MOTORES ELÉCTRICOS

HOJA DE APROBACIÓN

ELABORA:

ING. LUIS VELÁZQUEZ GONZÁLEZ
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO
PEMEX PETROQUÍMICA

PROPONE:

ING. RAFAEL BEVERIDO LOMELÍN
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX PETROQUÍMICA

APRUEBA:

ING. VÍCTOR RAGASOL BARBEY
PRESIDENTE SUPLENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

CONTENIDO

CAPÍTULO		PÁGINA
0.	INTRODUCCIÓN.	4
1.	OBJETIVO.	4
2.	ALCANCE.	4
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	4
4.	ACTUALIZACIÓN.	5
5.	REFERENCIAS.	5
6.	DEFINICIONES.	5
7.	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.	12
8.	DESARROLLO.	13
8.1	Especificaciones	13
8.2	Características de construcción	44
8.3	Pruebas	48
8.4	Embalaje y marcado para embarque de equipo y materiales	48
9.	RESPONSABILIDADES.	49
10.	CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS	49
11.	BIBLIOGRAFÍA.	49
12.	ANEXOS.	50
12.1	Anexo 1 Hoja de especificaciones técnicas del motor eléctrico	51

0. INTRODUCCIÓN.

Dentro de las principales actividades que se llevan a cabo en Petróleos Mexicanos (PEMEX), desde la exploración, extracción, transformación del crudo en productos derivados, su almacenamiento, distribución y venta al publico, tales actividades no serian factibles sin el empleo de los motores eléctricos, por esta razón la importancia de reunir a los especialistas en la fabricación, operación y mantenimiento, procura y diversas áreas de la ingeniería relacionadas con estos equipos, para elaborar esta norma de referencia, misma que servirá para adquirir correctamente un motor de C. A. Con el objetivo de unificar criterios, aprovechar las experiencias dispersas, y conjuntar resultados de las investigaciones nacionales e internacionales, Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios emite a través del comité de normalización esta norma para motores eléctricos en general.

Participantes:

ABB México, S.A. de C. V.
Industrias IEM, S.A. de C. V.
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Instituto Mexicano del Petróleo
Motores US de México, S.A. de C. V.
Pemex Corporativo
Pemex Exploración y Producción
Pemex Gas y Petroquímica Básica
Pemex Petroquímica
Pemex-Refinación
SIEMENS, S.A. de C. V.
WEG México, S.A. de C. V.

1. OBJETIVO.

Establecer las especificaciones para la adquisición de motores eléctricos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

2. ALCANCE.

Esta norma de referencia define los requerimientos mínimos para la adquisición o arrendamiento de motores eléctricos de inducción hasta 149.20 kW. (200 cp), en tensión baja, y motores eléctricos de inducción y síncronos mayores de 149.20 kW. (200 cp), en tensión media, que se instalen en las diferentes áreas de Petróleos Mexicanos.
Esta norma de referencia no aplica para los motores de corriente directa.

3. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Norma de Referencia es de aplicación general y observancia obligatoria en la adquisición, arrendamiento o contratación de los bienes objetos de la misma, que llevan a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, por lo que debe de ser incluida como requisito en las bases técnicas de los procedimientos de contratación; licitación pública, invitación a cuando menos tres proveedores, o adjudicación directa, como parte de los requisitos que debe cumplir el fabricante, proveedor, contratista o licitante.

4. ACTUALIZACIÓN.

Está Norma de Referencia se debe revisar, y en su caso modificar y actualizar cada 5 años, o antes, si las sugerencias y recomendaciones de cambio lo ameritan. Las sugerencias para la revisión y actualización de esta norma, deben ser enviadas al Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Petroquímica, quien debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas y en su caso, debe proceder a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios a inscribirla en su programa anual de normalización.

Las propuestas y sugerencias de cambio deben dirigirse por escrito al:

Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Petroquímica.
Jacarandas No. 100
Col. Rancho Alegre 1
Edificio administrativo nivel B-2.
Coatzacoalcos Ver. C. P. 96558
Teléfono 01-921-21-11335

5. REFERENCIAS.

NOM-001-SEDE-1999	Instalaciones Eléctricas (utilización).
NOM-016-ENER-2002	Eficiencia energética en motores de corriente alterna trifásicos, de inducción tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Limites, método de prueba y marcado.
NMX-J-075/1-1994-ANCE	Aparatos Eléctricos-Maquinas rotatorias- Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna, del tipo rotor en corto circuito en potencias de 0,062 a 373 kW. Especificaciones.
NMX-J-075/2-1994-ANCE	Aparatos Eléctricos-Maquinas rotatorias- Parte 2: Motores de inducción de corriente alterna, del tipo rotor en cortocircuito en potencias grandes Especificaciones.
NMX-J-075/3-1994-ANCE	Aparatos eléctrico-Maquinas rotatorias- Parte 3: Métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna, del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 kW.
NMX-J-433-1987	Productos Eléctricos-Motores de Inducción. Trifásicos de Corriente Alterna. Tipo Jaula de ardilla, en potencias mayores de 373 kW (500 cp).

6. DEFINICIONES.

6.1 Armazón.

Es un código o clave formado por números y letras que definen las dimensiones mecánicas y la posición de montaje del motor.

6.2 Carcasa.

Es la envolvente del núcleo del estator que en le caso de los motores cerrados, lo protege del ambiente y hace funciones de intercambiador de calor con el exterior.

6.3 Clase de aislamiento 130 (Clase B).

Es la que comprende materiales aislantes o combinación de los mismos, que deben ser capaces de soportar la temperatura máxima de 403 K (130°C).

6.4 Clase de aislamiento 155 (Clase F).

Es la que comprende materiales aislantes o combinación de los mismos, que deben ser capaces de soportar la temperatura de 428 K (155°C).

6.5 Clase de aislamiento 180 (Clase H).

Es la que comprende materiales aislantes o combinación de los mismos, que deben ser capaces de soportar la temperatura de 453 K (180°C),

6.6 Corriente de arranque (rotor bloqueado).

Es la corriente que demanda el motor al arrancar, y que corresponde a condiciones de rotor bloqueado o velocidad cero. Aplicando tensión y frecuencia eléctricas nominales.

6.7 Deslizamiento.

Es la diferencia entre la frecuencia de rotación (velocidad) síncrona y de carga plena de un motor de inducción, expresada en por ciento.

6.8 Drene.

Ducto que permite la salida de fluidos.

6.9 Eficiencia.

Es el cociente entre la potencia mecánica disponible en el eje del motor y la potencia que toma de la línea, ambas expresadas en las mismas unidades, generalmente expresada en por ciento.
[Potencia de salida / potencia de entrada] X 100.
[(Potencia de entrada – pérdidas) / potencia de entrada] X 100.
[Potencia de salida / (potencia de salida + pérdidas)] X 100.

6.9.1 Eficiencia mínima asociada.

Cada eficiencia nominal tiene una eficiencia mínima asociada, especificada en la columna B de la Tabla 5

6.9.2 Eficiencia nominal.

Es el valor de la eficiencia mostrado en la placa de datos del motor, seleccionado de la columna A de la Tabla 5 por el fabricante. Este valor no debe ser mayor que la eficiencia promedio de una población grande de motores del mismo diseño.

6.9.3 Eficiencia Premium.

Es la eficiencia de los motores que igualan o superan los valores de la eficiencia de la Tabla 6, de acuerdo a su enclaustramiento y número de polos.

6.10 Factor De Potencia.

Es el cociente entre la potencia activa en watts y la potencia aparente en voltamperes, generalmente se expresa en por ciento.

6.11 Factor de servicio.

Es un factor por el que se multiplica la potencia nominal para conocer la capacidad de sobrecarga que el motor puede soportar sin exceder los límites de elevación de temperatura establecidos, en las tablas 7, 8 y 9, para la operación a carga de factor de servicio para la clase de aislamiento indicada en la placa de datos y construcción del motor.

6.12 Letra de clave.

Es la letra que designa los kVA por kW o cp de un motor a rotor bloqueado, de acuerdo a la Tabla 1, y debe de estar indicada en la placa de datos.

6.13 Letra de diseño.

Es la letra que identifica las características de corriente de arranque, par de arranque, par máximo y par mínimo de un motor.

6.14 Motor eléctrico.

Es una máquina rotatoria que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

6.15 Motor abierto.

Es un motor que permite el paso del aire exterior alrededor y a través de sus embobinados, para su enfriamiento.

6.16 Motor abierto a prueba de goteo.

Es un motor abierto cuyas aberturas para la ventilación están construidas de tal manera que su operación no sea afectada por gotas de líquido o partículas sólidas que golpeen o entren al enclaustramiento en cualquier ángulo entre 0 grados (0 radianes) y 15 grados (0.262 radianes) de la vertical .

6.17 Motor abierto protegido para intemperie tipo I.

Es un motor abierto a prueba de goteo con ductos de ventilación, construidos para reducir a un mínimo la entrada de lluvia y partículas suspendidas en el aire a las partes eléctricas del mismo. Su construcción es tal, que una barra cilíndrica de 19 mm de diámetro no puede penetrar por los ductos de ventilación.

6.18 Motor abierto protegido para intemperie tipo II.

El motor protegido para intemperie tipo II debe tener, además de lo indicado para tipo I, sus ductos de ventilación, tanto de entrada como de salida, diseñados de tal manera que el aire que sopla a tal velocidad junto con las partículas suspendidas en el, puedan ser descargadas al exterior sin entrar a los ductos internos de ventilación que van directamente al sistema eléctrico del motor. La corriente de ventilación debe hacer por lo menos tres cambios bruscos en su dirección, ninguno de los cuales deben ser menores a 90 grados (1.571 radianes). Además, la velocidad de entrada del aire no debe ser mayor a 183 metros por minuto para minimizar la entrada de partículas suspendidas en el aire al interior del motor.

6.19 Motor a prueba de explosión clase I.

Es un motor totalmente cerrado capaz de soportar una explosión de un vapor o gas específicos que pueden ocurrir en su interior y evitar la ignición del gas o vapores específicos que lo rodean por chispas, flamazos o la explosión del gas o vapor en su interior, y que opera con una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que lo rodea, no será inflamada.

6.20 Motor a prueba de explosión clase II.

Es un motor totalmente cerrado capaz de evitar la entrada de polvos en cantidades que puedan inflamarse o afectar su funcionamiento o capacidad, y que no produce arcos, chispas, o calor generado en cualquier forma en su interior, que pueda causar la ignición de acumulaciones externas o suspensiones en le aire, de un polvo especifico en su vecindad.

6.21 Motor de inducción.

Es un motor eléctrico del cual solamente una parte (estator), se conecta a la fuente de energía, la otra (rotor) funciona por inducción electromagnética.

6.22 Motor diseño “A”.

Motor trifásico que al arranque a la tensión y frecuencia nominales, desarrolla el par de arranque especificado en el inciso 8.1.4.12, un par mínimo especificado en el inciso 8.1.4.17 y un par máximo especificado en el inciso 8.1.4.15, con una corriente de arranque que excede los valores de la Tabla 3, y teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.

6.23 Motor diseño "B".

Motor trifásico que al arranque a la tensión y frecuencia nominales, desarrolla el par de arranque especificado en el inciso 8.1.4.12, un par mínimo especificado en el inciso 8.1.4.17 y un par máximo especificado en el inciso 8.1.4.15, con una corriente de arranque que no excede los valores de la Tabla 3, y teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.

6.24 Motor diseño "C".

Motor trifásico que al arranque a la tensión y frecuencia nominales, desarrolla el par de arranque especificado en el inciso 8.1.4.13, y un par máximo especificado en el inciso 8.1.4.16, con una corriente de arranque que no excede los valores de la Tabla 3, y teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.

6.25 Motor diseño "D".

Motor trifásico que al arranque a la tensión y frecuencia nominales desarrolla un par de arranque no menor de 275% del par a carga plena, con una corriente de arranque que no excede los valores de la Tabla 3 y con un deslizamiento a carga plena, como sigue:

a). Diseño 1D del 5 al 8%.

b). Diseño 2D del 8 al 13%.

c). Diseño 3D mayor del 13%.

6.26 Motor diseño "L".

Motor monofásico integral, diseñado para arrancar con tensión nominal y desarrollar un par máximo de acuerdo con la Tabla 13 con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 2 A.

6.27 Motor diseño "M".

Motor monofásico integral, diseñado para arrancar con tensión nominal y desarrollar un par máximo de cuerdo con la Tabla 13 con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 2 A.

6.28 Motor diseño "N".

Motor monofásico fraccionario, diseñado para arrancar con tensión nominal, y con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 2.

6.29 Motor diseño "O".

Motor monofásico fraccionario, diseñado para arrancar con tensión nominal, y con una corriente de arranque que no exceda los valores de la Tabla 2.

6.30 Motor tipo jaula de ardilla.

Es un motor de inducción cuyo circuito secundario está formado por barras colocadas en ranuras del núcleo secundario, permanentemente cerradas en circuito corto (corto circuito) por medio de anillos en sus extremos, dando una apariencia de una jaula de ardilla.

6.31 Motor fraccionario.

Es aquel cuya potencia nominal es menor de 0,746 kW. (1 cp), pero mayor de 0,0373 kW. (1/20 cp).

6.32 Motor integral.

Es aquel cuya potencia nominal es igual o mayor a 0,746 kW. (1 cp).

6.33 Motor horizontal.

Es aquel cuya posición de instalación debe ser con su eje de rotación paralelo al plano de montaje.

6.34 Motores monofásicos y trifásicos.

Son motores que utilizan para su operación energía eléctrica de corriente alterna monofásica o trifásica

6.35 Motor para aplicación especial.

Es aquel que está diseñado y construido para una aplicación específica con una o más características particulares.

6.36 Motor totalmente cerrado.

Es aquel, cuya armazón impide el cambio libre de aire entre el interior y el exterior del motor, sin llegar a ser hermético.

6.36.1 Motor totalmente cerrado, enfriado por ventilador.

Es un motor totalmente cerrado provisto de uno o dos ventiladores, exteriores, protegidos cada uno por una cubierta que ayuda a dirigir el aire.

6.36.2 Motor totalmente cerrado enfriado con intercambiador aire-aire.

Es un motor totalmente cerrado, enfriado por aire, que a su vez es enfriado en un intercambiador de calor que transfiere el calor del aire en el interior del motor al aire exterior.

6.36.3 Motor totalmente cerrado enfriado por agua-aire.

Es un motor totalmente cerrado, enfriado por aire que a su vez es enfriado en un intercambiador de calor que transfiere el calor del aire en el interior del motor al agua de enfriamiento.

6.36.4 Motor totalmente cerrado a prueba de agua.

Es un motor construido en tal forma que el agua en forma de lluvia o chorro, aplicado al mismo, no haga contacto con sus partes internas.

6.37 Motor vertical.

Es aquel cuya posición de instalación debe ser con su eje de rotación perpendicular al plano de montaje.

6.38 Par a carga plena.

Es el que al multiplicarse por la frecuencia de rotación de carga plena y la constante correspondiente a las unidades usadas, da por resultado la potencia nominal.

6.39 Par de arranque (rotor bloqueado).

Es el par mínimo que desarrolla un motor al arrancar y corresponde al menor par medido con el rotor frenado a velocidad cero, para varias posiciones angulares del mismo, aplicando tensión y frecuencia eléctricas nominales.

6.40 Par máximo.

Es el par máximo disponible que desarrolla un motor alimentado con tensión y frecuencia eléctrica nominal, al acelerar del reposo a su velocidad de operación.

6.41 Par mínimo.

Es el par mínimo disponible que desarrolla un motor alimentado con tensión y frecuencia eléctrica nominales, al acelerar del reposo a la velocidad en la que ocurre el par máximo.

6.42 Potencia nominal.

Es la potencia mecánica de salida, indicada en la placa de datos del motor.

6.43 Régimen nominal.

Es aquel que se tiene cuando el motor desarrolla su potencia nominal y es alimentado con tensión y frecuencia eléctricas nominales.

6.44 Temperatura ambiente.

Es la temperatura del medio que rodea el motor, generalmente aire y que esta en contacto con sus partes externas, enfriándolo.

6.45 Frecuencia de rotación (Velocidad) a carga plena.

Es la frecuencia de rotación (velocidad) de carga plena que al multiplicarse por el par de carga plena y la constante correspondiente a las unidades usadas, da por resultado la potencia nominal

6.46 Frecuencia de rotación (Velocidad) síncrona.
Es la frecuencia de rotación (velocidad) que corresponde al número de polos y frecuencia eléctrica.

$$vs = \frac{120f}{p}$$

Donde:
vs = Velocidad síncrona.
f = Frecuencia (60 Hz).
p = Número de polos.

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

AWG	American Wire Gauge
°C	Grado Celsius
CA	Corriente Alterna
CD	Corriente Directa
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación
°F	Grado Fahrenheit
FP	Factor de Potencia.
HP (cp)	Horse Power (Caballos de Potencia)
Hz	Hertz
IEC	Internacional Electrotechnical Commissión (Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Electronicos y Electricistas)
ISO	International Standard of Organization (Organización Internacional de Normalización)
K	Grados Kelvin
Kg/m	Kilogramos por metro
kVA	Kilo Volt Ampere
kW	Kilowatts
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar

MG 1	Motors and Generators 1 (Motores y Generadores 1)
mm	Milímetros
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos)
N-m	Newton metro
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
P.U.	Por Unidad
Pulg/seg	Pulgada por segundo
r/min o min^{-1}	Revoluciones por Minuto
RTD	Resistance Temperature Detector (Detector de Temperatura por Resistencia)
TEAAC (TCEAAi)	Totalmente cerrado con enfriamiento aire-aire.
TEEP (TCPE)	Totalmente cerrado a prueba de explosión.
TEFC (TCVE)	Totalmente cerrado con ventilación exterior.
TEIGF (TCPGI)	Totalmente cerrado, presurizado con gas inerte.
TEPV-IP (TCDV-IP)	Totalmente cerrado con ductos de ventilación e internamente presurizados.
TEWC (TCEAAg)	Totalmente cerrado con enfriamiento agua-aire.
TEWC-IP (TCEAA-IP)	Totalmente cerrado con enfriamiento agua aire e internamente presurizados.
UL	Underwriters Laboratories (Laboratorio de Suscriptores)

8. DESARROLLO.

8.1 Especificaciones.

8.1.1 Especificaciones generales.

8.1.1.1 Placa de datos.

a) Para motores trifásicos. Cada motor debe contar con una placa de datos, en idioma español, fácilmente visible y firmemente sujeta al motor con remaches del mismo material que las placas. Las placas de datos deben ser de acero inoxidable, la pintura del motor no debe cubrir las placas de datos, la información debe ser

grabada en el metal de las placas de tal manera que pueda ser leída aunque desaparezcan la coloración e impresiones de superficie.

b) Para motores monofásicos. Cada motor debe contar con una placa de datos, en idioma español, esta debe ser de poliéster y la pintura no debe cubrir la placa de datos.

La siguiente información o datos son los mínimos que debe llevar la placa de datos y placas auxiliares, de cualquier motor de corriente alterna monofásico o trifásico, en forma indeleble y en lugar visible.

- Nombre o marca registrada del fabricante
- Modelo
- Designación de armazón.
- Potencia nominal en kW (cp).
- Tensión nominal en volts.
- Corriente nominal a carga plena en amperes.
- Corriente a factor de servicio.
- Frecuencia eléctrica en Hz.
- Monofásico o trifásico.
- Frecuencia de rotación a carga plena en r/min o min^{-1}
- Diagrama de conexiones.
- Factor de servicio.
- Tipo servicio (continuo o intermitente).
- Posición del Motor.
- Clase de aislamiento.
- Máxima temperatura ambiente.
- Indicar temperatura ambiente a 1000 m.s.n.m.
- Letra de clave para kVA de rotor bloqueado por kW (cp).
- Letra de diseño.
- Marcar en la placa: Eficiencia Premium
- La eficiencia nominal a carga plena en por ciento (2 dígitos enteros y 1 decimal)
- Designación de cojinetes.
- Sistema de lubricación y característica del lubricante.
- Potencia de calefactores en watts.
- Tensión de alimentación de calefactores en volts.
- Características de rodamientos o cojinetes.
- Símbolo NOM-ANCE de autorización para la comercialización en México.
- La leyenda “Hecho en México” o indicación del país de origen.
- Número de serie.
- Peso del motor en Kg.
- Sentido de rotación del eje o flecha.

En los motores a prueba de explosión, se debe incluir una placa adicional donde se indique, clase, grupo y división para la cual fue construido avalada por UL o equivalente.

8.1.1.2 Información proporcionada por proveedor o fabricante.

Información que debe proporcionar el proveedor o fabricante en su oferta.

- Marca.
- Tensión eléctrica nominal de alimentación.
- Número de fases.
- Corriente a carga plena.
- Potencia nominal en kW (cp).
- Frecuencia eléctrica en Hz.
- Frecuencia de rotación en r/min o min^{-1}.
- Enclaustramiento.
- Elevación de temperatura sobre 313,15 K (40°C) a carga plena y en régimen continuo de operación.
- Clase de aislamiento.
- Factor de servicio.
- Velocidad máxima (pico) de la vibración, a la frecuencia de rotación en vacío, en mm/s.
- Conexión del devanado del estator.
- Corriente de arranque (a rotor bloqueado) en por ciento de la corriente a carga plena.
- Eficiencia con 100, 75 y 50% de carga.
- Factor de potencia a 100, 75 y 50% de carga.
- Par de arranque (a rotor bloqueado) en por ciento del par a carga plena.
- Par mínimo en por ciento del par a carga plena.
- Par máximo en por ciento del par a carga plena
- Rodamientos o cojinetes: tipo, método de lubricación y dimensiones.
- Dibujos dimensionales preliminares.
- Peso neto aproximado.
- Tiempo para contar con dibujos dimensionales para información o aprobación por Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, según se indique en la hoja de especificaciones.
- Para motores de velocidad múltiple y otros especiales dará los diagramas de alambrado.
- Curvas características de operación.

El proveedor después de recibir el pedido debe entregar:

- Dibujos dimensionales certificados por el fabricante, en el sistema internacional de unidades.

El proveedor debe entregar junto con el equipo, los informes de las pruebas de rutina hechas en fábrica:

- Inspección visual
- Medición de corriente en vacío a tensión y frecuencia eléctricas nominales
- Prueba de potencial aplicado
- Medición de la resistencia de aislamiento
- Medición de la vibración en vacío
- Medición de la resistencia ohmica de los devanados

En caso de solicitarse en las bases de licitación, aplicar cualquiera de las siguientes pruebas el proveedor debe entregar los informes correspondientes:

- Pruebas prototipo (ver punto 8.3.2)
- Pruebas complementarias (ver punto 8.3.3)

8.1.2 Especificaciones eléctricas.

8.1.2.1 Tipos de arranque. Los motores hasta de 149,2 Kw (200 cp), deben ser adecuados para arrancar a tensión plena, a tensión reducida del tipo autotransformador, de estado sólido de arranque suave o variador de frecuencia.

- Los motores mayores de 149,2 kW (200 cp) deben arrancarse a tensión reducida con arrancadores del tipo autotransformador, con arrancadores de estado sólido de arranque suave o con variadores de frecuencia, si el usuario lo indica a tensión plena.

- Los motores de operación con variador de frecuencia, deben ser los que especifique el usuario.

- Los motores de 149,2 kW (200 cp) y mayores, deben ser síncronos, cuando lo indique el usuario.

8.1.2.2 Frecuencia eléctrica nominal. La frecuencia nominal de operación de los motores debe ser de 60 Hertz.

8.1.2.3 Tolerancia de la variación de la frecuencia nominal. Los motores de corriente alterna deben funcionar correctamente a su carga y tensión nominales cuando exista como máximo una variación del ± 5% de la frecuencia nominal.

8.1.2.4 Tolerancia de la variación de tensión eléctrica. Los motores deben operar correctamente a carga plena y frecuencia nominal aceptando una variación de ± 10 %, de la tensión nominal.
Para motores universales fraccionarios deben operar aceptando una variación de ± 6%.

8.1.2.5 Tolerancia a la variación combinada de tensión y frecuencia eléctricas nominales. Los motores de corriente alterna deben operar correctamente, con su carga nominal, bajo una variación combinada de Tensión y frecuencia eléctricas nominales, de tal manera que la suma absoluta de los por cientos no exceda del 10% de sus valores nominales; siempre que la variación en la Frecuencia no exceda del 5%.

8.1.2.6 Tensión eléctrica de alimentación a motores. Las tensiones nominales usuales para la alimentación a motores deben ser:

Potencia del motor		Tensión de sistema (Volts)	Tensión de utilización (Volts)	Fases	Frecuencia (Hertz)
kW	cp				
Menor de 0,75	1	120/220	115/220	1/3*	60
0,75 A 149,2	1 A 200	480	460	3	60
149,5 A 1492	201 A 2000	Hasta 4160	Hasta 4000	3	60
1492 y mayores	2000 y mayores	Hasta 13800	Hasta 13200	3	60

*Uso en motores de aire acondicionado.
Para casos especiales (sustituciones o por requerimiento del licenciador) no contemplados en esta tabla, el área usuaria debe definir los valores de tensión requerida, en la Hoja de Especificaciones en Anexo 1.

8.1.2.7 Letras de clave para la relación kVA/kW o kVA/cp a rotor bloqueado. La placa de características de todo motor de corriente alterna, debe marcarse con una Letra clave, de acuerdo con la Tabla 1.

Para indicar los kVA de rotor bloqueado por kW o por cp., la designación de éstas debe ser a tensión y frecuencia eléctricas nominales.

8.1.2.8 Corriente de arranque para motores monofásicos. La corriente de arranque (a rotor bloqueado) para este tipo de motores con tensión y frecuencia nominales, no debe exceder de los valores establecidos en la Tablas 2 y 2A.

8.1.2.9 Corriente de arranque para motores trifásicos. La corriente de arranque (a rotor bloqueado) para motores trifásicos de inducción, de diseños: B, C y D a tensión y frecuencia eléctricas nominales, no debe exceder los límites establecidos en la Tabla 3.

a). Los motores de una sola velocidad que arranquen en conexión estrella y operen en conexión delta, deben identificarse con la letra de código correspondiente a la conexión estrella.
b). Los motores que arranquen con devanado bipartido deben marcarse con la letra de código correspondiente a todo el devanado del motor.

8.1.2.10 Factor de servicio en motores. Los motores deben de contar con un factor de servicio de acuerdo a su tamaño y frecuencia de rotación, como se indica en la Tabla 4.
Los motores eléctricos se deben seleccionar para trabajar en condiciones normales de operación sin exceder su potencia nominal, el factor de servicio debe dar únicamente seguridad térmica.

8.1.2.11 Resistencias calefactoras. Las resistencias calefactoras para motores, deben tener las siguientes características de alimentación eléctrica:

POTENCIA	VOLTAJE DE SISTEMA
Hasta 1000 watts	120 Volts
De 1001 hasta 2000 watts	220 Volts

En las potencias mayores a 1000 watts, las resistencias deben tener un arreglo para que el desbalance de corriente no exceda del 5%.

8.1.2.12 Niveles de eficiencia nominal, en motores de corriente alterna trifásicos. Los niveles de eficiencia, de motores de eficiencia premium, trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla, a carga plena con rangos de 600 volts o menores deben ser igual o mayores que los indicados en las Tablas 6.

Letra clave	kVA/kW	kVA/cp	Letra clave	kVA/kW	kVA/cp
A	0,00-4,21	0,00-3,15	L	12,06-13,39	09,00-10,00
B	4,22- 4,75	3,15-3,55	M	13,40-15,00	10,00-11,20
C	4,76- 5,36	3,55-4,00	N	15,01-16,74	11,20-12,50
D	5,36- 6,02	4,00-4,50	P	16,75-18,76	12,50-14,00
E	6,03- 6,69	4,50-5,00	R	18,77-21,43	14,00-16,00
F	6,70- 7,49	5,00-5,60	S	21,44-24,12	16,00-18,00
G	7,50- 8,44	5,60-6,30	T	24,13-26,80	18,00-20,00
H	8,45- 9,50	6,30-7,10	U	26,81-30,01	20,00-22,40
J	9,51-10,71	7,10-8,00	V	30,02 y mayores	22,40 y mayores
K	10,72-12,05	8,0-9,00			

Tabla 1 Letra clave para kVA a rotor bloqueado, por kW

Potencia	120 Volts			220 Volts	
kW	cp	Diseño O Amperes	Diseño N Amperes	Diseño O Amperes	Diseño N Amperes
0,12 y menores	1/6 y menores	50	20	25	12
0,18	¼	50	26	25	15
0,25	1/3	50	31	25	18
0,37	½	50	45	25	25
0,56	¾	—	61	—	35
0,75	1	—	80	—	45

Tabla 2 Corriente a rotor bloqueado en motores monofásicos con 2, 4, 6 y 8 polos

Potencia	120 volts			220 volts
kW	cp	Diseño L Amperes		Diseño M Amperes
0,373	1/2	45	25	
0,560	3/4	61	35	
0,746	1	80	45	
1,119	1,5		50	40
1,492	2		65	50
2,238	3		90	70
3,730	5		135	100
5,600	7,5		200	150
7,460	10		260	200

Tabla 2 A Corriente a rotor bloqueado en motores monofásicos mediana potencia

kW	cp	Amperes*	Diseño
0,373	1/2	20	B, D
0,560	3/4	25	B, D
0,746	1	30	B, C, D
1,119	1,5	40	B, C, D
1,492	2	50	B, C, D
2,238	3	64	B, C, D
3,730	5	92	B, C, D
5,60	7,5	127	B, C, D
7,46	10	162	B, C, D
11,19	15	232	B, C, D
14,92	20	290	B, C, D
18,65	25	365	B, C, D
22,38	30	435	B, C, D
29,84	40	580	B, C, D
37,30	50	725	B, C, D
44,76	60	870	B, C, D
55,95	75	1085	B, C, D
74,60	100	1450	B, C, D
93,25	125	1815	B, C, D
111,90	150	2170	B, C, D
149,20	200	2900	B, C
186,50	250	3650	B
223,80	300	4400	B
261,10	350	5100	B
298,40	400	5800	B
335,70	450	6500	B
373,00	500	7250	B

Tabla 3 Máxima corriente de arranque a rotor bloqueado para 60 Hz., motores trifásicos diseño B, C y D a 230 V.

*La corriente a rotor bloqueado para motores de tensión diferente a 230 V., debe ser inversamente proporcional a la tensión.

Potencia		Frecuencia de rotación (Velocidad) en r/min						
kW	cp	3600	1800	1200	900	720	600	514
0,03	1/20	1,40	1,40	1,40	1,40			
0,06	1/12	1,40	1,40	1,40	1,40			
0,09	1/8	1,40	1,40	1,40	1,40			
0,12	1/6	1,35	1,35	1,35	1,35			
0,18	1/4	1,35	1,35	1,35	1,35			
0,25	1/3	1,35	1,35	1,35	1,35			
0,37	1/2	1,25	1,25	1,25	1,15*			
0,55	3/4	1,25	1,25	1,15*	1,15*			
0,746	1	1,25	1,15*	1,15*	1,15*			
1,119 a 93,25	1,5 a 125	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*
111,9	150	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	
149,2	200	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*	1,15*		
186,5	250	1,0	1,15*	1,15*	1,15*			
223,8	300	1,0	1,15*	1,15*				
261,1	350	1,0	1,15*	1,15*				
298,4	400	1,0	1,15*					
335,7	450	1,0	1,15*					
373,00	500	1,0	1,15*					

Tabla 4 Factor de servicio a frecuencia de rotación (velocidad) síncrona en r/min

*En el caso de motores jaula de ardilla polifásicos, este factor de servicio aplica solamente a motores de diseño A, B, C.

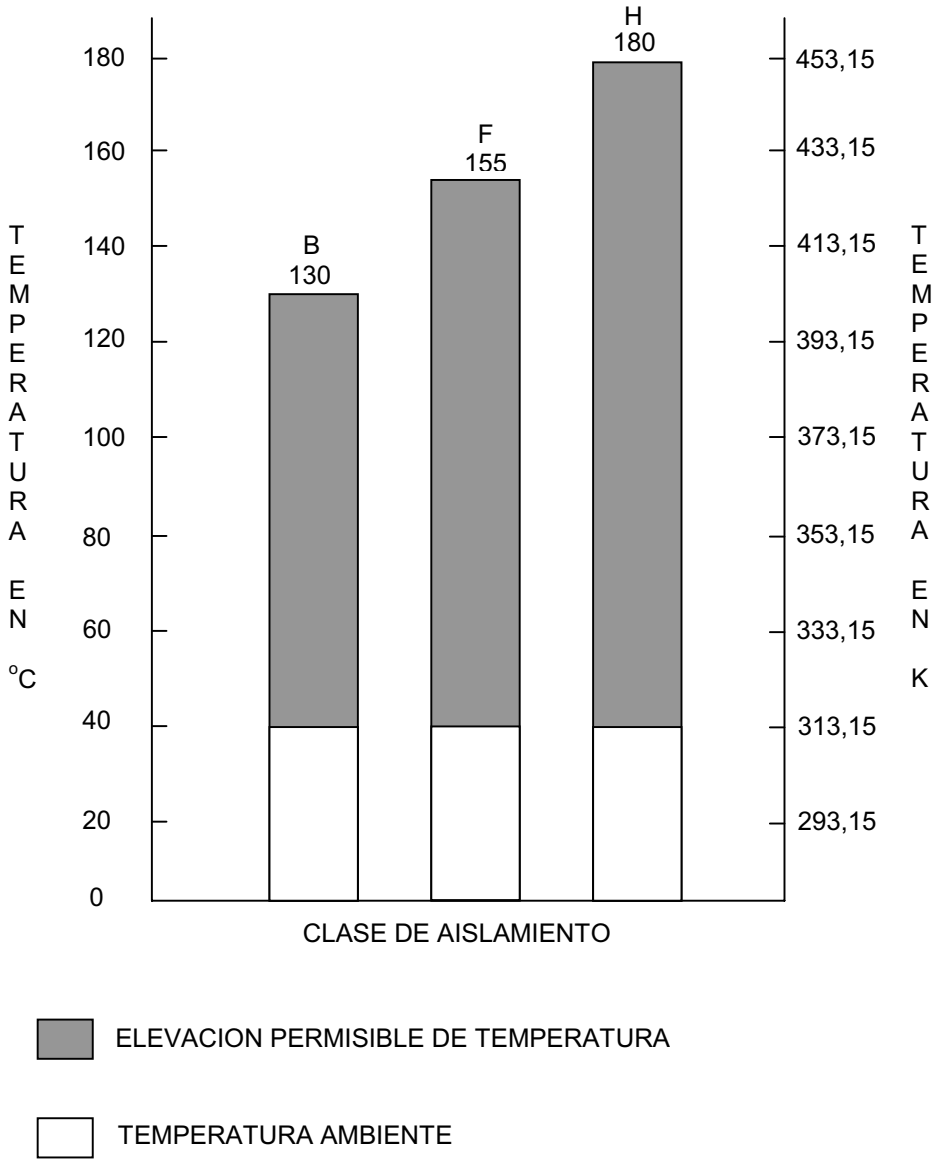

Figura 1 Temperatura para las distintas clases de aislamientos.

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima	Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99,0	98,8	94,1	93,0
98,9	98,7	93,6	92,4
98,8	98,6	93,0	91,7
98,7	98,5	92,4	91,0
98,6	98,4	91,7	90,2
98,5	98,2	91,0	89,5
98,4	98,0	90,2	88,5
98,2	97,8	89,5	87,5
98,0	97,6	88,5	86,5
97,8	97,4	87,5	85,5
97,6	97,1	86,5	84,0
97,4	96,8	85,5	82,5
97,1	96,5	84,0	81,5
96,8	96,2	82,5	80,0
96,5	95,8	81,5	78,5
96,2	95,4	80,0	77,0
95,8	95,0	78,5	75,5
95,4	94,5	77,0	74,0
95,0	94,1	75,5	72,0
94,5	93,6	74,0	70,0
		72,0	68,0

Tabla 5 Eficiencia nominal y mínima asociada, en por ciento.

Nota: Los valores de la eficiencia de la columna A se obtienen a partir del 99.0%, con incrementos de perdidas del 10%.
Los valores de eficiencia mínima asociada de la columna B, se obtienen incrementando las perdidas en un 20%.

Potencia Nominal kW	Potencia Nominal cp	MOTORES CERRADOS			MOTORES ABIERTOS		
		2 Polos	4 Polos	6 Polos	2 Polos	4 Polos	6 Polos
0,746	1	77,0	85,5	82,5	77,0	85,5	82,5
1,119	1,5	84,0	86,5	87,5	84,0	86,5	86,5
1,49	2	85,5	86,5	88,5	85,5	86,5	87,5
2,23	3	86,5	89,5	89,5	85,5	89,5	88,5
3,73	5	88,5	89.5	89,5	86,5	89,5	89,5
5,60	7,5	89,5	91,7	91,0	88,5	91,0	90,2
7,46	10	90,2	91,7	91,0	89,5	91,7	91,7
11,19	15	91,0	92,4	91,7	90,2	93,0	91,7
14,92	20	91,0	93,0	91,7	91,0	93,0	92,4
18,65	25	91,7	93,6	93,0	91,7	93,6	93,0
22,38	30	91,7	93,6	93,0	91,7	94,1	93,6
29,84	40	92,4	94,1	94,1	92,4	94,1	94,1
37,30	50	93,0	94,5	94,1	93,0	94,5	94,1
44,76	60	93,6	95,0	94,5	93,6	95,0	94,5
55,95	75	93,6	95,4	94,5	93,6	95,0	94,5
74,60	100	94,1	95,4	95,0	93,6	95,4	95,0
93,25	125	95,0	95,4	95,0	94,1	95,4	95,0
111,9	150	95,0	95,8	95,8	94,1	95,8	95,4
149.2	200	95,4	96,2	95,8	95,0	95,8	95,4
186,5	250	95,8	96,2	95,8	95,0	95,8	95,4
223,8	300	95,8	96,2	95,8	95,4	95,8	95,4
261,1	350	95,8	96,2	95,8	95,4	95,8	95,4
298,4	400	95,8	96,2	95,8	95,8	95,8	95,8
335,7	450	95,8	96,2	95,8	95,8	96,2	96,2
373	500	95,8	96,2	95,8	95,8	96,2	96,2

Tabla 6 Valores de eficiencia nominal a carga plena para motores verticales y horizontales, en por ciento.

8.1.3 Especificaciones térmicas.

8.1.3.1 Condiciones de operación. Se debe considerar que los motores solicitados deben cumplir con las condiciones de operación que se especifican a continuación:

8.1.3.1.1 Altitud. La altura de operación debe considerarse hasta de 1000 metros sobre el nivel del mar. Para aquellos motores que vayan a utilizarse a altitudes superiores debe considerarse lo indicado en 8.1.3.1.4.

8.1.3.1.2 Temperatura ambiente. La temperatura ambiente se considerara de 313.15 K (40°C) de bulbo seco, cuando no se indique otra cosa, esta temperatura es la del medio que enfría al motor.

8.1.3.1.3 Temperatura Máxima. La temperatura a la que debe operar como máximo un motor, se obtiene sumando la temperatura ambiente más la propia de operación, quedando limitada a la clase de aislamiento del devanado con que esta construido ver Figura 1.

8.1.3.1.4 Variaciones de altitud y temperatura. Los motores que cumplan con las elevaciones de temperatura indicadas en los incisos 8.1.3.1.5 Y 8.1.3.1.6 deben operar satisfactoriamente en altitudes superiores a los 1000 m.s.n.m., donde el decremento de temperatura ambiente compense el incremento en la elevación de temperatura, tal como se indica a continuación:

Temperatura K (°C)	Altitud sobre el nivel del mar m.
313,15 (40)	Hasta 1000
303,15 (30)	Hasta 2000
293,15 (20)	Hasta 3000

Variaciones de altitud y temperatura

Los motores que tengan un factor de servicio de 1,15 o mayor deben operar satisfactoriamente a factor de servicio unitario a una temperatura ambiente de 313,15 K (40°C), en altitudes entre 1000 y 2740 m.s.n.m. Los motores que vayan a usarse en altitudes superiores a los 1000 m.s.n.m. y en una temperatura ambiente de 313,15 K (40°C) deben tener elevaciones de temperatura al nivel del mar sin exceder los valores calculados por la fórmula siguiente:

$$T_1 = T_2\left[1 - \frac{(H - 1000)}{10000}\right]$$

Donde:
T_1 = elevación de temperatura referida al nivel del mar.
T_2 = elevación de temperatura en grados centígrados, tomados de las Tablas 7 y 8
H = altura sobre el nivel del mar donde se vaya a situar el motor.

8.1.3.1.5 Elevación de temperatura en motores fraccionarios y universales.

La elevación de temperatura, sobre una temperatura básica ambiental de 313,15 K (40°C), para cada una de las partes del motor, no deben exceder los valores dados en la Tabla 7. Exceptuando aquellos motores que tengan un factor de servicio mayor a 1,0, estos valores deben compararse, cuando el motor esté operando a carga nominal.

8.1.3.1.6 Elevación de temperatura para motores integrales de inducción monofásicos y polifásicos.

La elevación de temperatura sobre la temperatura ambiente de 313,15 K (40°C), a una altura sobre el nivel del mar no mayor a 1000 m a carga nominal debe cumplir con la elevación de temperatura de la tabla 8 inciso a), y a carga de factor de servicio deberá cumplir con la elevación de temperatura de la tabla 8 inciso b).

Si la temperatura ambiente es superior a los 313,15 K (40°C), los valores de las tablas 7 y 8, deben disminuirse como se indica la tabla 9.

8.1.3.1.7 Clase de aislamiento.

Las clases de aislamiento para motores son las que se indican a continuación: (ver Figura 1).

Clase de aislamiento (Nomenclatura)	Temperatura	
	K	°C
B	403,15	130
F	428,15	155
H	473,15	180

Clases de aislamiento

El método de medición de elevación de temperatura debe ser por resistencia para motores menores de 1119,0 kW (500 cp), y para motores mayores de 1119,74 kW (501 cp) por (Detector de Temperatura por Resistencia) RTD.

El aislamiento de las terminales de los devanados del estator debe ser resistentes al aceite y provistas con zapatas de acuerdo con la capacidad del motor.

Tipo de motor	Clase de aislamiento			Método de Medición
	B	F	H	
a) Motores abiertos u otros que no sean descritos en los incisos b) y e) siguientes.	80	105	125	Resistencia
b) Motores abiertos con factor de servicio de 1,15 o mayor.	90	115	—	Resistencia
c) Totalmente cerrados no ventilados incluyendo variaciones.	85	110	130	Resistencia
d) Totalmente cerrados con ventilador enfriador incluyendo variaciones.	85	110	135	Resistencia
e) Cualquier motor en armadura menor a la No. 42 (ver tabla 23).	85	110	135	Resistencia

Tabla 7 Incremento de temperatura en motores fraccionarios y universales basado en una temperatura ambiente máxima de 313,15 K (40°C)

Los rodamientos y lubricantes deben ser seleccionados para trabajar a la temperatura de operación.

Tipo de motor	Clase de aislamiento			Método de Medición
	B	F	H	
a) Motores con un factor de servicio de 1,0 excepto aquellos que no sean equivalentes a los dados en c y d.	80	105	125	Resistencia
b) Motores con factor de servicio	90	115	_	Resistencia
c) Motores totalmente cerrados sin ventilación con factor de servicio 1,0	85	110	130	Resistencia
d) Motores con devanados encapsulados con factor de servicio de 1.0 y cualquier tipo de cubierta	85	110	-	Resistencia

Tabla 8 Incremento de temperatura para motores integrales monofásicos y trifásicos.

Los rodamientos y lubricantes deben ser seleccionados para trabajar a la temperatura de operación.

Temperatura ambiente		Valor de temperatura que hay que disminuir de las tablas 7 y 8
K	°C	
320,97 a 391,43	41 a 50	10
3399,26 a 469,72	51 a 60	20

Tabla 9 Decrementos por temperatura ambiente mayor de 313,15 K (40° C)

8.1.4 Especificaciones mecánicas.

8.1.4.1 Base del motor. La base del motor debe ser parte integral de la carcasa y capaz de resistir los esfuerzos producidos por el par a rotor bloqueado o el par producido por inversión de fases a tensión y frecuencia eléctrica nominales.

8.1.4.2 Drenes. Todos los motores horizontales deben tener al menos un dren en la parte mas baja de ambos extremos y los verticales en le extremo inferior conforme a su posición de montaje.

8.1.4.3 Anclaje del motor. Los motores que pesen mas de 1000 Kg., deben ser suministrados con pernos de nivelación para auxiliar su alineación vertical.
Todos los motores eléctricos deben suministrarse con las preparaciones, con cancamo o anclas de izaje de acuerdo al peso de cada motor.

Los dibujos dimensionales deben indicar claramente las posiciones de los barrenos de anclaje y sus dimensiones.

8.1.4.4 Frecuencia de rotación (Velocidad) síncrona. Para motores de inducción monofásicos y trifásicos, las frecuencias de rotación (velocidades) sincronas, de acuerdo al numero de polos y a la frecuencia son las que se indican en la Tabla 10

Polos	2	4	6	8
Frecuencia de rotación (Velocidad) síncrona con 60 Hz	3600	1800	1200	900

Tabla 10 Velocidades síncronas para motores de inducción monofásicos y trifásicos (r/min)

8.1.4.5 Lubricación y cojinetes o rodamientos. Se aceptan cojinetes tipo rodamiento antifricción (balero) o de deslizamiento (chumaceras) dentro de sus límites de aplicación. Los procesos de fabricación de los rodamientos que se utilicen en los motores, deben contar con certificados de calidad y deben ser intercambiables con otras marcas.

Los motores totalmente cerrados horizontales, equipados con rodamientos antifricción, deben estar preparados para ser lubricados con grasa .
Los rodamientos y lubricantes deben ser seleccionados para trabajar a la temperatura de operación.

Cuando el usuario solicite los motores eléctricos para ser lubricados con un sistema de lubricación por niebla de aceite, estos deben suministrarse con las preparaciones de alimentación y dren en la parte mas baja de las cajas de rodamientos, y en la parte más baja de ambos extremos de la envolvente del estator; debe incluir un sello de laberinto en ambos extremos de la salida del eje del rotor, y debe sellarse el paso de la cavidad a la caja de conexiones. Este sistema de lubricación no aplica a motores eléctricos verticales, o a prueba de explosión.

Los motores equipados con rodamientos de deslizamiento (chumaceras) autolubricados con aceite deben tener:

a). Una mirilla para indicación visible del nivel de aceite.
b). Un depósito de aceite con capacidad volumétrica para alojar todo el aceite, cuando el motor salga de operación, sin derramar.
c). El fondo del depósito de aceite debe tener pendiente hacia el drenaje para permitir un vaciado completo.
d). Ductos de ventilación para igualación de presiones.

Los motores equipados con rodamientos de deslizamiento (chumaceras) equipados con un sistema de circulación de aceite debe de tener:

a). Una placa indicando el gasto de aceite requerido y la cantidad de calor a disipar.
b). El fondo del depósito de aceite debe tener pendiente hacia el dren para permitir el vaciado completo.

c). Ductos de ventilación para igualación de presiones.
d). En caso de requerirse niples y coples en las preparaciones para conectar la entrada y el retorno del sistema de circulación de aceite deben de ser de acero al carbón, cedula 40

8.1.4.6 Sellos. Los sellos en las salidas del eje deben ser de material antichispa, del tipo laberinto y deben poder remplazarse sin retirar el rotor.

8.1.4.7 Potencia y velocidad para motores monofásicos. Las potencias y velocidades nominales para motores monofásicos para tensión nominal de 120 V. y 60 Hz, que deben ser suministrados, como se especifica en la Tabla 11.

8.1.4.8 Par de arranque en motores monofásicos de capacitor de arranque. Los motores monofásicos para servicio de proceso deben ser del tipo de arranque con capacitor permanente y las características de par de arranque (a rotor bloqueado) con las que deben ser suministrados, se muestra en la Tabla 12.

8.1.4.9 Par máximo en motores monofásicos. El par máximo para cualquier velocidad y potencia con las que deben ser suministrados, se indica en las Tablas 13.

8.1.4.10 Variaciones de las velocidades nominales para motores monofásicos. La tolerancia permitida en las variaciones de la velocidad de un motor de corriente alterna con respecto a su valor de placa, debe ser menor del 20% de la diferencia entre la velocidad síncrona y la velocidad de placa, cuando esta velocidad sea medida a tensión, frecuencia eléctrica y carga nominales y a una temperatura ambiente de 298,15 K (25 °C).

8.1.4.11 Potencias nominales para motores trifásicos. Las potencias nominales en kW (cp) que deben ser suministrados se indican en las Tablas 15 y 16.

8.1.4.12 Par de arranque para motores trifásicos diseño "A" y "B". El par de arranque (a rotor bloqueado) no deben ser menores a los valores expresados en por ciento del par de carga plena, presentados en la Tabla 17 con frecuencia y tensión nominales.

8.1.4.13 Par de arranque para motores trifásicos diseño "C". El par de arranque (a rotor bloqueado) no deben ser menores a los valores expresados en por ciento del par de carga plena, presentados en la Tabla 18 con frecuencia y tensión nominales.

Potencia		No. de polos	Frecuencia de rotación (Velocidad) Síncrona en r/min con 60 Hz	Frecuencia de rotación (Velocidad) aproximada a plena carga en r/min	
kW	cp			Todos los motores Excepto de polos sombreados y capacitor permanentemente conectado	Motor con capacitor permanentemente conectado
0,03	1/20	2	3600	3450	
0,062	1/12	4	1800	1725	
0,093	1/8	6	1200	1140	
		8	900	850	
0,124	1/6	2	3600	3450	
0,187	1/4	4	1800	1725	
0,249	1/3	6	1200	1140	
		8	900	850	
0,373	1/2	2	3600	3450	3250
		4	1800	1725	1625
		6	1200	1140	1075
0,560	3/4	2	3600	3450	3250
		4	1800	1725	1625
0,746	1	2	3600	3450	3250

Tabla 11 Potencia y Frecuencias de rotación (velocidades) nominales para motores monofásicos.

Potencia		Polos		
kW	cp	4	6	8
		% del par Normal		
0,062	1/12	75	75	75
0,093	1/8	65	65	65
0,124	1/6	60	60	60
0,187	1/4	55	55	55
0,249	1/3	50	50	50
0,373	1/2	50	50	50
0,560	3/4	50	50	50

Tabla 12 Par de arranque (a rotor bloqueado) para motores monofásicos de capacitor permanente conectado (excepto herméticos), en % del par normal.

Potencia		Frecuencias de rotación (Velocidades) síncronas en r/min con 60 Hz			
kW	cp	3600	1800	1200	900
0,062	1/12	315-500	600-971	884-1393	1138-1824
0,093	1/8	501-735	972-1393	1394-2040	1825-2667
0,124	1/6	736-971	1394-1814	2041-2667	2668-3432
0,187	1/4	972-1393	1815-2667	2668-3726	3433-4913
0,249	1/3	1394-1824	2668-3432	3727-4913	4914-6531
0,373	1/2	1825-2667	3433-4913	4914-6992	
0,560	3/4	2668-3726	4914-6992	6993-8826	
0,746	1	3727-4903	6993-8826	8827-11768	
1,119	1,5	4904-5884	8827-13729	11769-18632	
1,492	2	5885-7845	13730-17652	18633-24516	
2,238	3	7846-11768	17653-25497	24517-34323	
3,730	5	11768-17652	25498-40207	34324-54917	
5,600	7,5	17653-26478	40208-60800	54918-81395	

Tabla 13 Par máximo en (N-m) X 10^{-3} para motores monofásicos (Excepto de polos sombreados y capacitor permanentemente conectado**).**

Potencia		Frecuencias de rotación (Velocidades) síncronas en r/min con 60 Hz		
kW	cp	3600	1800	1200
0,060	1/12	-	-	-
0,090	1/8	-	2030	2720
0,120	1/6	1270	2790	3650
0,180	1/4	1780	3890	500
0,250	1/3	2200	4820	6180
0,370	1/2	3140	7210	8480
0,550	3/4	4220	10100	10980
0,746	1	5170	12210	13040
1,119	1,5	6180	17170	17850
1,492	2	7550	22060	22060
2,238	3	10300	30400	31380
3,730	5	15100	45110	-
5,600	7,5	22060	61780	-

Tabla 14 Par mínimo en (N-m) x 10^{-3} para motores monofásicos de capacitores permanentemente conectados (excepto herméticos).

kW	cp	kW	cp
0,187	1/4	29,84	40
0,249	1/3	37,30	50
0,373	1/2	4,76	60
0,560	3/4	55,95	75
0,746	1,0	74,60	100
1,119	1,5	93,25	125
1,492	2,0	111,90	150
2,238	3,0	149,20	200
3,730	5,0	186,50	250
5,600	7,5	223,80	300
7,460	10	261,10	350
11,19	15	298,40	400
14,92	20	335,70	450
18,65	25	373,00	500
22,38	30		

Tabla 15 Potencias nominales en motores trifásicos de Inducción.

kW	cp	kW	cp
447,6	600	2611	3500
522,2	700	2984	4000
596,8	800	3357	4500
671,4	900	3730	5000
746	1000	4103	5500
932,5	1250	4476	6000
1119,0	1500	5222	7000
1305,5	1750	5968	8000
1492,0	2000	6714	9000
1678,5	2250	7460	10000
1865,0	2500	8206	11000
2238,0	3000	8952	12000

Tabla 16 Potencias nominales en motores trifásicos de Inducción mayores.

Potencia en cp	Potencia en kW	Frecuencias de rotación (Velocidades) síncronas en r/min con 60 HZ						
		3600	1800	1200	900	720	600	514
1/2	0,373				140	140	115	110
3/4	0,560			175	135	135	115	110
1	0,746		275	170	135	135	115	110
1.5	1,119	175	250	165	130	130	115	110
2	1,492	170	235	160	130	125	115	110
3	2,238	160	215	155	130	125	115	110
5	3,730	150	185	150	130	125	115	110
7.5	5,600	140	175	150	125	120	115	110
10	7,460	135	165	150	125	120	115	110
15	11,190	130	160	140	125	120	115	110
20	14,920	130	150	135	125	120	115	110
25	18,650	130	150	135	125	120	115	110
30	22,380	130	150	135	125	120	115	110
40	29,840	125	140	135	125	120	115	110
50	37,300	120	140	135	125	120	115	110
60	44,760	120	140	135	125	120	115	110
75	55,950	105	140	135	125	120	115	110
100	74,600	105	125	125	125	120	115	110
125	93,250	100	110	125	120	115	115	110
150	111,900	100	110	120	120	115	115	
200	149,200	100	100	120	120	115		
250	186,500	70	80	100	100			
300	223,800	70	80	100				
350	261,110	70	80	100				
400	298,400	70	80					
450	335,700	70	80					
500	373,000	70	80					

Tabla 17 Valores mínimos de par de arranque (a rotor bloqueado) para motores trifásicos; diseños “A” y “B” a 60 Hz en por ciento del par a carga plena.

Potencia en	Potencia en	Frecuencia de rotación (Velocidad) síncronas en r/min con 60 Hz		
cp	kW	1800	1200	900
1	0,746	285	255	225
1,5	1,119	285	250	225
2	1,492	285	250	225
3	2,238	270	250	225
5	3,730	255	250	225
7,5	5,600	250	225	200
10	7,460	250	225	200
15	11,19	225	210	200
20 hasta 200	14,92 hasta 149,20	200	200	200

Tabla 18 Valores de par de arranque para motores trifásicos, diseño "C" 60 Hz en por ciento de par a carga plena.

Potencia en	Potencia en	Frecuencia de rotación (Velocidad) síncronas en r/min con 60 Hz		
cp	kW	1800	1200	900
1	0,746	200	225	200
1,5	1,119	200	225	200
2	1,492	200	225	200
3	2,238	200	225	200
5	3,730	200	225	200
7,5	5,600	200	225	200
10	7,460	200	200	200
15	11,19	200	190	190
20 hasta 200	14,92 hasta 149,20	190	190	190

Tabla 18 A Valores de par máximo para motores trifásicos, diseño "C" 60 Hz en por ciento de par a carga plena.

8.1.4.14 Par de arranque en motores trifásicos diseño "D". Estos pares de arranque (a rotor bloqueado) para motores trifásicos diseño "D" hasta 111,90 kW (150 cp), 60 Hz, 4, 6 y 8 polos, no deben ser menor del 275% de su par a carga plena y a tensión nominal.

8.1.4.15 Par máximo en motores trifásicos de servicio continuo diseño "A" y "B". El par máximo para diseño "B", 60 Hz y tensión nominal, debe estar de acuerdo con los valores de la Tabla 19, expresados en por ciento del par a carga plena.

8.1.4.16 Par máximo en motores trifásicos de servicio continuo diseño "C". El par máximo que se debe suministrar para estos motores a 60 Hz y tensión nominal, en por ciento del par a carga plena debe ser de acuerdo a lo establecido en la Tabla 18 A.
El par mínimo desarrollado de motores trifásicos diseño "C", debe ser mayor de 130% del par a carga plena correspondiente.

8.1.4.17 Par mínimo desarrollado en motores trifásicos de servicio continúo. El par mínimo desarrollado para los diseños "A" y "B" a 60 HZ y tensión nominal, debe ser mayor de 70% del par de arranque a rotor bloqueado de acuerdo a lo establecido en la Tabla 17.

8.1.4.18 Tolerancia entre la frecuencia de rotación nominal y la frecuencia de rotación a carga plena para motores trifásicos. La tolerancia entra la frecuencia de rotación nominal y la frecuencia de rotación a carga plena debe de ser menor al 20% de diferencia entre la frecuencia de rotación sincronía y la frecuencia de rotación nominal, cuando el motor trabaja en condiciones nominales y a una temperatura ambiente de 195,71 K (25°C) mínima.

8.1.4.19 Balanceo de rotores. Todos los rotores deben ser dinámicamente balanceados en dos o más planos. El balanceo final debe ser después de haber terminado completamente el rotor (tratamiento térmico y/o secado). El rotor debe ser balanceado con media cuña, para llenar el espacio no usado del cuñero.

El balanceo puede realizarse por adición o remoción de material. Si se agregan contrapesos para balancear, estos deben ser de material resistente a la corrosión; no se aceptan contrapesos soldados, o el uso de depósitos de soldadura como contrapeso. Si se retira material, deben de mantenerse la integridad estructural del rotor y su balance magnético.

8.1.4.20 Vibración. Los valores máximos de vibración en motores eléctricos a frecuencia de rotación sin exceder los niveles de velocidad estándar, son los mostrados en la Tabla 20.

8.1.4.21 Sobrevelocidad. Los motores de inducción tipo jaula de ardilla y de rotor devanado deben ser construidos de tal manera que, en caso de emergencia no excediendo 2 minutos, ellos deben resistir sin daño mecánico la sobre velocidad por encima de la síncrona. De acuerdo con lo indicado en la Tabla 21.

8.1.4.22 Número de arranques. El motor de inducción cuando se arranque en las condiciones para las cuales fue diseñado (método de arranque, inercia de la carga, par de la carga durante la aceleración, tensión y frecuencia nominales) debe ser capaz de soportar, sin daño el siguiente ciclo de arranque:

a). Dos arranques consecutivos, llevando el motor al reposo entre los dos arranques, estando el motor a la temperatura ambiente.

b) Un arranque con el motor a una temperatura que no exceda a la temperatura nominal de operación.

Cuando se especifique un ciclo de arranque diferente a los descritos, el fabricante debe incluir una placa adicional al motor con el ciclo de arranque solicitado.

8.1.5 Dimensiones.
Las dimensiones generales de motores de CA que cubre ésta norma deben estar de acuerdo al Tipo de armazón, carcasa, rodamientos y sistemas de lubricación empleados así como al tipo de montaje del motor, las dimensiones para armazones tipo I y II, y sus equivalencias son de acuerdo a las figuras 2 y 3 y Tablas 22, 23, 23 A, 24, 25

Potencia en cp	Potencia en kW	Velocidades síncronas en r/min con 60 Hz						
		3600	1800	1200	900	720	600	514
1/2	0,373	-	-	-	225	200	200	200
3/4	0,560	-	-	275	220	200	200	200
1	0,746	-	300	265	215	200	200	200
1,5	1,119	250	280	250	210	200	200	200
2	1,492	240	270	240	210	200	200	200
3	2,238	230	250	230	205	200	200	200
5	3,730	215	225	215	205	200	200	200
7,5	5,600	200	215	205	200	200	200	200
10 hasta 125	7,460 hasta 93,25	200	200	200	200	200	200	200
150	111,90	200	200	200	200	200	200	-
200	149,20	200	200	200	200	200	-	-
250	186,50	175	175	175	175	-	-	-
300 hasta 350	223,80 hasta 261,10	175	175	175	-	-	-	-
400 hasta 500	298,40 hasta 373,00	175	175	-	-	-	-	-

Tabla 19 Valores mínimos de par máximo para motores trifásicos diseño “A” y “B”, 60 Hz. en por ciento del par a carga plena.

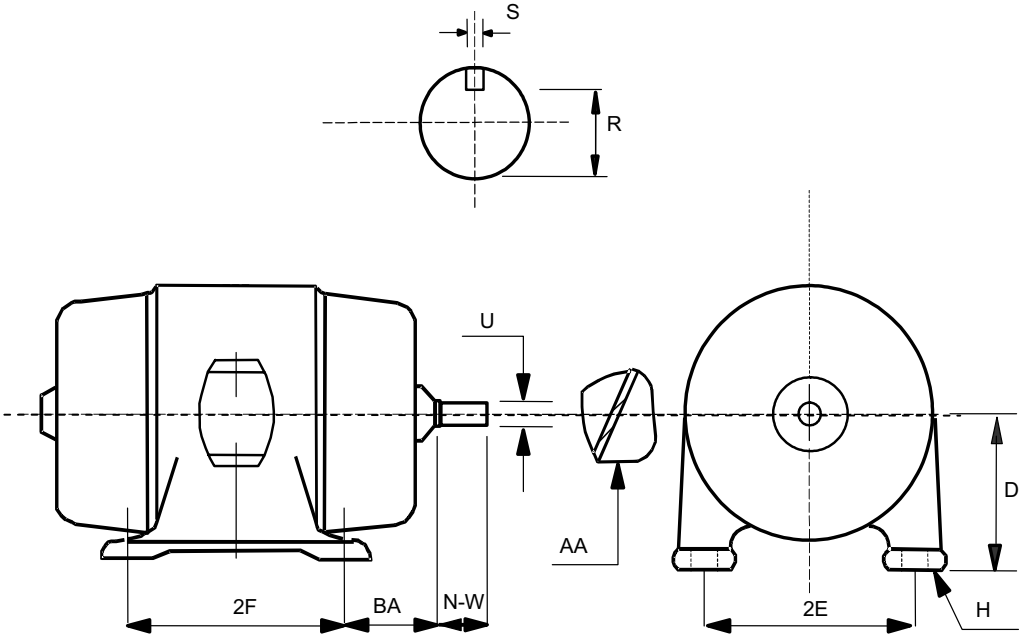

FIGURA 2 DIMENSIONES PARA MOTORES HORIZONTALES DE INDUCCION DE C.A. ARMAZON II

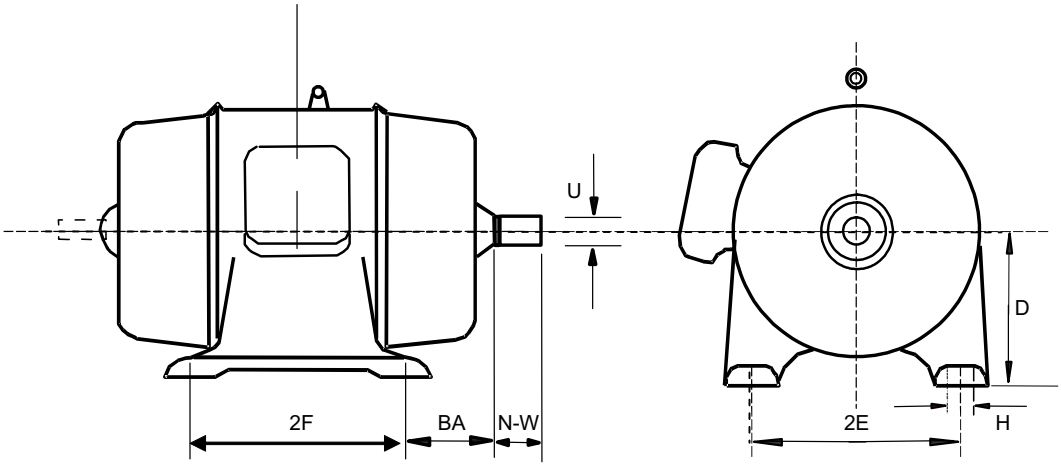

FIGURA 3 DIMENSIONES PARA MOTORES HORIZONTALES DE INDUCCION DE C.A. ARMAZON I

Frecuencia de rotación (Velocidad) en r/min	Frecuencia de rotacion en Hz.	Velocidad Máxima (Pico) mm/s (pulg/s)
3600	60	3,8 (.15)
1800	30	3,8 (.15)
1200	20	3,8 (.15)
900	15	3,0 (.12)
720	12	2,3 (.09)
600	10	2,0 (.08)

Tabla 20 Valores máximos de vibración para motores eléctricos.

kW	cp	Frecuencia de rotación en r/min	Por ciento de sobrevelocidad permisible
Hasta 149,2	200 y menores	Mayores de 1801 1201 a 1800 Hasta 1200	25% 25% 50 %
186,5 a 373	250 a 500 inclusive	Mayores de 1801 Hasta 1800 Hasta 1200	20 % 25 % 25 %

Tabla 21 Sobrevelocidad en motores de inducción de rotor devanado y Jaula de ardilla.

Armazón	2E	2F	BA	U	N-W	D	AA	H
Tipo II	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
56	90	71	36	14	30	56	12,7	6
63	100	80	40	14	30	63	12,7	7
71	112	90	45	14	30	71	19,0	7
80	125	100	50	19	40	80	19,0	9
90S	140	100	56	24	50	90	19,0	9
90L	140	125	56	24	50	90	19,0	9
100S	160	112	63	28	60	100	19,0	12
100L	160	140	63	28	60	100	19,0	12
112S	190	114	70	28	60	112	19,0	12
112M	190	140	70	28	60	112	19,0	12
112L	190	159	70	28	60	112	19,0	12
132S	216	140	89	38	80	132	25,4	12
132M	216	178	89	38	80	132	25,4	12
132L	216	203	89	38	80	132	25,4	12
160S	254	178	108	42	110	160	31,7	14
160M	254	210	108	42	110	160	31,7	14
160L	254	254	108	42	110	160	31,7	14
180S	279	203	121	48	110	180	31,7	14
180M	279	241	121	48	110	180	31,7	14
180L	279	279	121	48	110	180	31,7	14
200S	318	228	133	55	110	200	50,8	18
200M	318	267	133	55	110	200	50,8	18
200L	318	305	133	55	110	200	50,8	18
225S	356	286	149	60	140	225	76,2	18
225M	356	311	149	60	140	225	76,2	18
225L	356	356	149	60	140	225	76,2	18
250S	406	311	168	65	140	250	76,2	22
250M	406	349	168	65	140	250	76,2	22
250L	406	406	168	65	140	250	76,2	22
280S	457	368	190	75	140	280	76,2	22
280M	457	419	190	75	140	280	76,2	22
280L	457	457	190	75	140	280	76,2	22
315S	508	406	216	85	170	315	76,2	27
315M	508	457	216	85	170	315	76,2	27
315L	508	508	216	85	170	315	76,2	27

Tabla 22 Dimensiones para motores horizontales de inducción de CA tipo II

Armazón Tipo I	2E mm.	2F mm.	BA mm.	U mm.	N-W mm.	D mm.	AA mm.	H mm.	R mm.	S mm.
42	90	43	52	9,53	28,45	66,7	--	--	8,33	--
48	108	70	64	12,70	38,10	76,2	--	--	11,51	--
56	124	76	70	15,88	47,80	88,0	--	--	13,13	4,78
143T	140	102	57	22,23	57,15	88,9	19	8,7	19,58	4,78
145T	140	127	57	22,23	57,15	88,9	19	8,7	19,58	4,78
182T	190	114	70	28,58	69,85	114,3	19	10,4	25,04	6,35
184T	190	140	70	28,58	69,85	114,3	19	10,4	25,04	6,35
213T	216	140	89	34,93	85,85	133,4	25,4	10,4	30,51	7,92
215T	216	178	89	34,93	85,85	133,4	25,4	10,4	30,51	7,92
254T	254	210	108	41,28	101,60	158,8	31,7	13,5	35,97	9,53
256T	254	254	108	41,28	101,60	158,8	31,7	13,5	35,97	9,53
284T	279	241	121	47,63	117,35	177,8	38,1	13,5	40,41	12,70
284TS	279	241	121	41,28	82,55	177,8	38,1	13,5	35,97	9,53
286T	279	279	121	47,63	117,35	177,8	38,1	13,5	40,41	12,70
286TS	279	279	121	41,28	82,55	177,8	38,1	13,5	35,97	9,53
324T	317	267	133	53,98	133,35	203,2	50,8	16,7	46,86	12,70
324TS	317	267	133	47,63	95,25	203,2	50,8	16,7	40,41	12,70
326T	317	305	133	53,96	133,35	203,2	50,8	16,7	46,86	12,70
326TS	317	305	133	47,63	95,25	203,2	50,8	16,7	40,41	12,70
364T	356	286	149	60,53	149,35	228,6	76,2	16,7	51,33	15,88
364TS	356	286	149	47,63	95,25	228,6	76,2	16,7	40,41	12,70
365T	356	311	149	60,33	149,35	228,6	76,2	16,7	51,33	15,88
365TS	356	311	149	47,33	95.25	228,6	76,2	16,7	40,41	12,70
404T	406	311	168	73,03	184,15	254,0	76,2	20,6	62,23	19,05
404TS	406	311	168	53,98	107,95	254,0	76,2	20,6	46,86	12,70
405T	406	349	168	73.03	184,15	254,0	76,2	20,6	62,23	19,05
405TS	406	349	168	53,98	107,95	254,0	76,2	20,6	46,86	12,70
444T	457	368	190	95,25	216,00	279,4	76,2	20,6	73,15	22,23
444TS	457	368	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6	51,33	15,88
445T	457	419	190	95,25	216,00	279,4	76,2	20,6	73,15	22,23
445TS	457	419	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6	51,33	15,88
447T	457	508	190	85,73	216,00	279,4	76,2	20,6	73,15	22,23
447TS	457	508	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6	51,33	15,88
449T	457	399	190	95,25	216,00	279,4	76,2	20,6	73,15	22,23
449TS	457	399	190	60,33	120,65	279,4	76,2	20,6	51,33	15,88
505	508	457	216	73,03	213,00	317,5	76,2	23,8	--	--
507	508	559	216	73,03	213,00	317,5	76,2	23,8	--	--

Tabla 23 Dimensiones generales para motores horizontales de inducción de CA tipo I

Potencia		Frecuencia de rotación (Velocidad), r/min			
kW	cp	3600	1800	1200	900
0,373	1/2	---	---	---	143T
0,560	3/4	---	---	143T	145T
0,746	1	--	143T	145T	182T
1,119	1,5	143T	145T	182T	184T
1,492	2	145T	145T	184T	213T
2,238	3	182T	182T	213T	215T
3,730	5	184T	184T	215T	254T
5,60	7,5	213T	213T	254T	256T
7,46	10	215T	215T	256T	284T
11,19	15	254T	254T	284T	286T
14,92	20	256T	256T	286T	324T
18,65	25	284T	284T	324T	326T
22,38	30	286T	286T	326T	364T
29,84	40	324T	324T	364T	365T
37,30	50	326TS	326T	365T	404T
44,76	60	364TS	364TS	404T	405T
55,95	75	365TS	365TS	405T	444T
74,60	100	405TS	405TS	444T	445T
93,25	125	444TS	444TS	445T	447T
111,90	150	445TS	445TS	447T	449T
149,20	200	447TS	447TS	449T	---
186,50	250	449TS	449TS	---	---

Tabla 23 A Designación de armazones, de acuerdo con la potencia para motores de inducción, horizontales y verticales

Diámetro		N-W	Par máximo de flechas.
Nominal mm.	Tolerancia mm.	mm.	Nm.
7	+ 0,0070	16	0,25
9	- 0,0020	20	0,63
11		23	1,25
14	+ 0,0080	30	2,80
16	- 0,0030	40	4,50
18		40	7,10
19	+ 0,0090	40	9,00
22	- 0,0040	50	14,00
24		50	18,00
28		60	31,50
32	+ 0,0180	80	50,00
38	+ 0,0020	80	90,00
42		110	125,00
48		110	200,00
55	+ 0,0300	110	355,00
60	+ 0,0110	140	450,00
65		140	630,00
70		140	800,00
75	+ 0,0350	140	1000,00
80	+ 0,0130	170	1250,00
85	+ 0,0130	170	1600,00
90		170	2000,00
95		170	2500,00
100		210	2800,00
110		210	4000,00

Tabla 24 Dimensiones y par máximo de flechas para armazones Tipo II .

Tipo I		Tipo II	
Armazón	Dimensión D mm.	Armazón	Dimensión D mm.
42	67	56	56
48	76	63	63
		71	71
		80	80
56	89	90S	90
143T	89	90L	90
145T	89		
		100S	100
		100L	100
182T	114	112S	112
184T	114	112M	112
		112L	112
213T	133	132S	132
215T	133	132M	132
		132L	132
254T	159	160S	160
256T	159	160M	160
		160L	160
284T	178	180S	180
286	178	180M	180
		180L	180
324	203	200S	200
326	203	200M	200
		200L	200
364	228	225S	225
365	228	225M	225
		225L	225
404	254	250S	250
405	254	250M	250
		250L	250
444	280	280S	280
445	280	280M	280
		280L	280
505	318	315S	315
507	318	315M	315
580	368	315L	315
680	432		

Tabla 25 Equivalencia entre armazones Tipo I y Tipo II para motores horizontales.

8.2 Características de construcción.

8.2.1 Carcasa. La carcasa debe ser de fundición de hierro gris o de acero al carbón. En el caso de los motores horizontales con carcasa de fundición de hierro gris, la base de montaje debe ser parte integral de esta. En caso de los motores mayores con carcasas de acero al carbón, los espesores deben ser como mínimo de 3,2 mm (1/8 pulg.). en el caso de motores pequeños con carcasa de lamina rolada de acero al carbón, esta debe ser como mínimo, de calibre # 16.

8.2.2 Tapas. Las tapas deben ser de fundición de hierro gris o de acero al carbón. En el caso de los motores mayores con tapas de acero al carbón, los espesores deben ser como mínimo de 3,2 mm (1/8 pulg.).

8.2.3 Cubierta del ventilador. La cubierta del ventilador debe ser de fundición de hierro gris o de acero al carbón con un espesor mínimo de 3,2 mm (1/8 pulg.). las aberturas para el paso del aire no deben permitir el paso de una barra de 19,1 mm (3/4 pulg.) de diámetro.

8.2.4 Ventilador. Los ventiladores deben ser metálicos, antichispa y resistentes a la corrosión. Los ventiladores de aluminio deben ser de una aleación que no contenga mas del 10,2 % de cobre.

8.2.5 Caja de conexiones. Las cajas de conexiones deben ser de fundición de hierro gris o de acero al carbón con un espesor mínimo de 3,2 mm (1/8 pulg.).
Las cajas de conexiones de cable a cable deben tener las dimensiones y volumen mínimos indicados en las tablas 28 y 29.
Las cajas para conectar terminales rígidas deben de proporcionar el espaciamiento entre terminales y volumen mínimo indicados en la tabla 28.
La caja para las conexiones de fuerza debe de estar al lado derecho del motor visto desde el lado opuesto al acoplamiento y debe de estar provista con entradas roscadas para tubería conduit.

Las cajas de conexiones deben poder girarse en pasos de 90º para poder recibir la tubería conduit de la acometida en una de las cuatro direcciones posibles. Las cajas de conexiones de motores mayores que no puedan girarse, deben tener preparación para recibir el tubo conduit de la acometida por la cara inferior o por la cara opuesta al acoplamiento.
Para potencias de 0,746, 1,119, 1,492 y 2,238 kW (1, 1, 5, 2 y 3 cp) con la caja de conexiones total o parcialmente integrada a la carcasa del motor, el volumen de dicha caja no debe ser menor de 22,94 cm^3 por cada conexión de cable.
Las entradas para tuberías conduit en cajas de conexiones de motores no fabricados con armazones de norma NEMA o equivalente, deben cumplir con lo indicado en la tabla 26 y para motores fabricados bajo norma NEMA o equivalente ver tabla 27 (se excluyen motores a prueba de explosión clase 1, división 1).

8.2.6 Cajas de conexiones para motores mayores. Estas deben ser proporcionadas por el fabricante, cumpliendo con lo establecido en las tablas 29 y 29 A. las cajas de conexiones que contienen conos de alivio, supresores de onda, transformadores de corriente y transformadores de potencial requieren consideraciones individuales. Debe incluirse un perno de fijación para conexión de tierra dentro de la caja de conexiones para permitir la llegada de un conductor de retorno para puesta a tierra, cables blindados, supresores de onda y/o transformadores de corriente.
Las terminales de puesta a tierra para los supresores de onda y transformadores de corriente deben ser proporcionados con el motor.

8.2.7 Intercambiadores de calor.

8.2.7.1 Intercambiadores de calor aire-aire. Los tubos de los intercambiadores de calor deben de ser de un material adecuado al medio ambiente, deben de ser de cobre, acero inoxidable, acero al carbón o aluminio con un contenido de cobre no mayor al 0,2 %.

8.2.7.2 Intercambiadores de calor aire-agua. Debe de ser capaz de dispar el calor producido por el motor a carga de factor de servicio, con el 85% de sus tubos útiles.
Deben de estar construidos en dos o mas secciones y contar con las provisiones para sacar de servicio una sección para mantenimiento y regresarla a operación sin sacar el motor de servicio, debe indicarse en una placa metálica en el motor la carga máxima a la que puede operar el motor sin una sección del intercambiador de calor.
Los intercambiadores de calor deben permitir la sustitución de los tubos.
El arreglo de los elementos del intercambiador de calor debe permitir el llenado de agua completamente cuando el motor eléctrico se encuentre operando.
La prueba de hermeticidad debe de hacerse al 150% de la presión de operación.
Los intercambiadores de calor deben de estar colocados de tal manera que una fuga de agua no llegue a los devanados del motor.

8.2.7.3 Tratamiento anticorrosivo. Los motores de construcción de acero al carbón deben de recibir un tratamiento anticorrosivo de acuerdo con las especificaciones P.2.0351.01 y P.3.035.01, los métodos de prueba para recubrimientos anticorrosivos se detallan en la especificación P.4.0351.01.

8.2.8 Accesorios.

8.2.8.1 Conectores para conexión a tierra. Los motores deben estar provistos de dos conectores para su conexión a tierra, uno en el interior de la caja de conexiones, y otro exterior, en la base del motor.

Todos los motores deben tener un conector para cable desnudo calibre 2 AWG como mínimo para puesta a tierra, con dimensión mínima del barreno de 8 mm (.312 pulg.), 18 hilos y de 13 mm (.5 pulg.) de profundidad y localizado en el lado izquierdo de la caja de conexiones.
En los motores horizontales con base, el conector debe colocarse en dicha base, y en los motores sin base el conector debe colocarse en la brida o la carcasa.

8.2.8.2 Resistencias calefactoras. Los motores de 55,95 kW (75 cp) y mayores deben de estar provistos de resistencias calefactores para prevenir la condensación, cuando se especifique los motores entre 18,65 kW (25 cp) y 44,76 kW (60 cp) deben de estar equipadas con resistencias calefactores.
La temperatura superficial del calefactor no debe exceder 1565,75 K (200 ^{o}C), a una temperatura ambiente de 40 ^{o}C.
Las terminales de las resistencias calefactores deben estar identificadas y llegar a tablillas de conexiones, también identificadas y alojadas en una caja de conexiones independiente a la de la alimentación de fuerza.

8.2.8.3 Detectores de temperatura. Los motores de 261,1 kW (350 cp) y mayores deben de estar equipados con dos resistores detectores de temperatura RTD por fase (RTD por sus siglas en inglés) de Níquel (Ni), cobre (Cu) o Platino (Pt) instalados entre los devanados del motor.
Para motores a tensión media y superiores se debe colocar detectores de temperatura en los rodamientos.
Las terminales de los RTD deben estar identificadas y llegar a tablillas de conexiones, también identificadas y alojadas en una caja de conexiones independiente a la de las resistencias calefactores y alimentación de fuerza.

kW	cp	Diámetro de entrada para tubería conduit en caja de conexiones.
Hasta18,65	Hasta 25	25 mm.
22,38 a 37,30	30-50	38 mm.
44,76 a 55,95	60-75	51 mm.
74,60 a 93,25	100- 125	76 mm.
111,9 y mayores	150 y mayores	como se requiera

Tabla 26 Motores no fabricados con armazones de norma NEMA.

Diámetro de tubería mm.	Diámetro de entrada para tubería conduit en caja de conexiones mm.		
	Nominal	Mínima	Máxima
12,7	22,2	21,8	23,01
19,05	28,2	27,78	28,98
25,4	34,9	34,51	35,71
31,75	44,0	43,66	44,85
38,1	50,3	50,01	51,20
50,8	62,7	62,30	63,50
63,5	75,4	75,00	76,20
76,2	91,2	90,88	92,07
88,9	104,7	103,98	105,56
101,6	117,8	117,06	118,66
127,0	145,2	144,47	146,05
152,4	173,0	172,23	173,84

Tabla 27 Diámetro de entrada para tubería conduit en caja de conexiones.

Corriente eléctrica a carga plena para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Cajas de terminales dimensiones mínimas	Volumen mínimo utilizable	Potencia típica máxima en servicio trifásico			
A	cm	cm^3	220 V y 480 V			
			Kw	cp	kW	cp
45	6,35	597	11,19	(15)	22,38	30
70	8,38	1262	18,65	(25)	37,30	50
110	10,16	2295	20,84	(40)	55,95	75
160	12,70	4130	44,76	(60)	93,25	125
250	15,24	7374	74,60	(100)	149,20	200
400	17,78	13765	119,00	(150)	223,80	300
600	20,32	25236	186,50	(250)	373,00	500

Tabla 28 Dimensiones de las cajas de conexiones para motores eléctricos.

Voltaje	Máxima corriente a plena carga	Mínimo volumen utilizable		Mínimas dimensiones	
		mm^3	$Pulg^3$	mm	Pulg.
0 a 600	400	$729x10^6$	900	203,2	8
	600	$8x10^9$	2000	203,2	8
	900	$32.77x10^9$	3200	254	10
	1200	$97.34x10^9$	4600	355,6	14
601 a 2400	160	$58.32x10^5$	180	127	5
	250	$35.94x10^6$	330	152,4	6
	400	$729x10^6$	900	203,2	8
	600	$8x10^9$	2000	203,2	8
	900	$32.77x10^9$	3200	254	10
	1500	$17.56x10^{10}$	5600	406,4	16
2401 a 4800	160	$8x10^9$	2000	203,2	8
	700	$17.56x10^6$	5600	355,6	14
	1000	$512x10^9$	8000	457,6	16
	1500	$12.39x10^{11}$	10740	508	20
	2000	$24.06x10^{11}$	13400	558,8	22
4801 a 6900	260	$17.56x10^{10}$	5600	355,6	14
	680	$512x10^9$	8000	406,4	16
	1000	$83.06x10^{10}$	9400	457,6	18
	1500	$15.61x10^{11}$	11600	508	20
	2000	$29.24x10^{11}$	14300	558,8	22
6901 a 13800	400	$85.19x10^{12}$	44000	558,6	22
	900	$12.88x10^{13}$	50500	635	25
	1500	$18.04x10^{13}$	56500	701,04	27,6
	2000	$24.42x10^{13}$	62500	779,78	30,7

Tabla 29 Dimensiones de las cajas de conexiones para motores mayores

Potencia en cp		Dimensiones de la tapa en centímetros	Volumen mínimo disponible en centímetros cúbicos.
kW	cp		
0,746 y Menores	Hasta 1	4,11	172,074
1,119 -1,492, 2,238	1, 5, 2 y 3	4,44	275,31
3,73 y 5,595	5 y 7 ½	5,08	367,09
7,46 y 1,19	10 y 15	6,35	596,52

Tabla 29 A Dimensiones de las cajas de conexiones para motores eléctricos.

8.3 Pruebas.
Las pruebas aplicables a motores son de acuerdo con la NMX-J-075/3-1994-ANCE y se clasifican en cuatro grupos:

8.3.1 Pruebas de rutina.
Las pruebas de rutina que deben hacerse a todos y cada uno de los motores teniendo por objetivo verificar la calidad de fabricación son:

a). Inspección visual
b). Prueba en vacío (operación sin carga)
c). Resistencia de aislamiento.
d). Potencial Aplicado.
e). Vibración.
f). Prueba a rotor bloqueado. (de acuerdo a NEMA 12.55.2c de MG 1 2003)

8.3.2 Pruebas de prototipo.
Las pruebas de prototipo deben ser las que se efectúan a un motor de un diseño que no ha sido probado y que tiene la finalidad de que éste cumpla con los valores establecidos por la norma.

Los resultados de la prueba prototipo son válidos para todos los motores que se construyen con el mismo diseño. Estas pruebas deben ser las siguientes:

a). Potencia nominal
b). Corriente a carga plena.
c). Determinación del incremento de temperatura.
d). Sobre velocidad
e). Determinación de la eficiencia

8.3.3 Pruebas complementarias
Cuando Petróleos Mexicanos, para la aceptación de los motores requiera de pruebas complementarias a las de rutina, éstas se deben efectuar a una muestra representativa, cuyo tamaño se debe determinar de común acuerdo entre el fabricante y Petróleos Mexicanos.

a). Par y corriente de arranque
b). Par máximo
c). Nivel de ruido

8.3.4 Pruebas presenciales.
Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios se reservan el derecho de solicitarlas y deben ser las de prototipo y complementarias.

8.4 Embalaje y marcado para embarque de equipo y materiales.
Todo el equipo debe ser empacado, adecuadamente anclado (montado en su patín cuando se requiera) y protegido por el método de embarque del fabricante. Para su embarque, todas las partes sin ensamblar deben ser convenientemente empacadas y firmemente adheridas al equipo principal.
Cuando se tengan rodamientos de deslizamiento (chumaceras), el motor deberá estar bloqueado para prevenir movimientos radial y axial del rotor durante el transporte. Las etiquetas externas indicaran la remoción del material de bloqueo antes del arranque.

9. Responsabilidades.

a). Es responsabilidad de Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios, proporcionar toda la información necesaria para definir el alcance de la adquisición de los motores eléctricos.
b). El fabricante debe cumplir todos los requerimientos establecidos en esta Norma de Referencia, proporcionando los resultados finales de las pruebas realizadas por escrito, a sus motores eléctricos por los laboratorios acreditados, por ema.
c). Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios, se reservan el derecho de contratar a una Unidad Verificadora, para que certifique que el motor y/o motores que estén en proceso de licitación, cumplan con las especificaciones técnicas requeridas, así como lo establecido en esta norma de referencia, para ello el fabricante debe proporcionar la documentación que sea requerida.

9.1 Garantías.

a). El fabricante debe garantizar por escrito que la fabricación del equipo que propone satisface las condiciones de operación solicitadas.
b). El fabricante debe garantizar todo el equipo y partes componentes contra defectos de material, mano de obra y fallas en operación normal, por un periodo mínimo de un año después de ser puesto en operación.
c). En el caso de que los motores permanezcan en almacenes un lapso previo a la puesta en servicio hasta de un año, el periodo de garantía debe ampliarse hasta 18 meses.
d). En caso de fallas dentro de lo estipulado anteriormente, el fabricante debe reemplazar o corregir las fallas del equipo sin cargo para Petróleos Mexicanos.
e). El fabricante debe garantizar la existencia en el mercado de las refacciones que llegara a necesitar Petróleos Mexicanos durante un periodo mínimo de 10 años.

10. Concordancia con otras normas.

Esta Norma de Referencia concuerda en algunas partes con las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas, Normas Extranjeras. (Ver capítulos 5 y 11).

11. Bibliografía.

IEEE STD 112-1996	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Estándares de procedimientos de pruebas para motores de inducción polifásicos y generadores).
NMX-098-ANCE-1999	Tensiones eléctricas normalizadas.
NMX-J-141-1981	Motores Eléctricos Verticales.
NMX-J-153-1972	Clasificación de Materiales Aislantes.
NMX-J-262-1980	Motores eléctricos a prueba de explosión para usarse en lugares que contengan atmósferas peligrosas Clase II, Grupo E, F y G.

NRF-048-PEMEX-2002	Diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM-014-ENER-1997	Eficiencia energética en motores de corriente alterna, monofásicos de inducción tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 kW. Limites, método de prueba y marcado.
MG 1-2003	Motors and Generators (Motores y Generadores 1-2003).
P.2.0351.01	Sistemas de protección anticorrosivos a base de recubrimientos.
P.3.0351.01	Aplicación e inspección de recubrimientos para protección anticorrosivo.
P.4.0351.01	Especificaciones y métodos de prueba para recubrimientos anticorrosivos.
UL-674-1994	Underwriters Laboratories-674-1994 (Motores eléctricos y generadores para usarse en lugares que contengan atmósferas peligrosas Clase I, Grupos C y D).

12. Anexos.

12.1 Anexo 1 Hoja de Especificaciones Técnicas del Motor Eléctrico.

13. Anexos 1

PEMEX

PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS.

HOJA DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MOTOR ELECTRICO

No. DE PROYECTO Y DESCRIPCION:		PARTIDA No.	FECHA:
IDENTIFICACION:		CARGA A ACCIONAR:	
CANTIDAD REQUERIDA :			
POTENCIA NOM.:	TENSION:	No. FASES:	FACTOR DE SERVICIO:
CORRIENTE NOMINAL:		FRECUENCIA ELECTRICA:	HZ.
FRECUENCIA DE ROTACIÓN (SINC):	FRECUENCIA DE ROTACIÓN NOMINAL:		INERCIA (WK^2):
TEMPERATURA AMBIENTE:		ELEVACION PERMISIBLE DE TEMP.:	
ARMAZON No. (ver Tabla 23 A)			
CLASE DE AISLAMIENTO:		ACABADO: (Párrafo 8.2.7.3)	
LETRA DE DISEÑO:		CORRIENTE DE ARRANQUE Y/O LETRA DE CLAVE:	

ENCLAUSTRAMIENTO:		CLASE:	DIVISION:	GRUPO:
TEEP (TCPE) ( )	TEFC (TCVE) ( )	CLASE I ( )	DIVISION 1 ( )	GRUPO C ( )
TEAAC (TCEAAi) ( )	TEIGF (TCPGI) ( )	CLASE II ( )	DIVISION 2 ( )	GRUPO D ( )
TEPV-IP (TCDV-IP) ( )				GRUPO E ( )
TEWC-IP (TCEAA-IP) ( ) GASTO m^3/min:_____ Presión : kPa: _____ Temp. max K: _____	TEWC (TCAAg) ( ) GASTO m^3/min:_____ Presión : kPa: _____ Temp. Max K: _____			GRUPO F ( ) GRUPO G ( )

TIPO DE ARRANQUE:	TENSION PLENA ( )	REACTOR ( ) TAP____%	AUTO TRANSFORMADOR ( ) TAP____%	ESTADO SOLIDO ( )	VARIADOR DE FRECUENCIA ( )
MOTORES USO VARIADOR		PAR CONSTANTE ( )	PAR VARIABLE ( )	RELACION:_____: 1	
EMBOBINADO:	BIPARTIDO ( )		ESTRELLA-DELTA ( )		

CARGA (%)	EFICIENCIA (%)	FACTOR DE POT.
100		
75		
50		

MONTAJE:	HORIZONTAL ( )	VERTICAL: ( )	CON BASE ( )	SIN BASE ( )	
BRIDA:	SI ( )	NO ( )	TIPO:	C ( )	D ( ) OTRAS:
PARA MOTOR VERTICAL	FLECHA SÓLIDA ( )	FLECHA HUECA ( )	EMPUJE NORMAL ( )	EMPUJE ALTO ( )	EMPUJE ESPECIAL ESPECIFICAR ( )
FLECHA ESPECIAL	MATERIAL		DIAMETRO	LONGITUD	
ROTACION (VISTA DESDE LADO COPLE)		CW ( )	CCW ( )	AMBAS ( )	
ACOPLAMIENTO:		DIRECTO ( )	BANDAS ( )	CADENAS ( )	

RODAMIENTO LADO COPLE:		RODAMIENTO OPUESTO AL COPLE:	
FABRICANTE:		FABRICANTE:	
TIPO/MODELO:		TIPO/MODELO:	
TAMAÑO:		TAMAÑO:	
TIPO DE LUBRICACION:		TIPO DE LUBRICACION:	
TIPO DE LUBRICANTE:	SAE No.	TIPO DE LUBRICANTE:	SAE No.
LUBRICACION POR NIEBLA:	SI ( )	NO ( )	

ACCESORIOS:

RESISTENCIAS CALEFACTORAS:	SI ( )	NO ( )	VOLTS	FASES	HZ	
DETECTOR DE VIBRACION:	( )	CANT. PUNTOS:	ALARMA ( )	DISPARO ( )	TIPO:	
DETECTOR DE MOVIMIENTO AXIAL:	( )	CANT. PUNTOS:	ALARMA ( )	DISPARO ( )	TIPO:	
DETECTOR TEMP. RODAMIENTOS:	( )	CANT. PUNTOS:	ALARMA ( )	DISPARO ( )	TIPO:	
DETECTOR TEMP. DEVANADOS:	( )	CANT. PUNTOS:	ALARMA ( )	DISPARO ( )	TIPO:	

CAJA DE CONEXIONES:	CANTIDAD:	MATERIAL:	
TAMAÑO:	NORMAL ( )	SOBREDIMENSIONADA ( )	DIMENSIONES:
PARA ALOJAR:	TUBOS CONDUIT	CANT.	TAMAÑOS:
CONOS DE ALIVIO: ( )	DETECTORES DE TEMPERATURA: ( )	DEVANADOS ( )	RODAMIENTOS ( )
PRUEBA DE RUTINA:	ATESTIGUADA: ( )	SI ( )	NO ( )

PRUEBA DE PROTOTIPO:	ATESTIGUADA:	( )	SI	( )	NO	( )
PRUEBAS ADICIONALES:	ATESTIGUADA:	( )	SI	( )	NO	( )
REPORTE DE PRUEBAS:						
DIAGRAMA DE CONEXIONES DE FUERZA Y CONTROL:		SI	( )	NO	( )	
DIBUJOS DE DIMENSIONES PARA:		APROBACION	( )	INFORMACION	( )	
OBSERVACIONES:						