

# MANUAL TÉCNICO

# DE **INSTALACIÓN** **Y MANTENIMIENTO** *Para Motores Sumergibles*



[WWW.AFTPUMPS.COM](http://WWW.AFTPUMPS.COM)

Copyright 2020 © AFT Pumps. Todos los derechos reservados.  
Última actualización: Diciembre 2024

# Tabla de Contenido

## Motores Sumergibles

Descripción General. ....	5
Tipos de Motores. ....	5
Tipos de Embobinado. ....	5
Tipos de Motores Monofásicos. ....	6

## Motores Sumergibles AFT 4"

Ventajas de Producto. ....	7
Especificaciones Técnicas. ....	7
Componentes. ....	8
Dimensiones. ....	8
Datos Técnicos. ....	9
Motor sumergible Monofásico 4" 200-230v. ....	9
Motor sumergible Monofásico 4" 110-116v. ....	9
Motor sumergible Trifásico 4" 230V. ....	9
Motor sumergible Trifásico 4" 460V. ....	9
Panel de Control. ....	10
Conexión a tierra de Paneles de Control. ....	10
Conexión a Tierra de Supresor de Picos. ....	10
Ambiente de operación. ....	10

## Motores Sumergibles AFT 6"

Ventajas de Producto. ....	11
Especificaciones Técnicas. ....	11
Componentes. ....	12
Dimensiones. ....	12
Datos Técnicos. ....	13
Motor sumergibles 6" 220-230v. ....	13
Motor sumergibles 6" . ....	13

## Motores Sumergibles

Motores Sumergibles Rebobinables. ....	14
Características Técnicas. ....	14
Ventajas del Motor AFT. ....	15
Componente. ....	15
Voltaje Standard. ....	15
Especificaciones Técnicas de Conexión. ....	15

Dimensiones de Acoplamiento.....	16
Datos Técnicos.....	17
Motores Sumergibles 6".....	17
Motores Sumergibles 8".....	17
Motores Sumergibles 10".....	17
<b>Información General</b>	
Almacenamiento.....	18
Montaje.....	18
Capacidad de Transformadores.....	18
Generadores Monofásicos y Trifásicos.....	19
Uso de Válvula Cheque.....	20
Enfriamiento del Motor.....	20
Aplicación con agua caliente.....	21
Selección de Cable para Motores Sumergibles.....	22
Motores encapsulados de 4" 60 HZ - Monofásico de 2 cables.....	22
Motores encapsulados de 4" 60 HZ - Monofásico de 3 cables.....	22
Motores encapsulados de 4" 60 HZ - Trifásico.....	22
Motores encapsulados de 4" 60 HZ - Trifásico.....	23
Motores encapsulados de 6", 60 HZ - Trifásicos.....	23
Motores encapsulados de 6", 60 HZ - Trifásicos.....	23
Motores encapsulados de 6", 60 HZ - Trifásicos (Y- ).....	24
Tabla de Selección de cable sumergible a 75°C.....	24
Corrección del Factor de Potencia.....	24
Protección Clase 10 - Motores Trifásicos.....	25
Motores de 6", 60 Hz.....	26
Desequilibrio en el Suministro Trifásico.....	27
Balance de Corriente y Rotación Adecuada.....	27
Métodos para la reducción de la corriente de arranque.....	28
Arranque directo en línea (DOL).....	28
Estrella/Triángulo - SD.....	29
Autotransformador (AT).....	29
Arranque mediante tipo resistencia primaria (RR).....	30
Arrancador suave (SS).....	30
Variadores de frecuencia (transmisión de velocidad variable).....	31
Funcionamiento con un variador de frecuencia.....	31
Uso de Arrancadores de Velocidad Variable.....	33
Variadores de Frecuencia.....	33
Capacidad de Carga.....	33

Rango de Frecuencia.....	33
Filtros de Armónicos.....	33
Arrancador suave (SS).....	33
Volts/Hz.....	33
Tiempo de aumento de Voltaje o $dV/dt$ .....	33
Longitudes de Cable.....	33
Mediciones Electromecánicas.....	33
Altura del Eje - Juego axial.....	33
Límites de la corriente del motor.....	33
Protección de sobrecarga del motor.....	33
Arranque y Paro.....	33
Arranques Sucesivos.....	33
Filtros o Reactores.....	33
Enfriamiento de Motor con Flujo o Preción Variable.....	33
Recomendación de uso de Filtros en Sistemas de bombeo sumergible en pozos mecánicos cuando el arranque es con VDF.....	34
Empalme Eléctrico colecta – cable sumergible.....	35
Medición de Resistencia - Ohmios.....	35
Lecturas de la resistencia de Aislamiento.....	35
Resistencia del cable sumergible (Ohms).....	36
Identificación de líneas/ Identificación de cables cuando el código de color se desconoce.....	36
<b>Instalación.</b>	
Guía de Instalación.....	37
Reporte de instalación.....	39

# Motores Sumergibles

## Descripción General

Los motores sumergibles AFT son motores herméticamente sellados y están diseñados para funcionar sumergidos dentro de agua, acoplados directamente a una bomba sumergible. Son fabricados con las más avanzadas técnicas de fabricación y las más estrictas normas de calidad para un rendimiento óptimo y una larga vida dentro del pozo.

Este manual técnico recoge la información más actualizada y completa

para orientar al usuario sobre el la aplicación, uso e instalación adecuada de los distintos tipos de motores sumergibles. El usuario es, en última instancia, el responsable de la correcta aplicación e instalación de estos equipos.

Cualquier duda o comentario sobre éste comuníquese con nosotros al correo electrónico [info@aftpumps.com](mailto:info@aftpumps.com)

## Tipos de Motores

### Tipos de Embobinado

#### Motores Encapsulados

En los motores encapsulados, el bobinado es de alambre esmaltado (como en los motores de superficie estándar), está herméticamente sellado de su entorno y relleno de material embutido cuya finalidad es retener el bobinado y al mismo tiempo, incrementar la transferencia de calor. Estos motores incorporan un sistema de cojinetes lisos (superiores e inferiores), cojinetes radiales así como cojinetes de empuje (empuje hacia arriba y hacia abajo), que funcionan de forma hidrodinámica en el fluido hidráulico del motor.

#### Motores rebobinables

Los motores rebobinables están fabricados con un alambre especial resistente al agua y una junta entre el bobinado y el cable del motor. La junta siempre se encuentra dentro del motor y no dispone de un sistema de conexión.

El fluido del motor, consistente principalmente en agua limpia, circula en torno a toda la estructura del motor y reduce el calor de la zona del bobinado y del rotor, al tiempo que lubrica los sistemas de cojinetes. Los sistemas de cojinetes son similares a los de los motores encapsulados.

#### Motores Lubricados por aceite

Los motores lubricados por aceite están equipados con bobinados de motor impregnados de superficie estándar. Se rellena el motor con aceite para transformadores, que funciona como lubricante y refrigerante.

Algunas marcas en el mercado utilizan aceite vegetal grado alimenticio con una alta resistencia de aislamiento, como es el caso de los motores Aquapro. El empalme de cables del motor suele estar integrado dentro de éste ya que al igual que en los motores rebobinables pocos disponen de sistemas de conexión. Los sistemas de cojinetes son cojinetes de bolas.

#### Motores monofásicos

Existen numerosas versiones de los motores monofásicos. Todos tienen sus ventajas e inconvenientes particulares. La mayoría de los tipos necesitan un condensador y algunos otros accesorios, que se integran en un reóstato de arranque. El reóstato de arranque se usa para arrancar un motor determinado con un voltaje y una frecuencia específicos.



## Tipos de Motores Monofásicos

### Motores PSC

(Condensador dividido permanente)

Un tipo de motores sencillos y fiables con tan sólo un condensador permanente incluido en el circuito. El tamaño del condensador es una solución de compromiso entre añadir un par de arranque y asegurar un rendimiento elevado durante el funcionamiento. **Ventajas:** sencillo, bajo coste y fiable. Funcionamiento silencioso. **Inconvenientes:** par de arranque bajo, bajo rendimiento.

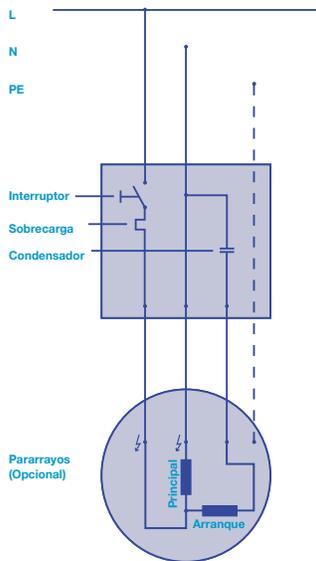


Figura: Motor PSC

### Motores CSCR

(arranque con condensador, marcha con condensador)

Este tipo de motores cuenta con un condensador de arranque para potenciar el par de arranque y un condensador permanente (PSC) que garantiza un funcionamiento sin problemas y un buen rendimiento. Este motor combina las ventajas de los dos tipos anteriores. **Ventajas:** buen par de arranque, elevado rendimiento. **Inconvenientes:** precio del cuadro de control.

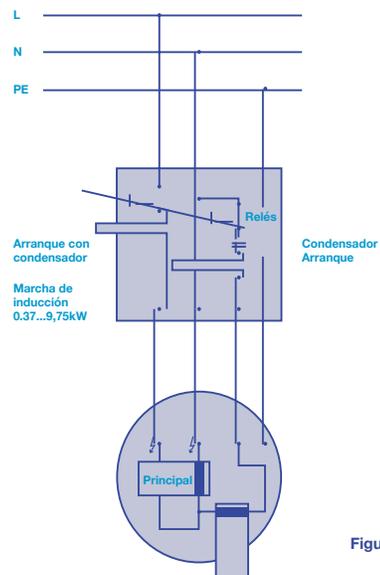


Figura: Motor CSCR

### Motores CSIR

(marcha de inducción y arranque con condensador)

El condensador de arranque aumenta el par motor durante el arranque. A partir de ese momento, se desconecta mediante un conmutador. Suele usarse generalmente para potencias (kW) menores. **Ventajas:** buen par motor de arranque. **Inconvenientes:** funcionamiento ruidoso (verdadera monofase), hace falta un relé para apagar el condensador de arranque.

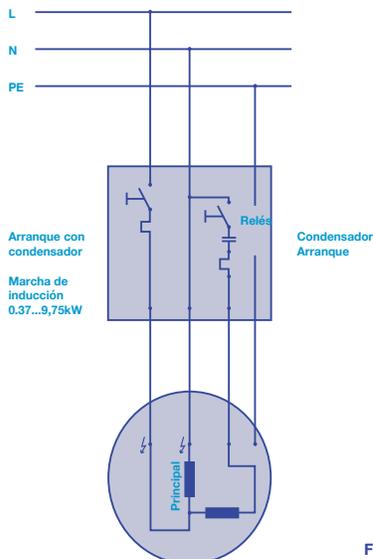


Figura: Motor CSIR

### Motores RSIR

(Marcha de inducción, arranque con resistencia)

Este motor cuenta con un relé integrado directamente en el bobinado del motor que desconecta la fase de arranque cuando el motor está funcionando. **Ventajas:** no son necesarios condensadores (ni cuadros de control), fácil instalación. **Inconvenientes:** par de arranque limitado, potencia nominal en kW limitada (sólo 1,1 kW).

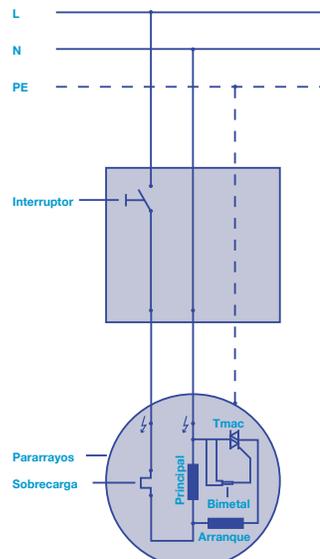
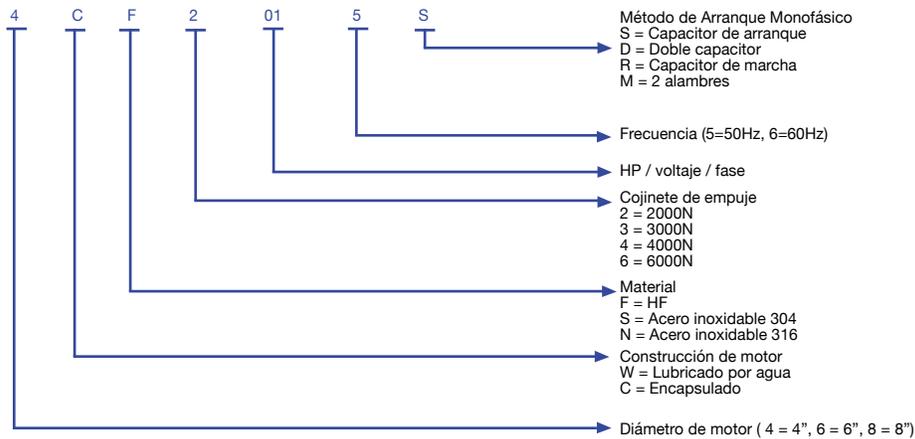


Figura: Motor RSIR

# Motor Sumergible AFT 4"

## Guía del Código del Modelo: XXXXXXX

Los motores encapsulados AFT han sido elaborados con materiales de alta calidad, cumpliendo los estándares internacionales, para trabajar con pozos mecánicos de 6" o más. Los motores son enfriados por el flujo de agua producidos por la succión de la bomba. Como garantía, nuestros motores se prueban en fábrica previo a su despacho.



## Ventajas del Producto

- Estator sellado herméticamente, devanado cubierto de resina epóxica
- La alta eficiencia proporciona un ahorro en los costos de operación
- Cojinete de empuje tipo Kingsbury
- Cable de embobinado de cobre de alta calidad
- Diafragma de equalización de presión
- Coleta intercambiable
- Paneles de control disponibles para motor monofásico
- Dimensiones de montaje estándar NEMA
- Sello Mecánico de Carburo de Silicio

## Especificaciones Técnicas

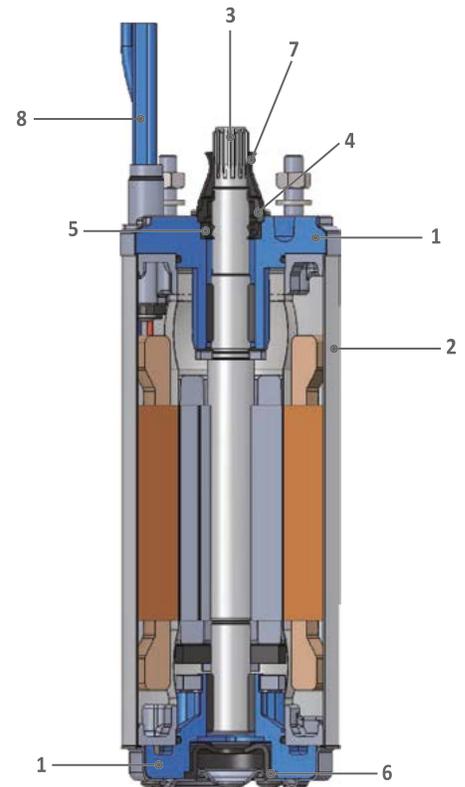
- Máxima profundidad de inmersión: 300m
- Protección: IP68
- Arranques máximos por hora: 20
- Aislamiento: Clase F 155°C
- Temperatura ambiente: 30°C
- Flujo de enfriamiento 0.08m/s o 0.25pies/s
- Posición de instalación estándar: vertical y horizontal (con un ángulo de inclinación > 5° hacia el eje)
- Certificaciones:



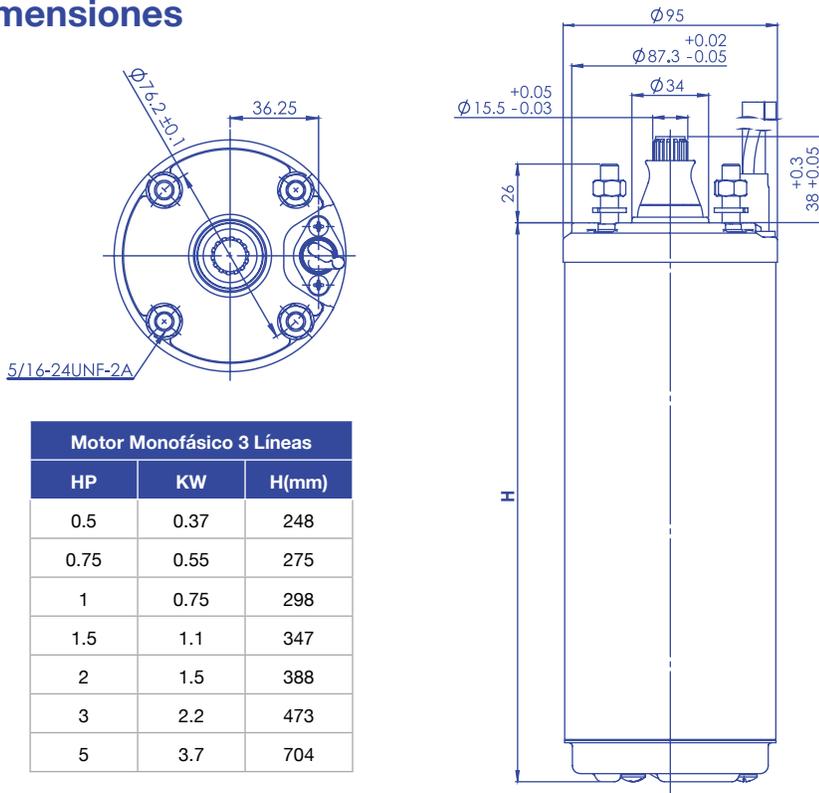
## Componentes

No.	Componentes	Materiales de Fabricación
1	Tapadera superior e inferior	Acero inoxidable 304
2	Estator	Acero inoxidable 304
3	Eje	Acero inoxidable 431
4	Retenedor	Nylon
5	Sello Retenedor	NBR
6	Diafragma	NBR
7	Sello resistente a la arena	NBR
8	Cable conductor	XLPE
9	Tornillos y Tuercas	Acero inoxidable 304
10	Encapsulamiento	Epóxico
11	Cojinete de empuje Kingsbury	402J2

Voltaje Estándar					
4"	50Hz	1ø	0.5-5HP	0.37-3.7KW	220-240V
		3ø	0.5-7.5HP	0.37-5.5KW	220-240V 380-415V
	60Hz	1ø	0-5HP	0.37KW	110-115V
			0.5-5HP	0.37-3.7KW	220-230V
	60Hz	3ø	0.5-7.5HP	0.37-5.5KW	220-230V
					380-400V
			460V		



## Dimensiones



Motor Trifásico		
HP	KW	H(mm)
0.5	0.37	248
0.75	0.55	275
1	0.75	298
1.5	1.1	298
2	1.5	352
3	2.2	396
4	3	551
5	3.7	551
5.5	4	614
7.5	5.5	704

## Datos Técnicos

### Motor sumergible Monofásico 4" 200-230V

\* Medir entre líneas:  
M= Trabajo (Negra y Roja)  
A= Arranque (Amarilla/Negra y Roja)

Motor	Potencia		S.F	Voltaje	Amp nom	Amp max	Amp arranque	Factor de Potencia %		Eficiencia%		Nn	Carga axial	Coleta		Devanado Resistencia en OHMS
	HP	KW						Carga permitida	Factor de sobrecarga	Carga permitida	Factor de sobrecarga			RPM	N	
4CF2506S	0.5	0.37	1.6	200	5.0	5.8	22.0	0.57	0.53	49.2	53.2	3450	2000N	1.2	14	M 4.4 - 5.4 A 16.9 - 20.7
				230	5.4	6.5	23.1	0.60	0.69							
4CF2516S	0.75	0.55	1.5	220	7.0	7.8	31.6	0.59	0.72	51.1	56.4	3450	2000N	1.2	14	M 3.4 - 3.8 A 11 - 12.3
				230	7.7	8.1	33.3	0.60	0.72							
4CF3526S	1.0	0.75	1.4	220	8.1	9.8	36.4	0.70	0.78	60.1	60.6	3450	3000N	1.2	14	M 2.5 - 2.8 A 10.2 - 12.3
				230	8.3	9.8	38.1	0.66	0.75							
4CF3536D	1.5	1.1	1.3	220	8.8	11.3	41.4	0.87	0.91	65.1	62.8	3450	3000N	1.2	14	M 2 - 2.4 A 8.3 - 9.9
				230	8.6	10.5	44.0	0.84	0.89							
4CF3546D	2.0	1.5	1.25	220	11.4	13.9	49.4	0.89	0.95	66.2	66.8	3450	3000N	1.2	14	M 2.1 - 2.5 A 6 - 7.4
				230	11.4	13.5	52.6	0.86	0.89							
4CF4556D	3.0	2.2	1.15	220	14.4	16.6	70.5	0.98	0.98	70.6	70.7	3450	4000N	2.5	14	M 1.3 - 1.7 A 3.8 - 4.6
				230	13.9	15.8	74.0	0.97	0.97							
4CF6566D	5.0	3.7	1.15	220	23.6	27.2	101.1	0.99	0.99	71.8	71.8	3450	6000N	2.5	14	M 0.73 - 1.2 A 2 - 2.4
				230	22.4	25.8	106.7	0.99	0.99							

### Motor sumergible Monofásico 4" 110-115V

Motor	Potencia		S.F	Voltaje	Amp nom	Amp max	Amp arranque	Factor de Potencia %		Eficiencia%		Nn	Carga axial	Coleta		Devanado Resistencia en OHMS
	HP	KW						Carga permitida	Factor de sobrecarga	Carga permitida	Factor de sobrecarga			RPM	N	
4CF2606S	0.5	0.37	1.6	110	8.9	11.8	38.7	0.64	0.59	48.9	53.3	3450	2000N	1.2	14	M 1.2 - 1.5 A 4.2 - 5.2
				115	9.9	12.3	41.1	0.80	0.73							

### Motor sumergible Trifásico 4" 230V

Motor	Potencia		S.F	Voltaje	Amp nom	Amp max	Amp arranque	Factor de Potencia %		Eficiencia %		Nn	Carga axial	Coleta		Resistencia Línea a Línea en OHMS
	HP	KW						Carga permitida	Factor de sobrecarga	Carga permitida	Factor de sobrecarga			RPM	N	
4CF3936	1.5	1.1	1.3	220	4.8	5.9	33.2	0.77	0.82	76.7	75.7	3450	3000N	1.2	14	3.5 - 4.2
				230	4.8	6.4	34.8	0.73	0.82							
4CF3946	2.0	1.5	1.25	220	6.5	7.7	35.5	0.79	0.84	76.3	76.2	3450	3000N	1.2	14	2.6 - 3.2
				230	6.4	7.5	34.1	0.76	0.81							
4CF4956	3.0	2.2	1.15	220	9.6	10.6	54.3	0.78	0.81	77.1	77.2	3450	4000N	2.5	14	2.1 - 2.4
				230	9.8	10.6	56.0	0.73	0.77							
4CF6976	5	3.7	1.15	220	15.9	17.7	84.3	0.81	0.84	75.3	74.9	3450	6000N	2.5	14	1 - 1.2

### Motor sumergible Trifásico 4" 460V

Motor	Potencia		S.F	Voltaje	Amp nom	Amp max	Amp arranque	Factor de Potencia %		Eficiencia%		Nn	Carga axial	Coleta		Resistencia Línea a Línea en OHMS
	HP	KW						Carga permitida	Factor de sobrecarga	Carga permitida	Factor de sobrecarga			RPM	N	
4CF4356	3.0	2.2	1.15	460	4.9	5.4	28.8	0.74	0.77	75.7	76.1	3450	4000N	2.5	14	7.5 - 8.9
4CF6376	5.0	3.7	1.15	460	8.7	9.5	68.4	0.68	0.72	77.4	77.9	3450	6000N	2.5	14	1 - 1.4

## Panel de Control

Los motores sumergibles monofásicos de tres hilos requieren del uso de cajas de control. La operación de motores sin caja de control o con cajas equivocadas puede provocar fallas en el motor y anula la garantía. Las cajas de control contienen condensadores de arranque, un relevador de arranque y en algunos tamaños protectores de sobrecarga, condensadores de trabajo y contactores.

Para capacidades de 1 HP se puede usar relevadores de arranque tipo potencial (voltaje) o uno de estado sólido QD, mientras que para capacidades mayores de 1 HP únicamente se usan relevadores potenciales.

Los Paneles de control AFT han sido elaborados con materiales de alta calidad, para arrancar motores sumergibles monofásicos de 3 líneas y pueden ser utilizados para arrancar motores de otras marcas. Consulte con su distribuidor más cercano.



Código	Tipo	Fases	Voltaje	HP	KW	F.S.	Amp Máximo	Capacitor de Arranque	Capacitor de Marcha
SBC50S	SC Capacitor de Arranque	1	230	0.5	0.37	1.6	5.8 / 6.5	59-71MFD 250V	N/C
SBC60S	SC Capacitor de Arranque	1	115	0.5	0.37	1.6	12.9 / 12.3	250-300MFD 250V	N/C
SBC51S	SC Capacitor de Arranque	1	230	0.75	0.55	1.5	7.8 / 8.8	86-103MFD 250V	N/C
SBC52S	SC Capacitor de Arranque	1	230	1	0.75	1.4	10 / 9.8	105-126MFD 250V	N/C
BBC53D	SCR Capacitor de Arranque + marcha	1	230	1.5	1.1	1.3	10.5	105-126MFD 250V	16UF 400V
BBC54D	SCR Capacitor de Arranque + marcha	1	230	2	1.5	1.25	13.5	105-126MFD 250V	20UF 400V
BBC55D	SCR Capacitor de Arranque + marcha	1	230	3	2.2	1.15	15.8	208-250MFD 250V	45UF 400V
BBC56D	SCR Capacitor de Arranque + marcha	1	230	5	3.7	1.15	25.8	270-324MFD 250V	80UF 400V

### Conexión a tierra de Paneles de Control

Por norma se requiere que el panel de control o la terminal de tierra en el panel siempre estén conectadas a la tierra del suministro. Si el circuito no tiene un conductor a tierra y no hay un conducto de metal de la caja al panel de suministro, utilizar un cable del calibre de los conductores de la

línea del motor a la terminal aterrizada a la tierra del suministro eléctrico.

**ADVERTENCIA:** Un defecto al aterrizar la estructura de control puede causar una electrocución si ocurre una falla en el circuito.

### Conexión a Tierra de Supresor de Picos

Un supresor de picos (mal llamado pararrayos) que proteja las 3 líneas de alimentación y adecuado al voltaje y condiciones de instalación del motor debe ser conectado a tierra física, metal con metal en toda la distancia hasta la capa freática para ofrecer una protección efectiva.

falla a tierra (GFCI por sus siglas en inglés), para reducir el riesgo de electrocutamiento y daño irreparable al motor. Consulte además los códigos eléctricos aplicables en su país.

Si el ademe (casing) del pozo es de metal, este provee una insuperable conexión a tierra, pues va directamente a la capa freática a través de una amplia área de contacto y transmisibilidad. Si el ademe es de PVC, debe utilizarse una cuarta línea directamente al cuerpo del motor. Esta línea debe ser del mismo calibre del conductor de alimentación hacia el motor. En estos casos, se recomienda el uso de un interruptor de

**ADVERTENCIA:** Aterrizar el supresor de picos a una conexión de tierra del suministro o a una varilla activa aterrizada, proporciona poca o nula protección al motor contra picos de voltaje.

### Ambiente de operación

Los paneles de control AFT cumplen con los requerimientos UL para los gabinetes tipo 3R NEMA. Son ideales para aplicaciones en interiores y exteriores a temperaturas de +14°F (-10°C) a 122°F (50°C). Operar por debajo de los +14° F puede causar una fuerza de torsión reducida en el arranque y pérdida de protección cuando se localizan sobrecargas en los paneles de control.

luz directa del sol o alta temperatura. Esto podría provocar una reducción en la vida del condensador y disparos innecesarios de las protecciones de sobrecarga. Se recomienda el gabinete ventilado pintado de blanco para reflejar el calor en lugares exteriores y de alta temperatura.

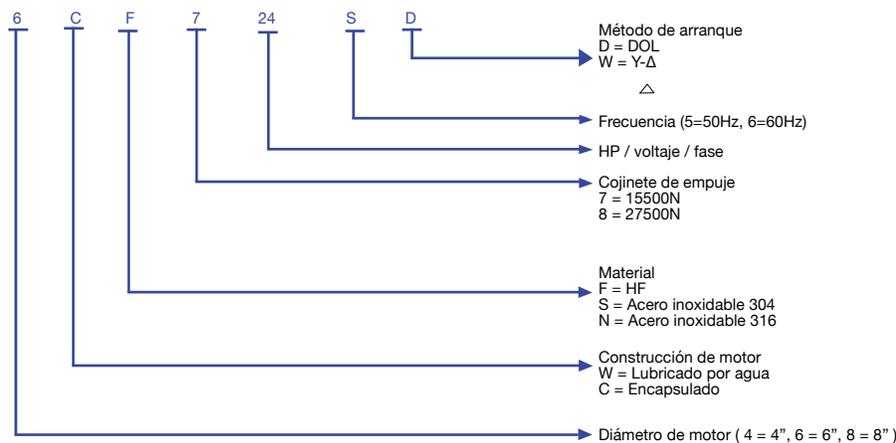
Los paneles de control nunca deben ser montados en lugares donde haya

Los paneles control con relevadores de voltaje están diseñados sólo para montaje vertical. Montarlos en otras posiciones afectaría la operación del relevador.

# Motor Sumergible AFT 6"

## Guía del Código del Modelo: XXXXXXX

Los motores encapsulados AFT han sido elaborados con materiales de alta calidad, cumpliendo los estándares internacionales, para trabajar con pozos mecánicos de 6" o más. Los motores son enfriados por el flujo de agua producidos por la succión de la bomba. Como garantía, nuestros motores se prueban en fábrica previo a su despacho.



## Ventajas del Producto

- Estator sellado herméticamente, devanado cubierto de resina epóxica
- La alta eficiencia proporciona un ahorro en los costos de operación
- Cojinete de empuje tipo Kingsbury
- Cable de embobinado de cobre de alta calidad
- Diafragma de ecualización de presión
- Coleta intercambiable
- Dimensiones de montaje estándar NEMA
- Sello Mecánico de Carburo de Silicio

## Especificaciones Técnicas

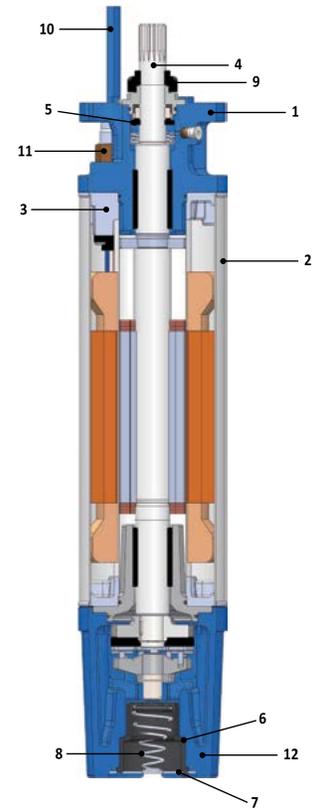
- Máxima Profundidad de inmersión: 300 m
- Protección: IP68
- Arranques máximos por hora: 20
- Aislamiento: clase F 155°C
- Temperatura ambiente: 30°C
- Flujo de enfriamiento 0.16m/s o 0.5pies/s
- Posición de instalación estándar: vertical y horizontal.  
(con un ángulo de inclinación > 5° hacia el DE)
- Certificaciones:



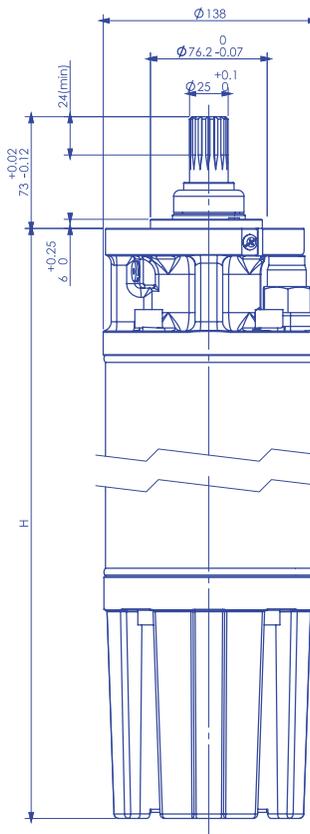
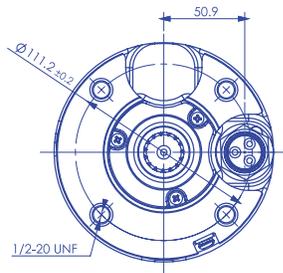
## Componentes

No.	Componentes	6CF
1	Campana Superior	Hierro Fundido
2	Cubierta del Estator	Acero inoxidable 304
3	Estator	Acero al Carbón
4	Eje del Motor	Acero inoxidable 420
5	Sello Mecánico	Carburo de silicio
6	Diafragma	NBR
7	Cubierta Final	Acero inoxidable 304
8	Resorte	Acero inoxidable 304
9	Cobertor de Arena	NBR
10	Cable Sumergible	XLPE
11	Conector de Cable	Bronce
12	Campana Inferior	Hierro Fundido
13	Cojinete Axial Kingsbury	402J2

Voltaje Estándar					
6"	50Hz	3ø	5.0-30HP	3.7-22KW	220-240V
			5.5-50HP	4.0-37KW	380-415V
	60Hz	3ø	5.0-30HP	3.7-22KW	220-230V
			5.0-50HP	3.7-37KW	380V
			5.0-50HP	3.7-37KW	460V



## Dimensiones



HP	KW	H(mm)	H (INCH)
5	3.7	582	22.91
7.5	5.5	627	24.69
10	7.5	662	26.06
15	11	727	28.62
10	15	787	30.62
25	18.5	857	33.74
30	22	907	35.71
40	30	1047	41.22
50	37	1417	55.79

## Datos Técnicos

### Motor sumergible 6" 220-230V

Motor	Potencia		S.F	Voltaje	Amp nom	Amp max	Amp arranque	Factor de Potencia %		Eficiencia%		Nn	Carga axial	Coleta		Resistencia Línea a Línea en OHMS
	HP	KW		V	A	A	A	Carga permitida	Factor de sobrecarga	Carga permitida	Factor de sobrecarga	RPM	N	M	AWG	
6CF7116D	7.5	5.5	1.15	230	22.1	24.2	139.0	0.78	0.81	79.9	80.1	3450	15500N	4	10	0.59 - 0.73
6CF7126D	10	7.5	1.15	230	27.8	31.6	112.0	0.84	0.83	79.1	77.7	3450	15500N	4	10	0.45 - 0.56
6CF7136D	15	11.0	1.15	230	40.2	46.1	156.0	0.85	0.86	79.3	77.7	3450	15500N	4	10	0.28 - 0.35
6CF7146D	20	15.0	1.15	230	54.0	63.5	213.0	0.86	0.84	79.1	76.1	3450	15500N	4	8	0.21 - 0.27
6CF7156D	25	18.5	1.15	230	69.1	77.8	317.1	0.81	0.83	81.9	80.8	3450	15500N	4	8	0.16 - 0.21
6CF7166D	30	22.0	1.15	230	88.3	96.9	451.0	0.77	0.81	82.9	82.8	3450	15500N	4	8	0.13 - 0.16

### Motor sumergible 6" 460V

Motor	Potencia		S.F	Voltaje	Amp nom	Amp max	Amp arranque	Factor de Potencia %		Eficiencia%		Nn	Carga axial	Coleta		Resistencia Línea a Línea en OHMS
	HP	KW		V	A	A	A	Carga permitida	Factor de sobrecarga	Carga permitida	Factor de sobrecarga	RPM	N	M	AWG	
6CF7316D	7.5	5.5	1.15	460	10.9	12.1	64.8	0.78	0.81	80.3	80.5	3450	15500N	4	10	2.4 - 2.9
6CF7326D	10	7.5	1.15	460	14.3	15.9	71.6	0.80	0.83	83.4	81.5	3450	15500N	4	10	1.9 - 2.4
6CF7336D	15	11.0	1.15	460	21.2	23.4	67.2	0.76	0.79	81.2	80.8	3450	15500N	4	10	1.2 - 1.4
6CF7346D	20	15.0	1.15	460	28.6	31.7	152.0	0.80	0.83	82.0	82.1	3450	15500N	4	10	0.77 - 0.95
6CF7356D	25	18.5	1.15	460	34.0	38.0	142.3	0.81	0.83	84.0	83.8	3450	15500N	4	10	0.60 - 0.75
6CF7366D	30	22.0	1.15	460	37.6	43.0	148.2	0.87	0.88	84.3	83.6	3450	15500N	4	10	0.49 - 0.61
6CF8376D	40	30.0	1.15	460	55.0	61.7	394.0	0.81	0.82	82.8	82.8	3450	27500N	4	8	0.33 - 0.41
6CF8386D	50	37.0	1.15	460	67.8	77.2	409.0	0.81	0.82	81.9	82.7	3450	27500N	4	8	0.26 - 0.33

## Motores Sumergibles Rebobinables

Los motores sumergibles rebobinables AFT, son robustos y durables, diseñados para las más exigentes condiciones de operación. Cuentan con un diseño de estator abierto, lubricado por agua y el embobinado es de cobre con recubrimiento doble PE2+PA. Este diseño disipa mejor el calor que un motor de estator encapsulado lo que le permite soportar temperaturas del agua del pozo de hasta 50°C. Además, permite soportar amplias variaciones de voltaje y uso con Variador de Frecuencia.

AFT Pumps, dispone de motores en tamaños de 6", 8" y 10" con acoplamientos especiales NEMA que se adaptan a la gran mayoría de bombas en el mercado.

### Características técnicas

- Profundidad máxima de inmersión: 300 metros (984 pies)
- Acoplamiento estándar NEMA 6
- Temperatura Max de trabajo: 50°C (122°F)
- Velocidad mínima de enfriamiento: 0.16 m/s (0.5 pies/s)
- Posición de instalación estándar: Vertical y horizontal
- Llenados en fábrica con solución no tóxica, soluble al agua.
- Punto de diseño a 60Hz, 3490rpm
- Variación de Voltaje +/- 10%

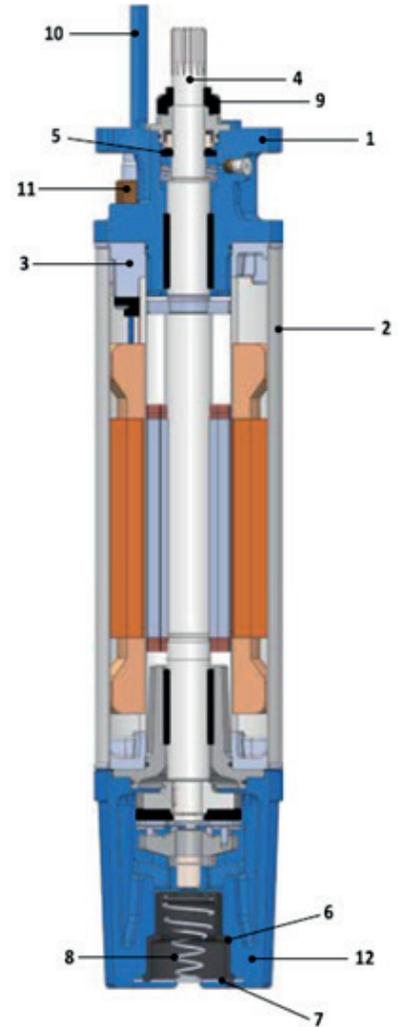
### Ventajas del Motor AFT

- Estator abierto con doble forro PE2+PA rebobinable
- Alta eficiencia electromecánica significa ahorros de operación
- Cojinete de empuje tipo Kingsbury con mayor capacidad
- Cable de embobinado de cobre de alta calidad
- Diafragma de compensación de presiones
- Coleta reemplazable
- Dimensiones de montaje estándar NEMA
- Sello Mecánico de Carburo de Silicio para mayor resistencia a la arena



## Componentes:

No.	Componentes	ASM
1	Campana Superior	Hierro Fundido
2	Cubierta del Estator	Acero Inoxidable 304
3	Estator	Acero al Carbón
4	Eje del Motor	Acero Inoxidable 420
5	Sello Mecánico	Carburo de Silicio
6	Diafragma	NBR
7	Cubierta Final	Hierro fundido
8	Resorte	Acero Inoxidable 304
9	Cobertor de Arena	NBR
10	Cable Sumergible	XLPE
11	Conector de Cable	Acero Inoxidable
12	Campana Inferior	Hierro Fundido
13	Cojinete Axial Kingbury	402j2



## Voltaje Estándar

Diámetro	Potencia	Voltaje / Frecuencia	Conexión a bomba
6"	40, 50, 60 HP	460V -60Hz	NEMA 6"
8"	75, 100, 125 y 150 HP	460V -60Hz	Nema 8"
10"	200, 250 y 300 HP	460V -60Hz	Nema 8"

## Especificaciones técnicas de conexión

### Motores Sumergibles 6"

Modelo AFT	Diámetro	kw	HP	F.S.	Tipo de conexión D.O.L.	Carga Axial	Arranques	Largo	Peso Neto
					Calibre Cable				
ASM6/40	6"	30	40	1.15	3 x 6 AWG	26.5	15	1,217	216
ASM6/50	6"	37	50	1.15	3 x 6 AWG	26.5	15	1,247	227
ASM6/60	6"	45	60	1.15	3 x 6 AWG	26.5	15	1,347	243

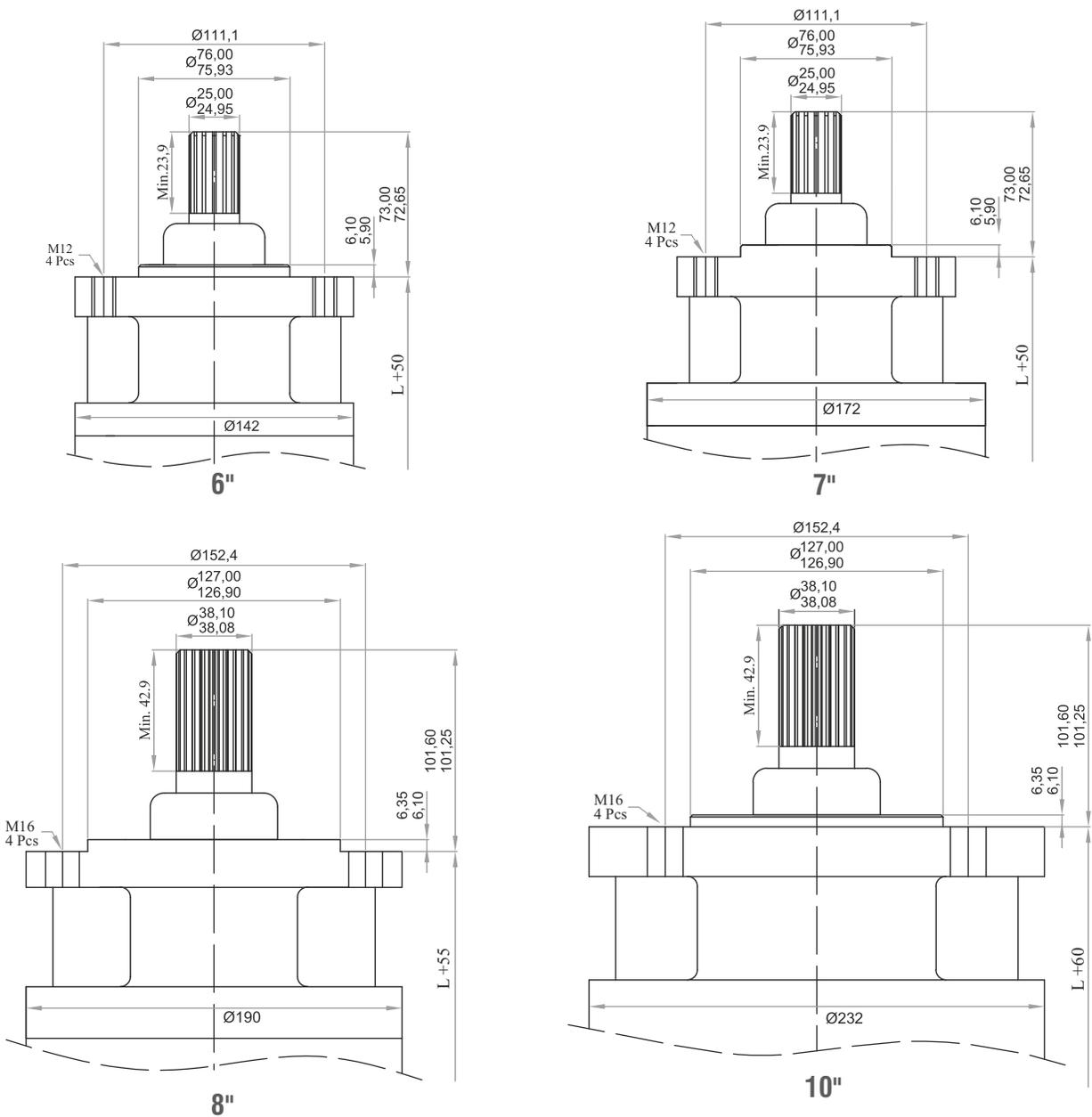
### Motores Sumergibles 8"

Modelo AFT	Diámetro	kw	HP	F.S.	Tipo de conexión D.O.L.	Carga Axial	Arranques	Largo	Peso Neto
					Calibre Cable				
ASM8/75	8"	55	75	1.15	3 x 6 AWG	45	15	1,286	375
ASM8/100	8"	75	100	1.15	3 x 4 AWG	45	15	1,366	410
ASM8/125	8"	92	125	1.15	3 x 4 AWG	55	10	1,471	463
ASM8/150	8"	110	150	1.15	3 x 4 AWG	55	10	1,601	518

Motores Sumergibles 10"

Modelo AFT	Diámetro	kw	HP	F.S.	Tipo de conexión D.O.L.	Carga Axial	Arranques	Largo	Peso Neto
					Calibre Cable	KN	start/h	mm	Lb
ASM 10/200	10"	147	200	1.15	3 x 2 AWG	75	10	1,610	745
ASM 10/250	10"	185	250	1.15	6 x 2 AWG	75	10	1,820	882
ASM 10/300	10"	220	300	1.15	6 x 2 AWG	75	10	1,820	893

Dimensiones de Acoplamiento



## Datos Técnicos

### Motores sumergibles 6"

MODELO	Potencia		Voltaje	n <sub>N</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>FS</sub>	I <sub>A</sub>	Eficiencia (% carga)			Factor de Potencia %		
	HP	KW						V	rpm	A	A	A	50
ASM 6/40	40	30	460	3480	53.4	61.4	272	81	82	82	66	75	86
ASM 6/50	50	37	460	3490	66.6	76.6	341	80	81	81	66	75	86
ASM 6/60	60	45	460	3490	82.1	94.4	415	80	81	80	66	75	86

### Motores sumergibles 8"

MODELO	Potencia		Voltaje	n <sub>N</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>FS</sub>	I <sub>A</sub>	Eficiencia (% carga)			Factor de Potencia %		
	HP	KW						V	rpm	A	A	A	50
ASM 8/75	75	55	460	3450	90.2	103.7	458	85	85	84	83	87	91
ASM 8/100	100	75	460	3450	123.1	141.6	625	85	85	84	82	86	91
ASM 8/125	125	92	460	3450	152.8	175.7	770	85	85	84	82	86	90
ASM 8/150	150	110	460	3450	182.6	210.0	920	85	85	84	82	86	90

### Motores Sumergibles 10"

MODELO	Potencia		Voltaje	n <sub>N</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>FS</sub>	I <sub>A</sub>	Eficiencia (% carga)			Factor de Potencia %		
	HP	KW						V	rpm	A	A	A	50
ASM 10/200	200	147	460	3500	236.0	271.4	1,197	85	85	85	87	75	92
ASM 10/250	250	185	460	3490	297.0	341.6	1,502	85	85	85	87	75	92
ASM 10/300	300	220	460	3490	353.1	406.1	1,786	85	85	85	87	75	92

# Información General

## Almacenamiento

Los motores sumergibles AFT son lubricados por agua. La solución de llenado es una mezcla de agua desionizada y glicol propileno que previene el daño por congelamiento en temperaturas de hasta -40°F (-40°C). Se recomienda no almacenar los motores en áreas por debajo de ésta temperatura.

Evite el congelamiento y descongelamiento constante que puede ocasionar la pérdida de la solución de llenado. Si durante la operación

hubiera pérdida de la solución, ésta se puede compensar con el agua del pozo.

Cuando las temperaturas lleguen de 100° a 130°F (54°C), el tiempo de almacenamiento debe limitarse a un año. La pérdida del líquido en pequeñas gotas no daña el motor, a menos que sea una cantidad mayor. Si hay razón para creer que existe una cantidad considerable de fuga, consulte con su distribuidor autorizado los procedimientos de revisión.

## Montaje

Los motores sumergibles AFT están diseñados principalmente para operar con el eje en posición vertical. Durante la aceleración del arranque motor, el empuje de la bomba aumenta simultáneamente con la carga de salida. Si la carga de la bomba permaneciera por debajo de su rango de operación normal durante el arranque y/o en plena marcha, la bomba puede realizar un empuje hacia arriba. Esta es una operación aceptable para períodos cortos en cada arranque, pero el funcionamiento continuo con empuje ascendente puede provocar un desgaste excesivo en el cojinete de empuje.

Con ciertas restricciones adicionales, los motores también son aptos para operar en posición de eje horizontal. A medida que la posición de montaje se va alejando de vertical y acercando a horizontal, aumenta

la posibilidad de una vida reducida del cojinete de empuje. Para una expectativa de vida normal del cojinete de empuje en posiciones del motor diferentes a la posición de eje vertical, seguir estas recomendaciones:

1. Disminuir la frecuencia de arranques, de preferencia a menos de 12 por cada período de 24 horas. Los motores de 6" y 8" deben dejar pasar por lo menos 20 minutos entre arranques o intentos de arranque.
2. No utilizar en sistemas que funcionen en períodos cortos sin la carga adecuada.
3. También puede utilizar motores Aquapro lubricados por aceite, que pueden trabajar sin limitación en posición horizontal.

## Capacidad de Transformadores

Los transformadores de distribución deben tener el tamaño adecuado para cumplir con los requerimientos de KVA del motor sumergible. El uso de transformadores menores a lo recomendado, reduce el voltaje de salida al motor.

La siguiente tabla detalla la potencia indicada del motor para corrientes monofásicas y trifásicas, los KVA total efectivos que se requieren y el transformador más pequeño requerido para sistemas trifásicos abiertos o cerrados. Procure utilizar 3 transformadores en sistemas Delta o Estrella Cerrados, que proveen una mejor calidad de energía.

En caso de que se agreguen cargas externas al motor, se agregan directamente a los requerimientos de tamaño de KVA de la batería de transformadores.

**NOTA:** Se muestran los índices estándar de KVA. Si la experiencia y práctica de la compañía de luz permiten que el transformador tenga una carga más alta de lo normal, los valores de la carga alta pueden ser usados para que el transformador(es) alcance los KVA totales efectivos que se requieran.

Potencia del Motor		KVA Total Efectivo Requerido	Selección Mínima en KVA de Transformador	
HP	KW		DELTA abierto (2 Transformadores)	DELTA cerrado (3 Transformadores)
1.5	1.1	3	2	1
2	1.5	4	2	1.5
3	2.2	5	3	2
5	3.7	7.5	5	3
7.5	5.5	10	7.5	5
10	7.5	15	10	5
15	11	20	15	7.5
20	15	25	15	10
25	18.5	30	20	10
30	22	40	25	15
40	30	50	30	20
50	37	60	35	20
60	45	75	40	25
75	55	90	50	30
100	75	120	65	40
125	90	150	85	50
150	110	175	100	60
175	130	200	115	70
200	150	230	130	75

## Generadores Monofásicos y Trifásicos

Los generadores diesel para motores sumergibles se ofrecen generalmente de acuerdo con condiciones estándar, por ejemplo:

- Altitud máx. sobre el nivel del mar: 150 m
- Temperatura máx. de admisión de aire: 30°C
- Humedad máx.: 60%

Si no se cumple con estos límites, los motores diesel y posiblemente el generador tienen que reducirse para dar al motor suficiente suministro de potencia.

Al realizar un pedido de un generador, deben proporcionarse al fabricante datos de la altitud, temperatura de admisión de aire y humedad máxima a fin de limitar en fábrica la potencia máxima del generador. Los generadores para los motores sumergibles trifásicos deben poder soportar una reducción del 35% de la tensión durante el arranque.

Para seleccionar generadores de regulación manual, consulte la tabla mostrada a continuación para continuas interrupciones de kW en motores monofásicos y trifásicos con arranque DOL.

Hay generadores regulados externamente e internamente. La mayoría son regulados externamente. Estos utilizan un regulador externo de voltaje que detecta el voltaje de salida. Cuando el voltaje disminuye al arrancar el motor, el regulador aumenta el voltaje de salida en el generador.

Los generadores regulados internamente (auto-excitados) tienen un devanado extra en el estator generador. El devanado extra detecta la corriente de salida para ajustar automáticamente el voltaje de salida.

En el arranque los generadores deben suministrar al menos el 65% del voltaje nominal para asegurar una fuerza de torsión adecuada. Además de la dimensión, es importante la frecuencia del generador ya que la velocidad del motor varía con la frecuencia (Hz). Debido a las leyes de afinidad de la bomba, una bomba operando de 1 a 2 Hz por debajo de la frecuencia especificada para el motor no alcanzará su curva de rendimiento. Por el contrario, una bomba operando de 1 a 2 Hz por arriba puede disparar sobrecargas los dispositivos de protección del motor.

### Operación del Generador

Encienda siempre el generador antes de arrancar el motor y detenga el motor antes de apagar el generador. El cojinete de empuje axial del motor se puede dañar si se deja marchar por inercia el generador con el motor encendido. Este mismo daño ocurre cuando el generador opera sin combustible.

### Uso de Generadores con Motor a Combustión

Potencia. del Motor		Capacidad Mínima del Generador			
HP	KW	Tipo de Regulación Externa		Tipo Autoregulado	
		KW	KV A	KW	KV A
1/3	0.25	1.5	1.9	1.2	1.5
1/2	0.37	2	2.5	1.5	1.9
3/4	0.55	3	3.8	2	2.5
1	0.75	4	5	2.5	3.125
1 1/2	1.1	5	6.25	3	3.8
2	1.5	7.5	9.4	4	5
3	2.2	10	12.5	5	6.25
5	3.7	15	18.75	7.5	9.4
7 1/2	5.5	20	25	10	12.5
10	7.5	30	37.5	15	18.75
15	11	40	50	20	25
20	15	60	75	25	31
25	18.5	75	94	30	37.5
30	22	100	125	40	50
40	30	100	125	50	62.5
50	37	150	188	60	75
60	45	175	220	75	94
75	55	250	313	100	125
100	75	300	375	150	188
125	90	375	469	175	219
150	110	450	563	200	250
175	130	525	656	250	313
200	150	600	750	275	344

### Ejemplo de factores de Reducción

	Motores diesel estándar	Generadores estándar
Altitud	3,5% por cada 300 m por encima de 150 m sobre el nivel del mar (2,5% para motores turbo).	2,5% por cada 300 m por encima de 1000 m sobre el nivel del mar.
Temperatura de admisión de aire	2% por cada 5,5°C por encima de 30°C (3% para motores turbo).V	5% por cada 5°C por encima de 40°C
Humedad	6% a 100% de humedad.	

## Uso de Válvula Cheque

Se recomienda usar siempre una o más válvulas cheque en instalaciones de bombas sumergibles. Si la bomba no tiene una válvula cheque montada, se debe instalar una válvula cheque de línea en la tubería de descarga a menos de 25 pies de la bomba y debajo del nivel dinámico. Para instalaciones más profundas, se recomienda que las válvulas cheque de la línea sean instaladas con las recomendaciones del fabricante. Quizá sea necesario usar más de una válvula cheque, pero no se deben usar más válvulas de las recomendadas.

Las válvulas cheque internas de la bomba o las válvulas cheque de resorte se cierran rápidamente y ayudan a eliminar los golpes de ariete.

Las válvulas cheque se usan para mantener la presión en el sistema cuando se detiene la bomba. También previenen el giro de inverso, el golpe de ariete y el empuje ascendente. Cualquiera de éstas puede provocar una falla prematura en la bomba o el motor.

**NOTA:** En instalaciones sumergibles sólo se deben usar válvulas cheque con sello positivo. Aunque perforar las válvulas cheque o usar válvulas cheque con desgüe posterior puede prevenir el giro inverso, puede también crear problemas de empuje ascendente y golpes de ariete.

**Giro Inverso.** Sin una válvula cheque o con una válvula cheque defectuoso, el agua del sistema puede bajar por la tubería de descarga

cuando se detiene el motor. Esto puede provocar que la bomba gire en dirección inversa. Si el motor se enciende mientras esto sucede, se puede presentar una fuerte tensión sobre todo el montaje del motor-bomba que puede provocar daño al impulsor, fragmentación de bomba o motor, desgaste excesivo en el cojinete, etc.

**Empuje Ascendente.** Sin válvula cheque o con una válvula cheque con fugas o perforada, la unidad arranca con una condición de carga cero. Esto provoca una elevación o empuje ascendente en el montaje impulsor- eje de la bomba. Este movimiento hacia arriba atraviesa el acoplamiento bomba-motor y se crea una condición de empuje ascendente en el motor. El empuje ascendente constante puede causar fallas prematuras en la bomba y el motor.

**Golpe de Ariete.** Si la válvula cheque más baja tiene fuga y la de arriba se mantiene, se crea un vacío parcial en la tubería de descarga. En el siguiente arranque de la bomba, el agua que se mueve a muy alta velocidad llena el vacío y golpea la válvula cheque cerrada y el agua estancada en la tubería que está arriba de ésta, provocando un choque hidráulico. Este choque puede agrietar las tuberías, romper las juntas y dañar la bomba y/o el motor. El golpe de ariete hace un ruido fácil de detectar. Cuando se descubra, se debe apagar el sistema y contactar al instalador de la bomba para corregir el problema.

## Enfriamiento del Motor

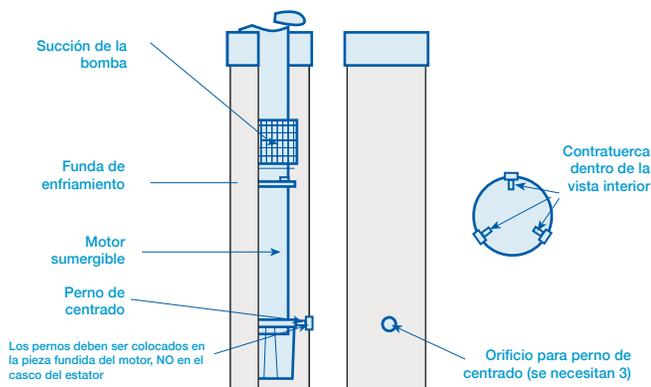
### Flujo Requerido para el Enfriamiento

Los motores sumergibles estándar de AFT, están diseñados para operar a una potencia máxima a factor de servicio en agua de hasta 86°F (30°C).

Para un enfriamiento adecuado se requiere de un flujo de 0.25 pies/seg. para motores de 4" de 3 HP y mayores y 0.5 pies/seg. para motores de 6 y 8 pulgadas. La Tabla 6 muestra los índices mínimos de flujo en GPM, para diferentes diámetros de pozo y tamaños de motor.

Si se opera un motor estándar en agua que sobrepase los 86°F(30°C), se debe incrementar el flujo de agua que pasa por el motor para mantener temperaturas de operación seguras en el motor. Ver "Aplicaciones en Agua Caliente".

Ejemplo de construcción de la funda de enfriamiento



### Funda de Enfriamiento

La funda de enfriamiento se debe de utilizar cuando el flujo es menor que el especificado para lograr el enfriamiento apropiado del motor. Esto puede darse por varias razones, entre ellas: Instalar el motor por debajo de las entradas de agua al pozo, producir un caudal muy bajo de acuerdo al diámetro del pozo o que el motor esté trabajando en seco o contra válvula cerrada. **ADVERTENCIA:** En éstos dos últimos casos, la funda no garantizará un enfriamiento adecuado del motor.

**EJEMPLO:** Un motor de 6" y una bomba que suministra 60 GPM serán instaladas en un pozo de 10". Según la Tabla de Flujo requerido de enfriamiento, se requieren 90 GPM para mantener un adecuado enfriamiento. En este caso, se agrega una funda de enfriamiento de 8" o más pequeña.

Ademe o Casing D.I. Pulg. (mm)	Motor 4", flujo 0.25 pies/seg (.08m/seg) en GPM (l/m)	Motor 6" flujo 0.5 pies/seg (.16m/seg) en GPM (l/m)	Motor 8" flujo 0.5 pies/seg (.16m/seg) en GPM (l/m)
4 (102)	1.2 (4.5)	-	-
5 (127)	7 (26.5)	-	-
6 (152)	13 (49)	9 (34)	-
7 (178)	20 (76)	25 (95)	-
8 (203)	30 (114)	45 (170)	10 (40)
10 (254)	50 (189)	90 (340)	55 (210)
12 (305)	80 (303)	140 (530)	110 (420)
14 (356)	110 (416)	200 (760)	170 (645)
16 (406)	150 (568)	280 (1060)	245 (930)

GPM (l/m) mín. para enfriar el motor en agua de 86°F (30°C).

## Aplicación con agua caliente

Cuando la bomba-motor opera en agua más caliente a los 86°F (30°C), se requiere un flujo de por lo menos 3 pies/seg.

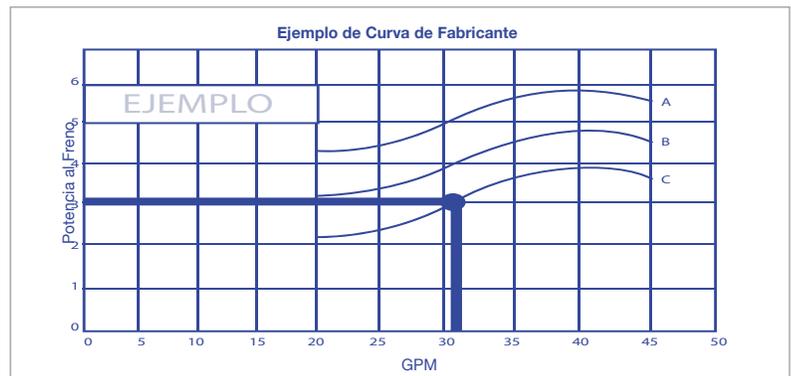
Si se necesita usar un motor sumergible acoplado a una bomba que bombeará agua por encima de los 30°C (86°F), debemos reducir la carga máxima a soportar por medio del siguiente método:

- **Paso 1.** Use la siguiente tabla para determinar los GPM de la bomba requeridos para los diferentes diámetros del pozo o ademe. Si es necesario, agregar una camisa de enfriamiento para obtener un flujo de 3 pies/seg.

GPM Mínimos (l/m) Requeridos para un Flujo de 3 pies/seg. (.91 m/seg)

Dia. Int. Casing (Ademe)		Motor 4"		Motor 6"		Motor 8"	
Pulg.	(cms.)	GPM	(l/m)	GPM	(l/m)	US GPM	(l/m)
4	(10.2)	15	(57)				
5	(12.7)	80	(303)				
6	(15.2)	160	(606)	52	(197)		
7	(17.8)			150	(568)		
8	(20.3)			260	(984)	60	(227)
10	(25.4)			520	(1970)	330	(1250)
12	(30.5)					650	(2460)
14	(35.6)					1020	(3860)
16	(40.6)					1460	(5530)

- **Paso 2.** Determine la potencia de la bomba requerida en la curva del fabricante.



- **Paso 3.** Multiplique la potencia de la bomba por el factor multiplicador de temperatura en la tabla contigua:

Factor Multiplicador de Calor en Flujo de 3 pies/seg. (.91 m/seg.)

Temperatura Máxima del Agua	1/3 - 5 HP .25 - 3.7 KW	7 1/2 - 30 HP 5.5 - 22 KW	Más de 30 HP Más de 22 KW
140°F (60°C)	1.25	1.62	2.00
131°F (55°C)	1.11	1.32	1.62
122°F (50°C)	1.00	1.14	1.32
113°F (45°C)	1.00	1.00	1.14
104°F (40°C)	1.00	1.00	1.00
95°F (35°C)	1.00	1.00	1.00

- **Paso 4.** Seleccione la potencia en HP de la tabla adjunta que tenga un Factor de Servicio de por lo menos el valor calculado en el Paso 3.

Potencia del Factor de Servicio

HP	KW	SFHP	HP	KW	SFHP	HP	KW	SFHP	HP	KW	SFHP
1/3	0.25	0.58	3	2.2	3.45	25	18.5	28.75	100	75	115
1/2	0.37	0.8	5	3.7	5.75	30	22	34.5	125	90	143.75
3/4	0.55	1.12	7.1/2	5.5	8.62	40	30	46	150	110	175.5
1	0.75	1.4	10	7.5	11.5	50	37	57.5	175	130	201.25
1 1/2	1.1	1.95	15	11	17.25	60	45	69	200	150	230
2	1.5	2.5	20	15	23	75	55	86.25			

**EJEMPLO:** Tenemos una bomba AFT de 6" a instalarse en un pozo de 6" que requiere una potencia en el punto de operación de 24 HP, bombeando 100 GPM (379 l/m) con agua a a 55°C (131°F). Al revisar la Tabla de GPM mínimos para garantizar 3 pies por segundo de velocidad de paso de agua sobre el motor, vemos que no es necesaria una funda de enfriamiento. Según la Tabla de Factor Multiplicador de Calor, debemos seleccionar el factor de 1.32, puesto que el motor tiene un rango de potencia de entre 7.5 y 30 HP y la temperatura es de 55°C. Al multiplicar 24HP por 1.32 de factor de temperatura, tendremos un HP de 31.7. Por lo consiguiente, debe acoplarse a un motor de 30 HP que nos provee hasta 34.5HP, superior a los 31.7 requeridos por bombear agua a 55°C.

## Selección de Cable para Motores Sumergibles

### Motores Sumergibles de 4" 60 HZ - Monofásico de 2 cables

100-115V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)												
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
4CF2606M	0.5	0.37	90	150	240	370	600	920	1150	1410	1720	2090	2540	3030	3640

220-230V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)												
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
4CF2506M	0.5	0.37	390	630	990	1570	2450	3790	4700	5740	7010	8520	-	-	-
4CF2516M	0.75	0.55	290	460	730	1160	1810	2800	3470	4240	5170	6280	7640	-	-
4CF3526M	1.0	0.75	240	380	610	960	1490	2310	2870	3500	4280	5200	6330	-	-
4CF3536M	1.5	1.1	180	300	460	740	1160	1816	2250	2760	3390	4150	5080	-	-

### Motores Sumergibles de 4" 60 HZ - Monofásico de 3 cables

100-115V60HZ		Capacitador de Arranque	AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)												
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
4CF2606S	0.5	0.37	90	140	230	360	570	890	1100	1350	1650	2000	2440	2920	3500

220-230V60HZ		Capacitador de Arranque	AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)												
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
4CF2506S	0.5	0.37	380	630	980	1560	2430	3760	4660	5690	6940	8450	-	-	-
4CF2516S	0.75	0.55	290	460	740	1170	1820	2820	3490	4270	5200	6320	7690	-	-
4CF3526S	1.0	0.75	240	390	610	970	1500	2330	2900	3530	4320	5250	6380	-	-

220-230V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)												
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000
4CF3536D	1.5	1.1	180	300	460	740	1160	1820	2250	2770	3400	4160	5100	-	-
4CF3546D	2.0	1.5	140	230	370	580	920	1450	1810	2240	2780	3430	4250	-	-
4CF4556D	3.0	2.2	110	180	280	450	720	1140	1430	1780	2230	2780	3470	-	-
4CF6566D	5.0	3.7	-	-	170	270	440	690	870	1080	1360	1700	2120	2620	-

### Motores Sumergibles de 4" 60 HZ - Trifásico

220-230V60hz			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
4CF2906	0.5	0.37	900	1450	2290	3600	5610	8680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF2916	0.75	0.55	650	1050	1660	2520	4090	6330	7870	9630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF3926	1.0	0.75	540	870	1380	2180	3400	5270	6550	8010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF3936	1.5	1.1	400	640	1020	1610	2520	3920	4870	5960	7290	8880	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF3946	2.0	1.5	310	490	780	1240	1950	3040	3870	4640	5700	6980	8550	-	-	-	-	-	-	-
4CF4956	3.0	2.2	230	370	600	960	1490	2330	2890	3550	4350	5310	6500	7790	9400	-	-	-	-	-
4CF6966	4.0	3.0	170	290	460	740	1160	1810	2250	2760	3390	4140	5070	6090	7350	-	-	-	-	-
4CF6976	5.0	3.7	130	220	360	570	890	1390	1740	2140	2620	3210	3930	4740	5730	6490	7380	8260	9010	-
4CF6996	7.5	5.5	-	150	250	410	630	1000	1240	1530	1880	2290	2810	3370	4080	4620	5240	5850	6370	7370

### Motores Sumergibles de 4" 60 HZ - Trifásico

460V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)					
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500	
4CF2306	0.5	0.37	3710	5920	9310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF2316	0.75	0.55	2680	4270	6720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF3326	1.0	0.75	2220	3550	5580	8780	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF3336	1.5	1.1	1640	2610	4120	6500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF3346	2.0	1.5	1260	2010	3190	5020	7850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF4356	3.0	2.2	960	1540	2420	3820	5970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF6366	4.0	3.0	740	1190	1880	2970	4650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF6376	5.0	3.7	560	910	1430	2260	3540	5500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4CF6396	7.5	5.5	400	660	1040	1640	2570	3990	4970	6100	7480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Motores Sumergibles de 6" 60 HZ - Trifásicos

220-230V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
6CF7106D	5	3.7	130	220	360	570	900	1400	1750	2150	2640	3230	3960	4760	5760	6530	7420	8310	9060	-
6CF7116D	7.5	5.5	-	150	250	410	640	1000	1250	1540	1890	2310	2830	3390	4100	4650	5270	5890	6410	7410
6CF7126D	10	7.5	-	-	180	300	480	750	940	1160	1430	1740	2140	2590	3140	3560	4070	4570	4980	5800
6CF7136D	15	11.0	-	-	-	200	320	500	630	770	950	1160	1430	1730	2090	2370	2706	3020	3300	3830
6CF7146D	20	15.0	-	-	-	-	230	370	460	560	700	860	1060	1280	1560	1780	2030	2280	2490	2900
6CF7156D	25	18.5	-	-	-	-	-	300	370	470	570	700	860	1050	1280	1450	1660	1870	2040	2380
6CF7166D	30	22.0	-	-	-	-	-	240	300	380	470	570	700	860	1050	1190	1370	1530	1670	1960

380V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
6CF7206D	5	3.7	390	630	990	1570	2460	3830	4730	5810	7150	8740	-	-	-	-	-	-	-	-
6CF7216D	7.5	5.5	260	430	680	1070	1680	2600	3210	3940	4850	5920	7180	8650	-	-	-	-	-	-
6CF7226D	10	7.5	190	310	500	780	1230	1890	2340	2860	3510	4260	5140	6160	7270	8140	9190	-	-	-
6CF7236D	15	11.0	-	-	360	570	900	1390	1730	2120	2630	3210	3910	4730	5640	6380	7270	8070	8790	-
6CF7246D	20	15.0	-	-	-	430	680	1060	1320	1630	2010	2470	3020	3680	4400	5000	5720	6370	6970	8020
6CF7256D	25	18.5	-	-	-	350	560	860	1080	1320	1640	2010	2470	2990	3580	4060	4640	5170	5650	6490
6CF7266D	30	22.0	-	-	-	-	450	710	880	1080	1340	1650	2020	2450	2930	3330	3810	4240	4630	5340
6CF8276D	40	30.0	-	-	-	-	-	520	650	810	1000	1230	1510	1830	2180	2480	2830	3150	3450	3960
6CF8286D	50	37.0	-	-	-	-	-	-	520	630	790	960	1170	1420	1700	1940	2210	2460	2680	3080

### Motores Sumergibles de 6" 60 HZ - Trifásicos

460V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
6CF7306D	5	3.7	580	930	1480	2330	3650	5680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6CF7316D	7.5	5.5	400	660	1040	1640	2570	3990	4970	6100	7480	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6CF7326D	10	7.5	300	490	780	1230	1930	3010	3750	4620	5670	6960	-	-	-	-	-	-	-	-
6CF7336D	15	11.0	-	330	530	840	1320	2070	2570	3170	3890	4760	5850	7050	-	-	-	-	-	-
6CF7346D	20	15.0	-	-	390	620	980	1530	1910	2360	2900	3560	4370	5280	-	-	-	-	-	-
6CF7356D	25	18.5	-	-	-	510	800	1260	1570	1930	2380	2930	3600	4350	5280	-	-	-	-	-
6CF7366D	30	22.0	-	-	-	420	660	1040	1290	1600	1980	2430	2980	3610	4390	5010	5720	-	-	-
6CF8376D	40	30.0	-	-	-	-	490	780	970	1200	1480	1820	2230	2690	3270	5720	4220	-	-	-
6CF8386D	50	37.0	-	-	-	-	-	630	790	970	1190	1460	1790	2170	2620	2980	3380	3790	4140	4800

### Motores Sumergibles de 6" 60 HZ - Trifásicos (Y-Δ)

220-230V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
6CF7106W	5	3.7	200	330	540	870	1370	2120	2660	3260	4000	4900	6000	7220	8740	9910	-	-	-	-
6CF7116W	7.5	5.5	140	230	380	610	950	1500	1860	2300	2830	3450	4220	5070	6130	6940	7870	8800	9580	-
6CF7126W	10	7.5	100	170	270	450	720	1130	1410	1730	2140	2620	3220	3880	4710	5340	6110	6850	7480	8700
6CF7136W	15	11.0	-	-	180	300	470	750	940	1160	1430	1750	2140	2590	3130	3560	4050	4530	4960	5750
6CF7146W	20	15.0	-	-	130	210	340	550	690	840	1060	1290	1590	1920	2340	2660	3040	3420	3740	4360
6CF7156W	25	18.5	-	-	-	170	280	450	560	700	860	1050	1300	1580	1920	2180	2490	2800	3060	3570
6CF7166W	30	22.0	-	-	-	130	220	360	450	560	700	860	1060	1290	1570	1790	2050	2300	2510	2940

380V60HZ			AWG Cable de Cobre (Longitud en pies)													MCM Cable de Cobre (Longitud en pies)				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
6CF7206W	5	3.7	590	940	1480	2340	3670	5710	7060	8660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6CF7216W	7.5	5.5	390	650	1010	1600	2520	3900	4820	5910	7280	8880	-	-	-	-	-	-	-	-
6CF7226W	10	7.5	290	460	740	1170	1830	2820	3490	4260	5230	6350	7670	9190	-	-	-	-	-	-
6CF7236W	15	11.0	200	330	530	860	1350	2090	2590	3180	3940	4820	5870	7100	8460	9570	-	-	-	-
6CF7246W	20	15.0	150	250	400	640	1030	1600	1980	2450	3030	3720	4540	5530	6620	7520	4180	9580	-	-
6CF7256W	25	18.5	-	200	320	530	830	1300	1620	1980	2460	3020	3700	4490	5370	6090	6970	7750	8480	9730
6CF7266W	30	22.0	-	-	260	410	680	1060	1320	1630	2010	2480	3030	3670	4400	4990	5710	6360	6950	8000
6CF8276W	40	30.0	-	-	-	310	500	780	980	1220	1500	1850	2260	2740	3280	3730	4240	4720	5170	5940
6CF8286W	50	37.0	-	-	-	240	390	610	790	960	1200	1460	1780	2160	2580	2930	3340	3720	4070	4660

### Motores sumergibles 6", 8" y 10" Trifásicos

460V 60Hz			Aislamiento a 75o C / Cable de Cobre AWG													MCM				
MOTOR	HP	KW	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	500
ASM6 / 40HT	40	30	-	-	-	-	0	790	980	1210	1490	1830	2250	2715	3280	3725	4200			
ASM6 / 50HT	50	37	-	-	-	-	410	640	800	980	1200	1480	1800	2190	2650	3000	3410	3830		
ASM6 / 60HT	60	45	-	-	-	-	-	-	650	830	1020	1250	1540	1850	2240	2540	2890	3240	3540	4000
ASM8 / 75HT	75	55	-	-	-	-	-	-	-	-	840	1030	1250	1520	1850	2100	2400	2700	2950	3440
ASM8 / 100HT	100	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	760	940	1130	1380	1560	1790	2000	2190	2550
ASM8 / 125HT	125	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	890	1000	1220	1390	1560	1700	1960
ASM8 / 150HT	150	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	920	1050	1190	1340	1460	1690
ASM10 / 200HT	200	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	810	920	1030	1130	1310
ASM10 / 250HT	250	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	1250
ASM10 / 300HT	300	223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900

### Corrección del Factor de Potencia

En algunos casos, puede resultar conveniente mejorar el factor de potencia de un motor sumergible. La mejora del factor de potencia, reduce la energía desperdiciada y puede ayudar a reducir su factura eléctrica. Adjunto verá una tabla en donde se indica la capacidad aproximada de KVAR capacitivos por fase necesarios para mejorar el factor de potencia de los motores sumergibles trifásicos AFT.

Para proteger adecuadamente los capacitores, deben colocarse en cada línea de salida del arrancador magnético al motor.

Motor		KVAR por fase requerido para un Factor de Potencia de:		
HP	KW	0.90	0.95	1.00
5	3.7	1.2	2.1	4
7 1/2	5.5	1.7	3.1	6
10	7.5	1.5	3.3	7
15	11	2.2	4.7	10
20	15	1.7	5	12
25	18.5	2.1	6.2	15
30	22	2.5	7.4	18
40	30	4.5	11	24
50	37	7.1	15	32
60	45	8.4	18	38
75	55	6.3	18	43
100	75	11	27	60
125	90	17	36	77
150	110	20	42	90
175	130	9.6	36	93
200	150	16	46	110

KVAR Requerido en 60 Hz

## Protección Clase 10 - Motores Trifásicos

### Motores de 4", 60 Hz

Los motores sumergibles, a diferencia de los motores estándar de superficie, requieren de una protección especial de sobrecarga.

Si el rotor del motor está atrapado por el estator, el protector de sobrecarga se debe disparar en 10 segundos para proteger los devanados del motor.

Debe utilizarse un relevador de sobrecarga aprobador por AFT, de preferencia del tipo no ajustable o fijo. Pueden utilizar relevadores ajustables, siempre y cuando se ajusten al rango indicado en la tabla.

También es posible utilizar protectores electrónicos, monitores de voltaje, Protectores de Fase, tales como Submonitor, ICM, etc., siempre y cuando respeten los ajustes de valores máximos de la tabla.

Todos los ajustes mostrados del amperaje y los térmicos están basados en los amperios totales de línea. Cuando se usa un motor de seis hilos con un arrancador delta-estrella, dividir los amperios del motor entre 1.732

Las tablas que se muestran a continuación indican la selección y ajustes correctos para diversos fabricantes.

Ver notas 1, 2, 3 y 4 en la siguiente página.

HP	KW	Voltios	Tamaño Arrancador NEMA	Térmicos p/Relev. de Sobrecarga			Relevadores Ajustables (Nota 4)	
				Furnas (Nota 1)	Allen Bradley (Nota 2)	G.E. (Nota 3)	Ajuste	Máx.
1/2	0.37	200	00	K31	J16	L380A	3.2	3.4
		230	00	K28	J14	L343A	2.7	2.9
		380	00	K22	J9	L211A	1.7	1.8
		460	00	-	J8	L174A	1.4	1.5
		575	00	-	J6	-	1.2	1.3
3/4	0.55	200	00	K34	J19	L51CA	4.1	4.4
		230	00	K32	J17	L420A	3.5	3.8
		380	00	K27	J13	L282A	2.3	2.5
		460	00	K23	J10	L211A	1.8	1.9
		575	00	K21	J8	L193A	1.5	1.6
1	0.75	200	00	K37	J21	L618A	5.0	5.4
		230	00	K36	J19	L561A	4.4	4.7
		380	00	K28	J14	L310A	2.6	2.8
		460	00	K26	J12	L282A	2.2	2.4
		575	00	K23	J10	L211A	1.8	1.9
1 1/2	1.1	200	00	K42	J23	L750A	6.3	6.8
		230	00	K39	J21	L680A	5.5	5.9
		380	00	K32	J17	L420A	3.3	3.6
		460	00	K29	J15	L343A	2.8	3.0
		575	00	K26	J12	L282A	2.2	2.4
2	1.5	200	0	K50	J26	L111B	8.6	9.3
		230	0	K49	J25	L910A	7.5	8.1
		380	0	K36	J20	L561A	4.6	4.9
		460	00	K33	J18	L463A	3.8	4.1
		575	00	K29	J15	L380A	3.0	3.2
3	2.2	200	0	K55	J29	L147B	11.6	12.5
		230	0	K52	J28	L122B	10.1	10.9
		380	0	K41	J23	L750A	6.1	6.6
		460	0	K37	J21	L618A	5.1	5.5
		575	0	K34	J19	L510A	4.1	4.4
5	3.7	200	1	K62	J34	L241B	19.1	20.5
		230	1	K61	J33	L199B	16.6	17.8
		380	0	K52	J28	L122B	10.0	10.8
		460	0	K49	J26	L100B	8.3	8.9
		575	0	K42	J23	L825A	6.6	7.1
7 1/2	5.5	200	1	K68	J38	L332B	28.4	30.5
		230	1	K67	J37	L293B	24.6	26.4
		380	1	K58	J32	L181B	14.9	16.0
		460	1	K55	J30	L147B	12.3	13.2
		575	1	K52	J28	L122B	9.9	10.6
10	7.5	380	1	K63	J35	L265B	21.2	22.8
		460	1	K61	J33	L220B	17.5	18.8
		575	1	K57	J31	L181B	14.0	15.0

Motores de 6", 60 Hz

HP	KW	Volts	Tamaño arrancador NEMA	Térmicos p/Relev. de Sobrecarga			Relevadores Ajustables (Nota 4)	
				Furnas (Nota 1)	Allen Bradley (Nota 2)	G.E. (Nota 3)	Ajuste	Máx.
5	3.7	200	1	K61	J33	L220B	17.6	19.1
		230	1	K60	J32	L199B	15.4	16.6
		380	0	K52	J27	L111B	9.4	10.1
		460	0	K49	J25	L910A	7.7	8.3
		575	0	K41	J23	L750A	6.1	6.6
7 1/2	5.5	200	1	K67	J38	L322B	26.3	28.3
		230	1	K64	J36	L293B	22.9	24.6
		380	1	K57	J31	L165B	13.9	14.9
		460	1	K54	J29	L147B	11.4	12.3
		575	1	K52	J27	L111B	9.1	9.8
10	7.5	200	2(1)	K72	J40	L426B	34.4	37.0
		230	2(1)	K70	J38	L390B	29.9	32.2
		380	1	K61	J34	L220B	18.1	19.5
		460	1	K58	J32	L181B	15.0	16.1
		575	1	K55	J30	L147B	12.0	12.9
15	11	200	3(1)	K76	J43	L650B	50.7	54.5
		230	2	K75	J42	L520B	44.1	47.4
		380	2(1)	K68	J37	L322B	26.7	28.7
		460	2(1)	K64	J35	L265B	22.0	23.7
		575	2(1)	K61	J33	L220B	17.7	19.0
20	15	200	3	K78	J45	L787B	64.8	69.7
		230	3(1)	K78	J44	L710B	56.4	60.6
		380	2	K72	J40	L426B	34.1	36.7
		460	2	K69	J38	L352B	28.2	30.3
		575	2	K64	J35	L393B	22.7	24.4
25	18.5	200	3	K86	J71	L107C	80.3	86.3
		230	3	K83	J46	L866B	69.8	75.0
		380	2	K74	J42	L520B	42.2	45.4
		460	2	K72	J40	L426B	34.9	37.5
		575	2	K69	J37	L352B	27.9	30.0
30	22	200	4(1)	K88	J72	L126C	96.7	104.0
		230	3	K87	J71	L107C	84.1	90.4
		380	3(1)	K76	J43	L650B	50.9	54.7
		460	3(1)	K74	J41	L520B	42.0	45.2
		575	3(1)	K72	J39	L390B	33.7	36.2
40	30	380	3	K83	J46	L866B	69.8	75.0
		460	3	K77	J44	L710B	57.7	62.0
		575	3	K74	J42	L593B	46.1	49.6
50	37	380	3	K87	J72	L107C	86.7	93.2
		460	3	K83	J46	L950C	71.6	77.0
		575	3	K77	J44	L710B	57.3	61.6
60	45	380	4(1)	K89	J73	L126C	102.5	110.2
		460	4(1)	K87	J71	L107C	84.6	91.0
		575	4(1)	K78	J45	L866B	67.7	72.8

**NOTA 1:** Los tamaños intermedios de Furnas entre los tamaños del arrancador NEMA se aplican (1) como se muestra en las tablas, el tamaño 1.75 reemplaza al 2, el 2.5 reemplaza al 3, el 3.5 reemplaza al 4 y el 4.5 reemplaza al 5. Los térmicos fueron seleccionados del Catálogo 294, Tabla 332 y Tabla 632 (tamaño del arrancador 00, tamaño B). Los arrancadores de tamaño 4 son para térmico tipo 4 (JG). Los arrancadores que usan estas tablas para térmico incluyen los tipos 14, 17 y 18 (inNOVA), los tipos 36 y 37 (voltaje reducido) y los tipos 87, 88 y 89 (centros de control de motor y bomba). Los ajustes del relevador de sobrecarga deben estar establecidos a no más del 100% a menos que sea necesario detener un disparo dañino con amperaje medido en todas las líneas debajo del máximo especificado. Las selecciones de térmico para los arrancadores del tipo 16 (Propósito de Definición Magnética) se proporcionarán a solicitud.

**NOTA 2:** Los térmicos General Electric son tipo CR123 útil sólo en relevadores de sobrecarga tipo CR 124 y fueron seleccionados del Catálogo GEP-126 OJ, página 184. Los ajustes se deben establecer a no más del 100% a menos que sea necesario detener un disparo dañino con amperaje medido en todas las líneas debajo del máximo especificado.

**NOTA 3:** Los ajustes del amperaje del relevador de sobrecarga ajustable se aplican a los tipos aprobados que se muestran. El ajuste del relevador debe estar establecido en el amperaje especificado en SET. Sólo si ocurre un disparo con amperaje medido en todas las líneas dentro del máximo especificado se debe incrementar el ajuste, no excediendo el valor MAX. mostrado.

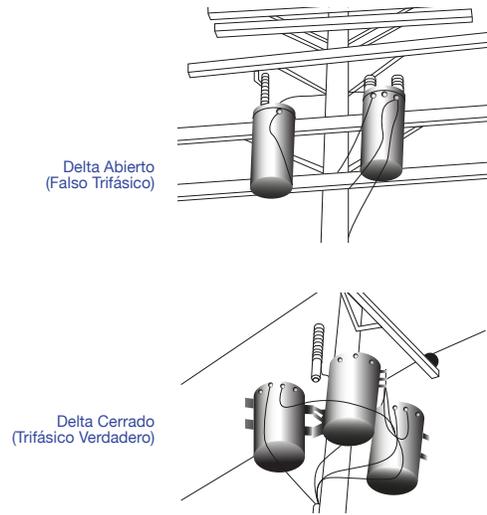
**NOTA 4:** Los términos mostrados para las capacidades que requieren arrancadores NEMA tamaño 5 o 6 son usados con transformadores de corriente por normas del fabricante. Los relevadores ajustables utilizan los transformadores de corriente dependiendo del diseño.

## Desequilibrio en el Suministro Trifásico

Se recomienda un suministro trifásico completo para todos los motores trifásicos, que consiste de tres transformadores individuales o un transformador trifásico.

Las conexiones, también conocidas como delta “abierta” o en estrella, pueden ser usadas con sólo dos transformadores, pero es más probable que surjan problemas como un rendimiento deficiente, disparo de sobrecarga o falla temprana en el motor debido al desequilibrio de corriente.

El transformador no debe ser menor al mostrado en la sección “Capacidad de transformadores” para proveer la suficiente energía únicamente al motor.



## Balance de Corriente y Rotación Adecuada

1. Establecer la rotación correcta del motor operando en ambas direcciones. Cambiar la rotación intercambiando dos de las tres líneas del motor. La rotación que proporciona el mayor flujo de agua es la rotación correcta.

2. Después que se ha establecido la rotación correcta, revisar la corriente en cada línea del motor y calcular el desequilibrio de corriente como se explica más adelante en el punto 3.

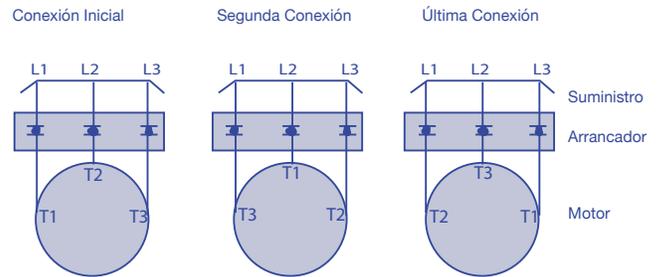
Si el desequilibrio de corriente es del 2% o menos, dejar las líneas como están conectadas. Si el desequilibrio de corriente es mayor al 2%, las lecturas de corriente deben ser revisadas en cada circuito derivado utilizando cada una de las tres posibles conexiones. Voltrear las líneas del motor por el arrancador en la misma dirección para prevenir una inversión en el motor.

3. Para calcular el porcentaje del desequilibrio de corriente:

- Sumar los valores del amperaje de las tres líneas.
- Sacar el promedio dividiendo el amperaje de cada línea entre tres, dando como resultado el amperaje promedio.
- Tomar el valor de amperaje que esté más alejado de la corriente promedio (alto o bajo).
- Determinar la diferencia entre este valor de amperaje (el más alejado del promedio) y el promedio.
- Dividir la diferencia entre el promedio. Multiplicar el resultado por 100 para determinar el porcentaje de desequilibrio.

4. El desequilibrio de corriente no debe exceder de 5% de la carga del factor de servicio o de 10% a plena carga. Si el desequilibrio no puede ser corregido al voltrear las líneas, el origen del desequilibrio debe ser localizado y corregido. Si, en las tres posibles conexiones, el circuito derivado más alejado del promedio permanece en la misma línea de energía, la mayor parte del desequilibrio proviene de la fuente de energía. Sin embargo, si la lectura más alejada del promedio cambia con la misma línea del motor, el origen principal de desequilibrio está

“del lado del motor” del arrancador. En este caso se debe considerar algún cable dañado, unión con fuga, conexión deficiente o falla en el devanado del motor.



### Ejemplo:

T1 = 50 amps	T3 = 51 amps	T2 = 50 amps
T2 = 49 amps	T1 = 46 amps	T3 = 48 amps
<u>+ T3 = 51 amps</u>	<u>+ T2 = 53 amps</u>	<u>+ T1 = 52 amps</u>
Total = 150 amps	Total = 150 amps	Total = 150 amps
150/3 = 50amps	150/3 = 50amps	150/3 = 50amps
50 - 49 = 1 amp	50 - 46 = 4 amps	50 - 48 = 2 amps
1/50 = .02 or 2%	4/50 = .08 or 8 %	2/50 = .04 or 4%

Designación de fase de líneas para la rotación hacia la izquierda vista desde el eje.

Para invertir la rotación, intercambiar dos líneas.

- Fase 1 o “A” - Negro (Black), T1, o U1
- Fase 2 o “B” - Amarillo (Yellow), T2, o V1
- Fase 3 o “C” - Rojo (Red), T3, o W1

**ATENCIÓN:** Fase 1, 2 y 3 pueden no ser L1, L2 y L3.

## Métodos para la reducción de la corriente de arranque

La reducción de la corriente de arranque se realiza para evitar que otros equipos sufran subidas de tensión al conectar cargas de tensión altas a la alimentación eléctrica. Con ello se protege a las tuberías de los incrementos de presión excesivos. Existen diversos modos de reducir el impacto en la alimentación eléctrica; no obstante, no todos ellos tienen sentido cuando se trabaja con bombas. Esta sección abarca varios modos diferentes de reducir la corriente de arranque así como información sobre el funcionamiento de las bombas sumergibles con variadores de frecuencia.

Los siguientes contenidos son válidos para bombas radiales y semirradiales, incluidas las bombas AFT. No obstante, aquí no se tratan las bombas axiales.

Puesto que la corriente de arranque del motor de la bomba es con frecuencia 47 veces superior a la corriente nominal, se producirá una carga pico considerable de la red y del motor durante un breve

periodo de tiempo. A fin de proteger la red, muchos países cuentan con normativa para reducir la corriente de arranque. Generalmente, se proporciona en forma de una carga máxima en kW o en Amp permitida para arrancar con una conexión Directa en línea (DOL). La carga máxima permitida varía considerablemente en todo el mundo, por lo que debe asegurarse de que cumple la normativa local. En algunos casos, tan sólo se permiten métodos específicos para reducir la corriente de arranque. Los siguientes tipos se describen a continuación: DOL - Directo en línea

- SD - Estrella/Triángulo
- AF - Autotransformador
- RR - Arranque mediante tipo resistencia primaria
- SS - Arranque progresivo
- FC - Variador de frecuencia

Antes de optar por uno de ellos, deberán tenerse en cuenta la aplicación, los requisitos y la normativa local.

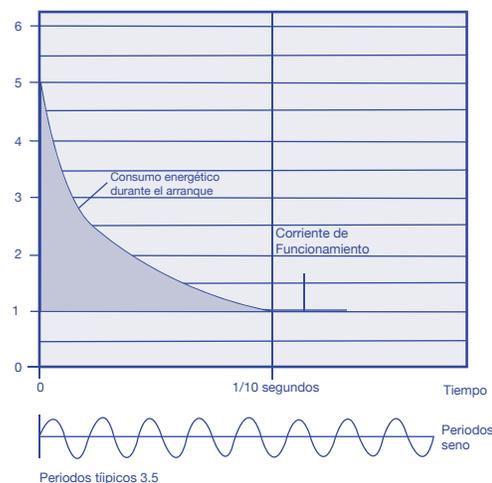
Tipo	Corriente de arranque reducida	Precio	Característica / Precio	Requisitos de espacio	Facilidad para usuario	Fiabilidad	Sobrecarga a presión reducida		Ahorro energético durante el funcionamiento
							Mecánica	Hidráulica	
DOL	NO	Bajo	OK	Bajo	Si	Si	No	No	No
SD debajo 45 kw encima 45 KW	NO	Bajo	Bajo	Bajo	Si	Si	No	No	No
	SI	Bajo	OK	Bajo	Si	Si			
AF	SI	Medio	OK	Medio	Si/No	Si	Si/No	No	No
RR									
SS	SI	Medio	OK	Medio	Si/No	Si/No	Si	No	Si/No
FC	SI	Alto	OK	Medio/Alto	Si/No	Si/No	Si	Si/No	Si/No

### Arranque directo en línea (DOL)

En el arranque DOL, el motor se conecta directamente a la red mediante un interruptor o algún dispositivo similar. A igualdad de instalación, el arranque DOL hasta 45 kW siempre será el método que generará el menor calentamiento en el motor y por consiguiente su mayor duración. Por encima de estos tamaños el impacto mecánico sobre el motor será tan considerable que se recomienda reducir la corriente. Más aún, aunque el arranque DOL necesita una mayor corriente de arranque, éste provocará una alteración mínima de la red.

No obstante, muchas bombas sumergibles usan cables largos. Estos disminuyen automáticamente la corriente de arranque debido a los simples principios físicos implicados: la mayor resistencia del cable reduce la corriente. Si, por ejemplo, el cable es largo y está diseñado para una caída de tensión equivalente al 5% de la carga completa (Amp), se producirá automáticamente una reducción de la corriente de arranque. El ejemplo analizado a continuación ilustra este punto.

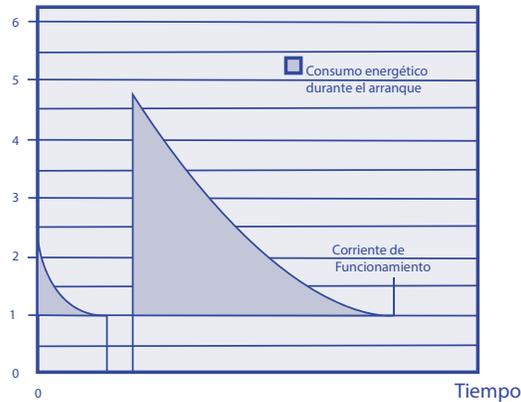
Ejemplo:  
Corriente de funcionamiento X



## Estrella/Triángulo - SD

El método más habitual para reducir la corriente de arranque en los motores, en general, es el arranque estrella/triángulo. Durante el arranque, el motor está conectado para su funcionamiento en estrella. Cuando el motor está funcionando, se cambia a triángulo. Este cambio se produce automáticamente después de un periodo de tiempo determinado. Durante el arranque en estrella, la tensión en los terminales del motor es sólo el 58% de la tensión nominal de arranque. Este método de arranque es muy conocido en el mercado y relativamente barato, sencillo y fiable, lo que lo convierte en un método muy popular.

Corriente de funcionamiento X



En las bombas SP y, en general, en las bombas con un bajo momento de inercia, el arranque triángulo/estrella no es recomendable debido a la pérdida de velocidad que se produce en el cambio de uno a otro. ¡Las bombas sumergibles pasan de 0 a 3,000 RPM en tres ciclos (0,06 s)! Esto también significa que la bomba se detiene inmediatamente al desconectar la corriente de la alimentación eléctrica.

Al comparar las corrientes de arranque DOL y estrella/ triángulo, el segundo reduce la corriente al principio. Al cambiar de estrella a triángulo, la bomba se ralentiza considerablemente, casi hasta parar por completo. Posteriormente, debe arrancar directamente en triángulo (DOL). El diagrama muestra que no existe una reducción real de la corriente de arranque.

Esta situación es relativamente diferente en las bombas centrífugas de mayor diámetro y masa, puesto que en consecuencia también poseen un mayor momento de inercia. Recuerde que el funcionamiento en estrella durante periodos prolongados puede causar un calentamiento considerable del motor y, en consecuencia, la reducción de su vida útil.

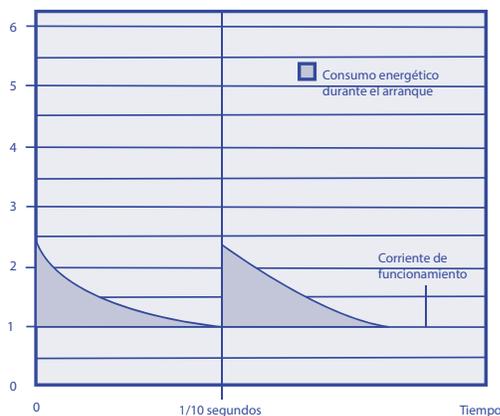
Las instalaciones sumergibles con arranques estrella/ triángulo resultan frecuentemente más caras que otras instalaciones similares. Son necesarios dos cables de alimentación (6 hilos) para el motor en lugar de uno (3 hilos) en situaciones normales. El motor también debe ser del tipo doble conexión, lo que le encarece, típicamente, un 5% con respecto a un motor tradicional de conexión simple.

Tras un periodo de tiempo predeterminado, el arranque intercambia eléctricamente las bobinas a la configuración en triángulo, como se muestra en la figura.



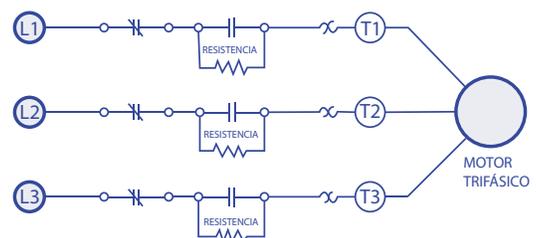
## Autotransformador (AT)

En este método de arranque, la tensión se reduce mediante autotransformadores. Este principio también se denomina el método Korndorf.



Cuando se va a arrancar el motor, primero se conecta a una tensión reducida y, a continuación, a una tensión normal. Durante el cambio, parte del autotransformador funciona como bobina de reactancia. Esto significa que el motor permanecerá todo el tiempo conectado a la red. No se reducirá la velocidad del motor. El consumo energético durante el arranque puede verse en la figura.

Los motores de arranque autotransformadores son relativamente costosos, pero muy fiables. La corriente de arranque, evidentemente, depende de las características del motor y de la bomba y varía considerablemente de un tipo a otro. Nunca se debe mantener el autotransformador en el circuito durante más de 3 segundos.

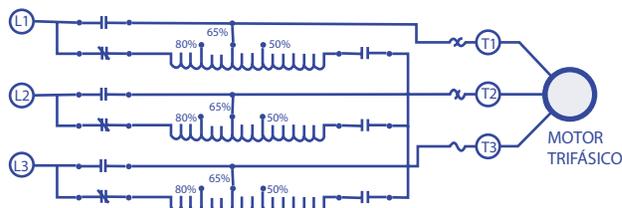


## Arranque mediante tipo resistencia primaria (RR)

En este método de arranque, la tensión se reduce mediante resistencias colocadas en serie en cada etapa del motor. El objetivo es incrementar la resistencia durante el arranque limitando con ello la corriente de arranque.

Un sistema de arranque correctamente dimensionado reducirá la tensión de arranque (sobre los terminales del motor) hasta aproximadamente un 70% de la tensión de la línea. El arranque se detiene mediante un temporizador que controla un contactor, lo que significa que la tensión reducida sólo estará presente durante el tiempo predefinido y que el motor permanecerá alimentado todo el tiempo.

Las resistencias nunca deberán permanecer conectadas durante más de 3 segundos.



## Arrancador suave (SS)

Un sistema de arranque suave es una unidad electrónica que reduce la tensión y, por consiguiente, la corriente de arranque controlando el ángulo de fase. La unidad electrónica consta de una sección de control, en la que están configurados los diferentes parámetros de funcionamiento y protección, y que cuenta con una parte de alimentación con triac bidireccionales.

En general, la corriente de arranque se verá reducida a un valor comprendido entre 2 y 3 veces la corriente de funcionamiento.

Suponiendo que el resto de la configuración sea igual, esto también ofrece un par de arranque reducido. El arranque más lento puede producir un incremento en la generación de calor en el motor, lo que reduce su vida útil. Esto no tiene prácticamente importancia en los tiempos de aceleración/deceleración cortos (como de tres segundos). Lo mismo es aplicable en los arranques estrella/triángulo y con autotransformador.

Por lo tanto, recomendamos cumplir los tiempos de aceleración/deceleración indicados en la figura al usar el arrancador suave. Con las bombas AFT no debería ser necesario incrementar la tensión de arranque por encima del 55%. No obstante, si se necesita un par de arranque particularmente alto, la tensión de arranque podría incrementarse para alcanzar el par requerido.

Un arrancador suave absorberá una corriente no sinusoidal e incrementará algo el ruido en la red. Esto no tiene prácticamente importancia con tiempos de aceleración/deceleración cortos y no entra en conflicto con las normas relativas a ruido en la red.

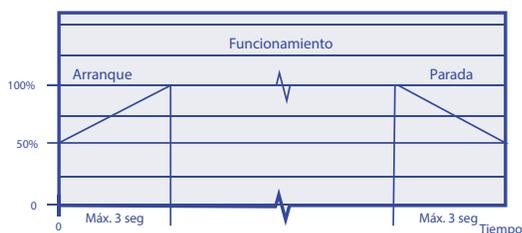
Se ha desarrollado una serie/generación nueva de sistemas de arrancadores suaves, equipados con una función en rampa de arranque programable para reducir aún más la corriente de arranque o para las cargas de inercia alta en rampa. Si se usan estos arrancadores suaves, deben usarse tiempos en rampa de un máximo de tres segundos. En general, recomendamos que instale siempre el arrancador suave con un contactor de bypass para habilitar el funcionamiento del motor en modo DOL. Para un mejor funcionamiento del arrancador suave.

Tenga en cuenta que si fuese necesaria una reducción de rampa, quizás no resulte posible usar la solución de contactor de bypass para reducir el consumo de potencia durante el funcionamiento normal. Recomendamos el uso de los variadores de frecuencia, si se necesitan otros tiempos en rampa.

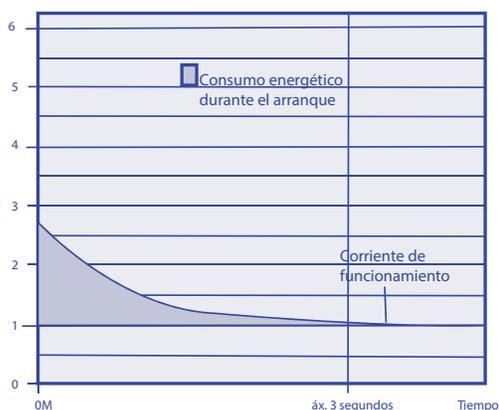
Es posible realizar la lectura de la temperatura de los motores AFT con transmisores de temperatura, si el arrancador suave dispone de un contactor de bypass.

Los arrancadores suaves sólo pueden usarse con motores sumergibles trifásicos. El tiempo máximo de tensión reducida deberá limitarse para no exceder 3 segundos.

Tensión nominal



Corriente de funcionamiento X



## Variadores de frecuencia (transmisión de velocidad variable)

Los variadores de frecuencia son un dispositivo ideal para controlar el rendimiento de la bomba, al ajustar la velocidad del motor. Por lo tanto, es el tipo de arrancador ideal tanto para reducir la corriente de arranque como para reducir los picos de presión.

NOTA: una frecuencia baja provocará que el rotor gire con lentitud y reducirá el rendimiento de la bomba.

Los variadores de frecuencia son el dispositivo de arranque más caro de todos los mencionados anteriormente y se usan principalmente en aplicaciones con rendimiento variable. A continuación se presenta una descripción general:

El variador de frecuencia más sencillo se basa en una curva de frecuencia de tensión. En ocasiones, este variador se denomina convertidor U/f o V/f. Calculan la tensión de salida real a partir de la frecuencia, sin tener en cuenta la carga real. Pueden elegirse distintas curvas U/f o V/f para optimizar la aplicación real. Las bombas normalmente usan la curva Par Variable. Estos variadores de frecuencia son los más baratos del mercado y se usan a menudo.

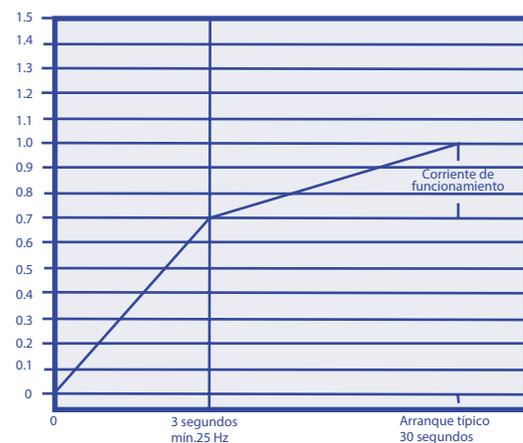
El siguiente paso es el variador de frecuencia con control por vector. Este variador de frecuencia usa un modelo de motor y calcula la tensión de salida en base a diversos parámetros incluida la carga real. Esta forma de actuar proporciona un rendimiento más alto a la hora de controlar el eje del motor, por ejemplo, una precisión superior a  $\text{min}^{-1}$ , par motor, etc. Estas transmisiones son más caras que las transmisiones del tipo U/f y, generalmente, se usan en aplicaciones industriales. No obstante, también se usan en sistemas en los que se producen inestabilidades frecuentes. Este modo más preciso de controlar el eje, normalmente, elimina los problemas causados por bombas inestables. Las transmisiones con control por vector generalmente proporcionan una mayor eficacia o una función automática de optimización de la energía.

Existen dos tipos de variadores de velocidad lo que los diferencia es la cantidad de transistores que poseen puede ser de 6 o 12 transistores.

Este sistema también se denomina convertidores de 6 pulsaciones o de 12 pulsaciones. La solución de seis transistores es la que se encuentra con más frecuencia, ya que es la más económica y el modo más sencillo de crear una etapa de salida. Para reducir la sobrecarga sobre el aislamiento del motor e incrementar el rendimiento del control, se introdujo la etapa de salida de 12 transistores. El funcionamiento con 12 transistores generalmente se combina con controles avanzados que se basan en los modelos de flujo del motor. Entre las ventajas asociadas a las soluciones de 12 transistores generalmente se incluye un control mejorado a velocidades bajas y una menor sobrecarga del motor. Los convertidores de frecuencia de 12 pulsos se enmarcan en la gama cara de los variadores de frecuencia.

El factor de elección principal para combinar un variador de frecuencia y una bomba es la corriente a plena carga incluido el factor de sobrecarga. El variador de frecuencia debería elegirse de modo que pueda proporcionar la corriente necesaria en todo momento. Por ejemplo, si el motor requiere 9,7A, deberá seleccionarse un variador de frecuencia con una corriente de salida de 9,7A o superior.

Corriente de funcionamiento X



## Funcionamiento con un variador de frecuencia

A continuación se enumeran algunas de las condiciones que hay que cumplir para el funcionamiento de motores sumergibles con variadores de frecuencia.

El variador de frecuencia debe contar con algún tipo de filtro de potencia para limitar las subidas de tensión ( $U_{\text{peak}}$ ) y para reducir  $dU/dt$  (o  $dV/dt$ ) lo que causa una sobrecarga sobre el aislamiento del motor sumergible. La tensión máxima ( $U_{\text{peak}}$ ) debería reducirse a un nivel inferior a 850 V (salvo en el caso de la MS 402);  $dU/dt$  también debería limitarse de acuerdo con la siguiente tabla.

Los filtros de salida típicos para los variadores de frecuencia son LC

Máx. voltaje y máx. $dV / dt$ para bombas sumergibles AFT		
Serie de Motores	Máximo voltaje	Máx $dV/ dt$
MS402	650 V Fase - Fase	2000 V / micro s.
MS4000	850 V Fase - Fase	2000 V / micro s.
MS6/MS6000	850 V Fase - Fase	2000 V / micro s.
MMS6/MMS6000	850 V Fase - Tierra	500 V / micro s.
MMS8000	850 V Fase - Tierra	500 V / micro s.
MMS10000	850 V Fase - Tierra	500 V / micro s.
MMS12000	850 V Fase - Tierra	500 V / micro s.

(también llamados filtros sinusoidales) o filtros RC.

Consulte con el proveedor los datos relacionados con Upeak y dU/dt para sus diferentes series de variador de frecuencia. Los valores Upeak y dU/dt deberán medirse en los terminales del motor. Consulte la tabla anterior para determinar los valores aceptables de dV/dt.

Normalmente, estos filtros también son necesarios si se usan cables largos de alimentación al motor conjuntamente con el variador de frecuencia.

**1b.** Los variadores de frecuencia suelen estar diseñados para su uso en entornos industriales. Si un variador de frecuencia se usa en áreas residenciales, es posible que resulte necesario añadir algún tipo de filtro de entrada para evitar que las alteraciones eléctricas del variador de frecuencia afecten a otros equipos conectados a la misma red de suministro. Normalmente, suele haber tres niveles diferentes de filtros entre los que seleccionar:

- Sin filtro (sólo para usos industriales en los que el filtrado se realiza en otro lugar)
- Filtros para aplicaciones industriales
- Filtros para aplicaciones domésticas

La versión para aplicaciones domésticas puede ser un complemento de la aplicación industrial o puede ser una versión independiente.

Resulta obligatorio cumplir los requisitos de los manuales para los convertidores de frecuencia con el fin de mantener la marca CE en el producto. En caso contrario la marca CE queda desautorizada.

**2.** El caudal que atraviesa el motor debe ser de al menos 0,15 m/s. Si el bombeo no crea un caudal suficiente a través del motor, éste debe estar equipado con una camisa de refrigeración

**3.** En el control de los motores sumergibles en sistemas abiertos con un alto empuje estático, el consumo energético variará lentamente. Esto significa que una reducción del rendimiento de la bomba proporcionará un incremento en la generación de calor en el motor. Como consecuencia, será de esperar una reducción en la vida útil del motor. Por lo tanto, para el funcionamiento con un variador de frecuencia, recomendamos usar siempre un motor con un margen de capacidad libre, es decir, un motor industrial o un motor estándar con potencia máxima limitada.

**4.** Velocidad/frecuencia del motor: mín.: 25 Hz ó 1400 RPM máx.: 64 Hz ó 3600 RPM

**5.** La protección de la temperatura en los motores sumergibles AFT con variadores de frecuencia es posible en aquellos motores que cuentan con termocontactos integrados. La temperatura del motor no puede leerse, pero la protección es la misma. Es necesario un cable adicional para el motor, pero como el funcionamiento de los motores sumergibles mediante variadores de frecuencia se usa generalmente en conjunto con aplicaciones de tanque, esto no causará alteraciones ni costes adicionales.

**Si se satisfacen los puntos anteriores, el motor disfrutará de una vida útil aceptable.**

Tenga en cuenta que los variadores de frecuencia externos tienen como resultado pérdidas de potencia y la transmisión de armónicos, por lo que:

- generarán más calor en el motor en comparación con el funcionamiento directo en línea;
- reducirán el rendimiento del motor;
- aumentarán el consumo energético del motor.
- Como consecuencia, los motores industriales deberán usarse siempre como si hubiesen sido construidos para compensar esos inconvenientes.
- Por lo que se refiere al ahorro en el funcionamiento, debe tenerse en cuenta lo siguiente:
- El control de la frecuencia de las bombas sumergibles en pozos profundos generalmente no tendrá como resultado un mayor ahorro cuando se instala en un pozo.
- No obstante, sí, reduce la necesidad de usar depósitos de gran tamaño y el espacio para éstos.
- El control de frecuencia de las bombas de agua bruta reduce los picos de presión en el sistema de tuberías y las variaciones en el nivel del agua en el pozo al arrancar y parar la bomba.

No obstante, cuando sea necesario algún tipo de control tal como una presión constante, un nivel de agua constante en el pozo o similares, es posible que existan diferentes niveles de mejora al usar los variadores de frecuencia. Un variador de frecuencia incluye alguna lógica de entrada y salida. Normalmente, también incluye una sección de control PID para establecer el control de la aplicación. En muchos casos puede suprimirse el equipamiento adicional y el uso del variador de frecuencia como sistema de arranque y como una parte del sistema de control mejorará la perspectiva económica general.

El uso del PID de un variador de frecuencia está ampliamente generalizado en las aplicaciones de control y los fabricantes de variadores de frecuencia normalmente proporcionan algunos consejos sobre cómo optimizar el uso de esta función. Tenga en cuenta que un controlador PID incorrectamente programado podría generar un rendimiento inestable y una presión alta en el sistema.

Tenga en cuenta el tiempo en rampa máximo de 3 segundos para una frecuencia mínima de 30 Hz.

## Uso de Arranadores de Velocidad Variable

### Variadores de frecuencia

Existen aplicaciones que pueden requerir el uso de arranadores suaves o variadores de frecuencia. Los beneficios se dan al reducir el factor de demanda de arranque lo cual puede repercutir en reducción de golpes de ariete en la tubería, reducción de la factura eléctrica y ajustar el caudal al caudal de diseño o deseado. Sin embargo, se debe tener sumo cuidado de seleccionar adecuadamente estos dispositivos según cada aplicación. Los lineamientos a continuación, recogen nuestra experiencia en instalaciones reales, pruebas de laboratorio y las recomendaciones de los fabricantes de los Variadores de Frecuencia.

### Capacidad de Carga

La carga de la bomba no debe exceder el amperaje del factor de servicio especificado en la placa del motor a voltaje y frecuencia nominales.

### Rango de Frecuencia

Los motores sumergibles tienen una frecuencia mínima de arranque de 35Hz para garantizar la lubricación del cojinete de empuje. La frecuencia máxima es de 60 Hz. Si se desea operar por encima de los 60 Hz, debe consultarse a la fábrica.

### Filtros de Armónicos

Estos son muy importantes en instalaciones de motores sumergibles, normalmente sujetos a largas distancias entre el VFD y el motor. Los filtros limitan los picos de voltaje que recibe el motor a 1000 Voltios o menos y así como el tiempo del pico a 2m segundos.

### Volts/Hz

Utilizar los volts y frecuencia de la placa del motor para los ajustes de base del dispositivo. Muchos dispositivos tienen los medios para aumentar la eficiencia en velocidades reducidas de la bomba, disminuyendo el voltaje del motor. Este es el modo de operación preferido.

### Tiempo de Aumento de Voltaje o dV/dt

Limita el pico de voltaje en el motor a 1000 V y mantiene el tiempo de aumento mayor a 2 μ sec. Dicho de otro modo: mantiene dV/dt < 500 V/μsec. Ver filtros y reactores más adelante.

### Longitudes de Cable

Tome referencia de las tablas de selección de cable en este catálogo. Al usar VFD o arranador suave, debe tenerse un cuidado especial en la

instalación de filtros de armónicos o reactores. Siga la instrucciones del fabricante de los VFD para la selección adecuada de estos dispositivos de acuerdo a la distancia entre éstos y el motor.

### Límites de la Corriente del Motor

La carga no debe ser mayor que el amperaje del factor de servicio especificado en la placa del motor. Para capacidades de 50 Hz, el amperaje máximo de la placa es el nominal. Ver abajo Protección de Sobrecarga.

### Protección de Sobrecarga del Motor

La protección en el dispositivo debe ajustarse para disparar en un periodo de 10 segundos a 5 veces el amperaje máximo de la placa de identificación del motor en cualquier línea, y disparar en última instancia dentro del 115 % del amperaje máximo de la placa de identificación en cualquier línea.

### Arranque y Paro

Se recomienda una rampa de arranque de paro lo más corta posible. El máximo de tiempo para alcanzar las máxima revoluciones, desde 35 Hz hasta 60 Hz de frecuencia es de dos segundos. Igual tiempo para la rampa de paro.

### Arranques Sucesivos

Dejar pasar 60 segundos antes de volver a arrancar.

### Filtros o Reactores

Se requieren si se cumplen las siguientes 2 condiciones: (1) el Voltaje es de 380 o más, y (2) el Cable del dispositivo al motor es mayor a los 50 pies (15.2 m). Los filtros y reactores deben ser seleccionados junto con el fabricante del dispositivo y debe estar especialmente diseñado para la operación VFD.

### Enfriamiento de motor con flujo o presión variable

Para instalaciones de flujo o presión variable, los gastos nominales mínimos se deben de mantener a la frecuencia recomendada del motor. Cuando el flujo es variable, en instalaciones de presión constante, se deben mantener los gastos mínimos en la condición del flujo más bajo. Los requerimientos de flujo mínimo de AFT, para motores de 4" es de: 0.25 pies/seg (7.26 cm/seg.) y para los motores de 6" es de: 0.5 pies/seg (15.24 cm/seg.).

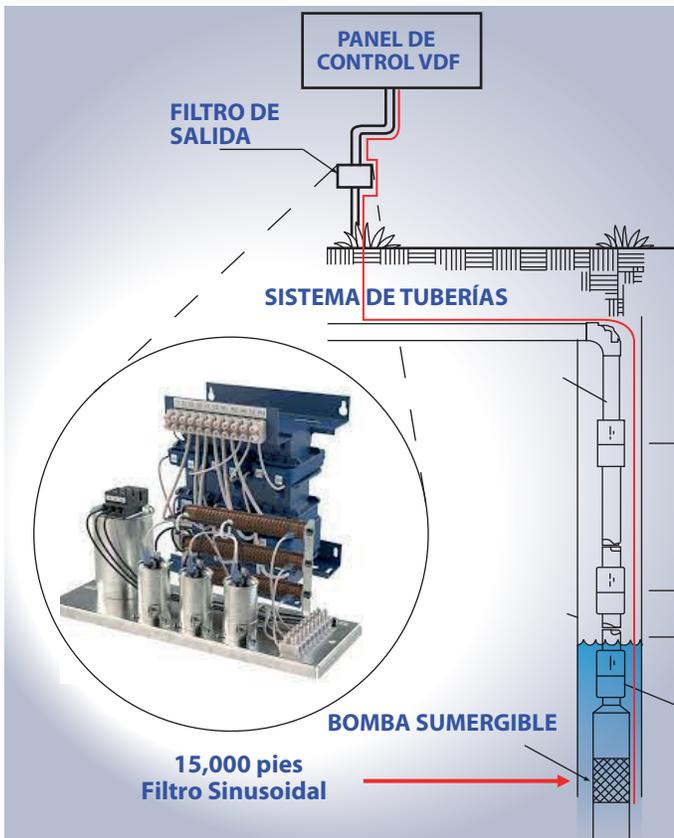
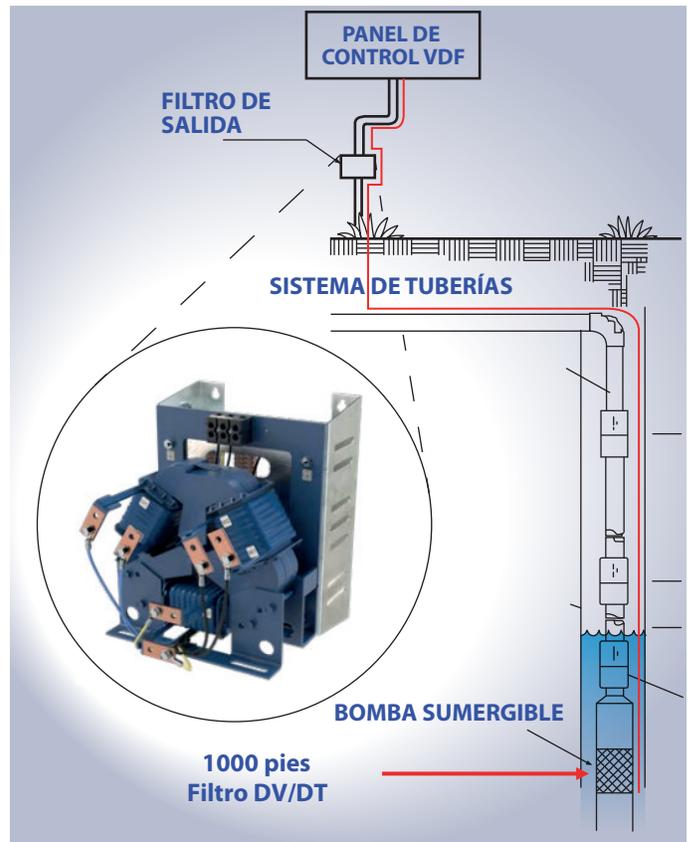
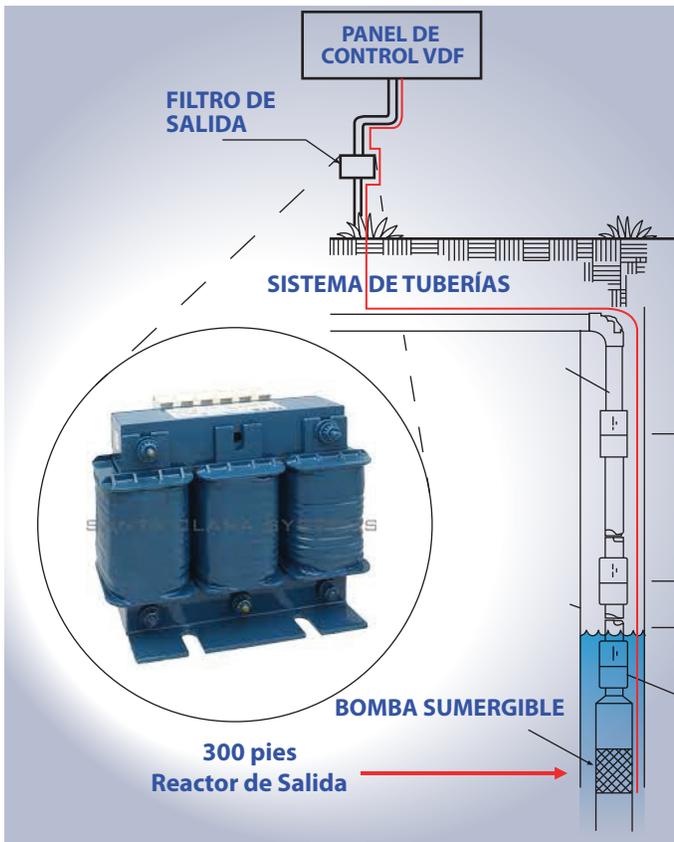
## Mediciones Electromecánicas

### Altura del Eje - Juego Axial

Cuando la altura medida es baja en el motor y/o el juego axial excede el límite, probablemente el cojinete de empuje del motor esté dañado y debe ser reemplazado.

Motor	Altura Normal de Eje		Dimensión de la Altura del Eje		Juego Axial Libre	
					Mín.	Máx.
4"	1 1/2	38.1 mm	$\frac{1.508"}{1.498"}$	$\frac{38.30mm}{38.05mm}$	.010" .25 mm	.045" 1.14 mm
6"	2 7/8	73.0 mm	$\frac{2.875"}{2.869"}$	$\frac{73.02mm}{72.88mm}$	.030" .75 mm	.050" 1.25 mm
8" Tipo 1	4"	101.5 mm	$\frac{4.000"}{3.990"}$	$\frac{101.60mm}{101.35mm}$	.008" .20 mm	.020" .50 mm
8" Tipo 2	4"	101.5 mm	$\frac{4.000"}{3.990"}$	$\frac{101.60mm}{101.35mm}$	.035" .89 mm	.060" 1.52 mm
8" Tipo 2.1	4"	101.5 mm	$\frac{4.000"}{3.990"}$	$\frac{101.60mm}{101.35mm}$	.030" .75 mm	.080" 2.03 mm

Recomendación de uso de Filtros en Sistemas de bombeo sumergible en pozos mecánicos cuando el arranque es con VDF



**Notas:**

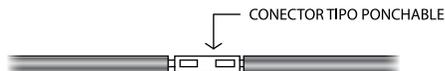
- \* Estas imágenes muestran la capacidad máxima en distancia que un Filtro protege un sistema de bombeo con arranque controlado por variador de velocidad.
- \* Se debe de tomar en cuenta la distancia desde el tablero hasta el conector del motor sumergible.

## Empalme Eléctrico Coleta - Cable Sumergible

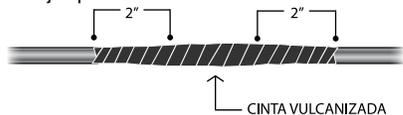
Cuando el cable sumergible deba ser unido o conectado a las líneas del motor, es necesario que la unión sea hermética. Esta unión puede hacerse por medio de impregnación o encapsulación (disponible comercialmente), juegos de empalme termoencogible o uniéndose cuidadosamente con cinta.

Para el empalme de cinta se debe usar el siguiente procedimiento.

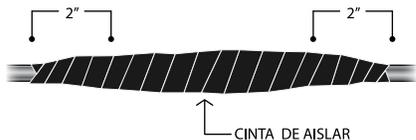
1. Retirar el conductor individual de aislamiento sólo hasta proporcionar un espacio para el conector tipo ponchable. Son preferible los conectores tubulares del tipo ponchable. Si el diámetro exterior del conector (OD) no es tan grande como el aislamiento del cable, cubrir esta área con cinta eléctrica de caucho.



2. Cubrir las juntas individuales con cinta vulcanizada usado dos capas, la primera extendiéndose dos pulgadas sobre cada extremo del aislamiento del conducto, y la segunda extendiéndose dos pulgadas sobre los extremos de la primera capa. Envolver ajustadamente, eliminando lo mejor posible las bolsas de aire.

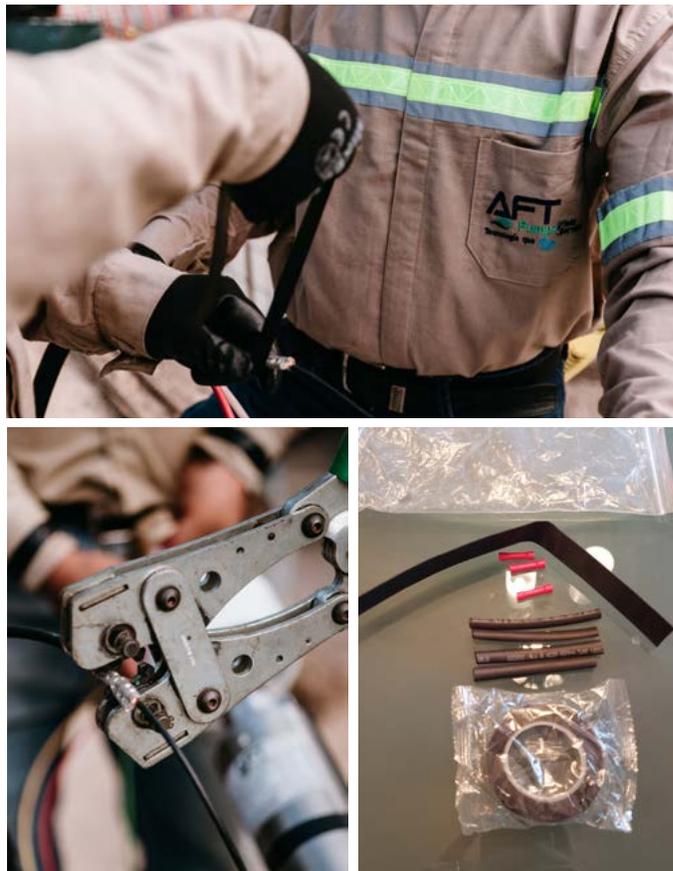


3. Poner sobre la cinta vulcanizada, cinta de aislar Scotch #33, (3M) o equivalente, usando dos capas como en el paso "B" haciendo que cada capa traslape el extremo de la capa anterior por lo menos dos pulgadas.



En caso de que un cable con tres conductores quede encerrado en una envoltura exterior simple, cubrir con cinta los conductores individuales como se describe, alternando las juntas.

El grosor total de la cinta no debe ser menor que el grosor del aislamiento del conductor.



## Medición de Resistencia - Ohmios

### Lecturas de la Resistencia de Aislamiento

Valores Normales en Ohms y Megohms entre las Líneas del motor y Tierra del sistema

Condición del Motor y Líneas	Valor en Ohms	Valor en Megohms
Motor nuevo (con conector) Motor usado que puede ser reinstalado en el pozo.	400 Millones 20 Millones	400 20 (o más)
<b>Motor en pozo. Las lecturas son para el cable sumergible y el motor</b>		
Motor nuevo. Motor en buenas condiciones Daño en aislamiento, localizar y reparar.	4,000,000 (o más) 1,000,000 menos de 500,000	4 (o más) 1 Menos de .5

La resistencia del aislamiento varía muy poco con la capacidad. Los motores de todas las capacidades de potencia, voltaje y fase tienen valores similares en la resistencia del aislamiento.

La tabla de arriba está basada en lecturas tomadas con un mega ohmímetro con salida de 500V DC. Las lecturas varían si se usa un ohmímetro de voltaje más bajo.

## Resistencia del Cable Sumergible (Ohms)

Los valores que se muestran abajo son para conductores de cobre. Si se usa un cable sumergible con conductor de aluminio, la resistencia será mayor. Para determinar la resistencia real del cable sumergible de aluminio, se dividen las lecturas en ohms de esta tabla entre 0.61. Esta tabla muestra la resistencia total del cable desde el control hasta el motor y viceversa.

**Medición de la Resistencia del Devanado:** La resistencia del devanado medida en el motor debe entrar dentro de los valores de las Tablas 13, 22, 24 y 23. Cuando se mide por medio del cable sumergible, la resistencia debe ser restada de la lectura del ohmímetro para obtener la resistencia en el devanado del motor. Ver tabla de abajo.

### Resistencia en Ohms por 100 pies de Cable (Dos conductores) @ 50°F

Tamaño del Cable AWG O MCM (Cobre)	14	12	10	8	6	4	3	2
Ohms	0.544	0.338	0.214	0.135	0.082	0.052	0.041	0.032

1	1/0	2/0	3/0	4/0	250 MCM	300 MCM	350 MCM	400 MCM	500 MCM	600 MCM	700 MCM
0.026	0.021	0.017	0.013	0.010	0.0088	0.0073	0.0063	0.0056	0.0044	0.0037	0.0032

## Identificación de Líneas

### Identificación de Cables cuando el Código de Color se Desconoce

(Unidades Monofásicas de 3 Hilos)

Si los colores en los cables sumergibles individuales no pueden ser identificados con un ohmímetro medir:

- del Cable 1 al Cable 2
- del Cable 2 al Cable 3
- del Cable 3 al Cable 1

Encontrar la lectura más alta de resistencia. El cable que no se usa en la lectura más alta es el cable amarillo.

Utilizar el cable amarillo y uno de los otros dos cables para obtener dos lecturas:

La más alta es el cable rojo. La más baja es el cable negro.

EJEMPLO:

Las lecturas del ohmímetro fueron:

- Cable 1 a Cable 2—6 ohms
- Cable 2 a Cable 3—2 ohms
- Cable 3 a Cable 1— 4 ohms

El cable que no se usa en la lectura más alta (6 ohms) fue Cable 3—Amarillo

Del cable amarillo, la lectura más alta (4 ohms) fue Al Cable 1—Rojo

Del cable amarillo, la lectura más baja (2 ohms) fue Al Cable 2—Negro



## 1. Inspección del Motor

- Verificar que el modelo, HP o KW, voltaje, fase y hertz de la placa de identificación del motor coincidan con los requerimientos de instalación.
- Revisar que no esté dañado el conector del motor.
- Medir la resistencia de aislamiento usando un megóhmetro DC de 500 ó 1000 volts desde cada alambre hasta la estructura del motor. La resistencia debe ser de 200 megohms sin cable sumergible.
- Tener un registro del número del modelo del motor, HP o KW, voltaje y número de serie (N/S). (El N/S está estampado en el armazón sobre la placa de identificación. Ejemplo, N/S 07 A 18 01-0123)

## 2. Inspección de la Bomba

- Revisar que la [capacidad de la bomba](#) coincida con el motor.
- Revisar que no exista daño en la bomba y verificar que el eje de la bomba gire libremente.

## 3. Ensamblaje de Bomba/Motor

- Si todavía no está ensamblado, revisar que las superficies de montaje de la bomba y el motor estén libres de suciedad, escombros y residuos de pintura.
- Las bombas y motores de más de 5HP deben ser ensambladas en posición vertical para prevenir la tensión en los Apoyos y ejes de la bomba. Ensamblar la bomba y el motor juntos de tal forma que las superficies de montaje estén en contacto, después apretar los pernos o tuercas de ensamblaje de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Si es posible, revisar que el eje de la bomba gire libremente.
- Ensamblar el guardacable de la bomba sobre los cables del motor. No corte o apriete los alambres durante el ensamble o instalación.

## 4. Suministro de Energía y Controles

- Verificar que el voltaje del suministro de energía, los hertz y la capacidad KVA coincidan con los requerimientos del motor.
- Chequear que el HP y el voltaje del panel de control coincidan con el motor.
- Revisar que la instalación eléctrica y los controles cumplan con todas las normas de seguridad y coincidan con los requerimientos del motor, incluyendo tamaño del fusible o interruptor automático y protección de sobrecarga del motor. Conectar toda la tubería metálica y los gabinetes eléctricos a la tierra del suministro de energía para evitar electrocución. Cumplir con los códigos nacionales y locales.

## 5. Protección contra Rayos y Alto Voltaje

- Usar supresor de picos adecuado en todas las instalaciones de equipos sumergibles.
- Conectar a tierra los supresores de picos con alambre de cobre directamente a la estructura del motor, a la tubería de metal sumergible o al ademe que llega por debajo del nivel de bombeo del pozo. Conectados a una varilla de tierra no proporcionan una buena protección contra el alto voltaje.

## 6. Cable Eléctrico Sumergible

- Usar cable sumergible del tamaño acorde con las normas locales y las tablas de selección de cable. Conectar el motor a tierra de acuerdo a los códigos nacionales y locales. *Ver sección "Selección de Cable para Motores Sumergibles".*
- Incluir un alambre de tierra al motor y a la protección de alto voltaje, conectado a la tierra del suministro de energía, si los códigos lo requieren. Siempre conectar a tierra una bomba que opera fuera de un pozo.

### 7. Enfriamiento del Motor

- Asegurar que la instalación en todo momento ofrezca un enfriamiento adecuado al motor; *ver sección “Enfriamiento del motor”*.

### 8. Instalación del Motor/Bomba

- Unir las líneas del motor al cable del suministro usando soldadura eléctrica graduada o conectores de compresión, y aislar cuidadosamente cada unión con cinta impermeable o tubería adhesiva termocontraíble, como se muestran en los datos de instalación de la bomba o el motor.
- Apoyar el cable en la tubería de descarga cada 10 pies (3 metros) lo suficientemente fuerte para asegurar el cable sumergible a la tubería de descarga. Usar relleno entre el cable y cualquier tirante de metal.
- Se recomienda una válvula de retención en la tubería de descarga. Es posible que se requiera más de una válvula de retención, dependiendo de la capacidad de la válvula y ajuste de la bomba; *ver sección “Uso de válvula cheque”*.
- Ensamblar la tubería tan apretado como sea posible para prevenir el desenroscamiento del motor. El par de torsión debe ser de 10 libras pies por HP (2 metros-KG por KW).
- Colocar la bomba lo más alejado posible por debajo del nivel inferior de bombeo para asegurar que la succión de la bomba siempre tenga la Carga de Succión Positiva Neta (NPSH) especificada por el fabricante de la bomba. La bomba debe estar a 10 pies (3 metros) del fondo del pozo para permitir la acumulación de sedimentos.
- Revisar la resistencia de aislamiento a medida que el ensamblaje de la bomba/motor es introducido al pozo. La resistencia puede disminuir gradualmente a medida que más cable entre en el agua, sin embargo, cualquier disminución repentina indica un posible daño en el cable, en la unión o en la línea del motor. *Ver sección “Resistencia del Cable Sumergible (Ohms)”*.

### 9. Después de la Instalación

- Revisar todas las conexiones eléctricas, las hidráulicas y las piezas antes del arranque del equipo.
- Arrancar la bomba y revisar el amperaje del motor y la descarga de la bomba. Si es normal, dejar la bomba funcionando hasta que se establezca el flujo de descarga. Si la descarga de la bomba trifásica es baja, debe ponerse a funcionar en sentido inverso. La rotación se puede invertir (al estar apagado) intercambiando dos conexiones de la línea del motor al suministro de energía.
- Revisar que los motores trifásicos tengan un balance de corriente del 5% del promedio, usando las instrucciones del fabricante del motor. Un desbalance por arriba del 5% puede causar temperaturas altas en el motor y provocar disparo de sobrecarga, vibración y disminución de vida.
- Verificar que el arranque, funcionamiento y paro no provoquen vibración o choques hidráulicos de consideración.
- Después de 15 minutos del tiempo de operación, verificar que la salida de la bomba, la entrada eléctrica, bombeo y otras características estén estables como se especifica.

Fecha: \_\_\_\_\_ Llenado por: \_\_\_\_\_

Notas: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

# Reporte de Instalación

Instalador: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
 Nombre de contacto: \_\_\_\_\_

Propietario: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
 Nombre de contacto: \_\_\_\_\_

## POZO

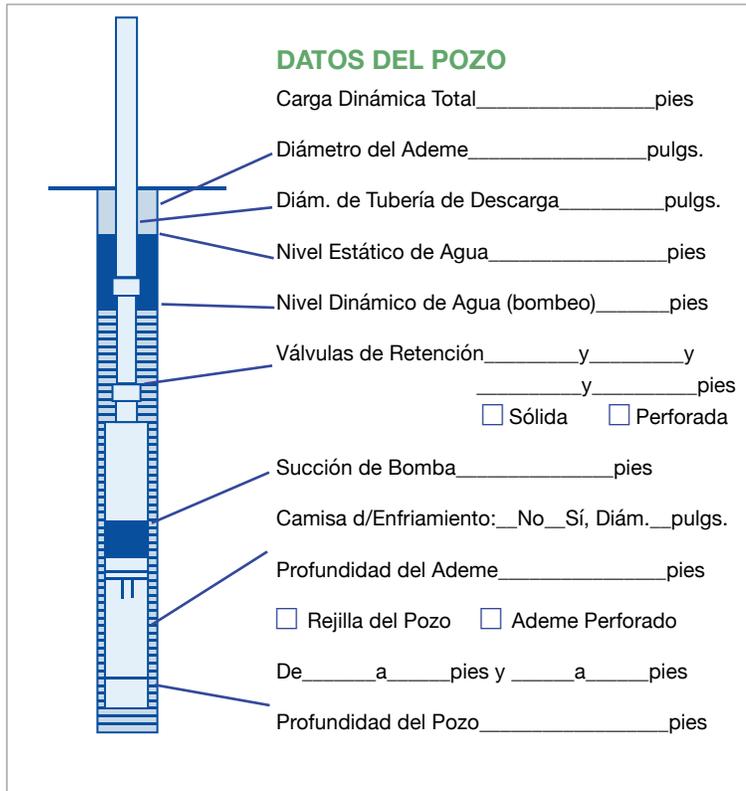
Número de pozo: \_\_\_\_\_ Coordenadas Geográficas: \_\_\_\_\_  
 Temperatura del agua: \_\_\_\_\_ °F ó \_\_\_\_\_ °C Fecha de instalación \_\_\_\_\_  
 Fecha de falla: \_\_\_\_\_

## MOTOR

Número de Motor: \_\_\_\_\_ Código de Fabricación: \_\_\_\_\_ HP: \_\_\_\_\_ Voltaje: \_\_\_\_\_ Fase: \_\_\_\_\_

## BOMBA

Fabricante: \_\_\_\_\_ # de Modelo: \_\_\_\_\_ # de Curva: \_\_\_\_\_ Capacidad: \_\_\_\_\_ GPM @ \_\_\_\_\_ pies TDH NPSH  
 Requerido : \_\_\_\_\_ pies NPSH Disponible: \_\_\_\_\_ pies Descarga Actual de la Bomba: \_\_\_\_\_ GPM @ \_\_\_\_\_ PSI  
 Ciclo de Operación: \_\_\_\_\_ Encendido (Min./Hr.) \_\_\_\_\_ Apagado (Min./Hr.) \*Circular Min. u Hr. según corresponda  
 Su nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



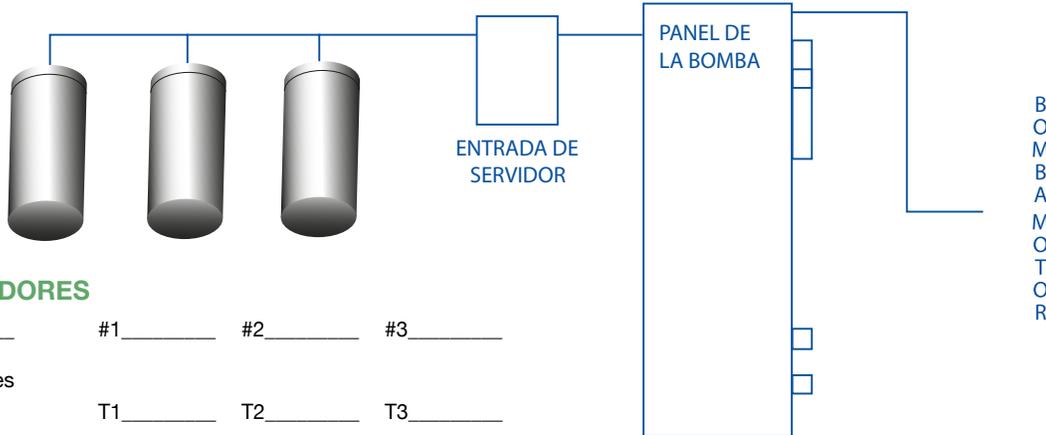
**TUBERÍA SUPERIOR**  
 Favor de hacer un esquema de la tubería después de la cabeza del pozo (válvulas de retención, válvulas de control, tanque de presión, etc.) indicando la colocación de cada dispositivo

### SUMINISTRO DE ENERGÍA

Cable: De Entrada de Servicio a Control \_\_\_\_\_ pies \_\_\_\_\_ AWG/MCM

Cable: Del Control al Motor \_\_\_\_\_ pies \_\_\_\_\_ AWG/MCM

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Cobre      | <input type="checkbox"/> Aluminio        |
| <input type="checkbox"/> Encamisado | <input type="checkbox"/> Conduct. Indiv. |
| <input type="checkbox"/> Cobre      | <input type="checkbox"/> Aluminio        |
| <input type="checkbox"/> Encamisado | <input type="checkbox"/> Conduct. Indiv. |



### TRANSFORMADORES

KVA \_\_\_\_\_ #1 \_\_\_\_\_ #2 \_\_\_\_\_ #3 \_\_\_\_\_

Megaohmios Iniciales (Motor y conector) T1 \_\_\_\_\_ T2 \_\_\_\_\_ T3 \_\_\_\_\_

Megaohmios Finales (Motor, conector y cable) T1 \_\_\_\_\_ T2 \_\_\_\_\_ T3 \_\_\_\_\_

### VOLTAJE DE ENTRADA

Sin Carga L1-L2 \_\_\_\_\_ L2-L3 \_\_\_\_\_ L1-L3 \_\_\_\_\_

Carga Total L1-L2 \_\_\_\_\_ L2-L3 \_\_\_\_\_ L1-L3 \_\_\_\_\_

### AMPERAJE EN OPERACIÓN

Conexión 1: Carga Total L1 \_\_\_\_\_ L2 \_\_\_\_\_ L3 \_\_\_\_\_  
Desequilibrio \_\_\_\_\_%

Conexión 2: Carga Total L1 \_\_\_\_\_ L2 \_\_\_\_\_ L3 \_\_\_\_\_  
Desequilibrio \_\_\_\_\_%

Conexión 3: Carga Total L1 \_\_\_\_\_ L2 \_\_\_\_\_ L3 \_\_\_\_\_  
Desequilibrio \_\_\_\_\_%

Calibre del Cable a Tierra \_\_\_\_\_ AWG/MCM

Corriente a Tierra DC \_\_\_\_\_ mA

Protección de Alto voltaje  Sí  No

### PANEL DE CONTROL

#### Panel

Fabricante del Panel \_\_\_\_\_

Dispositivo para Cortocircuito:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Termomagnético | Capacidad _____ Ajuste _____     |
| <input type="checkbox"/> Fusibles       | Capacidad _____ Tipo _____       |
| <input type="checkbox"/> Estándar       | <input type="checkbox"/> Retraso |

#### Arrancador

Fabricante del Arrancador \_\_\_\_\_

Tamaño del Arrancador \_\_\_\_\_

Tipo de Arrancador  Voltaje Pleno  Autotransformador

Otro: \_\_\_\_\_ Voltaje Plena en \_\_\_\_\_ seg.

#### Térmico

Fabricante del Térmico \_\_\_\_\_

Número \_\_\_\_\_ Ajustable a \_\_\_\_\_ amps.

#### Conexión a tierra

Los Controles son conectados a la tierra de:

- Cabezal de Pozo  Motor  Varilla  Sum. de Energía

### DISPOSITIVO DE FRECUENCIA VARIABLE:

Fabricante \_\_\_\_\_ Modelo \_\_\_\_\_ Frecuencia de Salida: \_\_\_\_\_ Hz Mín \_\_\_\_\_ Hz Máx

Flujo de Enfriamiento a Mín. Frec. \_\_\_\_\_ Flujo de Enfriamiento a Máx. Frec. \_\_\_\_\_

Sobrecarga Aprobada:  Fija \_\_\_\_\_  Modelo Externo: (por arriba)  Cables: (por arriba) Amp. Establecido \_\_\_\_\_

Tiempo de Arranque \_\_\_\_\_ seg. Detención  Orilla \_\_\_\_\_ Seg.  Rampa \_\_\_\_\_ seg.

Filtro de Salida \_\_\_\_\_  Reactor \_\_\_\_\_ % Hacer \_\_\_\_\_ Modelo \_\_\_\_\_  Ninguno

### AMPERAJE MÁXIMO DE LA CARGA:

Medidor de Amperes en Entrada

Línea 1 \_\_\_\_\_ Línea 2 \_\_\_\_\_ Línea 3 \_\_\_\_\_

Medidor de Amperes en Salida

Línea 1 \_\_\_\_\_ Línea 2 \_\_\_\_\_ Línea 3 \_\_\_\_\_

Amp. de Salida en Amperímetro de Prueba Línea 1

Línea 1 \_\_\_\_\_ Línea 2 \_\_\_\_\_ Línea 3 \_\_\_\_\_

Amperímetro de Prueba Fabricación

Modelo \_\_\_\_\_

Nosotros somos

# AFT

Pumps

Tecnología que *fluye*

