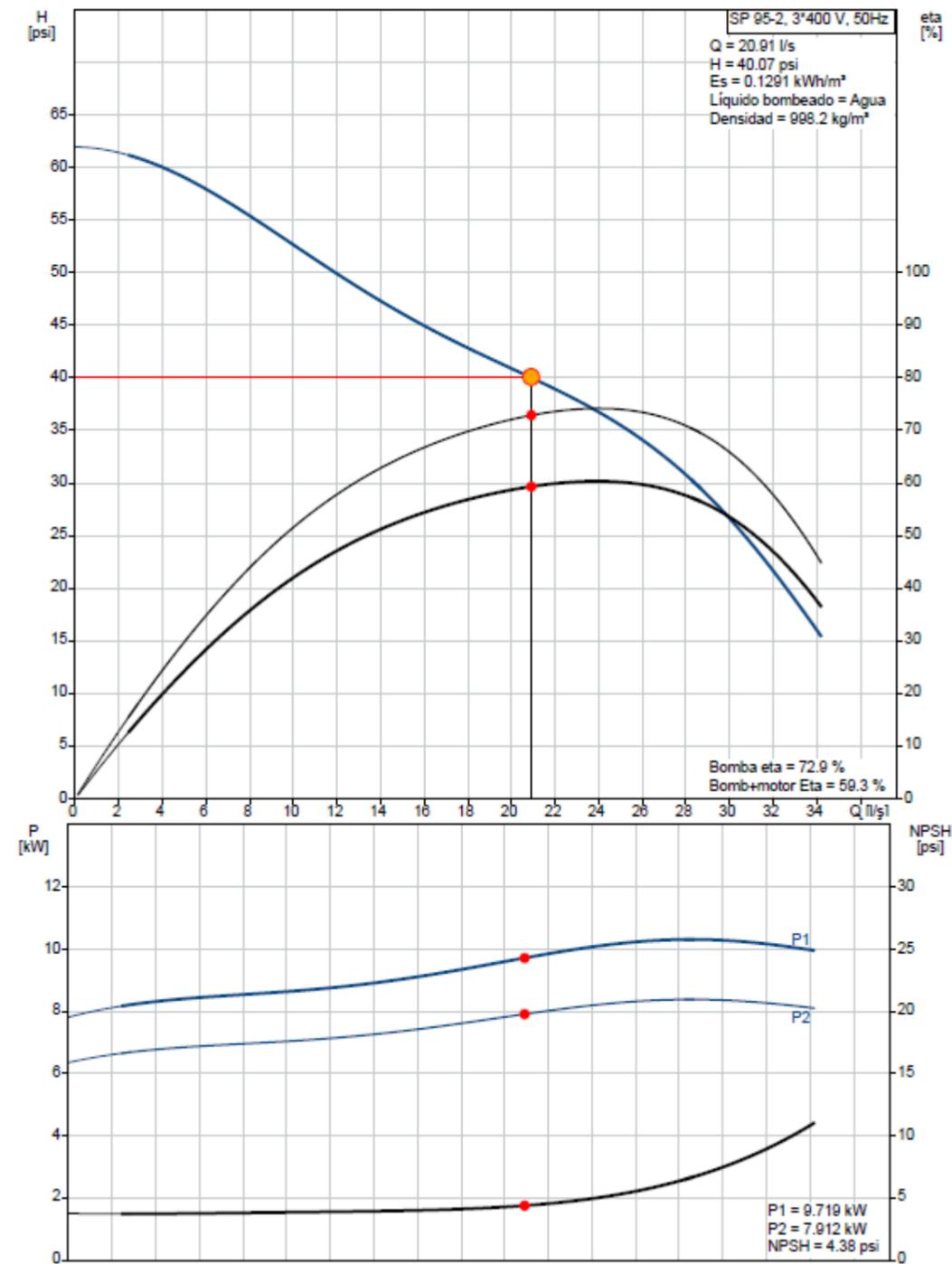
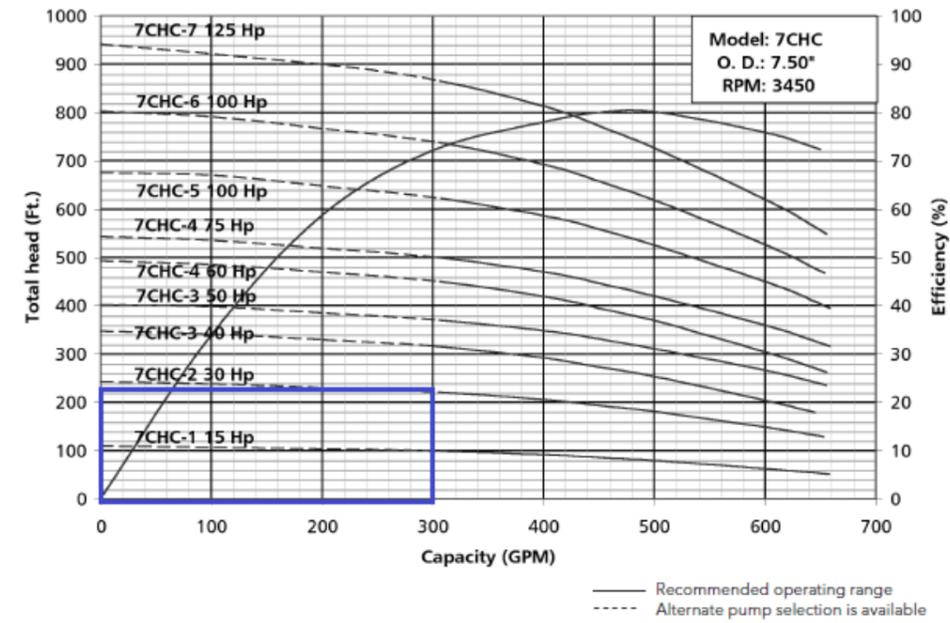


Figura. Curva de Selección de acuerdo con Grundfos para la Clase V. Fuente: Grundfos, 2020

635. Bomba Clase VI

Para la clase VI, se tomó el caudal promedio de 18,8 l/s y la presión de 110 psi. Con ello, se estimó una potencia de 23,7 kW, lo cual se redondea a 25 kW (30 HP) y un NPSH de 4,75 psi (3,34 mca).

MODEL 7CHC 500 GPM

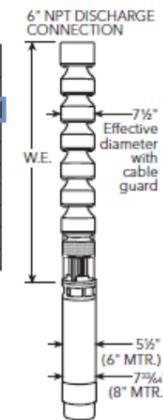


DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
15	1	C07CHC015A66B	22.9	75
30	2	C07CHC030A66B	29.3	103
40	3	C07CHC040A66B	35.6	131
50	3	C07CHC050A86B	35.6	131
60	4	C07CHC060A86B	42.0	159
75	4	C07CHC075A66B	43.6	171
100	5	C07CHC100A86B	50.0	199
100	6	C07CHC100B86B	56.5	227
125	7	C07CHC125A86B	63.0	255

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

- NOTES:**
- All dimensions in inches and weights in lbs.
 - Solid line is recommended operating range.
 - For intermediate horsepower pumps consult factory.
 - Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura Curva de selección de bomba para Clase VI según Goulds, 2012

16A01906 SP 77-6 50 Hz

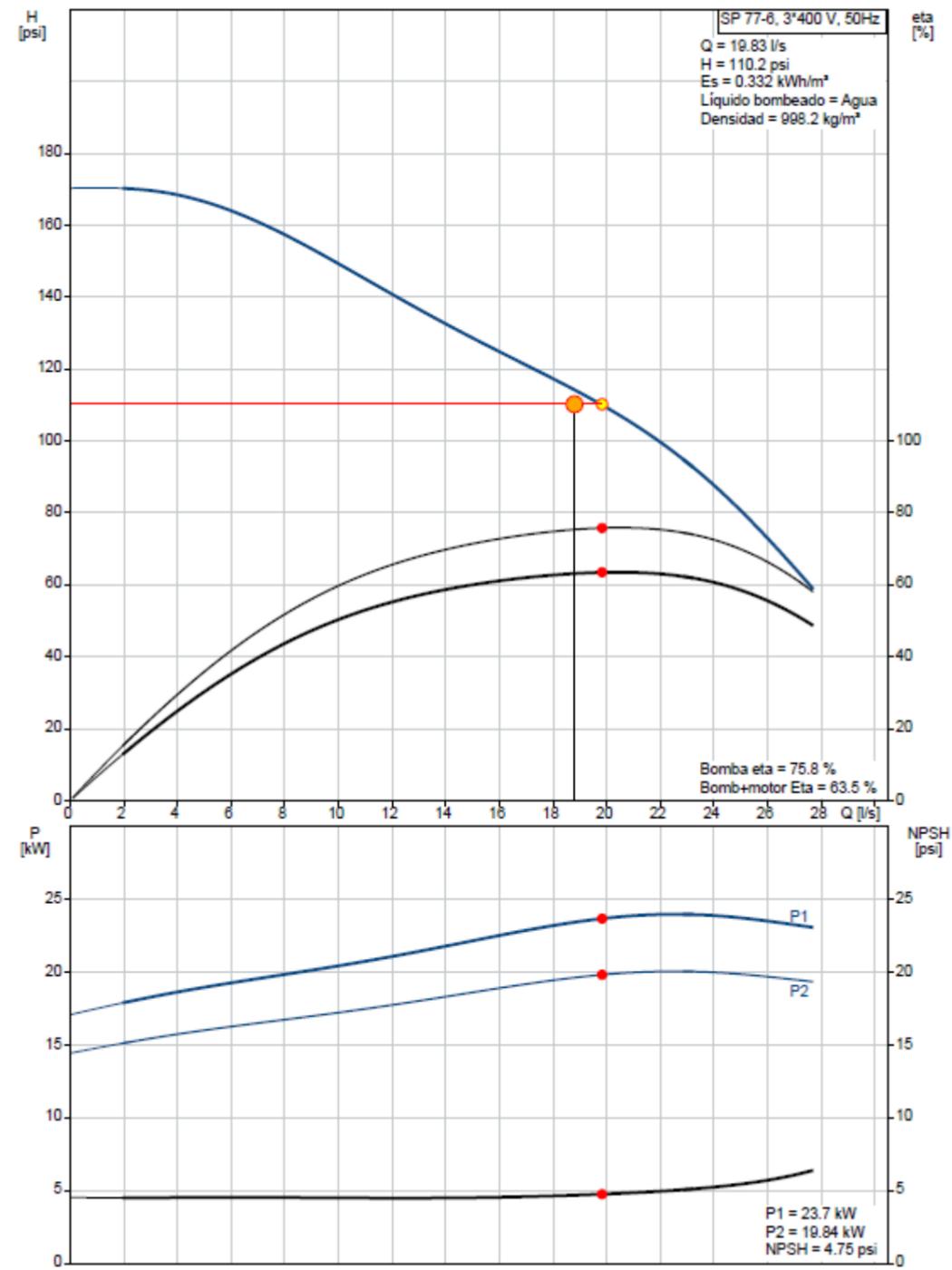
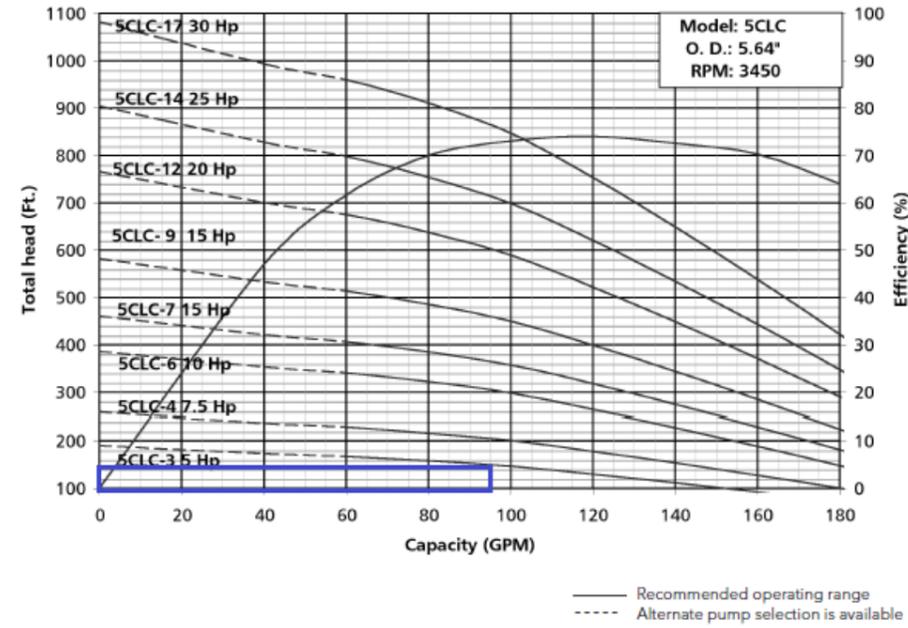


Figura. Curva de Selección de acuerdo con Grundfos para la Clase VII. Fuente: Grundfos, 2020

6.3.6. Bomba Clase VII

Para la clase VIII, se tiene un caudal promedio de 6,10 l/s y una presión de 55 psi. Esto permitió estimar una potencia de 3,7 kW (5HP). Se requiere un NPSH de 3,25 psi o 2,29 mca.

MODEL 5CLC 120 GPM

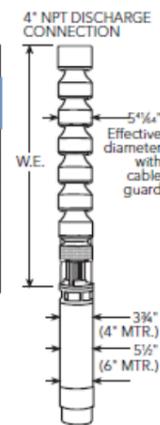


DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
5	3	C05CLC005A44B	25.2	70
		C05CLC005A64B	27.5	75
7.5	4	C05CLC007A44B	29.8	83
		C05CLC007A64B	32.1	88
10	6	C05CLC010A64B	41.4	114
15	7	C05CLC015A64B	46.1	127
15	9	C05CLC015B64B	55.3	153
20	12	C05CLC020A64B	69.2	192
25	14	C05CLC025A64B	78.5	218
30	17	C05CLC030A64B	92.3	257

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

NOTES:
 1. All dimensions in inches and weights in lbs.
 2. Solid line is recommended operating range.
 3. For intermediate horsepower pumps consult factory.
 4. Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 CI. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 CI. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

Figura Curva de selección de bomba para Clase VII según Goulds, 2012

13A01906 SP 30-6 50 Hz

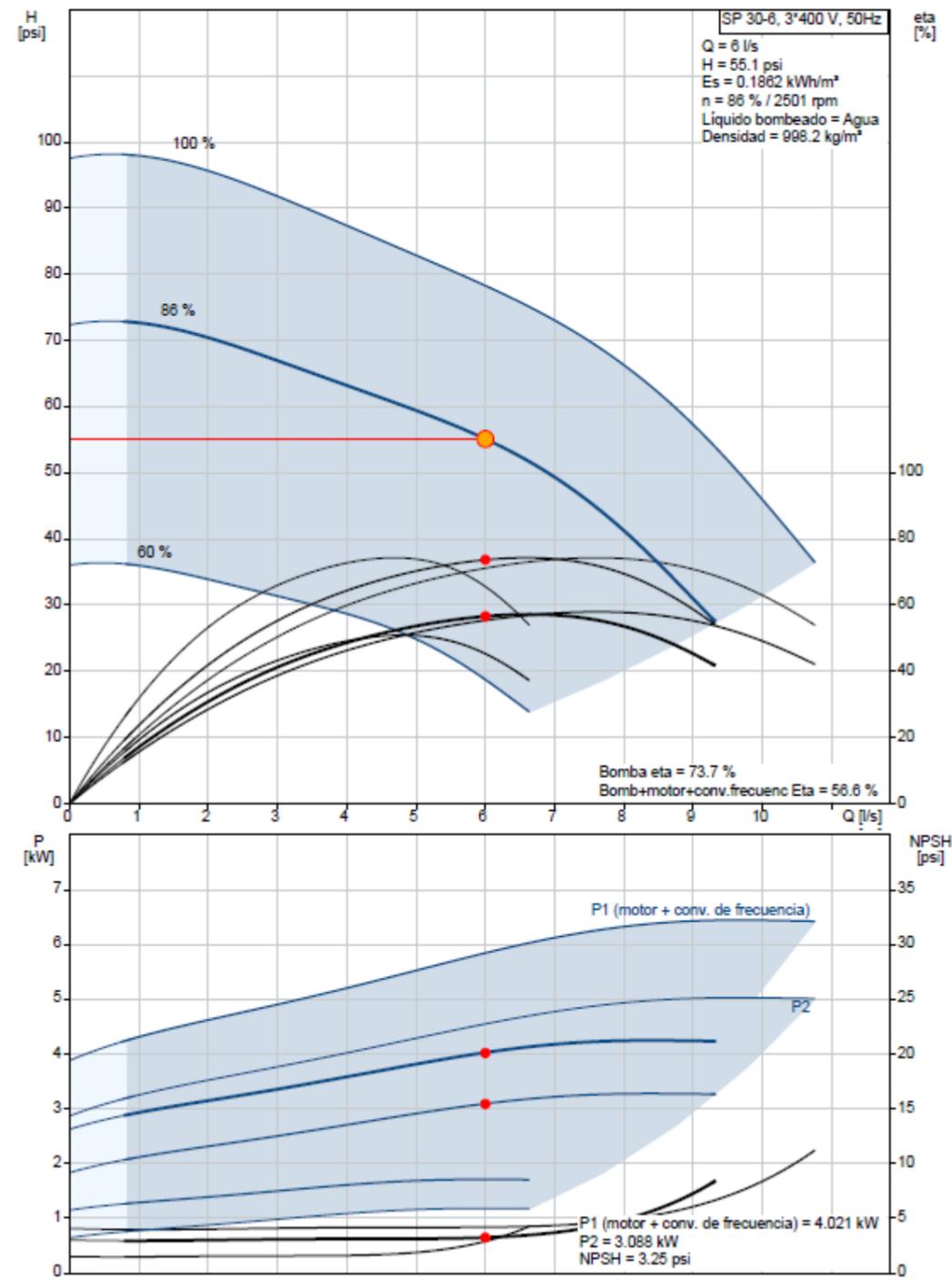


Figura. Curva de Selección de acuerdo con Grundfos para la Clase VII. Fuente: Grundfos, 2020

6.3.7. Bomba Clase VIII

Clase VIII tiene un caudal promedio de 1,2 l/s y una presión promedio de 72 psi. Para esas condiciones, se busca una potencia de 1,1 kW (1,5 HP) y se requiere de NPSH de 5,29 psi o 3,72 mca. Debido a su bajo caudal, Goulds no tiene un modelo que pueda trabajar en las condiciones requeridas. Sin embargo, se obtuvo la siguiente curva del fabricante Grundfos. También, se determinó un segundo modelo sugerido para el fabricante Franklin Electric.

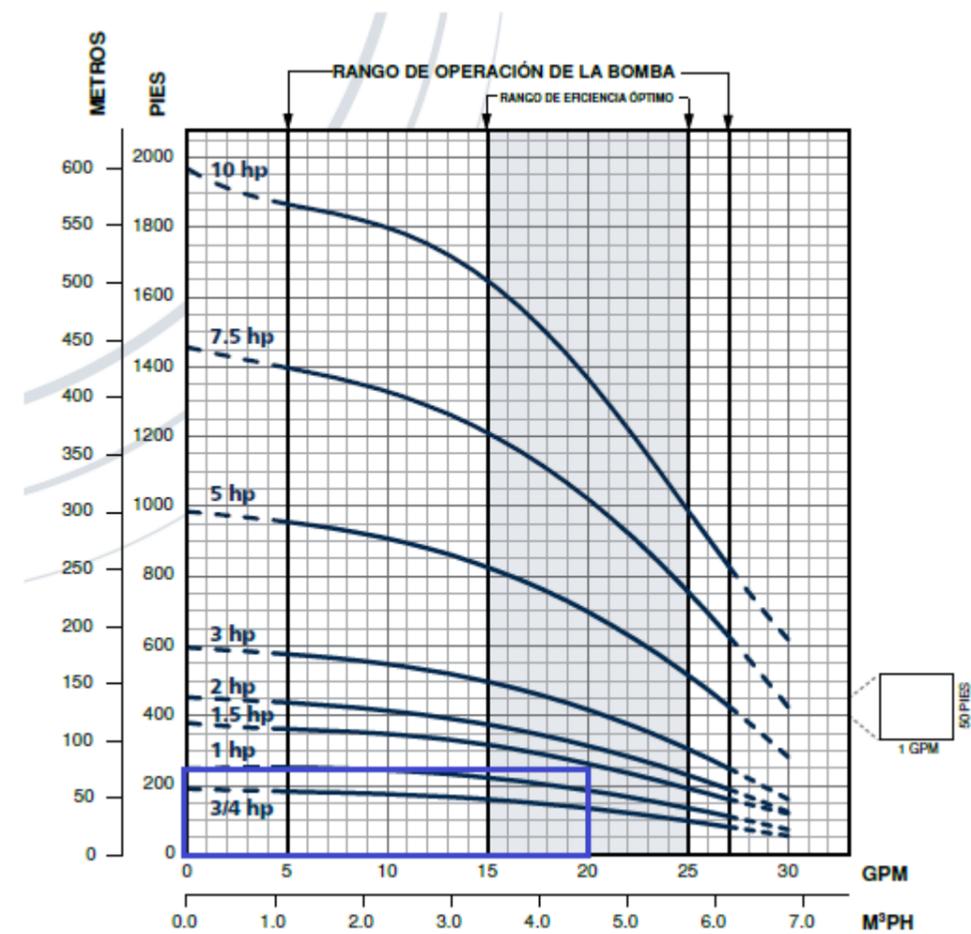


Figura. Curva de Selección de Bomba para Clase VIII. Fuente: Franklin Electric, 2020.

96510214 SQ 5-50 50 Hz

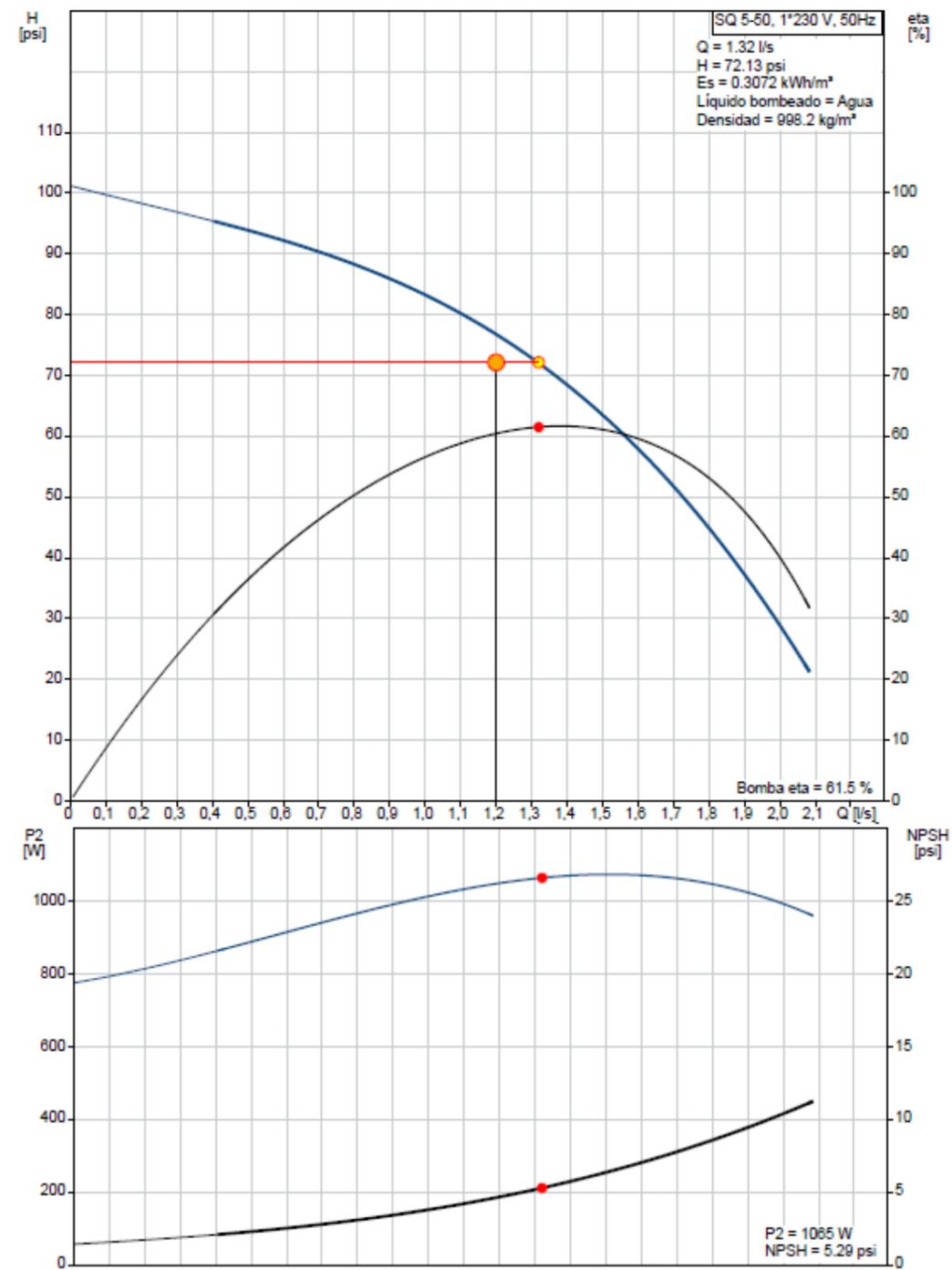


Figura. Curva de Selección de acuerdo con Gundfos para la Clase I. Fuente: Gundfos, 2020

6.4. Apéndice 4. Selección de Motores para las clases
6.4.1. Clase II

Tabla de Selección Motores Encapsulados Trifásicos 6”

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
25	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200		Y- Delta (6)	77.1	22.5	83	182.16	2367658120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				67	22.5	83	480	2366058120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	230		DOL (3)	67	22.5	83	480	2366054020
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				67	22.5	83	158.4	2367258120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		Y- Delta (6)	41	22.4	83	291	2366658120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				33.5	22.5	83	240	2366158120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460		DOL (3)	33.5	22.5	83	240	2366154020
	HI-TEMP 90C				34.8	22.6	82	289	2766150103
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		Y- Delta (6)	33.5	22.5	83	79.2	2367158120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				33.5	22.5	83	79.2	2367154020
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		DOL (3)	79	26.9	83	568	2366068120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				79	26.9	83	568	2366064020
HI-TEMP 90C				82.6	28	80	640	2766060103	

3 x 460 V, 60 Hz

Motor				Datos eléctricos							Dimensiones		
Tipo	Ta- ma- ño	Poten- cia [kW]	Poten- cia [hp]	Intensidad a plena carga I _n [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I _{st} / I _n	Longitud [mm]	Peso [kg]
					η 50%	η 75%	η 100%	Cos φ 50%	Cos φ 75%	Cos φ 100%			
MMS 6000 (N)	6"	3,7	5,0	9,75	64,2	68,9	69,9	0,63	0,74	0,80	4,2	630	45
MMS 6000 (N)	6"	5,5	7,5	13,8	73,3	75,9	75,4	0,63	0,74	0,80	4,0	660	48
MMS 6000 (N)	6"	7,5	10	18,0	76,6	78,9	78,6	0,61	0,73	0,79	3,8	690	50
MMS 6000 (N)	6"	9,2	12,5	22,0	74,4	77,3	77,3	0,65	0,76	0,81	3,7	720	55
MMS 6000 (N)	6"	11	15	25,5	78,3	80,3	79,8	0,65	0,76	0,82	3,8	780	60
MMS 6000 (N)	6"	13	17,5	29,5	79,8	81,8	81,3	0,65	0,76	0,82	4,0	915	72
MMS 6000 (N)	6"	15	20	33,5	79,6	81,8	81,6	0,68	0,78	0,83	4,0	975	78
MMS 6000 (N)	6"	18,5	25	39,0	82,6	84,9	85,1	0,65	0,77	0,83	5,5	1085	90
MMS 6000 (N)	6"	22	30	46,0	83,1	85,2	85,2	0,67	0,78	0,83	5,6	1195	100
MMS 6000 (N)	6"	26	35	54,5	84,3	85,7	85,2	0,69	0,80	0,85	5,0	1315	115
MMS 6000 (N)	6"	30	40	62,5	84,8	86,1	85,5	0,68	0,79	0,85	5,1	1425	125
MMS 6000 (N)	6"	37	50	79,0	84,0	85,0	84,0	0,65	0,75	0,83	4,7	1425	125
MMS 8000 (N)	8"	22	30	48,5	74,9	79,3	80,8	0,73	0,81	0,84	5,3	1010	126

6.4.2. Clase III

Tabla de Selección Motores Encapsulados Trifásicos 6”

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
7.5	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		DOL (3)	21.8	7	80	130	2366018120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				21.8	7	80	130	2366014020
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		DOL (3)	10.9	7	80	79	2366118120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				10.9	7	80	65	2366118120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460		DOL (3)	10.9	7	80	65	2366114020
	HI-TEMP 90C				10.8	7.4	76	84	2766110003
SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				10.9	7	80	21.45	2367118120	

3 x 220 V, 60 Hz

Motor				Datos eléctricos							Dimensiones		
Tipo	Ta- ma- ño	Poten- cia [kW]	Poten- cia [hp]	Intensidad a plena carga I _n [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I _{st} / I _n	Longitud [mm]	Peso [kg]
					η 50%	η 75%	η 100%	Cos φ 50%	Cos φ 75%	Cos φ 100%			
MMS 6000 (N)	6"	3,7	5,0	19,6	66,3	71,8	73,7	0,68	0,76	0,80	4,3	630	45
MMS 6000 (N)	6"	5,5	7,5	27,5	73,8	76,9	76,7	0,72	0,80	0,83	3,8	660	48
MMS 6000 (N)	6"	7,5	10	37,0	76,9	79,3	78,6	0,73	0,81	0,84	3,5	690	50
MMS 6000 (N)	6"	9,2	12,5	45,0	74,3	77,3	77,1	0,74	0,82	0,85	3,5	720	55
MMS 6000 (N)	6"	11	15	51,5	78,8	80,9	80,2	0,77	0,84	0,86	3,5	780	60
MMS 6000 (N)	6"	13	17,5	60,5	79,9	81,9	81,2	0,78	0,82	0,85	3,6	915	72

6.4.3. Clase IV

Tabla de Selección Motores Encapsulados Trifásicos 6”

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
7.5	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	60	DOL (3)	21.8	7	80	130	2366018120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				21.8	7	80	130	2366014020
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		DOL (3)	13.4	7	80	79	2366618120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				10.9	7	80	65	2366118120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460		DOL (3)	10.9	7	80	65	2366114020
	HI-TEMP 90C				10.8	7.4	76	84	2766110003
10	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	Y- Delta (6)	DOL (3)	10.9	7	80	21.45	2367118120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				32.7	9.4	79	198	2366528120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	DOL (3)	28.4	9.4	79	172	2366028120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			28.4	9.4	79	172	2366024020	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380	DOL (3)	17.6	9.4	79	104	2366628120	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL			14.2	9.4	79	86	2366128120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460	DOL (3)	14.2	9.4	79	86	2366124020	
	HI-TEMP 90C			13.9	9.4	79	119	2766120003	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	Y- Delta (6)	DOL (3)	14.2	9.4	79	28.38	2367128120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				47.8	13.7	81	306	2366538120
15	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	DOL (3)	41.6	13.7	81	266	2366038120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			41.6	13.7	81	266	2366034020	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380	DOL (3)	25.8	13.7	81	161	2366638120	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL			20.8	13.7	81	133	2366138120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL	460	DOL (3)	20.8	13.7	81	133	2366134020	
	HI-TEMP 90C			21.1	14	80	177	2766130003	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	Y- Delta (6)	DOL (3)	20.8	13.7	81	43.89	2367138120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL				61.9	18.1	82	416	2366548120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	DOL (3)	53.8	18.1	82	362	2366048120	

3 x 460 V, 60 Hz

Datos eléctricos												Dimensiones	
Motor				Intensidad a plena carga I _n [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I _{st} / I _n	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]	Potencia [hp]		η 50%	η 75%	η 100%	Cos φ 50%	Cos φ 75%	Cos φ 100%			
MMS 6000 (N)	6"	3,7	5,0	9,75	64,2	68,9	69,9	0,63	0,74	0,80	4,2	630	45
MMS 6000 (N)	6"	5,5	7,5	13,8	73,3	75,9	75,4	0,63	0,74	0,80	4,0	660	48
MMS 6000 (N)	6"	7,5	10	18,0	76,6	78,9	78,6	0,61	0,73	0,79	3,8	690	50
MMS 6000 (N)	6"	9,2	12,5	22,0	74,4	77,3	77,3	0,65	0,76	0,81	3,7	720	55
MMS 6000 (N)	6"	11	15	25,5	78,3	80,3	79,8	0,65	0,76	0,82	3,8	780	60
MMS 6000 (N)	6"	13	17,5	29,5	79,8	81,8	81,3	0,65	0,76	0,82	4,0	915	72
MMS 6000 (N)	6"	15	20	33,5	79,6	81,8	81,6	0,68	0,78	0,83	4,0	975	78
MMS 6000 (N)	6"	18,5	25	39,0	82,6	84,9	85,1	0,65	0,77	0,83	5,5	1085	90
MMS 6000 (N)	6"	22	30	46,0	83,1	85,2	85,2	0,67	0,78	0,83	5,6	1195	100
MMS 6000 (N)	6"	26	35	54,5	84,3	85,7	85,2	0,69	0,80	0,85	5,0	1315	115
MMS 6000 (N)	6"	30	40	62,5	84,8	86,1	85,5	0,68	0,79	0,85	5,1	1425	125
MMS 6000 (N)	6"	37	50	79,0	84,0	85,0	84,0	0,65	0,75	0,83	4,7	1425	125
MMS 8000 (N)	8"	22	30	48,5	74,9	79,3	80,8	0,73	0,81	0,84	5,3	1010	126

6.4.4. Clase V

Tabla de Selección Motores Encapsulados Trifásicos 6”

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
7.5	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	60	DOL (3)	21.8	7	80	130	2366018120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				21.8	7	80	130	2366014020
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		DOL (3)	13.4	7	80	79	2366618120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				10.9	7	80	65	2366118120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	460		DOL (3)	10.9	7	80	65	2366114020
	HI-TEMP 90C				10.8	7.4	76	84	2766110003
10	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	Y-Delta (6)	10.9	7	80	21.45	2367118120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			32.7	9.4	79	198	2366528120	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	DOL (3)	28.4	9.4	79	172	2366028120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			28.4	9.4	79	172	2366024020	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380	DOL (3)	17.6	9.4	79	104	2366628120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			14.2	9.4	79	86	2366128120	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	460	DOL (3)	14.2	9.4	79	86	2366124020	
	HI-TEMP 90C			13.9	9.4	79	119	2766120003	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	Y-Delta (6)	14.2	9.4	79	28.38	2367128120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			47.8	13.7	81	306	2366538120	
15	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	DOL (3)	41.6	13.7	81	266	2366038120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			41.6	13.7	81	266	2366034020	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380	DOL (3)	25.8	13.7	81	161	2366638120	
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL			20.8	13.7	81	133	2366138120	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	460	DOL (3)	20.8	13.7	81	133	2366134020	
	HI-TEMP 90C			21.1	14	80	177	2766130003	
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	Y-Delta (6)	20.8	13.7	81	43.89	2367138120	

3 x 220 V, 60 Hz

Datos eléctricos												Dimensiones		
Motor	Tipo	Tamaño	Potencia [kW]	Potencia [hp]	Intensidad a plena carga I _n [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I _{st} / I _n	Longitud [mm]	Peso [kg]
						η 50%	η 75%	η 100%	Cos φ 50%	Cos φ 75%	Cos φ 100%			
MMS 6000 (N)	6"	3,7	5,0	19,6	66,3	71,8	73,7	0,68	0,76	0,80	4,3	630	45	
MMS 6000 (N)	6"	5,5	7,5	27,5	73,8	76,9	76,7	0,72	0,80	0,83	3,8	660	48	
MMS 6000 (N)	6"	7,5	10	37,0	76,9	79,3	78,6	0,73	0,81	0,84	3,5	690	50	
MMS 6000 (N)	6"	9,2	12,5	45,0	74,3	77,3	77,1	0,74	0,82	0,85	3,5	720	55	
MMS 6000 (N)	6"	11	15	51,5	78,8	80,9	80,2	0,77	0,84	0,86	3,5	780	60	
MMS 6000 (N)	6"	13	17,5	60,5	79,9	81,9	81,2	0,78	0,82	0,85	3,6	915	72	
MMS 6000 (N)	6"	15	20	69,0	79,9	81,7	80,5	0,82	0,86	0,86	3,5	975	78	
MMS 6000 (N)	6"	18,5	25	81,0	82,9	84,1	82,8	0,85	0,88	0,88	4,6	1085	90	
MMS 6000 (N)	6"	22	30	96,0	82,7	83,8	82,4	0,84	0,88	0,88	4,9	1195	100	
MMS 6000 (N)	6"	26	35	114	83,2	84,8	84,2	0,77	0,84	0,87	4,4	1315	115	
MMS 6000 (N)	6"	30	40	130	83,8	85,3	84,7	0,77	0,84	0,87	4,4	1425	125	
MMS 6000 (N)	6"	37	50	166	83,0	84,6	84,1	0,68	0,88	0,84	4,8	1425	125	

6.4.5. Clase VI

Tabla de Selección Motores Encapsulados Trifásicos 6”

HP	Descripción	Volts	HZ	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
25	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200	60	Y-Delta (6)	77.1	22.5	83	182.16	2367658120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				67	22.5	83	480	2366058120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		DOL (3)	67	22.5	83	480	2366054020
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				67	22.5	83	158.4	2367258120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		DOL (3)	41	22.4	83	291	2366658120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				33.5	22.5	83	240	2366158120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	460		DOL (3)	33.5	22.5	83	240	2366154020
	HI-TEMP 90C				34.8	22.6	82	289	2766150103
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200		Y-Delta (6)	33.5	22.5	83	79.2	2367158120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				33.5	22.5	83	79.2	2367154020
30	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230	60	DOL (3)	79	26.9	83	568	2366068120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				79	26.9	83	568	2366064020
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	380		Y-Delta (6)	82.6	28	80	640	2766060103
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				79	26.9	83	187.44	2367268120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	460		DOL (3)	48.8	26.9	83	317	2366668120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				39.5	26.9	83	284	2366168120
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	200		Y-Delta (6)	39.5	26.9	83	284	2366164020
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				41.3	28	80	320	2766160103
	SELLO SAND FIGHTER- C-SUBTROL	230		DOL (3)	39.5	26.9	83	93.72	2367168120
	ACERO INOX. 316- C-SUBTROL				39.5	26.9	83	93.72	2367164020

3 x 220 V, 60 Hz

Datos eléctricos											Dimensiones		
Motor				Intensidad a plena carga I _n [A]	Rendimiento del motor [%]			Factor de potencia			I _{st} /I _n	Longitud [mm]	Peso [kg]
Tipo	Tamaño	Potencia [kW]	Potencia [hp]		η 50%	η 75%	η 100%	Cos φ 50%	Cos φ 75%	Cos φ 100%			
MMS 6000 (N)	6"	3,7	5,0	19,6	66,3	71,8	73,7	0,68	0,76	0,80	4,3	630	45
MMS 6000 (N)	6"	5,5	7,5	27,5	73,8	76,9	76,7	0,72	0,80	0,83	3,8	660	48
MMS 6000 (N)	6"	7,5	10	37,0	76,9	79,3	78,6	0,73	0,81	0,84	3,5	690	50
MMS 6000 (N)	6"	9,2	12,5	45,0	74,3	77,3	77,1	0,74	0,82	0,85	3,5	720	55
MMS 6000 (N)	6"	11	15	51,5	78,8	80,9	80,2	0,77	0,84	0,86	3,5	780	60
MMS 6000 (N)	6"	13	17,5	60,5	79,9	81,9	81,2	0,78	0,82	0,85	3,6	915	72
MMS 6000 (N)	6"	15	20	69,0	79,9	81,7	80,5	0,82	0,86	0,86	3,5	975	78
MMS 6000 (N)	6"	18,5	25	81,0	82,9	84,1	82,8	0,85	0,88	0,88	4,6	1085	90
MMS 6000 (N)	6"	22	30	96,0	82,7	83,8	82,4	0,84	0,88	0,88	4,9	1195	100
MMS 6000 (N)	6"	26	35	114	83,2	84,8	84,2	0,77	0,84	0,87	4,4	1315	115
MMS 6000 (N)	6"	30	40	130	83,8	85,3	84,7	0,77	0,84	0,87	4,4	1425	125
MMS 6000 (N)	6"	37	50	166	83,0	84,6	84,1	0,68	0,88	0,84	4,8	1425	125

6.4.6. Clase VII

Tabla de Selección Motores Encapsulados Monofásicos 6"

HP	Descripción	Volts	HZ	SF	Cable	Amperaje (A)	Consumo Kw/h	Eficiencia %	Amp. Motor Bloqueado (A)	No. de Parte
5	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 23	4.91	76	99	2261109020
	N 14.3					2261108020				
	R 10.8					2261103920				
7.5	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 36.5	7.3	74	165	2261119020
	N 34.4					2261118020				
	R 5.5					2261113920				
10	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 44	9.8	77	204	2261129020
	N 39.5					2261128020				
	R 9.3					2261123920				
15	POZO DE AGUA SAND FIGHTER 316 SS	230	60	1.15	DOL (3)	A 62	13.9	80	303	2261139020
	N 52					2261138020				
	R 17.5					2261133920				

6.4.7. Clase VIII

Modelos de Alto Empuje de 4 Pulgadas

HP (KW)	DESCRIPCIÓN						MODELO	EXISTENCIAS	CAPACIDAD DE EMPUJE DESCENDENTE
	CONSTRUCCIÓN	PH	VOLTS	HZ	S.F.	CABLE EN METROS			
1.5 hp 1.1 kW	POZO DE AGUA	1	230	60	1.30		224 300 8600		1500 LBS (6500 N)
		3	200	60	1.30		234 504 8600		
		3	230	60	1.30		234 514 8600		
		3	460/380	60/50	1.30/1.00		234 524 8600		
		3	575	60	1.30		234 534 8600		
	ACERO INOXIDABLE 316	1	230	60	1.30	SÍ	224 300 8502		
		3	200	60	1.30	SÍ	234 504 8502		
		3	230	60	1.30	SÍ	234 514 8502		
		3	460/380	60/50	1.30/1.00	SÍ	234 524 8502		
		3	575	60	1.30	SÍ	234 534 8502		

6.5. Apéndice 5. Selección Cajas y Paneles de Control

65.1. Cajas de control (monofásico)

Especificaciones para la Caja de Control Monofásica

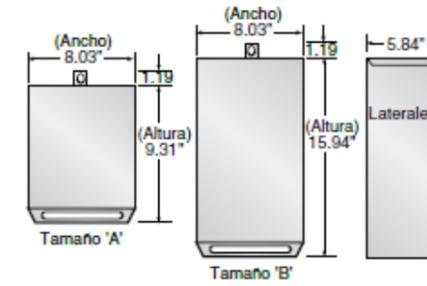
TIPO DE CAJA	HZ	HP	KW	GABINETE	BLOQUE DE TERMINALES		CONTACTOR MAG	CERTIFICACIONES
					TERMINALES	CABLE MÁX.		
Desconexión Rápida (QD)	60	1/3 - 1	0.25 - 0.75	NEMA 3R, IP23	5	AWG 10	No	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
Desconexión Rápida (QD)	50	1/3 - 1	0.25 - 0.75	NEMA 3R, IP23	5	AWG 10	No	Certificación CSA
Con Capacitor de Trabajo (CRC)	60	1/2 - 1	0.37 - 0.75	NEMA 3R, IP23	5	AWG 10	No	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
Estándar (S)	60	1 - 10	0.75 - 7.5	NEMA 3R, IP23	5	AWG 2	No	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
Estándar (S)	50	1.5 - 5	0.75 - 3.7	NEMA 3R, IP23	5	AWG 2	No	Certificación CSA
De Lujo (D)	60	2 - 15	1.5 - 11	NEMA 3R, IP23	6	AWG 2	Sí	Certificación UL para EE. UU. y Canadá
De Lujo Extra Largos (D-XL)	60	15	11	NEMA 3R, IP23	5	AWG 00	Sí	Certificación UL para EE. UU. y Canadá

Modelos de Caja de Control

HP (KW)	DESCRIPCIÓN				MODELO	EXISTENCIAS
	FASE	VOLTS	HZ	TIPO		
1/3 hp (0.25 kW)	1	115	60	Q	280 102 4915	Sí
	1	220	50	Q	280 353 0115	
	1	230	60	Q	280 103 4915	Sí
1/2 hp (0.37 kW)	1	115	60	Q	280 104 4915	Sí
	1	220	50	Q	280 355 0115	Sí
	1	230	60	Q	280 105 4915	Sí
3/4 hp (0.55 kW)	1	230	60	CRC	282 405 5015	Sí
	1	220	50	Q	280 357 0115	Sí
	1	230	60	Q	280 107 4915	Sí
1 hp (0.75 kW)	1	230	60	CRC	282 407 5015	Sí
	1	220	50	Q	280 358 0115	Sí
	1	230	60	Q	280 108 4915	Sí
1.5 hp (1.1 kW)	1	230	60	CRC	282 408 5015	Sí
	1	220	50	S	282 350 8110	Sí
	1	230	60	S	282 300 8110	Sí
2 hp (1.5 kW)	1	220	50	S	282 351 8110	Sí
	1	230	60	S	282 301 8110	Sí
	1	230	60	D	282 301 8310	Sí
3 hp (2.2 kW)	1	220	50	S	282 352 8110	Sí
	1	230	60	S	282 302 8110	Sí
	1	230	60	D	282 302 8310	Sí
5 hp (3.7 kW)	1	220	50	S	282 253 9010	Sí
	1	230	60	S	282 113 8110	Sí
	1	230	60	D	282 113 9310	Sí
7.5 hp (5.5 kW)	1	230	60	S	282 201 9210	Sí
	1	230	60	D	282 201 9310	Sí

Cajas de Control Estándar

HP	KW	PESOS DE EMBARQUE		TAMAÑO DE LA CAJA DEL MOTOR (en pulgadas)	TAM. GAB.
		LBS	KG		
1.5	1.1	7	3.2	8.125 x 6.25 x 11.25	A
2	1.5	7	3.2	8.125 x 6.25 x 11.25	A
3	2.2	7	3.2	8.125 x 6.25 x 11.25	A
5 (60 Hz)	3.7	8	3.6	8.125 x 6.25 x 11.25	A
5 (50 Hz)	3.7	8	3.6	8.125 x 6.25 x 18	B
7.5	5.5	12	5.5	8.125 x 6.25 x 18	B
10	7.5	14	6.4	8.125 x 6.25 x 18	B



Partes de la Caja de Control

Partes de la Caja de Control Estándar - 60 Hz

No. Modelo Tam. HP	Capacidad	No. Req.	No. Parte Componente	No. Pedido Kit
1/1.5 hp - 4" 282 300 8110	Capacitor de Arranque 105-128 MFD, 220 V	1	275 484 113	305 207 913
	Capacitor de Trabajo 10 MFD, 370 V	1	155 328 102	305 204 902
	Sobrecarga	1	275 411 107	305 215 907
	Relevador - 230 V*	1	155 031 102	305 213 902
2 hp - 4" 282 301 8110	Capacitor de Arranque 105-128 MFD, 220 V	1	275 484 113	305 207 913
	Capacitor de Trabajo 20 MFD, 370 V	1	155 328 103	305 204 903
	Sobrecarga de Arranque	1	275 411 117	305 215 917
	Sobrecarga de Marcha	1	275 411 113	305 215 913
3 hp - 4" 2823028110	Capacitor de Arranque 208-250 MFD, 220 V	1	275 483 111	305 208 911
	Capacitor de Trabajo 45 MFD, 370 V	1	155 327 109	305 203 909
	Sobrecarga de Arranque	1	275 411 118	305 215 918
	Sobrecarga de Marcha	1	275 411 115	305 215 915
5 hp - 4" & 6" 282 113 8110	Capacitor de Arranque 270-324 MFD, 330 V	1	275 488 119	305 208 919
	Capacitor de Trabajo 40 MFD, 370 V	2	155 327 114	305 203 914
	Sobrecarga de Arranque	1	275 411 119	305 215 919
	Sobrecarga de Marcha	1	275 408 102	305 214 902
7.5 hp - 6" 282 201 9210	Capacitor de Arranque 270-324 MFD, 330 V	1	275 488 119	305 208 919
	Capacitor de Arranque 218-259 MFD, 330 V	1	275 488 118	305 208 918
	Capacitor de Trabajo 45 MFD, 370 V	1	155 327 109	305 203 909
	Sobrecarga de Arranque	1	275 411 102	305 215 902
10 hp - 6" 282 202 9230	Sobrecarga de Marcha	1	275 408 122	305 214 922
	Relevador - 230 V*	1	155 031 801	305 213 981
	Capacitor de Arranque 270-324 MFD, 330 V	1	275 488 119	305 208 919
	Capacitor de Arranque 130-154 MFD, 330 V	1	275 483 120	305 208 920
Relevador de 208 V*	Capacitor de Arranque 218-259 MFD, 330 V	1	275 488 118	305 208 918
	Capacitor de Trabajo 35 MFD, 370 V	2	155 327 102	305 203 902
	Sobrecarga de Arranque	1	275 408 103	305 214 903
	Sobrecarga de Marcha	1	155 409 101	155 409 101
Todos	Relevador de Picos	1	150 814 902	150 814 902
Relevador de 208 V*	Relevador 1.5-3 hp (reemplazos 155031102)	1	155 031 103	305 213 903
	Relevador 5-15 hp (reemplazos 155031801)	1	155 031 802	305 213 904

652. Paneles de Control (trifásicos)

Modelos

HP	DESCRIPCIÓN	VOLTS	HZ	AMPS	MODELO	PESO	HP	DESCRIPCIÓN	VOLTS	HZ	AMPS	MODELO	PESO
3 hp	MOTOR LOGIC	200	60	6-18	281 101 2203	56	25 hp	MOTOR LOGIC	200	60	30-90	281 206 2208	145
		230	60	6-18	281 101 3303	56			230	60	30-90	281 206 3308	145
		460	60	3-9	281 101 4402	56			460	60	15-45	281 104 4406	60
		575	60	3-9	281 101 5502	56			575	60	15-45	281 104 5506	60
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 101 2200	59		200	60	TODOS	281 206 2200	148	
		230	60	TODOS	281 101 3300	59		230	60	TODOS	281 206 3300	148	
5 hp	MOTOR LOGIC	200	60	9-27	281 101 2204	56	30 hp	MOTOR LOGIC	200	60	45-135	281 207 2209	147
		230	60	9-27	281 104 3304	56			230	60	45-135	281 207 3309	147
		460	60	3-9	281 101 4402	56			460	60	30-90	281 104 4407	145
		575	60	3-9	281 101 5502	56			575	60	30-90	281 204 5507	145
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 101 2200	59		200	60	TODOS	281 207 2200	151	
		230	60	TODOS	281 101 3300	59		230	60	TODOS	281 207 3300	151	
7.5 hp	MOTOR LOGIC	200	60	15-45	281 104 2208	60	40 hp	MOTOR LOGIC	460	60	30-90	281 205 4408	145
		230	60	15-45	281 104 3306	60			575	60	30-90	281 204 5507	145
		460	60	6-18	281 101 4403	56			460	60	TODOS	281 205 4400	148
		575	60	6-18	281 101 5503	56			575	60	TODOS	281 204 5500	148
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 104 2200	63		200	60	TODOS	281 104 2200	63	
		230	60	TODOS	281 104 3300	63		230	60	TODOS	281 104 3300	63	
10 hp	MOTOR LOGIC	200	60	15-45	281 101 5500	59	50 hp	MOTOR LOGIC	460	60	30-90	281 206 4408	145
		230	60	15-45	281 104 3306	60			575	60	30-90	281 205 5508	145
		460	60	9-27	281 101 4404	56			460	60	TODOS	281 206 4400	148
		575	60	6-18	281 101 5503	56			575	60	TODOS	281 205 5500	148
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 104 2200	63		200	60	TODOS	281 307 4409	147	
		230	60	TODOS	281 104 3300	63		230	60	TODOS	281 307 5510	147	
15 hp	MOTOR LOGIC	200	60	15-45	281 101 5500	59	60 hp	MOTOR LOGIC	460	60	45-135	281 207 4409	147
		230	60	15-45	281 104 2208	60			575	60	45-135	281 307 5510	147
		460	60	3-9	281 101 4402	56			460	60	TODOS	281 207 4400	150
		575	60	3-9	281 101 5502	56			575	60	TODOS	281 307 5500	150
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 104 2200	63		200	60	TODOS	281 204 2200	150	
		230	60	TODOS	281 104 3300	63		230	60	TODOS	281 204 3300	148	
25 hp	MOTOR LOGIC	200	60	45-135	281 204 2208	147	75 hp	MOTOR LOGIC	460	60	45-135	281 207 4409	147
		230	60	30-90	281 204 3308	145			575	60	45-135	281 307 5510	147
		460	60	15-45	281 104 4406	60			460	60	TODOS	281 207 4400	150
		575	60	15-45	281 104 5506	60			575	60	TODOS	281 307 5500	150
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 204 2200	150		200	60	TODOS	281 308 4411	390	
		230	60	TODOS	281 204 3300	148		230	60	TODOS	281 308 4400	393	
30 hp	MOTOR LOGIC	200	60	15-45	281 104 4400	63	100 hp	MOTOR LOGIC	460	60	90-270	281 309 4411	390
		230	60	15-45	281 103 4400	63			575	60	90-270	281 309 5511	390
		460	60	TODOS	281 104 5500	59			460	60	TODOS	281 309 4400	393
		575	60	TODOS	281 104 5500	59			575	60	TODOS	281 309 5500	393
	SUB-MONITOR	200	60	TODOS	281 104 5500	59		200	60	TODOS	281 309 4411	390	
		230	60	TODOS	281 104 5500	59		230	60	TODOS	281 309 5511	390	

7. Anexos

7.1. Anexo 1. Pruebas de Calidad de Agua Reglamento

7.1.1. Controles Operativos

Se realizan para determinar características físicas y químicas con las que debe cumplir el ente distribuidor de acuerdo con el volumen de población que recibe el servicio de distribución. Este puede tener una periodicidad mensual (hasta 2000 personas que reciben el servicio), quincenal (entre 2000 y 20000 personas), semanal (entre 200001 y 200000 personas) o diaria (más de 200000 habitantes)

Tabla. Valores de Calidad del Agua en Controles Operativos

Parámetros de aceptabilidad	Unidad	Valor Alerta (VA)	Valor Máximo Admisible (VMA)
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	-	Debe ser aceptable	Debe ser aceptable
Sabor	-	Debe ser aceptable	Debe ser aceptable
pH(a)	Valor pH	6	8
Cloro residual libre (a)	mg/L	0,3	0,6 (b)(c)

(a) Para los parámetros de pH y cloro residual libre, se establece rangos permisibles y no VA ni VMA

(b) Se permitirá valor máximo de cloro residual libre de 0,8 mg/L en no más del 20% de las muestras medidas

(c) En situaciones de emergencia calificadas como tal por el Ministerio de Salud se permitirá una concentración de cloro residual libre de 0,8 mg/L en los puntos de muestreo medidos en la red de distribución.

7.12. Pruebas Nivel 1

Establece periodicidad, número de muestras y la cantidad mínima de pruebas con base en la cantidad de habitantes que se requiere abastecer. Además, marca rangos de valores admisibles para las variables como se muestra en la siguiente tabla. Se tomarán muestras en la fuente de manera semestral (hasta los 100 000 habitantes), mensual (a partir de los 100 000 habitantes). Asimismo, se tomarán muestras en el tanque de almacenamiento con una frecuencia semestral (abastece hasta 5000 personas), trimestral (desde 5001 a 100 000 personas), mensual (entre 100 001 y 500 000 personas), diaria (a partir de 500 001 habitantes).

Tabla. Parámetros de Calidad del Agua Nivel Primero (N1)

PARAMETRO	Unidad	Valor Alerta (VA)	Valor Máximo Admisible (VMA)
Color aparente	UPt-Co	<5	15 [©]
Conductividad	µS/cm	400	-
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100ml	No detectable [©]	No detectable [©]
	NMP/100 ml		
	UFC/100ml		
Cloro residual libre (a)	mg/L	0,3	0,6 (d,e)
Cloro residual combinado (a) (b)	mg/L	1	1,8

(a) Para los parámetros de pH, temperatura, cloro residual libre y cloro residual combinado, se establece rangos permisibles y no VA ni VMA

(b) Sólo en el caso que el residual del cloro se encuentre en forma combinado se esté dosificando cloro en la forma de cloramina (cloro-amoniaco).

© No detectable (ND): de acuerdo con el límite de detección del Método.

(d) Se permitirá un valor máximo de cloro residual libre de 0,8 mg/L en no más del 20% de las muestras medidas.

© En situaciones de emergencia calificadas como tal por el Ministerio de Salud se permitirá una concentración de cloro residual libre de 0,8 mg/L en los puntos de muestreo medidos en la red de distribución

7.13. Pruebas Nivel 2

Para las pruebas de nivel 2, se tiene que se deben realizar en las fuentes de abastecimiento y redes de distribución cada 3 años para poblaciones menores a 5000 habitantes; cada 2 años si se abastece a poblaciones de más de 5000 habitantes y menos de 100000; desde 100000 hasta 500000 se realizarán de forma anual; y, por último, si se abastece a más de 500000 habitantes se realizarán de forma trimestral.

Tabla. Parámetros de Calidad del Agua, Nivel Segundo (N2)

Nivel Segundo (N2) PARÁMETRO	Valor de Alerta (VA)mgL	Valor Máximo Admisible (VMA)mgL
Aluminio (Al ₃)	—	0,2
Calcio (Ca ₂)	—	100
Cloro (Cl)	25	250
Cobre (Cu)	1	2
Dureza Total (CaCO ₃)	300	400
Fluoruro (F)	—	0,7 a 1,5(a)
Hierro (Fe)	—	0,3(b)
Magnesio (Mg ₂)	30	50
Manganeso (Mn)	0,1	0,5(b)
Potasio (K ₊)	—	10
Sodio (Na ₊)	25	200
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	25	250
Zinc (Zn)	—	3

(a) 1,5 mgL para temperaturas de 8 a 12°C y 0,7 mgL para temperaturas de 25 a 30°C.

(b) En aguas subterráneas, donde se encuentran estos dos metales, el VMA (Fe+Mn) es 0,3 mgL.

7.14. Pruebas Nivel 3

Las pruebas nivel 3 se realizarán con la misma periodicidad que las pruebas nivel 2, y determinan la presencia de metales pesados y sustancias tóxicas en el suministro de agua.

Tabla. Parámetros de Calidad del Agua Nivel Tercero (N3)

PARAMETRO	Valor Alerta (VA)mgL	Valor Máximo Admisible (VMA)mgL
Amonio (NH ₄)	0,5	0,5
Antimonio (Sb)	—	0,005
Arsénico (As)	—	0,01
Cadmio (Cd)	—	0,003
Cianuro (CN)	—	0,07
Cromo (Cr)	—	0,05
Mercurio (Hg)	—	0,001
Níquel (Ni)	—	0,02
Nitrato (NO ₃)	25	50
Nitrito (NO ₂)	—	0,1
Plomo (Pb)	—	0,01
Selenio (Se)	—	0,01

7.15. Pruebas Nivel 4

Basado en recomendaciones de la EPA (Agencia de Protección ambiental de Estados Unidos de América) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), el Gobierno de Costa Rica establece en dicho reglamento parámetros de admisibilidad para la cantidad de residuo de plaguicidas en el agua potable:

Tabla. Parámetros de Calidad del Agua Nivel Cuarto (N4) RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

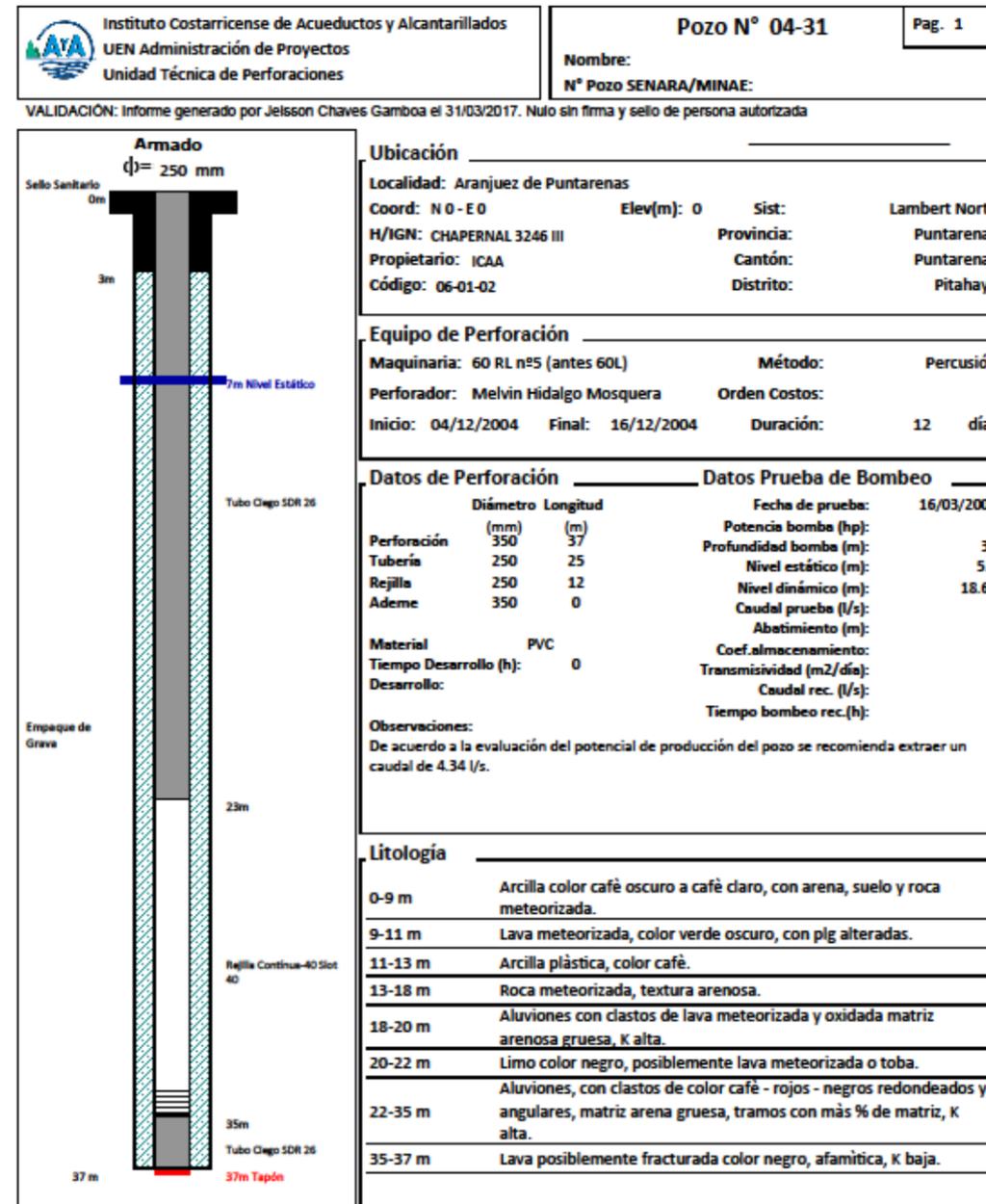
PARAMETRO	Valor Máximo Admisible (VMA) µg/L
Plaguicidas. (a)	0,1
Plaguicidas organoclorados (b)	0,03
Total, de plaguicidas. ©	0,5

(a) Por "Plaguicidas" se entiende: insecticidas orgánicos, herbicidas orgánicos, fungicidas orgánicos, nematocidas orgánicos, acaricidas orgánicos, alguicidas orgánicos, rodenticidas orgánicos, molusquicidas orgánicos, productos relacionados (reguladores de crecimiento) y sus pertinentes metabolitos y productos de degradación y reacción. Sólo es preciso controlar aquellos plaguicidas que sea probable que estén presentes en un suministro dado. De estar presentes en el suministro e implementado el sistema de tratamiento; estos deben ser evaluados con una frecuencia mensual.

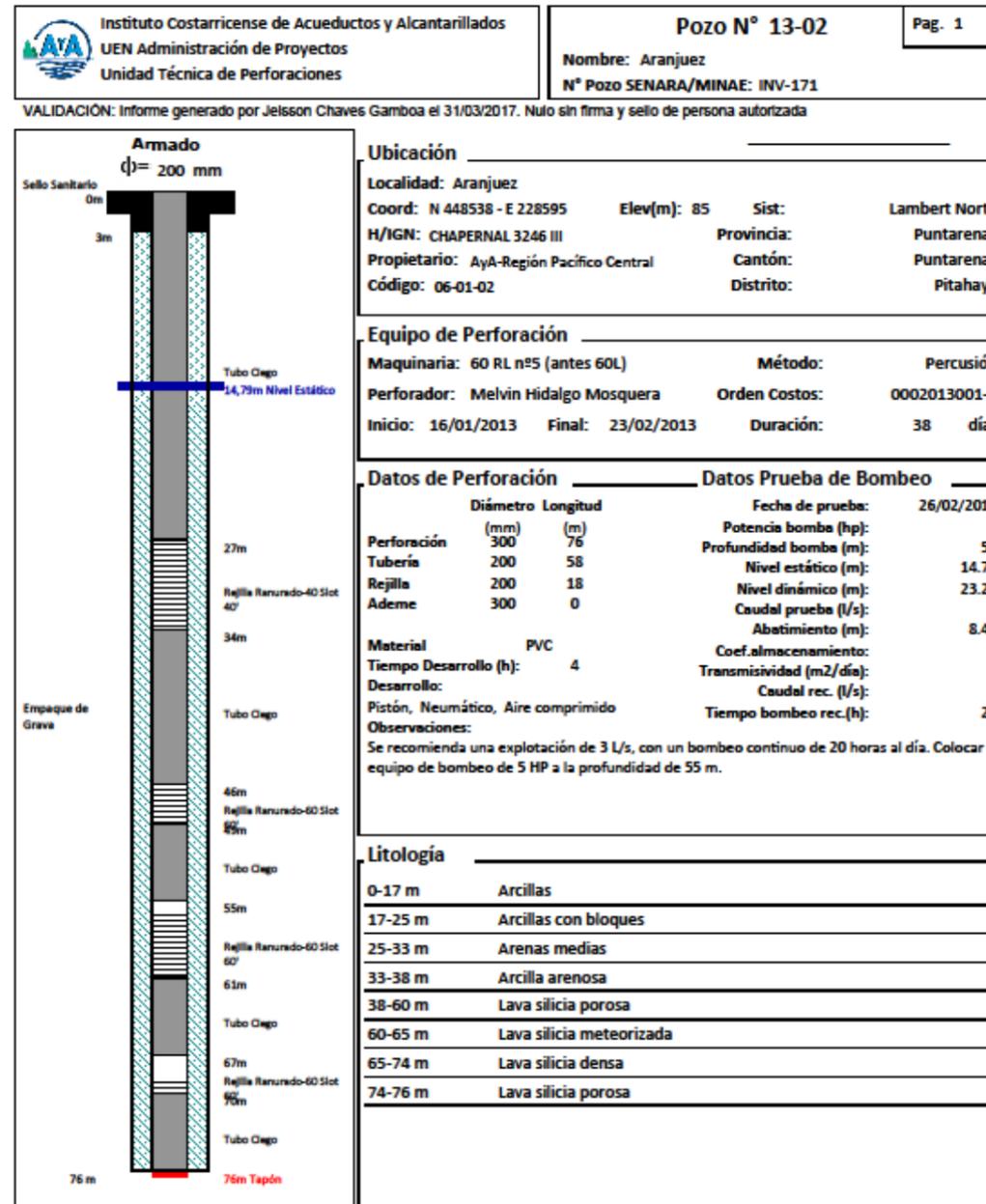
(b) Sustancias de uso prohibido en el país, pero que debido a su persistencia en Costa Rica podrían encontrarse en aguas dada su larga vida media en el ambiente y su uso extensivo en épocas anteriores.
 © Por "Total de plaguicidas", se entiende la suma de todos los plaguicidas detectados y cuantificados en el procedimiento de control.

7.2. Anexo 2. Perfil de Pozos

7.2.1. Pozo ELIDA



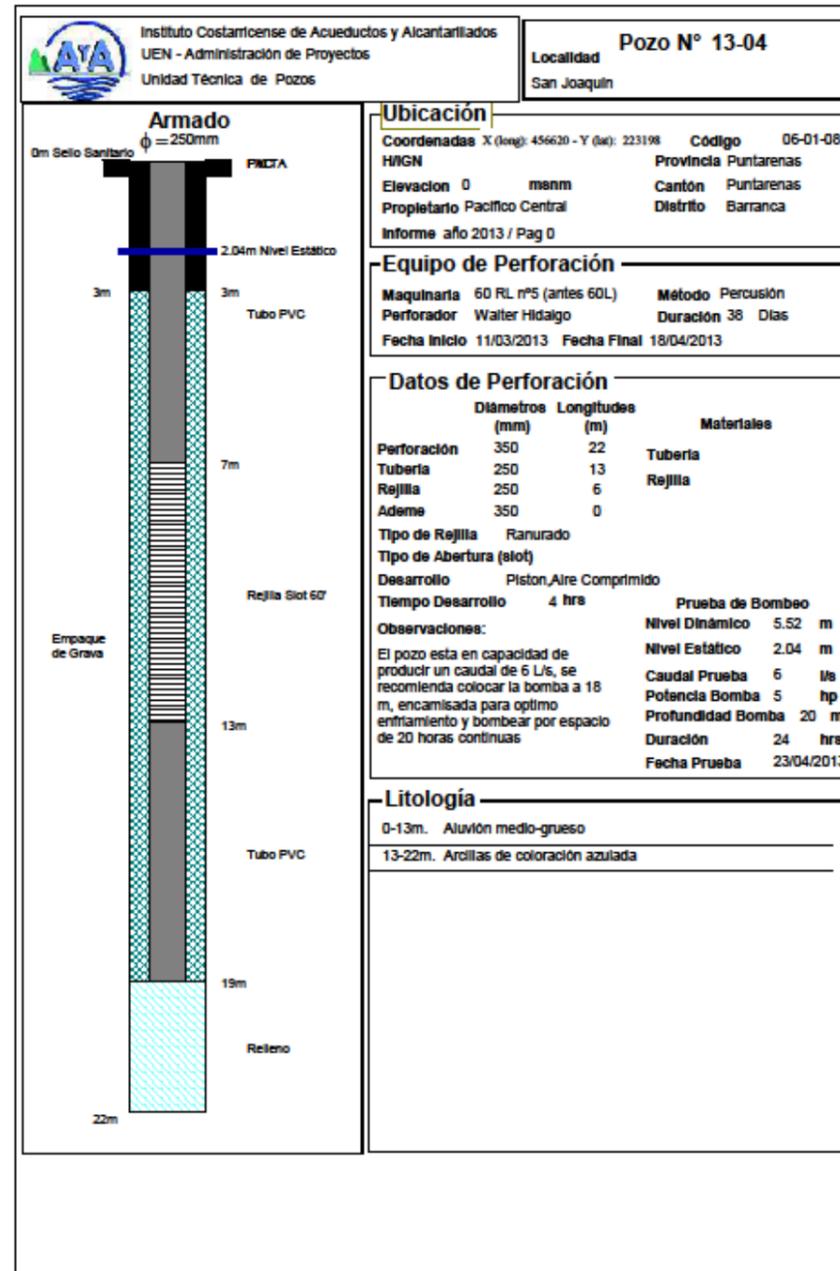
7.2.2. Pozo Queroga



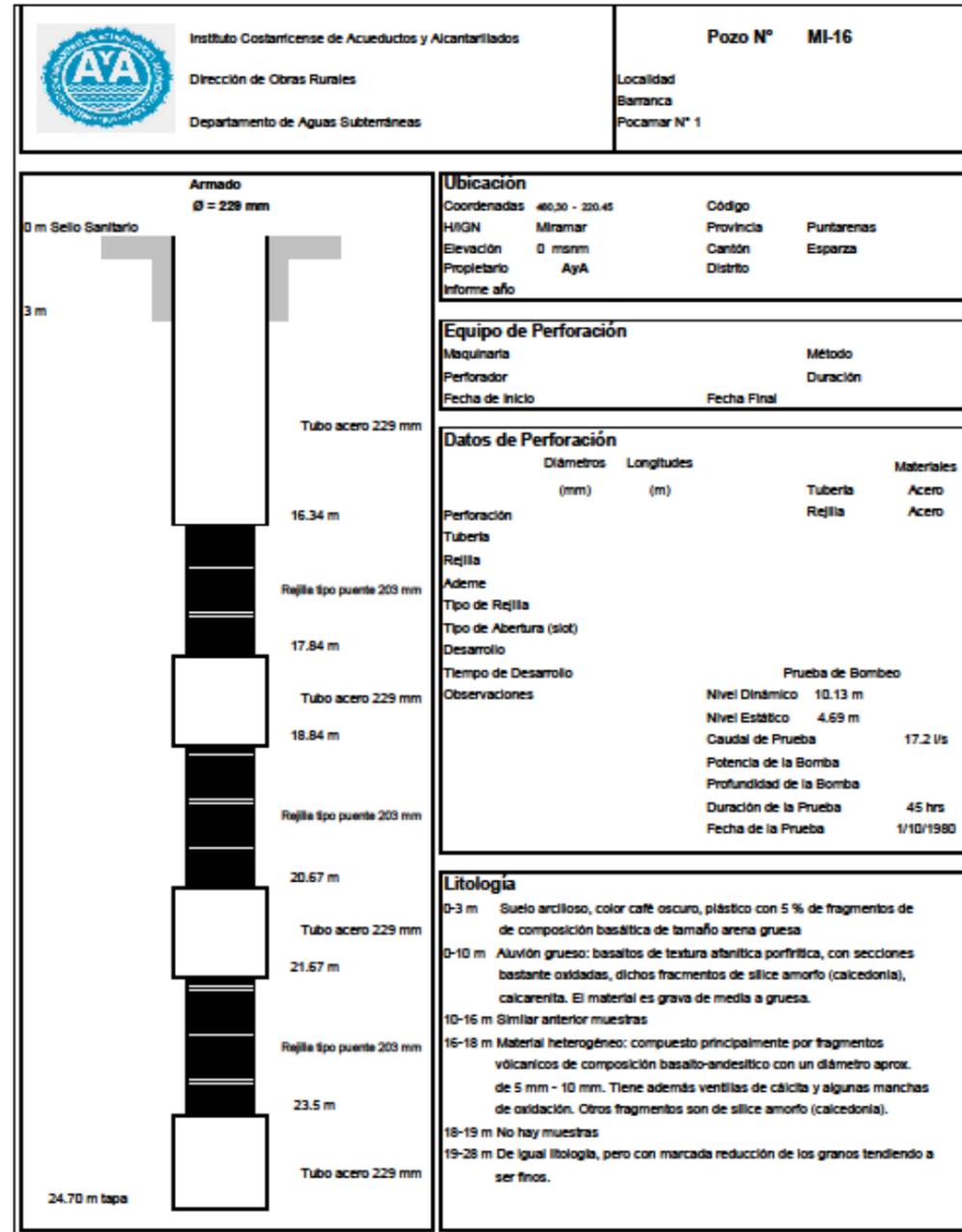
725. PozoLaSISI

 <p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas</p>	<p style="text-align: center;">Pozo N°</p> <p>Localidad Puntarenas Pozo Fray Casiano</p>																																																																																																					
<p>0 m Sello Sanitario</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; position: relative;"> <p style="position: absolute; top: 5px; right: 5px;">Armado Ø = 304 mm</p> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 100px;">137 m Tapa</p>	<p>Ubicación</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Coordenadas</td> <td style="width: 25%;">Código</td> <td style="width: 25%;">Puntarenas</td> </tr> <tr> <td>HIGN</td> <td>Provincia</td> <td>Puntarenas</td> </tr> <tr> <td>Elevación 0 msnm</td> <td>Cantón</td> <td>Central</td> </tr> <tr> <td>Propietario AyA</td> <td>Distrito</td> <td>El Roble</td> </tr> <tr> <td>Informe año</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Equipo de Perforación</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Maquinaria</td> <td style="width: 40%;">Método</td> </tr> <tr> <td>Perforador</td> <td>Duración</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Inicio</td> <td>Fecha Final</td> </tr> </table> <p>Datos de Perforación</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">Diámetros (mm)</th> <th style="width: 10%;">Longitudes (m)</th> <th style="width: 15%;">Tubería</th> <th style="width: 25%;">Materiales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación</td> <td></td> <td></td> <td>Rejilla</td> <td>Acero</td> </tr> <tr> <td>Tubería</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ademe</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Abertura (slot)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Prueba de Bombeo</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Nivel Dinámico</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Nivel Estático</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Caudal de Prueba</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Potencia de la Bomba</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Profundidad de la Bomba</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Duración de la Prueba</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fecha de la Prueba</td> </tr> </tbody> </table> <p>Litología</p>	Coordenadas	Código	Puntarenas	HIGN	Provincia	Puntarenas	Elevación 0 msnm	Cantón	Central	Propietario AyA	Distrito	El Roble	Informe año			Maquinaria	Método	Perforador	Duración	Fecha de Inicio	Fecha Final		Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Materiales	Perforación			Rejilla	Acero	Tubería					Rejilla					Ademe					Tipo de Rejilla					Tipo de Abertura (slot)					Desarrollo					Tiempo de Desarrollo				Prueba de Bombeo	Observaciones				Nivel Dinámico					Nivel Estático					Caudal de Prueba					Potencia de la Bomba					Profundidad de la Bomba					Duración de la Prueba					Fecha de la Prueba
Coordenadas	Código	Puntarenas																																																																																																				
HIGN	Provincia	Puntarenas																																																																																																				
Elevación 0 msnm	Cantón	Central																																																																																																				
Propietario AyA	Distrito	El Roble																																																																																																				
Informe año																																																																																																						
Maquinaria	Método																																																																																																					
Perforador	Duración																																																																																																					
Fecha de Inicio	Fecha Final																																																																																																					
	Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Materiales																																																																																																		
Perforación			Rejilla	Acero																																																																																																		
Tubería																																																																																																						
Rejilla																																																																																																						
Ademe																																																																																																						
Tipo de Rejilla																																																																																																						
Tipo de Abertura (slot)																																																																																																						
Desarrollo																																																																																																						
Tiempo de Desarrollo				Prueba de Bombeo																																																																																																		
Observaciones				Nivel Dinámico																																																																																																		
				Nivel Estático																																																																																																		
				Caudal de Prueba																																																																																																		
				Potencia de la Bomba																																																																																																		
				Profundidad de la Bomba																																																																																																		
				Duración de la Prueba																																																																																																		
				Fecha de la Prueba																																																																																																		

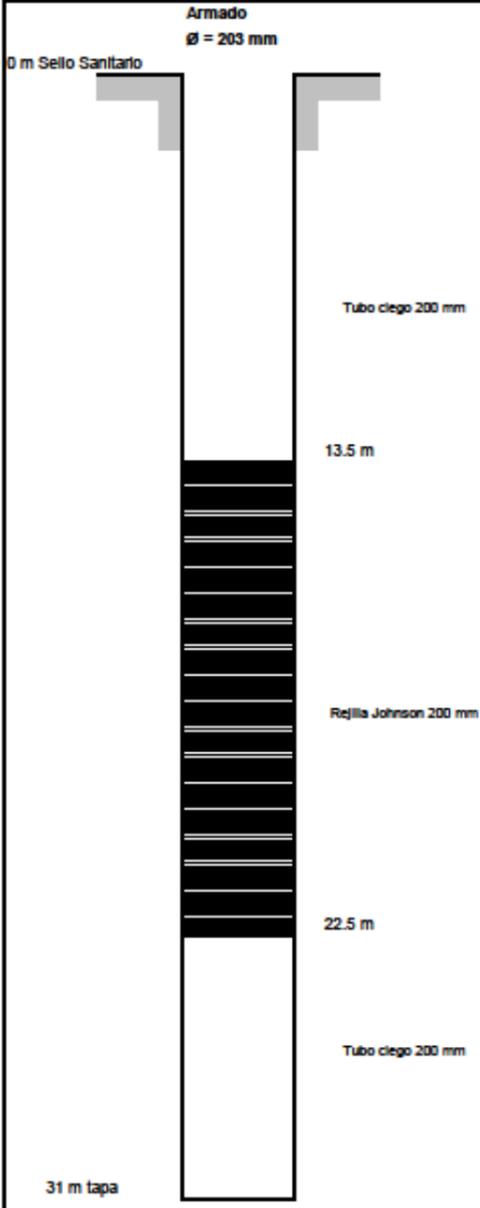
7.2.6. Pozo San Joaquín



7.2.7. Pozo Pocamar 1



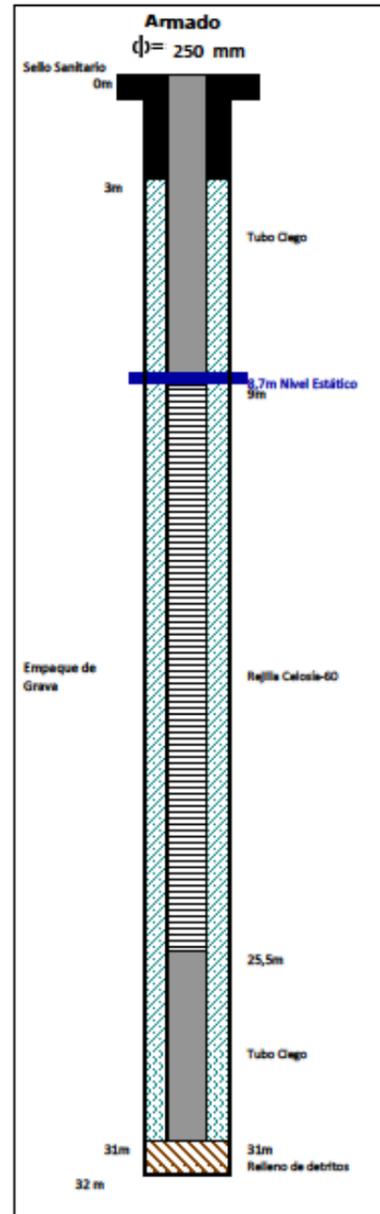
728. Pozo Pocamar 3

 <p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas</p>	<p style="text-align: center;">Pozo N°</p> <p>Localidad: Barranca Pocamar N° 3</p>																																																																												
<p style="text-align: center;">Armado Ø = 203 mm</p> <p>0 m Sello Sanitario</p>  <p style="text-align: right;">31 m tapa</p>	<p>Ubicación</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Coordenadas</td> <td>220.15 - 480.3</td> <td>Código</td> <td>32245 1</td> </tr> <tr> <td>H/IGN</td> <td>Barranca</td> <td>Provincia</td> <td>Puntarenas</td> </tr> <tr> <td>Elevación</td> <td>0 msnm</td> <td>Cantón</td> <td>Esparza</td> </tr> <tr> <td>Propietario</td> <td>AyA</td> <td>Distrito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Informe año</td> <td>27/11/87</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Equipo de Perforación</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Maquinaria</td> <td>Método</td> </tr> <tr> <td>Perforador</td> <td>Duración</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Inicio</td> <td>Fecha Final</td> </tr> </table> <p>Datos de Perforación</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Diámetros (mm)</th> <th style="text-align: center;">Longitudes (m)</th> <th style="text-align: center;">Tubería</th> <th style="text-align: center;">Materiales Acero</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación</td> <td></td> <td></td> <td>Rejilla</td> <td>Acero</td> </tr> <tr> <td>Tubería</td> <td style="text-align: center;">203</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ademe</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Abertura (slot)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Prueba de Bombeo</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba</td> </tr> </tbody> </table> <p>Litología</p>	Coordenadas	220.15 - 480.3	Código	32245 1	H/IGN	Barranca	Provincia	Puntarenas	Elevación	0 msnm	Cantón	Esparza	Propietario	AyA	Distrito		Informe año	27/11/87			Maquinaria	Método	Perforador	Duración	Fecha de Inicio	Fecha Final		Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Materiales Acero	Perforación			Rejilla	Acero	Tubería	203				Rejilla					Ademe					Tipo de Rejilla					Tipo de Abertura (slot)					Desarrollo					Tiempo de Desarrollo				Prueba de Bombeo	Observaciones				Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba
Coordenadas	220.15 - 480.3	Código	32245 1																																																																										
H/IGN	Barranca	Provincia	Puntarenas																																																																										
Elevación	0 msnm	Cantón	Esparza																																																																										
Propietario	AyA	Distrito																																																																											
Informe año	27/11/87																																																																												
Maquinaria	Método																																																																												
Perforador	Duración																																																																												
Fecha de Inicio	Fecha Final																																																																												
	Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Materiales Acero																																																																									
Perforación			Rejilla	Acero																																																																									
Tubería	203																																																																												
Rejilla																																																																													
Ademe																																																																													
Tipo de Rejilla																																																																													
Tipo de Abertura (slot)																																																																													
Desarrollo																																																																													
Tiempo de Desarrollo				Prueba de Bombeo																																																																									
Observaciones				Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba																																																																									

7.2.9. Pozo Procamar 5

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados UEN Administración de Proyectos Unidad Técnica de Perforaciones	Pozo N° 16-14	Pag. 1
	Nombre: Procamar I-2016 N° Pozo SENARA/MINAE:	

VALIDACION: Informe generado por Jelsion Chaves Gamboa el 31/03/2017. Nulo sin firma y sello de persona autorizada



Ubicación

Localidad: Procamar
 Coord: N 220277 - E 460289 Elev(m): 53 Sist: Lambert Norte
 H/IGN: BARRANCA 3245 I Provincia: Puntarenas
 Propietario: Sistemas Periféricos AyA Cantón: Esparza
 Código: 06-02-01 Distrito: Espíritu Santo

Equipo de Perforación

Maquinaria: Dando T40w Método: Rotación con lodos
 Perforador: Juan Carlos Valverde Fuentes Orden Costos: 0002016023-0
 Inicio: 19/08/2016 Final: 12/10/2016 Duración: 54 días

Datos de Perforación		Datos Prueba de Bombeo	
	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Fecha de prueba:
Perforación	437.5	32	12/10/2016
Tubería	250	14.5	Potencia bomba (hp): 50
Rejilla	250	16.5	Profundidad bomba (m): 25
Ademe	0	0	Nivel estático (m): 8.7
Material	ACCA		Nivel dinámico (m): 18.05
Tiempo Desarrollo (h):	25		Caudal prueba (l/s): 30
Desarrollo:			Abatimiento (m): 9.35
Aire comprimido			Coef.almacenamiento: 0
Observaciones:			Transmisividad (m ² /día): 3473
CRTM05 423961 E / 1105713 N. El pozo 16-14 se ubica en la margen izquierda del Río Barranca y sustituye al pozo BC-84. A partir de los resultados de la prueba de bombeo se recomienda un caudal de extracción de 28 L/s, considerando un abatimiento teórico de 9.97 m. Se recomienda un periodo de bombeo de 20 horas diarias con 4 horas de reposo que permitan una recuperación eficiente del acuífero. Equipo deberá de ser colocado a la profundidad de 26 m. Acuífero desarrollado en materiales aluvionales. Pozo Procamar 5 según el consecutivo de pozos construidos en la localidad.		Caudal rec. (l/s): 28	
		Tiempo bombeo rec.(h): 20	

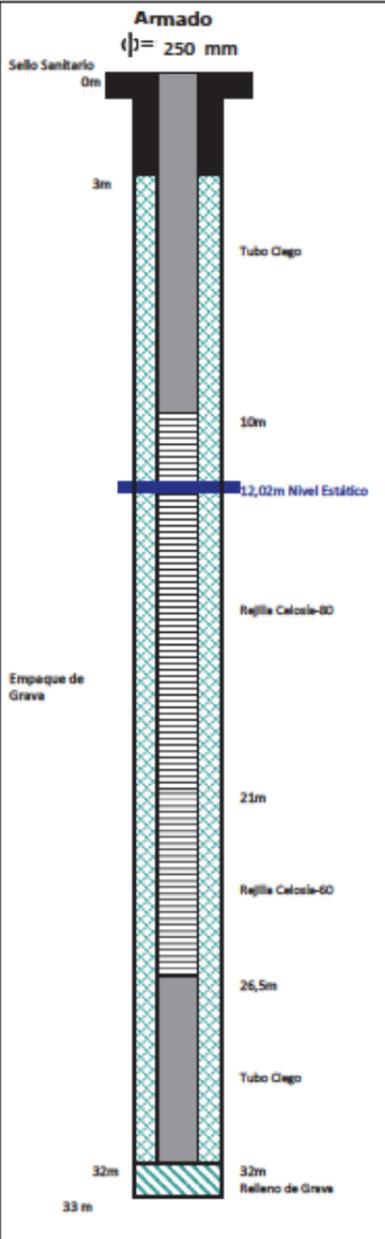
Litología

0-27 m	Aluvión grueso conformado por bloques angulares inmersos en una matriz arenosa, materiales inconsolidados. Alta permeabilidad, representa el acuífero captado.
27-32 m	Materiales asociados a la Formación Punta Carballo, conglomerados coloración verdosa.

72.10. Pozo Pocamar 6

 <p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados UEN Administración de Proyectos Unidad Técnica de Perforaciones</p>	<p>Pozo N° 16-29</p> <p>Nombre: Procamar II-2016 N° Pozo SENARA/MINAE:</p>	<p>Pag. 1</p>
--	---	---------------

VALIDACIÓN: Informe generado por Jelsson Chaves Gamboa el 31/03/2017. Nulo sin firma y sello de persona autorizada



Ubicación

Localidad: Procamar
 Coord: N 220222 - E 460256 Elev(m): 56 Sist: Lambert Norte
 H/IGN: BARRANCA 3245 I Provincia: Puntarenas
 Propietario: Sistemas Periféricos AyA Cantón: Esparza
 Código: 06-02-01 Distrito: Espíritu Santo

Equipo de Perforación

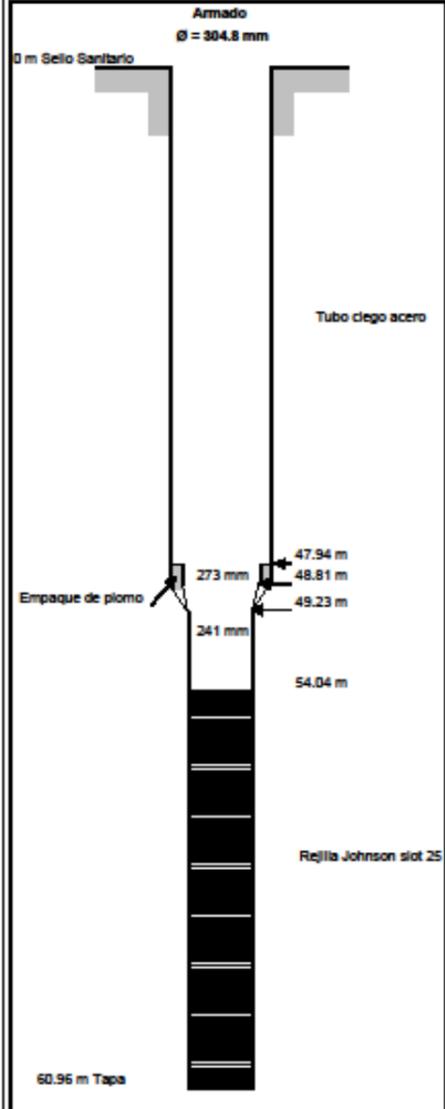
Maquinaria: Dando T40w Método: Rotación con lodos
 Perforador: Juan Carlos Valverde Fuentes Orden Costos: 0002016040-0
 Inicio: 14/10/2016 Final: 23/02/2017 Duración: 132 días

Datos de Perforación		Datos Prueba de Bombeo	
	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Fecha de prueba: 01/03/2017
Perforación	437.5	33	Potencia bomba (hp): 60
Tubería	250	15.5	Profundidad bomba (m): 26.5
Rejilla	250	16.5	Nivel estático (m): 12.02
Ademe	0	0	Nivel dinámico (m): 17.24
			Caudal prueba (l/s): 12
			Abatimiento (m): 5.22
Material	ACCA		Coef.almacenamiento: 0
Tiempo Desarrollo (h):	24		Transmisividad (m ² /día): 336.81
Desarrollo:			Caudal rec. (l/s): 12
Aire comprimido			Tiempo bombeo rec.(h): 20

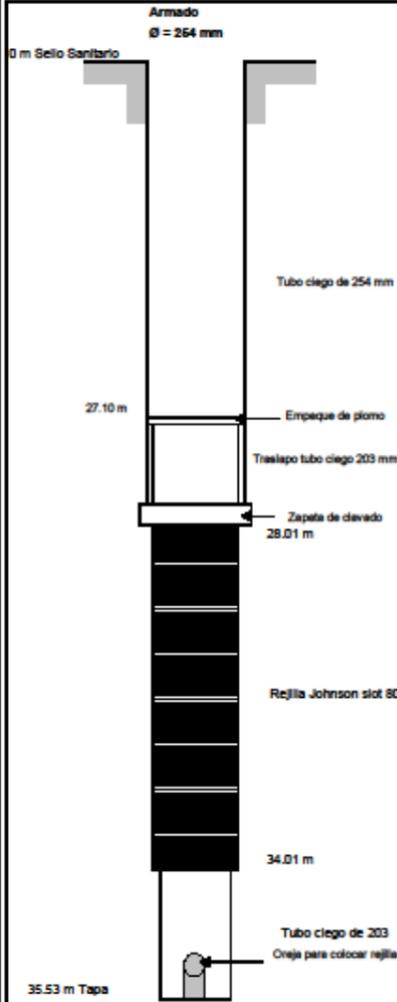
Observaciones:
 A partir de la prueba de bombeo ejecutada en época de verano (1-03-2017) la UTP recomienda un caudal de extracción de 12 L/s. considerando un periodo de bombeo continuo de 20 h diarias y 4 h de reposo para la recuperación del acuífero. Durante la prueba de bombeo el pozo a susuir Pozo 3 (88-01) ubicado a 17. 5 m de distancia se encontraba en operación bajo un caudal de 7.5 L/s, por tal razon una vez salido de operación el pozo 3, es de esperar que el nuevo pozo aumente la capacidad y el caudal de extracción sea mayor al recomendado. Pozo Procamar 6 según el consecutivo de pozos construidos en la localidad.

Litología

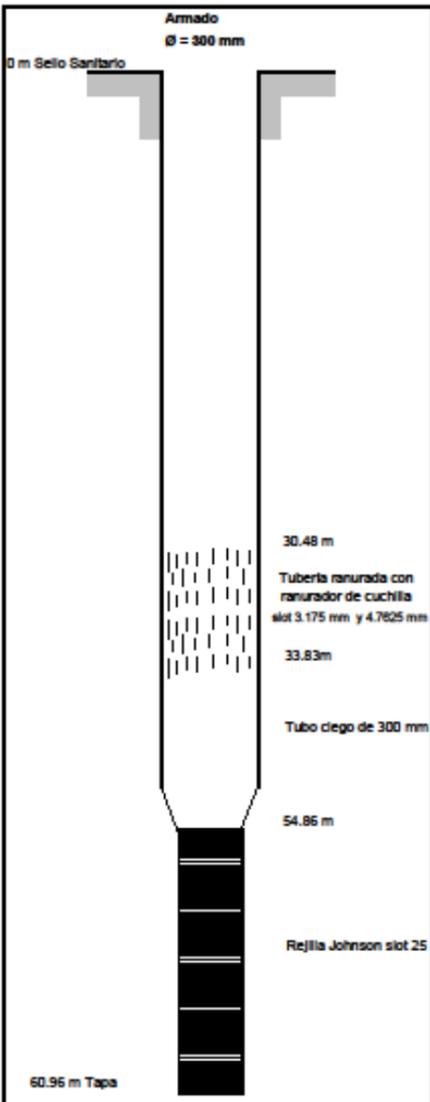
7.2.11. Pozo Rioja 1

	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas	Pozo N° Localidad Puntarenas Pozo Rioja N° 1																																								
 <p style="text-align: center;">Armado Ø = 304.8 mm</p> <p>0 m Sello Sanitario</p> <p style="text-align: right;">Tubo ciego acero</p> <p style="text-align: right;">47.94 m 48.81 m 49.23 m</p> <p style="text-align: right;">273 mm</p> <p style="text-align: right;">241 mm</p> <p style="text-align: right;">54.04 m</p> <p style="text-align: right;">Rejilla Johnson slot 25</p> <p>60.96 m Tapa</p> <p style="text-align: left;">Empaque de plomo</p>	Ubicación Coordenadas Código H/WGN Provincia Elevación 0 msnm Cantón Propietario AYA Distrito Informe año																																									
	Equipo de Perforación Maquinaria Método Perforador Duración Fecha de Inicio Fecha Final																																									
	Datos de Perforación <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Diámetros (mm)</th> <th style="text-align: center;">Longitudes (m)</th> <th style="text-align: center;">Materiales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación</td> <td></td> <td></td> <td>Tubería Rejilla</td> </tr> <tr> <td>Tubería</td> <td style="text-align: center;">304,8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rejilla</td> <td style="text-align: center;">241</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ademe</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Rejilla</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Johnson</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Abertura (slot)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Prueba de Bombeo</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td></td> <td></td> <td>Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba</td> </tr> </tbody> </table>			Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Materiales	Perforación			Tubería Rejilla	Tubería	304,8			Rejilla	241			Ademe				Tipo de Rejilla	Johnson			Tipo de Abertura (slot)	25			Desarrollo				Tiempo de Desarrollo			Prueba de Bombeo	Observaciones			Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba
		Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Materiales																																						
Perforación			Tubería Rejilla																																							
Tubería	304,8																																									
Rejilla	241																																									
Ademe																																										
Tipo de Rejilla	Johnson																																									
Tipo de Abertura (slot)	25																																									
Desarrollo																																										
Tiempo de Desarrollo			Prueba de Bombeo																																							
Observaciones			Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba																																							
Litología 																																										

7.2.12. Pozo Rioja 2

 <p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas</p>	<p style="text-align: center;">Pozo N°</p> <p>Localidad: Puntarenas Pozo Rioja N° 2</p>																																																																												
 <p style="text-align: center;">Armado Ø = 254 mm</p> <p>0 m Sello Sanitario</p> <p>27.10 m</p> <p>Tubo ciego de 254 mm</p> <p>Empeque de plomo</p> <p>Traslape tubo ciego 203 mm</p> <p>Zapata de clavado 28.01 m</p> <p>34.01 m</p> <p>Rejilla Johnson slot 80</p> <p>Tubo ciego de 203 mm</p> <p>Creja para colocar rejilla</p> <p>35.53 m Tapa</p>	<p>Ubicación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Coordenadas</td> <td>Código</td> </tr> <tr> <td>HIGN</td> <td>Provincia</td> </tr> <tr> <td>Elevación 0 msnm</td> <td>Cantón</td> </tr> <tr> <td>Propietario AyA</td> <td>Distrito</td> </tr> <tr> <td>Informe año</td> <td></td> </tr> </table> <p>Equipo de Perforación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Maquinaria</td> <td>Método</td> </tr> <tr> <td>Perforador</td> <td>Duración</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Inicio</td> <td>Fecha Final</td> </tr> </table> <p>Datos de Perforación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dímetros (mm)</th> <th>Longitudes (m)</th> <th>Tubería</th> <th>Rejilla</th> <th>Acero</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tubería</td> <td>254</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ademe</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Abertura (slot)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Prueba de Bombeo</p> <p>Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba</p> <p>Litología</p>	Coordenadas	Código	HIGN	Provincia	Elevación 0 msnm	Cantón	Propietario AyA	Distrito	Informe año		Maquinaria	Método	Perforador	Duración	Fecha de Inicio	Fecha Final		Dímetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Rejilla	Acero	Perforación						Tubería	254					Rejilla						Ademe						Tipo de Rejilla						Tipo de Abertura (slot)						Desarrollo						Tiempo de Desarrollo						Observaciones					
Coordenadas	Código																																																																												
HIGN	Provincia																																																																												
Elevación 0 msnm	Cantón																																																																												
Propietario AyA	Distrito																																																																												
Informe año																																																																													
Maquinaria	Método																																																																												
Perforador	Duración																																																																												
Fecha de Inicio	Fecha Final																																																																												
	Dímetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Rejilla	Acero																																																																								
Perforación																																																																													
Tubería	254																																																																												
Rejilla																																																																													
Ademe																																																																													
Tipo de Rejilla																																																																													
Tipo de Abertura (slot)																																																																													
Desarrollo																																																																													
Tiempo de Desarrollo																																																																													
Observaciones																																																																													

72.13. Pozo Socorrito 1

 <p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas</p>	<p style="text-align: center;">Pozo N°</p> <p>Localidad: Puntarenas Pozo Socorrito N° 1</p>																																																																																						
<div style="text-align: center;"> <p>Armado Ø = 300 mm</p> <p>0 m Sello Sanitario</p>  </div>	<p>Ubicación</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Coordenadas</td> <td style="border: none;">Código</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">H/IGN</td> <td style="border: none;">Provincia</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Elevación 10.004 msnm</td> <td style="border: none;">Cantón</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Propietario AyA</td> <td style="border: none;">Distrito</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Informe año</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	Coordenadas	Código	H/IGN	Provincia	Elevación 10.004 msnm	Cantón	Propietario AyA	Distrito	Informe año																																																																													
	Coordenadas	Código																																																																																					
	H/IGN	Provincia																																																																																					
	Elevación 10.004 msnm	Cantón																																																																																					
Propietario AyA	Distrito																																																																																						
Informe año																																																																																							
<p>Equipo de Perforación</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Maquinaria</td> <td style="border: none;">Método</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Perforador</td> <td style="border: none;">Duración</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Fecha de Inicio</td> <td style="border: none;">Fecha Final</td> </tr> </table>	Maquinaria	Método	Perforador	Duración	Fecha de Inicio	Fecha Final	<p>Datos de Perforación</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="border: none;"></th> <th style="border: none;">Diámetros (mm)</th> <th style="border: none;">Longitudes (m)</th> <th style="border: none;">Tubería</th> <th style="border: none;">Acero</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;">Perforación</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Rejilla</td> <td style="border: none;">Acero</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Tubería</td> <td style="border: none;">300</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Rejilla</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Ademe</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Tipo de Rejilla</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Tipo de Abertura (slot)</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Desarrollo</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Tiempo de Desarrollo</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Prueba de Bombeo</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Observaciones</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Nivel Dinámico</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Nivel Estático</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Caudal de Prueba</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Potencia de la Bomba</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Profundidad de la Bomba</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Duración de la Prueba</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Fecha de la Prueba</td> </tr> </tbody> </table>		Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Acero	Perforación			Rejilla	Acero	Tubería	300				Rejilla					Ademe					Tipo de Rejilla					Tipo de Abertura (slot)					Desarrollo					Tiempo de Desarrollo				Prueba de Bombeo	Observaciones				Nivel Dinámico					Nivel Estático					Caudal de Prueba					Potencia de la Bomba					Profundidad de la Bomba					Duración de la Prueba					Fecha de la Prueba
Maquinaria	Método																																																																																						
Perforador	Duración																																																																																						
Fecha de Inicio	Fecha Final																																																																																						
	Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Acero																																																																																			
Perforación			Rejilla	Acero																																																																																			
Tubería	300																																																																																						
Rejilla																																																																																							
Ademe																																																																																							
Tipo de Rejilla																																																																																							
Tipo de Abertura (slot)																																																																																							
Desarrollo																																																																																							
Tiempo de Desarrollo				Prueba de Bombeo																																																																																			
Observaciones				Nivel Dinámico																																																																																			
				Nivel Estático																																																																																			
				Caudal de Prueba																																																																																			
				Potencia de la Bomba																																																																																			
				Profundidad de la Bomba																																																																																			
				Duración de la Prueba																																																																																			
				Fecha de la Prueba																																																																																			
<p>Litología</p>																																																																																							

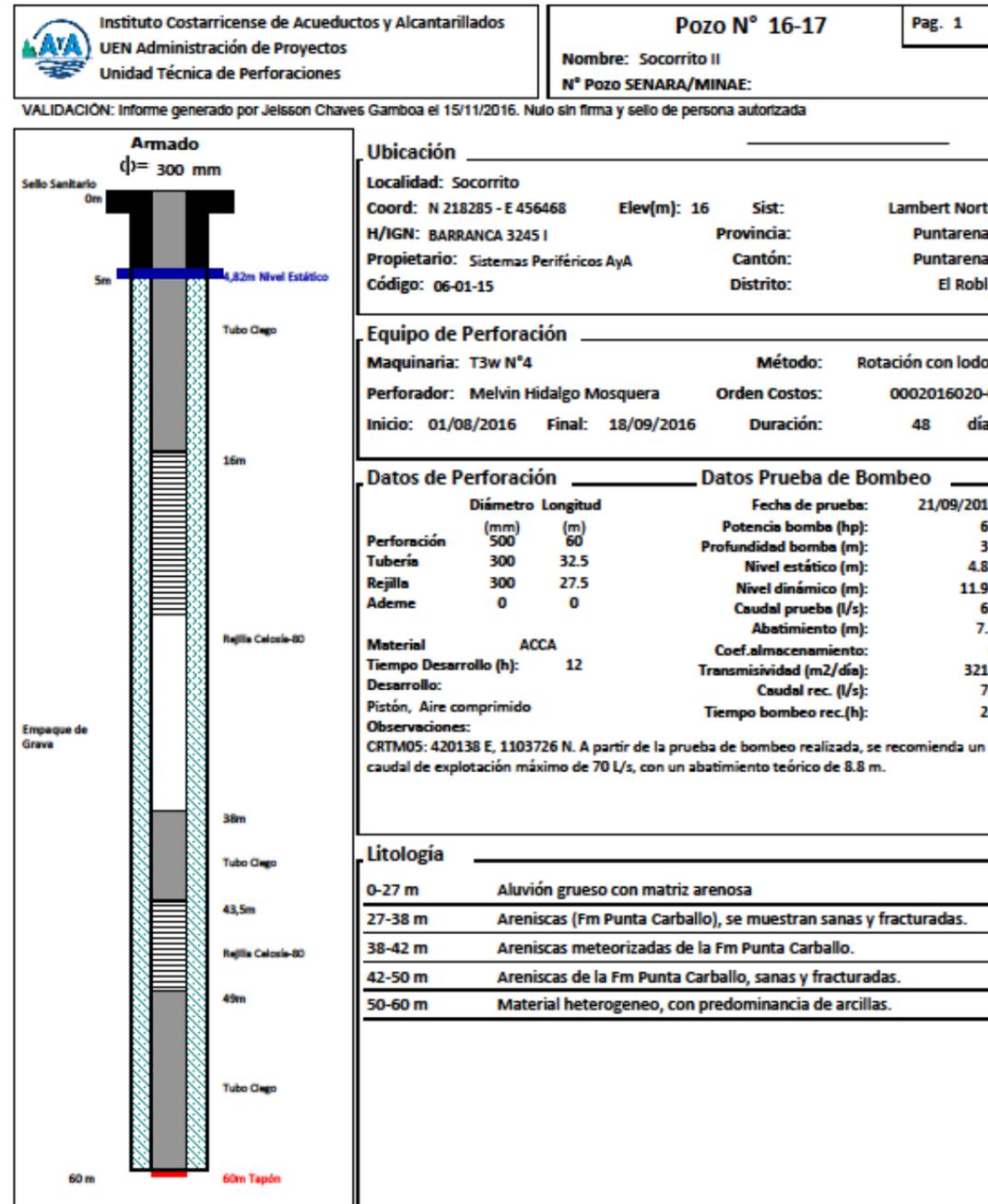
72.14. Pozo Socorro 2

 <p>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas</p>	<p style="text-align: center;">Pozo N°</p> <p>Localidad Puntarenas Pozo Socorro N° 2</p>																																									
<p style="text-align: center;">Armado Ø = 304.8 mm</p> <p>0 m Sello Sanitario</p> <p>3 m</p> <p style="text-align: right;">Tubo ciego acero</p> <p style="text-align: right;">45.72 m</p> <p style="text-align: right;">46.94 m</p> <p style="text-align: right;">257 mm</p> <p style="text-align: right;">225 mm</p> <p style="text-align: right;">48.16 m</p> <p style="text-align: right;">Rejilla Johnson slot 8 a</p> <p style="text-align: right;">53.64 m</p> <p style="text-align: right;">54.86.96 m Tapa</p> <p style="text-align: right;">Empaque de plomo</p>	<p>Ubicación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Coordenadas</td> <td>Código</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H/WGN</td> <td>Provincia</td> <td>Puntarenas</td> </tr> <tr> <td>Elevación 0 msnm</td> <td>Cantón</td> <td>Central</td> </tr> <tr> <td>Propietario AyA</td> <td>Distrito</td> <td>Barranca</td> </tr> <tr> <td>Informe año</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Equipo de Perforación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Maquinaria</td> <td>Método</td> </tr> <tr> <td>Perforador</td> <td>Duración</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Inicio</td> <td>Fecha Final</td> </tr> </table> <p>Datos de Perforación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dímetros (mm)</th> <th>Longitudes (m)</th> <th>Tubería</th> <th>Materiales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tubería</td> <td>304.8</td> <td></td> <td></td> <td>Acero</td> </tr> <tr> <td>Rejilla</td> <td>241</td> <td></td> <td>Rejilla</td> <td>Acero</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ademe</p> <p>Tipo de Rejilla Johnson</p> <p>Tipo de Abertura (slot) 25</p> <p>Desarrollo</p> <p>Tiempo de Desarrollo</p> <p>Observaciones</p> <p style="text-align: right;">Prueba de Bombeo</p> <p style="text-align: right;">Nivel Dinámico</p> <p style="text-align: right;">Nivel Estático</p> <p style="text-align: right;">Caudal de Prueba</p> <p style="text-align: right;">Potencia de la Bomba</p> <p style="text-align: right;">Profundidad de la Bomba</p> <p style="text-align: right;">Duración de la Prueba</p> <p style="text-align: right;">Fecha de la Prueba</p> <p>Litología</p>	Coordenadas	Código		H/WGN	Provincia	Puntarenas	Elevación 0 msnm	Cantón	Central	Propietario AyA	Distrito	Barranca	Informe año			Maquinaria	Método	Perforador	Duración	Fecha de Inicio	Fecha Final		Dímetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Materiales	Perforación					Tubería	304.8			Acero	Rejilla	241		Rejilla	Acero
Coordenadas	Código																																									
H/WGN	Provincia	Puntarenas																																								
Elevación 0 msnm	Cantón	Central																																								
Propietario AyA	Distrito	Barranca																																								
Informe año																																										
Maquinaria	Método																																									
Perforador	Duración																																									
Fecha de Inicio	Fecha Final																																									
	Dímetros (mm)	Longitudes (m)	Tubería	Materiales																																						
Perforación																																										
Tubería	304.8			Acero																																						
Rejilla	241		Rejilla	Acero																																						

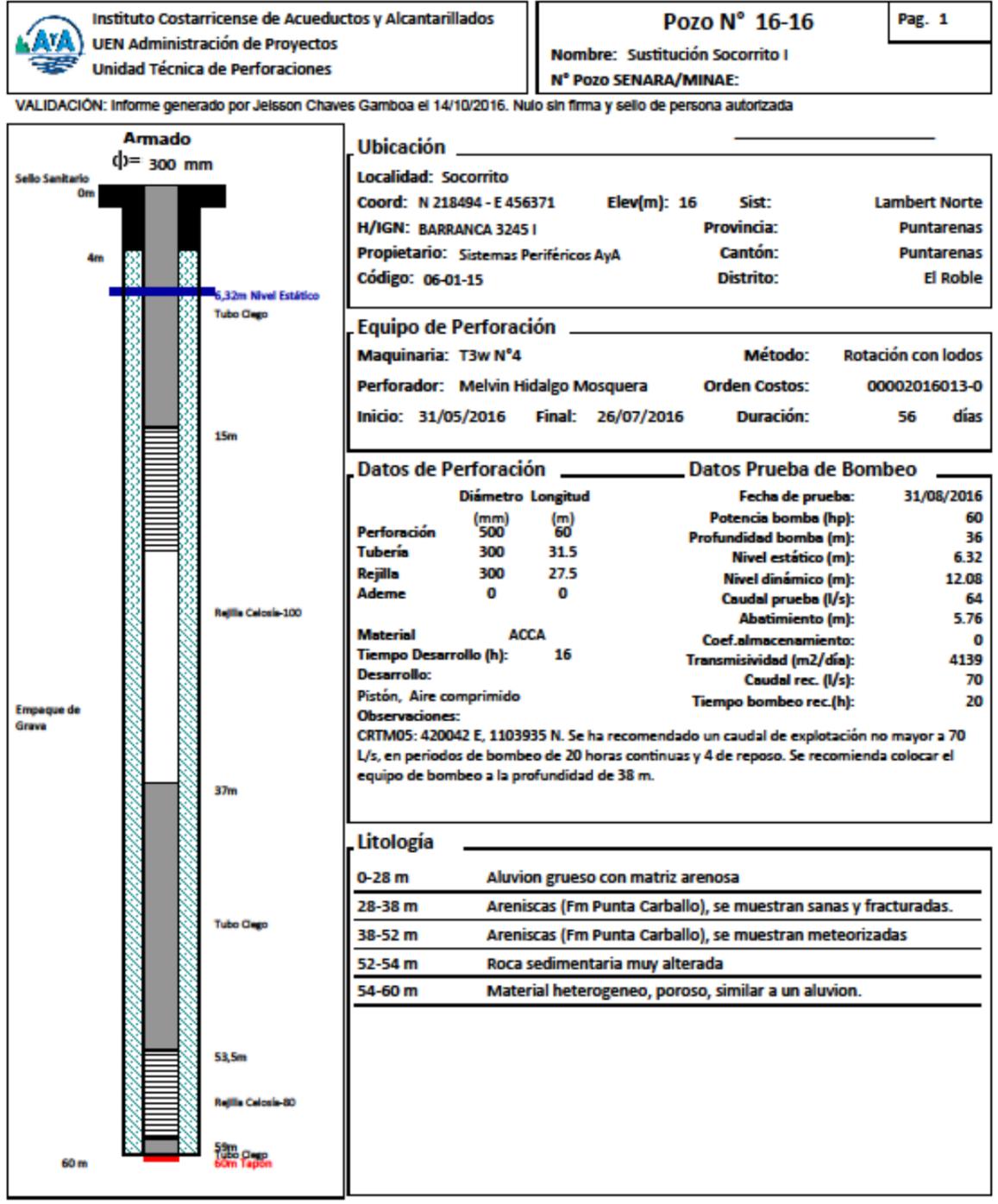
72.15. Pozo Socorro 3

 Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Dirección de Obras Rurales Departamento de Aguas Subterráneas		Pozo N° Localidad Puntarenas Pozo Socorro N° 3																																																				
<p style="text-align: center;">Armado Ø = 200 mm</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%; position: relative;"> 0 m Sello Sellado 19 m Tapa </div>	Ubicación Coordenadas HICM Elevación 0 msnm Propietario Aya Informe año			Código Provincia Puntarenas Cantón Central Distrito Balmora																																																		
	Equipo de Perforación Maquinaria Perforador Fecha de Inicio Método Duración Fecha Final																																																					
	Datos de Perforación <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Diámetro (mm)</th> <th style="text-align: center;">Longitud (m)</th> <th style="text-align: center;">Tubería</th> <th style="text-align: center;">Materiales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tubería</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rejilla</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adena</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Rejilla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Abertura (pie)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Desarrollo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td> Prueba de Bombeo Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba </td> </tr> </tbody> </table>					Diámetro (mm)	Longitud (m)	Tubería	Materiales	Perforación					Tubería	200				Rejilla	200				Adena					Tipo de Rejilla					Tipo de Abertura (pie)					Desarrollo					Tiempo de Desarrollo					Observaciones				Prueba de Bombeo Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba
		Diámetro (mm)	Longitud (m)	Tubería	Materiales																																																	
Perforación																																																						
Tubería	200																																																					
Rejilla	200																																																					
Adena																																																						
Tipo de Rejilla																																																						
Tipo de Abertura (pie)																																																						
Desarrollo																																																						
Tiempo de Desarrollo																																																						
Observaciones				Prueba de Bombeo Nivel Dinámico Nivel Estático Caudal de Prueba Potencia de la Bomba Profundidad de la Bomba Duración de la Prueba Fecha de la Prueba																																																		
Litología <div style="height: 100px;"></div>																																																						

7.2.16. Pozo Socorrito 5



72.17. Pozo Socorrito 6



7.3. Anexo 3. Perdidas de Carga en el Motor

Tabla 7 Pérdida de Carga en Pies (Metros) en Diferentes Tipos de Flujo (Gastos)

DIÁMETRO DEL MOTOR		4"	4"	4"	6"	6"	6"	8"	8"
DI. ADEME EN PULG. (MM)		4 (102)	5 (127)	6 (152)	6 (152)	7 (178)	8 (203)	8.1 (206)	10 (254)
Ruido (Gasto) en GPM (l/m)	25 (95)	0.3 (.09)							
	50 (189)	1.2 (.37)							
	100 (378)	4.7 (1.4)	0.3 (.09)		1.7 (.52)				
	150 (568)	10.2 (3.1)	0.6 (.18)	0.2 (.06)	3.7 (1.1)				
	200 (757)		1.1 (.34)	0.4 (.12)	6.3 (1.9)	0.5 (.15)		6.8 (2.1)	
	250 (946)		1.8 (.55)	0.7 (.21)	9.6 (2.9)	0.8 (.24)		10.4 (3.2)	
	300 (1136)		2.5 (.75)	1.0 (.30)	13.6 (4.1)	1.2 (.37)	0.2 (.06)	14.6 (4.5)	
	400 (1514)				23.7 (7.2)	2.0 (.61)	0.4 (.12)	24.6 (7.5)	
	500 (1893)					3.1 (.94)	0.7 (.21)	37.3 (11.4)	0.6 (0.2)
	600 (2271)					4.4 (1.3)	1.0 (.30)	52.2 (15.9)	0.8 (0.3)
	800 (3028)								1.5 (0.5)
	1000 (3785)								2.4 (0.7)

Tabla de Pérdidas de Carga en el Motor Sumable. Fuente: Franklin Electric

7.4. Anexo 4. Corriente a Plena Carga Motores, según el NEC

7.4.1. Monofásicos

Table 430.248 Full-Load Currents in Amperes, Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are for motors running at usual speeds and motors with normal torque characteristics. The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120 and 220 to 240 volts.

Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts
1/8	4.4	2.5	2.4	2.2
1/4	5.8	3.3	3.2	2.9
1/3	7.2	4.1	4.0	3.6
1/2	9.8	5.6	5.4	4.9
3/4	13.8	7.9	7.6	6.9
1	16	9.2	8.8	8.0
1 1/2	20	11.5	11.0	10
2	24	13.8	13.2	12
3	34	19.6	18.7	17
5	56	32.2	30.8	28
7 1/2	80	46.0	44.0	40
10	100	57.5	55.0	50

7.4.2. Trifásicos

Table 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 1000 volts.

Horsepower	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor ^a (Amperes)			
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1 1/2	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7 1/2	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

^aFor 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

7.5. Anexo 5. Longitud máxima de Cable en pies con una pérdida de 5%

7.5.1. Para Motor Monofásico 230V

CAPACIDAD DEL MOTOR			FORRO A 75 °C – CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
VOLT.	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
115	½	0,37	100	160	250	390	620	960	1190	1460	1780	2160	2630	3140	3770
	¾	0,55	300	480	760	1210	1870	2890	3580	4370	5330	6470	7870	9380	
230	1	0,75	250	400	630	990	1540	2380	2960	3610	4410	5360	6520	7780	9350
	1,5	1,1	190	310	480	770	1210	1870	2320	2850	3500	4280	5240	6300	7620
	2	1,5	150	250	390	620	970	1530	1910	2360	2900	3620	4480	5400	6700
	3	2,2	120	190	300	470	750	1190	1490	1850	2320	2890	3610	4470	5550
	5	3,7	0	110	180	280	450	710	890	1110	1390	1740	2170	2680	3330
	7,5	5,5	0	0	120	200	310	490	610	750	930	1140	1410	1720	2100
	10	7,5	0	0	0	160	250	390	490	600	750	930	1160	1430	1760
	15	11	0	0	0	0	170	270	340	430	530	660	820	1020	1260

Las longitudes marcadas en **NEGRITAS** cumplen con el amperaje del US. National Electrical Code (Norma Eléctrica Nacional Estadounidense) sólo para cable de conductor individual de 60°C o 75°C, en aire libre o agua, no en conducto magnético o enterrado directo. Las longitudes que **NO** están en negritas cumplen con el amperaje del (NEC) para los conductores individuales o cable forrado de 60°C o 75°C y puede ser en conducto o enterrados directo. El cable de red tipo plano es considerado cable forrado. Si se utiliza otro cable, se deben considerar las normas eléctricas tanto nacionales como locales. Las longitudes del cable en la tabla permiten una caída de voltaje del 5% operando a los amperes máximos especificados en la placa de identificación. Si se desea una caída de voltaje del 3%, multiplicar las longitudes de la Tabla por 0,6 para obtener la longitud máxima del cable.

La porción de la longitud total del cable que está entre el suministro y la caja de control monofásica, con un contactor en línea, no debe exceder el 25% del total máximo permitido para asegurar una operación confiable del contactor. Las cajas de control monofásicas sin contactores en línea pueden ser conectadas en cualquier punto de la longitud total del cable. La tabla está basada en alambre de cobre. Si se utiliza alambre de aluminio, este debe ser dos calibres más grandes que el alambre de cobre y se deben usar inhibidores de oxidación en las conexiones. Consulte a Franklin Electric las longitudes del cable para 90°C.

7.5.2. Para Motor Trifásico 230V conexión 3 hilos

CAPACIDAD DEL MOTOR			AISLAMIENTO A 75 °C – CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG												
VOLTS	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
230 V 60 Hz Trifásico 3 – Hilos 60	½	0,37	930	1490	2350	3700	5760	8910	8060	9860					
	¾	0,55	670	1080	1700	2580	4190	6490	6780	8290					
	1	0,75	560	910	1430	2260	3520	5460	6780	8290					
	1,5	1,1	420	670	1060	1670	2610	4050	5030	6160	7530	9170			
	2	1,5	320	510	810	1280	2010	3130	3890	4770	5860	7170	8780		
	3	2,2	240	390	620	990	1540	2400	2980	3660	4480	5470	6690	8020	9680
	5	3,7	140	230	370	590	920	1430	1790	2190	2690	3290	4030	4850	5870
	7,5	5,5	0	160	260	420	650	1020	1270	1560	1920	2340	2870	3440	4160
	10	7,5	0	0	190	310	490	760	950	1170	1440	1760	2160	2610	3160
	15	11	0	0	0	210	330	520	650	810	980	1210	1470	1780	2150
20	15	0	0	0	160	250	400	500	610	760	930	1140	1380	1680	
25	18,5	0	0	0	0	200	320	400	500	610	750	920	1120	1360	
30	22	0	0	0	0	0	260	330	410	510	620	760	930	1130	

Las mismas condiciones que aplican en la tabla anterior aplican a esta tabla

7.6. Para Motor Trifásico 460V conexión 3 hilos

CAPACIDAD DEL MOTOR			AISLAMIENTO A 75 °C – CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG													CALIBRE DEL CABLE DE COBRE MCM						
VOLTS	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500		
460 V	½	0,37	370	620	960																	
	¾	0,55	270	450	680																	
	1	0,75	230	360	570	900																
	1,5	1,1	170	270	420	670																
	2	1,5	130	200	320	510	800															
	3	2,2	100	160	250	390	620															
	5	3,7	50	90	150	230	370	570														
	7,5	5,5	40	60	100	160	260	400	500	620	760											
	10	7,5	30	50	70	120	190	300	380	460	570	700										
	15	11	0	340	540	800	1300	2000	2600	3200	3900	4800	5900	7100								
	20	15	0	0	410	660	1000	1600	2000	2470	3040	3730	4580	5530								
	60 Hz Trifásico 3 – Hilos	25	18,5	0	0	330	530	800	1300	1620	1990	2450	3010	3700	4470	5430						
		30	22	0	0	270	430	680	1070	1330	1640	2000	2490	3060	3700	4500	5130	5860				
		40	30	0	0	0	320	500	790	980	1210	1490	1830	2250	2710	3290	3730	4250				
50		37	0	0	0	0	410	640	800	980	1210	1480	1810	2190	2650	3010	3420	3830	4180	4850		
60		45	0	0	0	0	0	540	670	830	1020	1250	1540	1850	2240	2540	2890	3240	3540	4100		
75		55	0	0	0	0	0	440	550	680	840	1000	1260	1520	1850	2100	2400	2700	2950	3440		
100		75	0	0	0	0	0	0	0	500	620	760	940	1130	1380	1560	1790	2010	2190	2550		
125		90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	740	890	1000	1220	1390	1560	1700	1960		
150		110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	630	760	920	1050	1190	1340	1460	1690		
175		130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	670	810	930	1060	1190	1300	1510		
200	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	590	710	810	920	1000	1130	1310			

Aplican las mismas condiciones que en las tablas anteriores

7.7. Para Motor Trifásico 230V 6 hilos conexión Estrella-Delta

CAP. DEL MOTOR			AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG													CALIBRE DEL CABLE DE COBRE MCM					
VOLTS	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500	
230 V	5	3,7	210	340	550	880	1380	2140	2680	3280	4000	4900	6040	7270	8800	9970					
	7,5	5,5	150	240	390	630	970	1530	1900	2340	2880	3510	4300	5160	6240	7060	8010	8950	9750		
60 Hz Trifásico 6 Hilos Y-D	10	7,5	110	180	280	460	730	1140	1420	1750	2160	2640	3240	3910	4740	5380	6150	6900	7530	8760	
	15	11	0	130	190	310	490	780	970	1200	1470	1800	2200	2670	3220	3660	4170	4660	5100	5910	
	20	15	0	0	140	230	360	600	750	910	1140	1390	1710	2070	2520	2860	3270	3670	4020	4680	
	25	18,5	0	0	120	190	300	480	600	750	910	1120	1380	1680	2040	2310	2640	2970	3240	3780	
30	22	0	0	0	150	240	390	490	610	760	930	1140	1390	1690	1920	2200	2470	2700	3160		

7.8. Para Motor Trifásico 460V, 6 Hilos conexión Estrella Delta

CAP. DEL MOTOR			AISLAMIENTO A 75 °C - CALIBRE DEL CABLE DE COBRE AWG													CALIBRE DEL CABLE DE COBRE MCM					
VOLTS	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500	
460 V	5	3,7	880	1420	2250	3540	5550	8620													
	7,5	5,5	630	1020	1600	2530	3960	6150	7650	9390											
	10	7,5	460	750	1180	1870	2940	4570	5700	7020	8620										
	15	11	310	510	810	1270	2010	3130	3900	4800	5890	7210	8850								
	20	15	230	380	610	970	1540	2410	3000	3700	4560	5590	6870	8290							
	25	18,5	190	310	490	790	1240	1950	2430	2980	3670	4510	5550	6700	8140						
	30	22	0	250	410	640	1020	1600	1990	2460	3040	3730	4590	5550	6750	7690	8790				
	40	30	0	0	300	480	750	1180	1470	1810	2230	2740	3370	4060	4930	5590	6370				
	Trifásica 6 hilos Y-D	50	37	0	0	250	370	590	960	1200	1470	1810	2220	2710	3280	3970	4510	5130	5740	6270	7270
		60	45	0	0	0	320	500	810	1000	1240	1530	1870	2310	2770	3360	3810	4330	4860	5310	6150
75		55	0	0	0	0	420	660	810	1020	1260	1540	1890	2280	2770	3150	3600	4050	4420	5160	
100		75	0	0	0	0	310	500	610	760	930	1140	1410	1690	2070	2340	2680	3010	3280	3820	
125		90	0	0	0	0	0	390	470	590	730	880	1110	1330	1500	1830	2080	2340	2550	2940	
150		110	0	0	0	0	0	0	420	510	630	770	950	1140	1380	1570	1790	2000	2180	2530	
175		130	0	0	0	0	0	0	0	450	550	680	830	1000	1220	1390	1580	1780	1950	2270	
200		150	0	0	0	0	0	0	0	0	480	590	730	880	1070	1210	1380	1550	1690	1970	

7.9. Anexo 6. Protección Motor NEC (430.52)

Table 430.52 Maximum Rating or Setting of Motor Branch-Circuit Short-Circuit and Ground-Fault Protective Devices

Type of Motor	Percentage of Full-Load Current			
	Nontime Delay Fuse ¹	Dual Element (Time-Delay) Fuse ¹	Instantaneous Trip Breaker	Inverse Time Breaker ²
Single-phase motors	300	175	800	250
AC polyphase motors other than wound-rotor	300	175	800	250
Squirrel cage — other than Design B energy-efficient	300	175	800	250
Design B energy-efficient	300	175	1100	250
Synchronous ³	300	175	800	250
Wound-rotor	150	150	800	150
DC (constant voltage)	150	150	250	150

Note: For certain exceptions to the values specified, see 430.54.

¹The values in the Nontime Delay Fuse column apply to time-delay Class CC fuses.

²The values given in the last column also cover the ratings of nonadjustable inverse time types of circuit breakers that may be modified as in 430.52(C)(1), Exceptions No. 1 and No. 2.

³Synchronous motors of the low-torque, low-speed type (usually 450 rpm or lower), such as are used to drive reciprocating compressors, pumps, and so forth, that start unloaded, do not require a fuse rating or circuit-breaker setting in excess of 200 percent of full-load current.

7.10. Anexo 7. Tabla Calibres disponibles para conductores sumergibles (IESA)

Información Técnica
Dimensiones y Características

FORMACIÓN CALIBRE	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL NOMINAL (MM²)		NÚMERO DE HILOS	ESPESOR DE CUBIERTA (NOMINAL)		ANCHO TOTAL APROXIMADO		ALTURA TOTAL APROXIMADA		PESO TOTAL APROX.	RESISTENCIA ELÉCTRICA C.D. MÁX. @20°C
	Cond. Fase	Cond. Tierra		in	mm.	in	mm.	in	mm.		
Triplex											
3 X 14	2.08	-	7	0.0300	0.762	0.3954	10.04	0.1726	4.38	99.24	8.620
3 X12	3.31	-	7	0.0300	0.762	0.4520	11.48	0.1915	4.86	140.89	5.430
3 X 10	5.26	-	7	0.0300	0.762	0.5569	14.15	0.2264	5.75	214.78	3.409
3 X 8	8.37	5.26	7	0.0450	1.143	0.7436	18.89	0.3091	7.85	366.01	2.144
3 X 6	13.3	8.37	7	0.0450	1.143	0.8568	21.76	0.3468	8.81	529.84	1.348
3 X 4	21.2	8.37	19	0.0450	1.143	1.0539	26.77	0.4125	10.48	811.80	0.848
3 X 2	33.6	13.3	19	0.0450	1.143	1.2309	31.27	0.4715	11.98	1205.14	0.534
3 X 1	42.41	13.3	19	0.0500	1.27	1.4144	35.93	0.5395	13.70	1543.96	0.423
3X1/0	53.48	13.3	19	0.0600	1.524	1.5540	39.47	0.5987	15.21	1923.42	0.335
3X2/0	67.43	13.3	19	0.0600	1.524	1.6864	42.83	0.6437	16.35	2356.45	0.266
3X3/0	85.03	13.3	19	0.0600	1.524	1.8356	46.62	0.6935	17.61	2096.76	0.211
Triplex + Tierra											
4 X 14	2.08	-	7	0.0300	0.762	0.5067	12.87	0.1726	4.38	131.09	8.620
4 X12	3.31	-	7	0.0300	0.762	0.5822	14.79	0.1915	4.86	186.72	5.430
4 X 10	5.26	-	7	0.0300	0.762	0.7222	18.34	0.2264	5.75	285.54	3.409
3X8 + 1X10	8.37	5.26	7	0.0450	1.143	0.9088	23.08	0.3091	7.85	455.82	2.144
3X6 + 1X8	13.3	8.37	7	0.0450	1.143	1.0741	26.78	0.3468	8.81	662.49	1.348
3X4 + 1X8	21.2	8.37	19	0.0450	1.143	1.2711	32.29	0.4125	10.48	969.97	0.848
3X2 + 1X6	33.6	13.3	19	0.0450	1.143	1.4859	37.74	0.4715	11.98	1433.74	0.534
3X1 + 1X6	42.41	13.3	19	0.0500	1.27	1.6694	42.40	0.5395	13.70	1805.18	0.423
3X1/0 + 1X6	53.48	13.3	19	0.0600	1.524	1.8090	45.95	0.5996	15.23	2213.39	0.335
3X2/0 + 1X6	67.43	13.3	19	0.0600	1.524	1.9414	43.31	0.6437	16.35	2673.08	0.266
3X3/0 + 1X6	85.03	13.3	19	0.0600	1.524	2.0470	53.10	0.6335	17.61	3245.48	0.211

Nota[1]: Los valores proporcionados pueden variar de acuerdo a las tolerancias de fabricación.
Nota[2]: Para obtener la capacidad de corriente de estos cables, refiérase a la tabla 310-16 del NEC 2008.

Estos productos están disponibles a través de nuestra especializada, eficiente y prestigiosa red de distribuidores. La información contenida en esta ficha técnica pretende ser una ayuda para los usuarios de nuestros productos. Se recomienda contar con la asesoría de un profesional calificado y acatar los requisitos definidos por las autoridades reguladoras del país.

7.11. Anexo 8. Planos para los diseños propuestos



C-01.pdf



C-02.pdf



C-03.pdf



C-04.pdf

8. Referencias bibliográficas

9. Ambler, T. Barry N. T. (2008). *NIST Special Publication 811 2008 Edition Guide for the International System of Units (SI)*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
10. AMANCO. (2019). Precios AMANCO 2020 [Sitio Web]. Recuperado de: <https://www.amanco.cr/productos/productos>
11. ARESEP. (2020). Tarifa Acueductos y Alcantarillados 2020-2023 [Sitio Web]. Recuperado de <https://aresep.go.cr/agua-potable/>
12. AyA. (2015). Reseña histórica del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José: AyA. Recuperado de www.aya.go.cr
13. AyA. (2016). Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica, 2017-2030. San José: AyA. Recuperado de www.aya.go.cr
14. AyA. (s.f.). Guía de Cloración ASADAS. Recuperado de www.aya.go.cr
15. Ball, P. (2001). *Drilled Wells. St. Gallen (Switzerland): Series of Manuals on Drinking Water Supply, Vol. 6*. Switzerland: Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT)
16. Banco Central de Costa Rica. (2020). Tipo cambio de compra y de venta del dólar de los Estados Unidos de América [Sitio Web]. Recuperado de <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>
17. Barahona, T., Rivera, E. y Chévez, R. (2013). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Miramar, Nagarote, para un período de 20 años (2013-2033) (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/5502/>
18. Belgicast. (2018). Tarifa-Belgicast Fontanería [Sitio web]. Recuperado de <https://www.bomdesa.com/inicio/material-de-fontaneria/tarifa-belgicast/>
19. Bermad. (2020). Válvula de Control Anticipadora de Onda [Sitio Web]. Recuperado de www.bermad.com
20. Brenes, M. L. y Chacón, K. (2019). Costa rica aprovecha eficazmente el recurso hídrico, pero no logra controlar los impactos negativos de su uso intensivo [Sitio web].

- Recuperado de <https://estadonacion.or.cr/costa-rica-aprovecha-eficazmente-el-recurso-hidrico-pero-no-logra-controlar-los-impactos-negativos-de-su-uso-intensivo/>
21. Bustamante, X. (2019, 20 de diciembre). Patronos, Trabajadores y Estado Aportaran más al régimen IVM a partir de 2020. CCSS Noticias. Recuperado de <https://www.ccss.sa.cr/calculadora>
 22. Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (2020). Tarifas Vigentes [Sitio Web]. Recuperado de <https://www.cnfl.go.cr/servicios-electricos-para-inmuebles/tarifas-vigentes/tarifa-preferencial-de-caracter-social-t-cs>
 23. Cutzal, J.A. (2007). Diseño del sistema de agua potable por bombeo para la Colonia Romec y diseño del instituto de San José Chacayá, Sololá (Tesis de grado en ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2755_C.pdf
 24. Dorado, L. (2020). Propuesta de diseño de una estrategia de Mantenimiento Predictivo Inteligente en la Dirección de Sistemas de Bombeo del AyA (Tesis de Licenciatura de Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/11499>
 25. Farinango, V. y Rigoberto, J. (2013). Dimensionamiento del tanque de carga, tubería de presión, casa de máquinas y la descarga para la micro central hidroeléctrica en la estación científica amazónica juri juri kawsay de la universidad central del ecuador (Tesis de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/>
 26. Fitzgerald, A.E., Kingsley, C. y Umans, S. (2003). *Electric Machinery, 6ta edición*. New York: McGraw Hill, International Edition.
 27. Franklin Electric. (2020). Catálogo Motores Sumergibles y Accesorios [Sitio Web]. Recuperado de <https://franklinagua.com>
 28. Franklin Electric. (2010). Manual de Ingeniería para Bombas Industriales y de Irrigación [Sitio Web]. Recuperado de <https://franklinagua.com>
 29. Franklin Electric. (2010). Bombas Sumergibles Acero Inoxidable 6” Serie SR [Sitio Web]. Recuperado de <https://franklinagua.com>
 30. Franklin Electric. (2020). Manual del Propietario Bombas Sumergibles de 4” y 6” [Sitio Web]. Recuperado de <https://franklinagua.com>

31. Franklin Electric. (2013). Bombas Sumergibles FPS 4400 [Sitio Web]. Recuperado de <https://franklinagua.com>
32. Franklin Electric. (2015). Manual AIM Motores Sumergibles [Sitio Web]. Recuperado de <https://franklinagua.com>
33. García, A. (2018). Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento basado en la gestión del conocimiento para la dirección de sistemas de bombeo GAM del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica). Recuperado de: link
34. Global Water Partnership. (2020, 26 de junio). Costa Rica actualiza su línea base de GIRH. *Global Water Partnership*. Recuperado de <https://www.gwp.org/es/GWP-Centroamerica/>
35. Global Water Partnership. (2018). Hoja de Datos sobre el estado de la gestión hídrica en Costa Rica 2017-18. *Global Water Partnership*. Recuperado de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/fact-sheet_cr.pdf
- Goulds Pumps. (2012). Bombas Texas de Turbina Sumergible Prediseñadas de 5"-11" [Sitio Web]. Recuperado de www.Goulds.com
36. Grundfos. (s.f.). Manual de Ingeniería SP. Madrid: Bombas Grundfos España, S.A. Recuperado de https://www.ingenieros.es/files/catalogos/Grundfos_-_Manual_de_Ingenieria_SP_ES.pdf
37. Grundfos. (s.f.). Motores Sumergibles y Rebobinables 50/60 Hz [Catálogo]. Recuperado de <https://www.lenntech.com/Data-sheets/Grundfosliterature-SP-A-ES-L.pdf>
38. Grundfos. (s.f.). Quick Sizing [Sitio Web]. Recuperado de <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?pumpsystemid=1109094430&qcid=1109134280>
39. Grupo WEG. (2016). *Motores de inducción alimentados por convertidores de frecuencia PWM*. Brasil: Grupo WEG. Recuperado de www.weg.net
40. Hernández, F. (2015). *Propuesta de Creación e Implementación de una Oficina de Gestión de Proyectos en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)* (Tesis de Maestría del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica). Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6366>

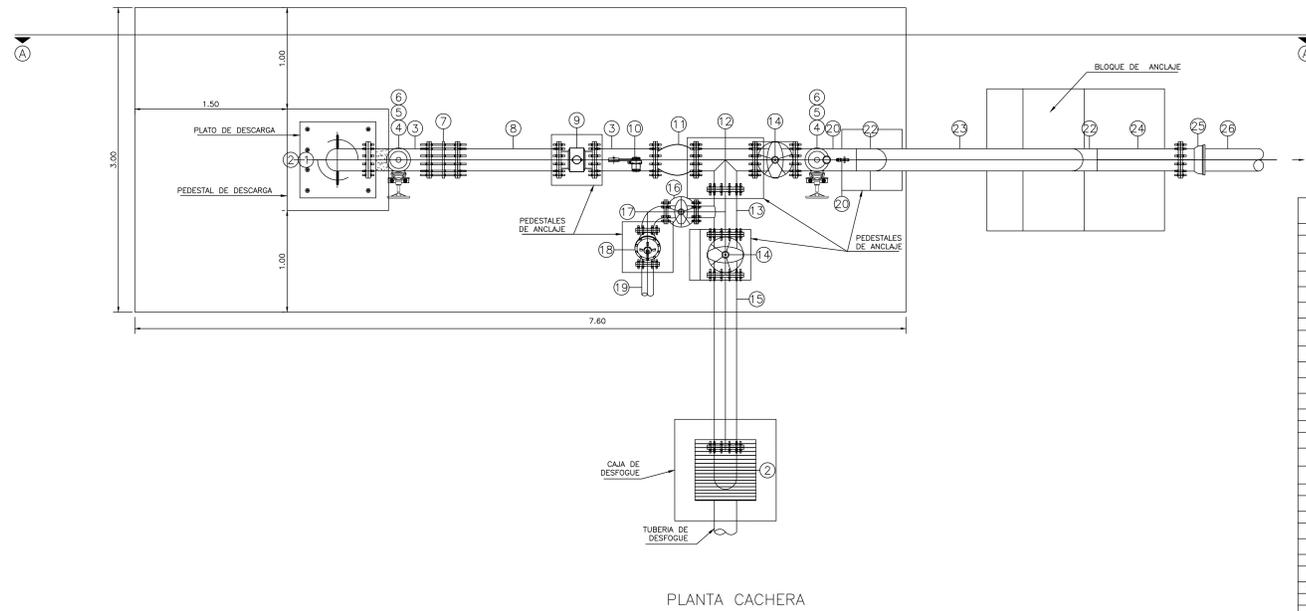
41. IFAM. (2020). Puntarenas, Cantón 6-01 [Sitio Web]. Recuperado de https://www.ifam.go.cr/?page_id=657
42. INEC. (2012). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda: Resultados Generales*. San José: INEC. Recuperado de http://www.cipacdh.org/pdf/Resultados_Generales_Censo_2011.pdf
43. KSB. (2005). Livret Technique.
44. La Gaceta. (2020, 29 de setiembre). Tarifas Actuales ICE Alcance N°256. La Gaceta N°239. Recuperado de https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2020/09/29/ALCA256_29_09_2020.html
45. Lara, J. F. (2016, 25 de mayo). AyA pierde entre 47% y 67% del agua a causa de fugas. *La Nación*. Recuperado de <https://www.nacion.com/el-pais/servicios/aya-pierde-entre-47-y-67-del-agua-a-causa-de-fugas/FYFCSV3K6FFRPJTNVXGAPPLWC4/story/>
46. Macias, J. P. (2019, 17 de septiembre). “Diseño de una red eléctrica para pozo profundo utilizando bombas sumergibles trifásicas de hasta 10 HP en la ciudad de Montecristi, Provincia de Manabí. Tesis de Graduación Ingeniería Electromecánica, Guayaquil Ecuador.
47. Acces Engineering. (2010) *Water Wells and Pumps*. McGraw Hill.
48. Ministerio de Hacienda. (2020, 30 de julio). Manual de valores base unitarios por tipología constructiva. *Alcance N°198 La Gaceta N°187*. Recuperado de https://www.hacienda.go.cr/docs/545ce523badcc_22.pdf
49. Ministerio de Hacienda. (2020). Ejemplo de Cálculo Impuesto sobre la Renta [Sitio Web]. Recuperado de www.hacienda.go.cr
50. Ministerio de Hacienda. (2009). Directriz CN 01-2009 [Sitio Web]. Recuperado de www.hacienda.go.cr
51. Mora, C. y Portuguez, C. (2018). Agua para consumo humano por provincias y saneamiento por regiones manejados en forma segura en zonas urbanas y rurales de costa rica al 2018. *Tecnología en Marcha*, 31(2). Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n2/0379-3982-tem-31-02-72.pdf>
52. Mora-Alvarado, D. A. (2020). Desigualdades en el acceso a agua potable en Costa Rica: Desigualdades por cantones en el acceso a agua para consumo humano en Costa Rica

en el año 2011 y su comparación con el período 2006. *Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*.

53. [Morales-Hidalgo, D. \(2013\). Recurso hídrico en costa rica. En J. Mahlkecht, J. y E. Pastén- Zapata \(Coord.\), *Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina* \(pp. 220-253\).](#)
54. Organización de las Naciones Unidas. (2020). Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos [Sitio Web]. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
55. Pérez, K. (2020a, 9 de marzo). Congreso Aprueba Reforma que reconoce el derecho al agua como derecho humano. *El Mundo.cr*. Recuperado de <https://www.elmundo.cr/costa-rica/congreso-aprueba-reforma-que-reconoce-el-acceso-al-agua-como-derecho-humano/>
56. Pérez, R. (2020b). Coagulación, floculación y separación. Gestión de Agua y Saneamiento Sostenible [Sitio Web]. Recuperado de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/coagulaci%C3%B3n%2C-floculaci%C3%B3n-y-separaci%C3%B3n>
57. Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2018). Decreto Ejecutivo No. 38924-s Reglamento para la calidad del Agua [Sitio Web]. Recuperado de <http://www.pgrweb.go.cr>
58. Procoen. (2020). Costo de Equipos industriales más allá del costo inicial [Sitio Web]. Recuperado de <https://procoen.com/costos-de-equipos-industriales-mas-alla-del-costo-inicial/>
59. Rodríguez, C. (2020). Organigrama DSB. *Organigrama de la Dirección de Sistemas de Bombeo*. San José, Costa Rica. Recuperado de https://www.aya.go.cr/transparenciaInst/acceso_informacion/Paginas/OrganizacionFunciones.aspx
60. Simpson, H. (2016) Les eaux souterraines. Ministère de l’Agriculture, de l’Alimentation et des Affaires rurales [Sitio Web]. Recuperado de <http://www.omafra.gov.on.ca>
61. Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2017). Código de instalaciones hidráulicas y Sanitarias [Sitio Web]. Recuperado de

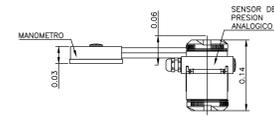
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=83561&nValor3=107558

62. Tzatchkov, V. y Izurieta-Dávila, J. (1996). Sistema de cómputo para el análisis y diseño óptimo de redes de distribución de agua potable. *Ingeniería Hidráulica En México*. *Ingeniería Hidráulica en México*, 11(2): 55-63. Recuperado de <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1265>
63. Ulloa, A. (2020, 12 de febrero). ¿Qué se debe hacer en una instalación sumergible? [Blog de Franklin Electric]. Recuperado de <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2020/02/12/que-se-debe-hacer-en-una-instalacion-sumergible/>
64. Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 45(1), 5-12. Recuperado de <https://doi.org/10.15359/rca.45-1.1>
65. Vidal, R., Martínez, F. y Ayza, M. (1994). Aplicaciones de los modelos de calidad en la simulación de las redes de distribución de agua potable. *Ingeniería Del Agua*, 1(3), 55-68. Recuperado de [doi:10.4995/ia.1994.2644](https://doi.org/10.4995/ia.1994.2644)
66. Villegas-Flores, G. (2018). Metodología computarizada de dimensionamiento de redes de agua potable. Universidad De Piura, Consultado en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3243>
67. Walpole, R., Myers, R. and Myers, S. (2012). *Probabilidad Y Estadística Para Ingeniería Y Ciencias* (9A. Ed.). Distrito Federal: Pearson Educación.

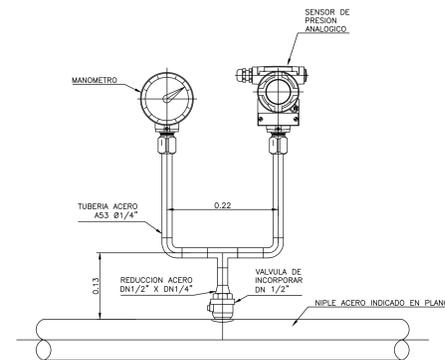


NOMENCLATURA	
#	ACCESORIO
1	NIPLA L=1.50m ACERO DN SCH40 5-10
2	COUDO 90° ACERO DN SCH40 5-10
3	NIPLA L=0.80m ACERO DN SCH40 5-10
4	NIPLA L=0.20m ACERO DN SCH40 5-10
5	VALVULA DE CIERRE DN PN 8-8
6	VALVULA DE AIRE HO DN PN 8
7	JUNTA DE DESMONTAJE HO DN PN
8	NIPLA L=1.00m ACERO DN SCH40 5-10
9	INDICADOR ELECTROMECANICO DN
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO 1" - 1/2"
11	VALVULA DE RETENCION HO DN PN 8-8
12	TEE ACERO DN SCH40 5-10
13	TEE ACERO DN SCH40 5-10
14	VALVULA DE CIERRE DN PN 8-8
15	NIPLA L=1.70m ACERO DN SCH40 5-10
16	VALVULA DE CIERRE DN PN 8-8
17	COUDO 90° ACERO DN SCH40 5-10
18	VALVULA AUTOCERRADA DE GOLPE HO DN PN 8-8
19	NIPLA L=0.50m ACERO DN SCH40 5-10
20	NIPLA L=0.50m ACERO DN SCH40 5-10
21	LLAVE DE CIERRE ACERO DN1/2" PN8 R 1/2"
22	COUDO 90° ACERO DN SCH40 5-10
23	NIPLA L=0.70m ACERO DN SCH40 5-10
24	NIPLA L=0.80m ACERO DN SCH40 5-10
25	ADAPTADOR BRIDA HO DN PN
26	BRIDA HO DN 40 S-C
*VER DETALLE EN ESTE LAMINA	
*REDUCCION CON VALVULA DE INCORPORACION, VER DETALLE	
NOTA: *LAS DIMENSIONES DENTRO DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE	
*NOMENCLATURA DE CONEXIONES: O=COMUNICACION; L=LONGITUD; R=ROSCA; S=SOBRECARGA	

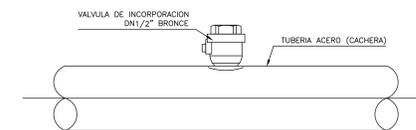
NOTA:
SISTEMA DE SENSADO DE PRESION
(SENSOR DE PRESION ANALOGICO
MAS MANOMETRO CON CARATULA
DE 2-1/2" DE GLICERINA)
VER TERMINOS DE
REFERENCIA ELECTROMECANICOS



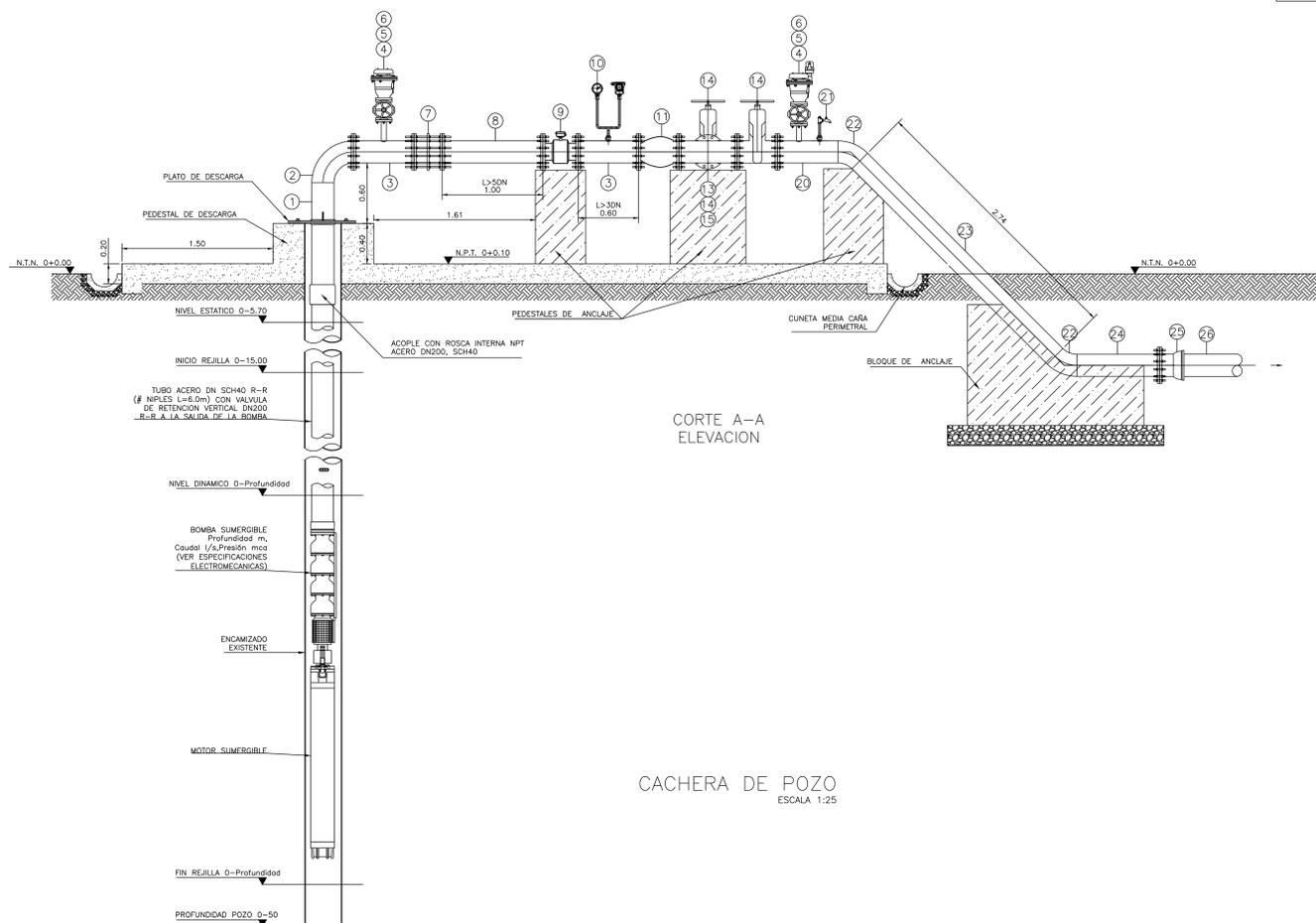
PLANTA DEL SISTEMA DE SENSADO DE PRESION



SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO
ESCALA 1:5



DETALLE VALVULA DE INCORPORAR
ESCALA 1:7.5



CACHERA DE POZO
ESCALA 1:25

PROYECTO:
MEJORAMIENTO AL ACUEDUCTO INTEGRADO LAS TRANCAS II EN CARRILLO GUANACASTE CAMPO DE POZOS APESTEGUI

PROPIETARIO:
IAVA REPUBLICA DE COSTA RICA
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
UEN PROGRAMACION Y CONTROL

PROVINCIA: PUNTARENAS CANTON: PUNTARENAS DISTRITO: PUNTARENAS

MODIFICO:
NOMBRE: GABRIEL MORALES CASTRO

FIRMA: _____ N° REG: _____

PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO ESTRUCTURAL:

NOMBRE: _____

FIRMA: _____ N° REG: _____

DIBUJO: RICARDO U. MESEN RODRIGUEZ

INFORMACION REGISTRO PUBLICO:

PROPIETARIO: _____

N° DE CATASTRO: _____

CITAS: _____

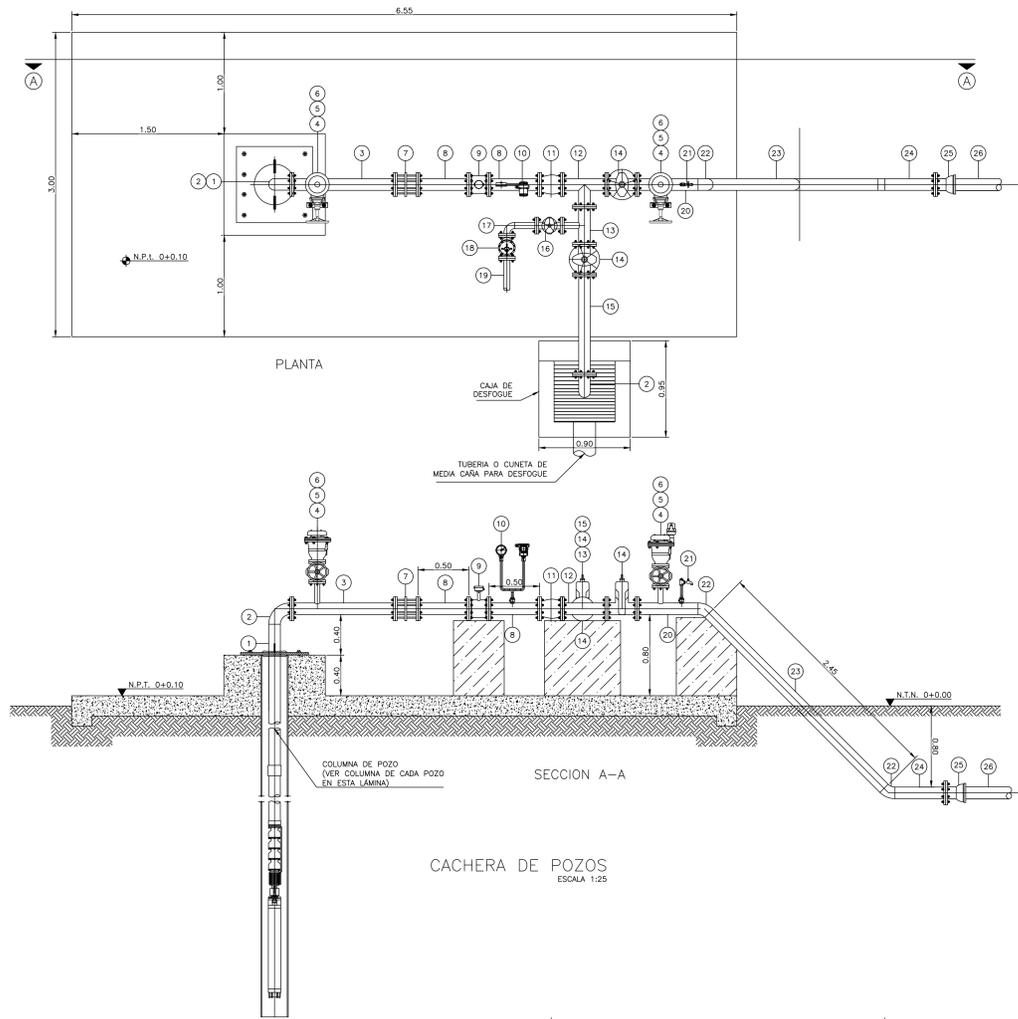
CONTENIDO

-DISEÑO PROPUESTO

CODIGO DE PROYECTO:
TOTAL DE LAMINAS:
ACCESO DIBUJO:

ESCALA: _____ FECHA: _____ LAMINA: _____

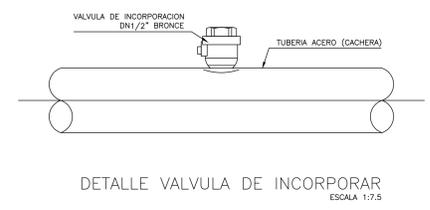
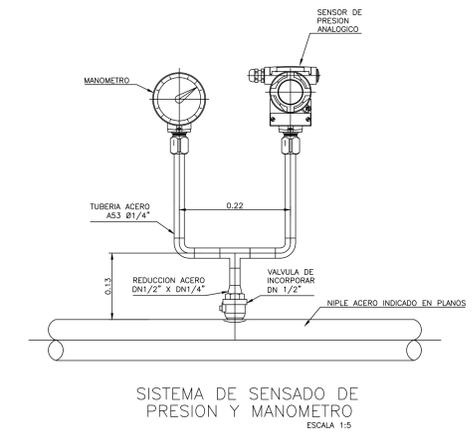
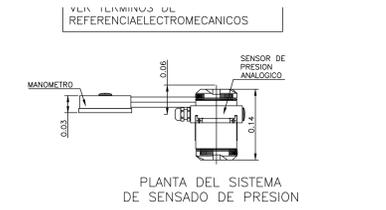
INDICADA: SETIEMBRE 2020 C-01



ACCESORIOS PARA POZO VIII	
N°	ACCESORIO
1	NIPLE L=0.30m ACERO DN40 SCH40 S-S
2	CODO 90° ACERO DN40 SCH40 S-B
3	NIPLE L=1.00m ACERO DN40 SCH40 B-B
4	NIPLE L=0.20m ACERO DN12.7 SCH40 S-B
5	VALVULA DE COMPUERTA DN12.7 PN10 B-B
6	VALVULA DE AIRE HD DN12.7 PN10 B
7	JUNTA DE DESMONTAJE HD DN40 PN10
8	NIPLE L=1.00m ACERO DN40 SCH40 B-B
9	MACROMEDIDOR ELECTROMAGNETICO DN40 *
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO ** , ***
11	VALVULA DE RETENCION HD DN40 PN10 B-B
12	TEE ACERO DN40xDN40 SCH40 B-B
13	TEE ACERO DN40xDN12.7 SCH40 B-B
14	VALVULA DE COMPUERTA DN40 PN10 B-B
15	NIPLE L=1.00m ACERO DN40 SCH40 B-L
16	VALVULA DE COMPUERTA DN12.7 PN10 B-B
17	CODO 90° ACERO DN12.7 SCH40 B-B
18	VALVULA ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE HD DN12.7 PN10 B-B
19	NIPLE L=0.30m ACERO DN12.7 SCH40 B-L
20	NIPLE L=0.60m ACERO DN40 SCH40 B-S
21	LLAVE DE CHORRO ACERO DN12.7 PN10 R **
22	CODO 45° ACERO DN40 SCH40 S-S
23	NIPLE L=2.45m ACERO DN40 SCH40 S-S
24	NIPLE L=0.50m ACERO DN40 SCH40 S-B
25	ADAPTADOR BRIDA HD DN40 PN10
26	TUBERIA HD DN40 C40 C-L

*VER ESPECIFICACIONES ELECTROMECANICAS
 **VER DETALLE EN ESTA LAMINA
 ***INTERCONEXION CON VALVULA DE INCORPORAR, VER DETALLE

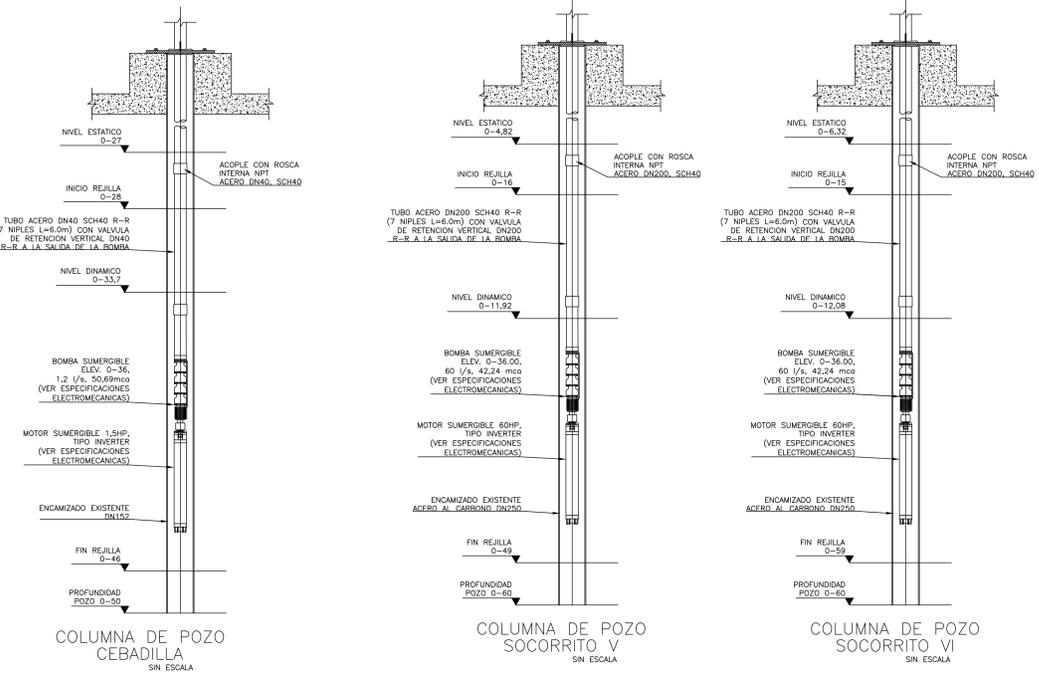
NOTA: -LAS DIMENSIONES EXACTAS DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE
 -NOMENCLATURA DE CONEXIONES: C=CAMPANA B=BRIDA L=LISO R= ROSCA S=SOLDADO



ACCESORIOS PARA CLASE I	
N°	ACCESORIO
1	NIPLE L=0.30m ACERO DN200 SCH40 S-S
2	CODO 90° ACERO DN200 SCH40 S-B
3	NIPLE L=1.00m ACERO DN200 SCH40 B-B
4	NIPLE L=0.20m ACERO DN50 SCH40 S-B
5	VALVULA DE COMPUERTA DN50 PN10 B-B
6	VALVULA DE AIRE HD DN50 PN10 B
7	JUNTA DE DESMONTAJE HD DN200 PN10
8	NIPLE L=1.00m ACERO DN200 SCH40 B-B
9	MACROMEDIDOR ELECTROMAGNETICO DN200 *
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO ** , ***
11	VALVULA DE RETENCION HD DN200 PN10 B-B
12	TEE ACERO DN200xDN200 SCH40 B-B
13	TEE ACERO DN200xDN50 SCH40 B-B
14	VALVULA DE COMPUERTA DN200 PN10 B-B
15	NIPLE L=1.00m ACERO DN200 SCH40 B-L
16	VALVULA DE COMPUERTA DN50 PN10 B-B
17	CODO 90° ACERO DN50 SCH40 B-B
18	VALVULA ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE HD DN50 PN10 B-B
19	NIPLE L=0.30m ACERO DN50 SCH40 B-L
20	NIPLE L=0.60m ACERO DN200 SCH40 B-S
21	LLAVE DE CHORRO ACERO DN12.7 PN10 R **
22	CODO 45° ACERO DN200 SCH40 S-S
23	NIPLE L=2.45m ACERO DN200 SCH40 S-S
24	NIPLE L=0.50m ACERO DN200 SCH40 S-B
25	ADAPTADOR BRIDA HD DN200 PN10
26	TUBERIA HD DN200 C40 C-L

*VER ESPECIFICACIONES ELECTROMECANICAS
 **VER DETALLE EN ESTA LAMINA
 ***INTERCONEXION CON VALVULA DE INCORPORAR, VER DETALLE

NOTA: -LAS DIMENSIONES EXACTAS DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE
 -NOMENCLATURA DE CONEXIONES: C=CAMPANA B=BRIDA L=LISO R= ROSCA S=SOLDADO



PROYECTO: MEJORAMIENTO AL ACUEDUCTO INTEGRADO LAS TRANCAS II EN CARRILLO GUANACASTE CAMPO DE POZOS APESTEGUI

PROPIETARIO: REPUBLICA DE COSTA RICA INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS UEN PROGRAMACION Y CONTROL

PROVINCIA: PUNTARENAS CANTON: PUNTARENAS DISTRITO: PUNTARENAS

MODIFICADO: GABRIEL MORALES CASTRO

FIRMA: _____ N° REG: _____

PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO ESTRUCTURAL: _____

NOMBRE: _____

FIRMA: _____ N° REG: _____

DIBUJO: RICARDO U. MESEN RODRIGUEZ

INFORMACION REGISTRO PUBLICO: _____

PROPIETARIO: _____

N° DE CATASTRO: _____

CITAS: _____

CONTENIDO: -CACHERA Y ACCESORIOS DE CLASE I Y VIII -COLUMNA DE POZOS CEBADILLA, SOCORRITO V Y VI

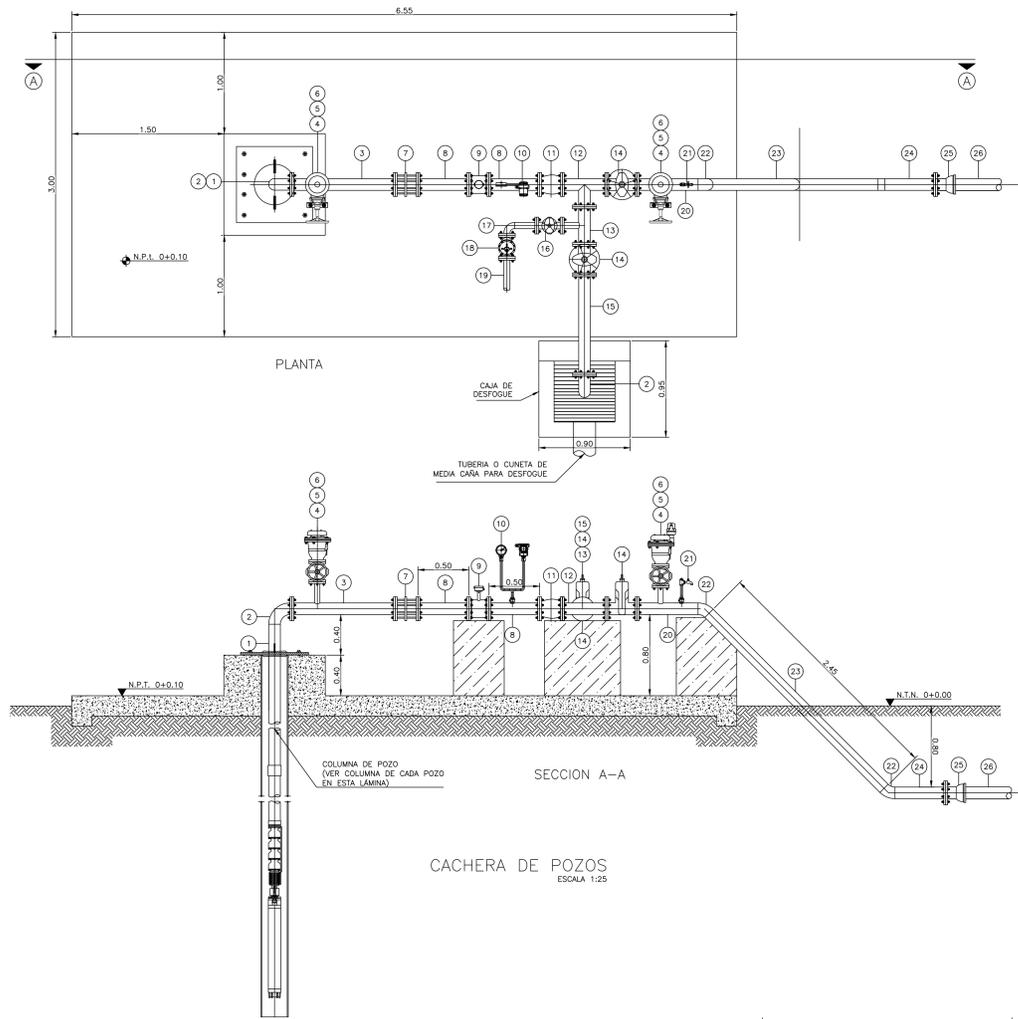
CODIGO DE PROYECTO: _____

TOTAL DE LAMINAS: _____

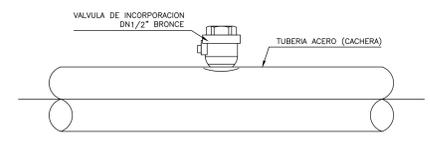
ACCESO DIBUJO: C:\USERS\DELL\DESKTOP\PROYECTO DE GRADUACION\C-07 (CACHERA POZOS)\C-7.DWG

ESCALA: _____ FECHA: _____ LAMINA: _____

INDICADA: SETIEMBRE 2020 C-02

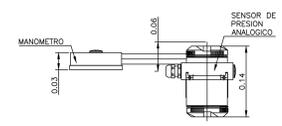


ACCESORIOS PARA CLASE II Y VII	
N°	ACCESORIO
1	NIPLE L=0.30m ACERO DN80 SCH40 S-S
2	CODO 90° ACERO DN80 SCH40 S-B
3	NIPLE L=1.00m ACERO DN80 SCH40 B-B
4	NIPLE L=0.20m ACERO DN25 SCH40 S-B
5	VALVULA DE COMPUERTA DN25 PN16 B-B
6	VALVULA DE AIRE HD DN25 PN16 B
7	JUNTA DE DESMONTAJE HD DN80 PN16
8	NIPLE L=1.00m ACERO DN80 SCH40 B-B
9	MACROMEDIDOR ELECTROMAGNETICO DN80 *
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO ** , ***
11	VALVULA DE RETENCION HD DN80 PN16 B-B
12	TEE ACERO DN80xDN80 SCH40 B-B
13	TEE ACERO DN80xDN25 SCH40 B-B
14	VALVULA DE COMPUERTA DN80 PN16 B-B
15	NIPLE L=1.00m ACERO DN80 SCH40 B-L
16	VALVULA DE COMPUERTA DN25 PN16 B-B
17	CODO 90° ACERO DN25 SCH40 B-B
18	VALVULA ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARRIETE HD DN25 PN16 B-B
19	NIPLE L=0.30m ACERO DN25 SCH40 B-L
20	NIPLE L=0.60m ACERO DN80 SCH40 B-S
21	LLAVE DE CHORRO ACERO DN12.7 PN16 R **
22	CODO 45° ACERO DN80 SCH40 S-S
23	NIPLE L=2.45m ACERO DN80 SCH40 S-S
24	NIPLE L=0.50m ACERO DN80 SCH40 S-B
25	ADAPTADOR BRIDA HD DN80 PN16
26	TUBERIA HD DN80 C40 C-L
*VER ESPECIFICACIONES ELECTROMECANICAS	
**VER DETALLE EN ESTA LAMINA	
***INTERCONEXION CON VALVULA DE INCORPORAR, VER DETALLE	
NOTA: -LAS DIMENSIONES EXACTAS DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE	
-NOMENCLATURA DE CONEXIONES: C=CAMPANA B=BRIDA L=LISO R= ROSCA S=SOLDADO	

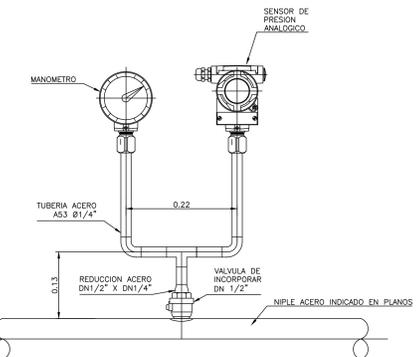


DETALLE VALVULA DE INCORPORAR
ESCALA 1:7.5

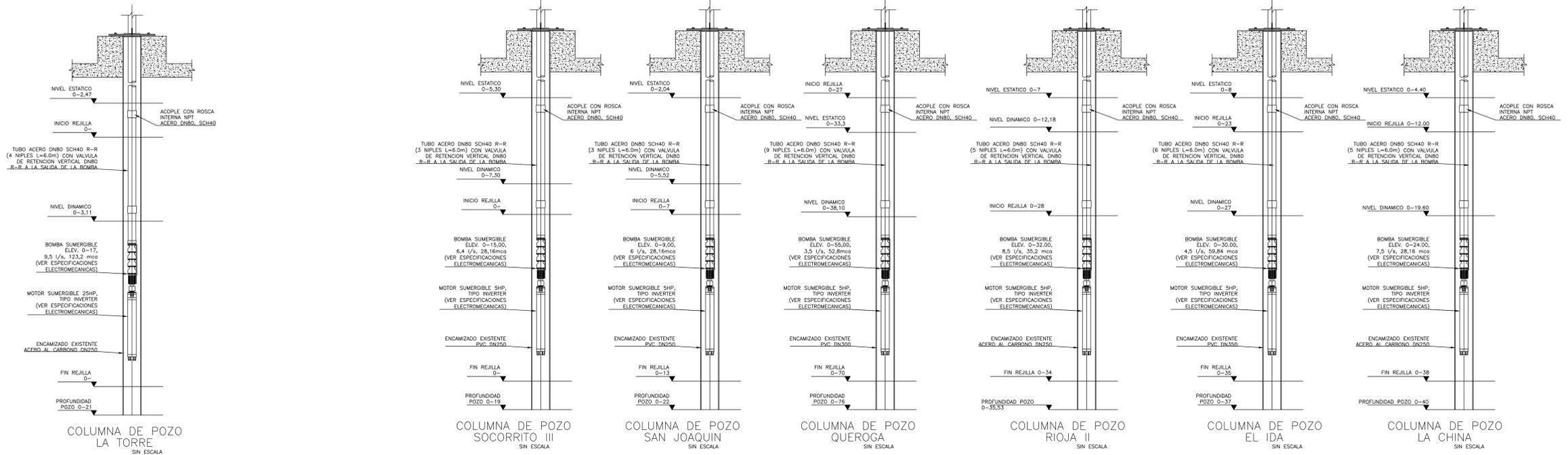
NOTA:
SISTEMA DE SENSADO DE PRESION
(SENSOR DE PRESION ANALOGICO
MAS MANOMETRO CON CARATULA
DE 2-1/2" DE GLICERINA)
VER TERMINOS DE
REFERENCIA ELECTROMECANICOS



PLANTA DEL SISTEMA
DE SENSADO DE PRESION
ESCALA 1:5



SISTEMA DE SENSADO DE
PRESION Y MANOMETRO
ESCALA 1:5



PROYECTO: MEJORAMIENTO AL ACUEDUCTO INTEGRADO LAS TRANCAS II EN CARRILLO GUANACASTE CAMPO DE POZOS APESTEGUI

PROPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
UN PROGRAMACION Y CONTROL

PROVINCIA: PUNTARENAS CANTON: PUNTARENAS DISTRITO: PUNTARENAS

MODIFICADO: GABRIEL MORALES CASTRO

FIRMA: _____ N° REG: _____

PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO ESTRUCTURAL: _____

FIRMA: _____ N° REG: _____

DIBUJO: RICARDO U. MESEN RODRIGUEZ

INFORMACION REGISTRO PUBLICO:

PROPIETARIO: _____

N° DE CATASTRO: _____

CITAS: _____

CONTENIDO: -CACHERA Y ACCESORIOS DE CLASES II Y VII
-COLUMNA DE POZOS LA TORRE, SAN JOAQUIN, SOCORRITO III, QUEROGA, RIOJA II, EL IDA, LA CHINA

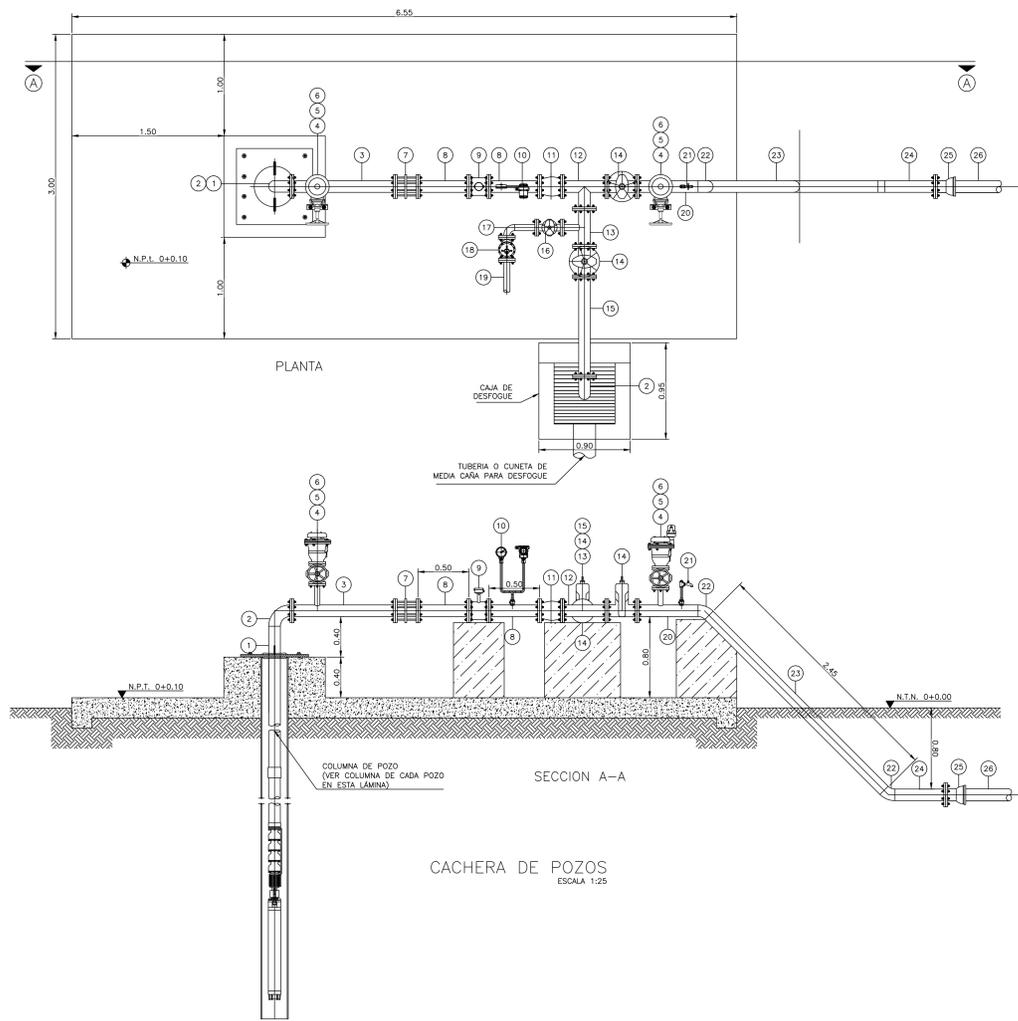
CODIGO DE PROYECTO: _____

TOTAL DE LAMINAS: _____

ACCESO DIBUJO: C:\USERS\DELL\DESKTOP\PROYECTO DE GRADUACION\C-07 (CACHERA POZOS)\C-7.DWG

ESCALA: _____ FECHA: _____ LAMINA: _____

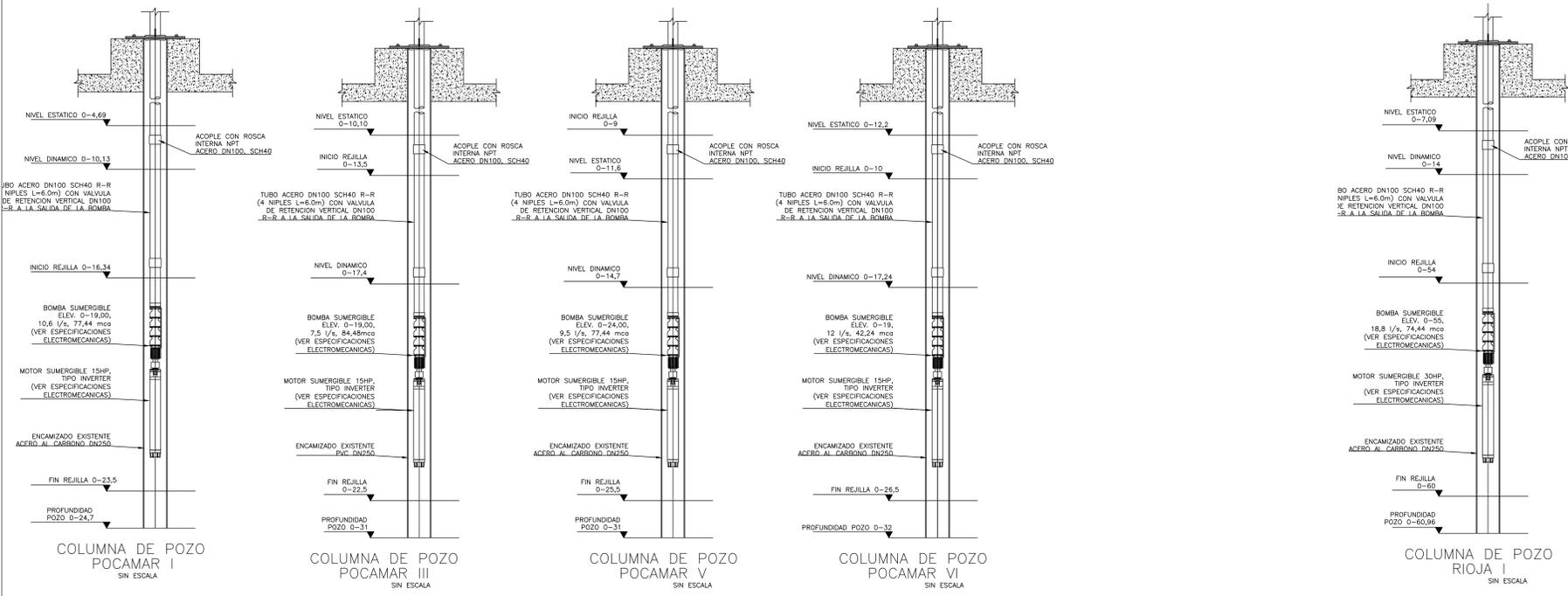
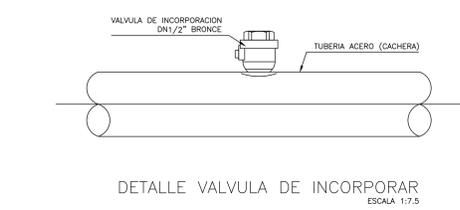
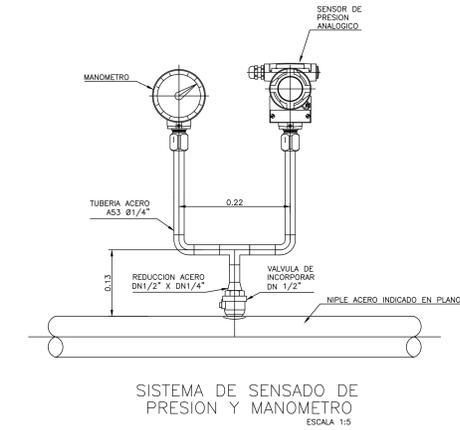
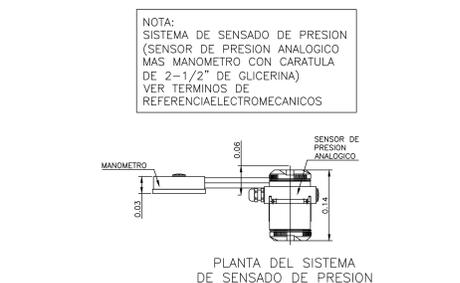
INDICADA: SETIEMBRE 2020 C-03



ACCESORIOS PARA CLASE IV Y VI	
N°	ACCESORIO
1	NIPLE L=0.30m ACERO DN100 SCH40 S-S
2	CODO 90° ACERO DN100 SCH40 S-B
3	NIPLE L=1.00m ACERO DN100 SCH40 B-B
4	NIPLE L=0.20m ACERO DN50 SCH40 S-B
5	VALVULA DE COMPUERTA DN50 PN10 B-B
6	VALVULA DE AIRE HD DN50 PN10 B
7	JUNTA DE DESMONTAJE HD DN100 PN10
8	NIPLE L=1.00m ACERO DN100 SCH40 B-B
9	MAGNOMEDIDOR ELECTROMAGNETICO DN100 *
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO ** , ***
11	VALVULA DE RETENCION HD DN100 PN10 B-B
12	TEE ACERO DN100xDN100 SCH40 B-B
13	TEE ACERO DN100xDN50 SCH40 B-B
14	VALVULA DE COMPUERTA DN100 PN10 B-B
15	NIPLE L=1.00m ACERO DN100 SCH40 B-L
16	VALVULA DE COMPUERTA DN50 PN10 B-B
17	CODO 90° ACERO DN50 SCH40 B-B
18	VALVULA ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE HD DN50 PN10 B-B
19	NIPLE L=0.30m ACERO DN50 SCH40 B-L
20	NIPLE L=0.60m ACERO DN100 SCH40 B-S
21	LLAVE DE CHORRO ACERO DN12.7 PN10 R **
22	CODO 45° ACERO DN100 SCH40 S-S
23	NIPLE L=2.45m ACERO DN100 SCH40 S-S
24	NIPLE L=0.50m ACERO DN100 SCH40 S-B
25	ADAPTADOR BRIDA HD DN100 PN10
26	TUBERIA HD DN100 C40 C-L

*VER ESPECIFICACIONES ELECTROMECANICAS
 **VER DETALLE EN ESTA LAMINA
 ***INTERCONEXION CON VALVULA DE INCORPORAR, VER DETALLE

NOTA: -LAS DIMENSIONES EXACTAS DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE
 -NOMENCLATURA DE CONEXIONES: C=CAMPANA B=BRIDA L=LISO R= ROSCA S=SOLDADO



PROYECTO:
 MEJORAMIENTO AL ACUEDUCTO INTEGRADO LAS TRANCAS II EN CARRILLO GUANACASTE CAMPO DE POZOS APESTEGUI

PROPIETARIO:
 INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROVINCIA: PUNTARENAS CANTON: PUNTARENAS DISTRITO: PUNTARENAS

MODIFICADO:
 NOMBRE: GABRIEL MORALES CASTRO

FIRMA: _____ N° REG: _____

PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO ESTRUCTURAL:
 NOMBRE: _____

FIRMA: _____ N° REG: _____

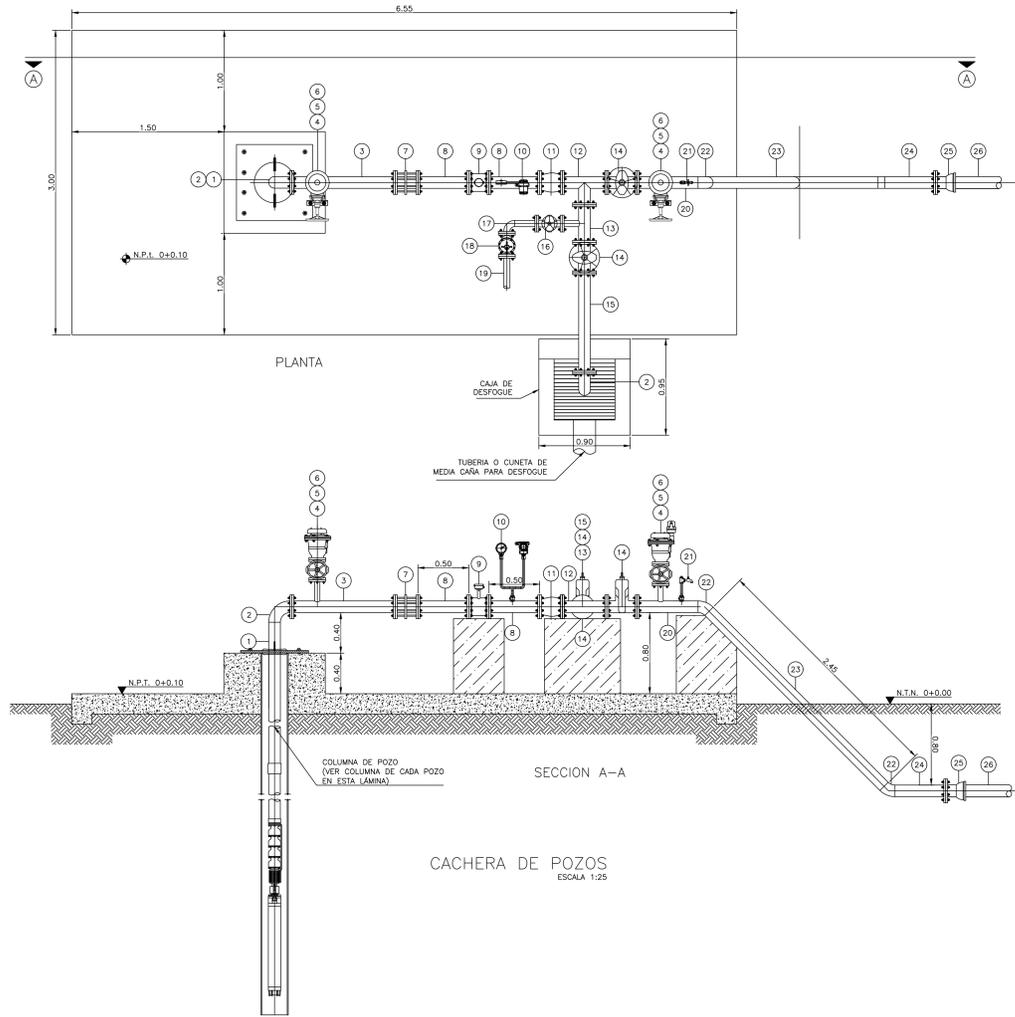
DIBUJO: RICARDO U. MESEN RODRIGUEZ

INFORMACION REGISTRO PUBLICO:
 PROPIETARIO: _____
 N° DE CATASTRO: _____
 CITAS: _____

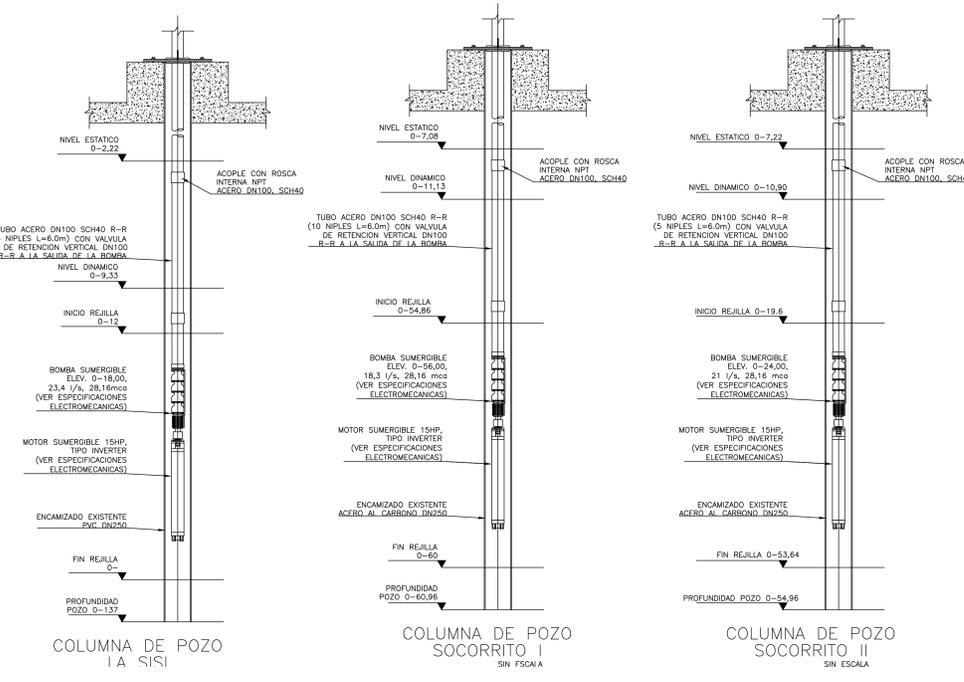
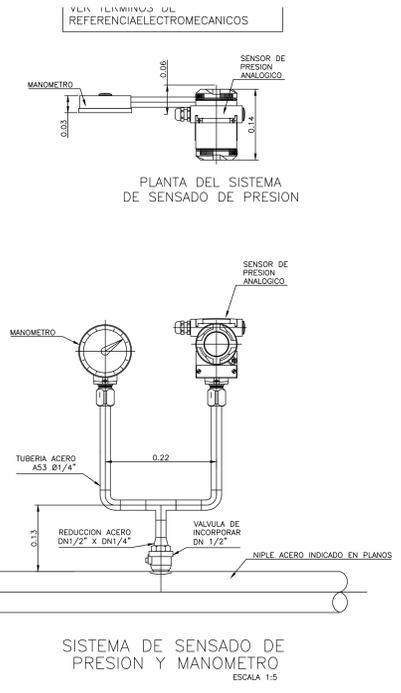
CONTENIDO:
 -CACHERA Y ACCESORIOS DE CLASES IV Y VI
 -COLUMNA DE POZOS POCAMAR I, III, V, VI Y RIOJA I

CODIGO DE PROYECTO:
 TOTAL DE LAMINAS:
 ACCESO DIBUJO: C:\USERS\DELL\DESKTOP\PROYECTO DE GRADUACION\07-CACHERA POZOS\07C-7.DWG

ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
INDICADA	SEPTIEMBRE 2020	C-04



ACCESORIOS PARA CLASE V	
N°	ACCESORIO
1	NIPLE L=0.30m ACERO DN100 SCH40 S-S
2	CODO 90° ACERO DN100 SCH40 S-B
3	NIPLE L=1.00m ACERO DN100 SCH40 B-B
4	NIPLE L=0.20m ACERO DN50 SCH40 S-B
5	VALVULA DE COMPUERTA DN50 PN16 B-B
6	VALVULA DE AIRE HD DN50 PN16 B
7	JUNTA DE DESMONTAJE HD DN100 PN16
8	NIPLE L=1.00m ACERO DN100 SCH40 B-B
9	MAGROMEDIDOR ELECTROMAGNETICO DN100 *
10	SISTEMA DE SENSADO DE PRESION Y MANOMETRO ** . **
11	VALVULA DE RETENCION HD DN100 PN25 B-B
12	TEE ACERO DN100xDN100 SCH40 B-B
13	TEE ACERO DN100xDN50 SCH40 B-B
14	VALVULA DE COMPUERTA DN100 PN16 B-B
15	NIPLE L=1.00m ACERO DN100 SCH40 B-L
16	VALVULA DE COMPUERTA DN50 PN16 B-B
17	CODO 90° ACERO DN50 SCH40 B-B
18	VALVULA ANTICPADORA DE GOLPE DE ARIETE HD DN50 PN16 B-B
19	NIPLE L=0.30m ACERO DN50 SCH40 B-L
20	NIPLE L=0.60m ACERO DN100 SCH40 B-S
21	LLAVE DE CHORRO ACERO DN12.7 PN16 R **
22	CODO 45° ACERO DN100 SCH40 S-S
23	NIPLE L=2.45m ACERO DN100 SCH40 S-S
24	NIPLE L=0.50m ACERO DN100 SCH40 S-B
25	ADAPTADOR BRIDA HD DN100 PN16
26	TUBERIA HD DN100 C40 C-L
*VER ESPECIFICACIONES ELECTROMECANICAS	
**VER DETALLE EN ESTA LAMINA	
***INTERCONEXION CON VALVULA DE INCORPORAR, VER DETALLE	
NOTA: -LAS DIMENSIONES EXACTAS DE LOS ACCESORIOS DEPENDEN DEL FABRICANTE	
-NOMENCLATURA DE CONEXIONES: C=CAMPAÑA B=BRIDA L=LISO R= ROSCA S=SOLDADO	



PROYECTO: MEJORAMIENTO AL ACUEDUCTO INTEGRADO LAS TRANCAS II EN CARRILLO GUANACASTE CAMPO DE POZOS APESTEGUI

PROPIETARIO: REPUBLICA DE COSTA RICA INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS UEN PROGRAMACION Y CONTROL

PROVINCIA: PUNTARENAS CANTON: PUNTARENAS DISTRITO: PUNTARENAS

MODIFICADO: GABRIEL MORALES CASTRO

FIRMA: _____ N° REG: _____

PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO ESTRUCTURAL: _____

FIRMA: _____ N° REG: _____

DIBUJO: RICARDO U. MESEN RODRIGUEZ

INFORMACION REGISTRO PUBLICO: _____

PROPIETARIO: _____

N° DE CATASTRO: _____

CITAS: _____

CONTENIDO: -CACHERA Y ACCESORIOS DE CLASE V -COLUMNA DE POZOS LA SISI, SOCORRITO I Y II

CODIGO DE PROYECTO: _____

TOTAL DE LAMINAS: _____

ACCESO DIBUJO: c:\users\juel\desktop\PROYECTO DE GRADUACION\C-07 (CACHERA POZOS) (C)-7.DWG

ESCALA: _____ FECHA: _____ LAMINA: _____

INDICADA: SETIEMBRE 2020 C-05