



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

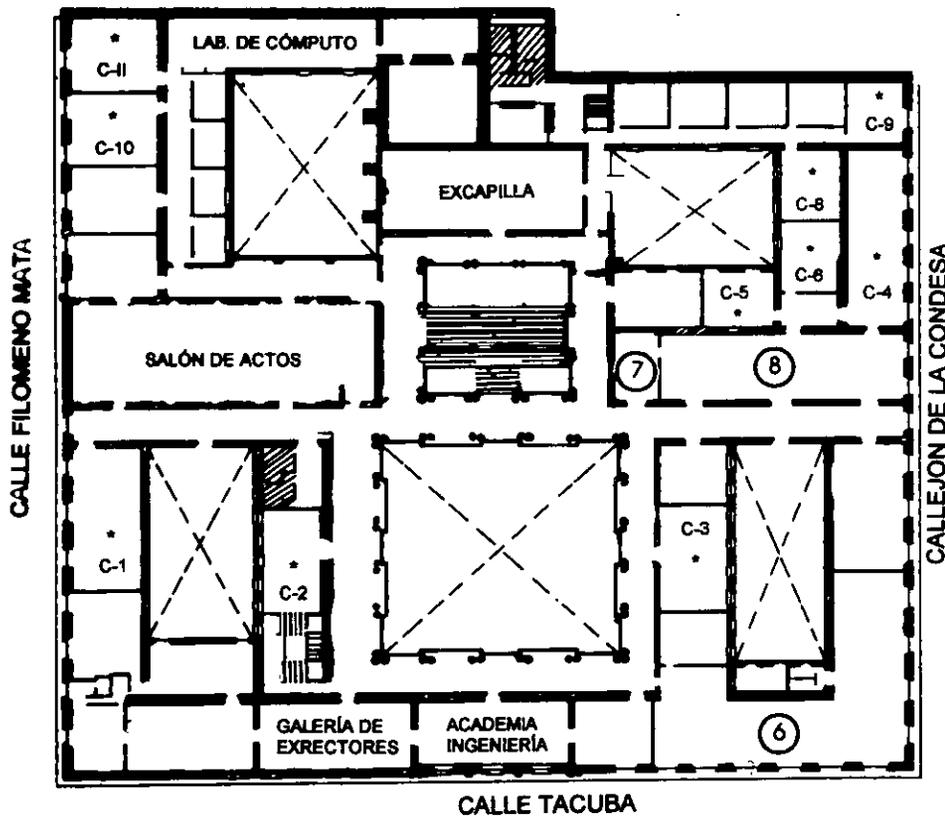
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

Atentamente

División de Educación Continua.

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
"ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS

1er. PISO

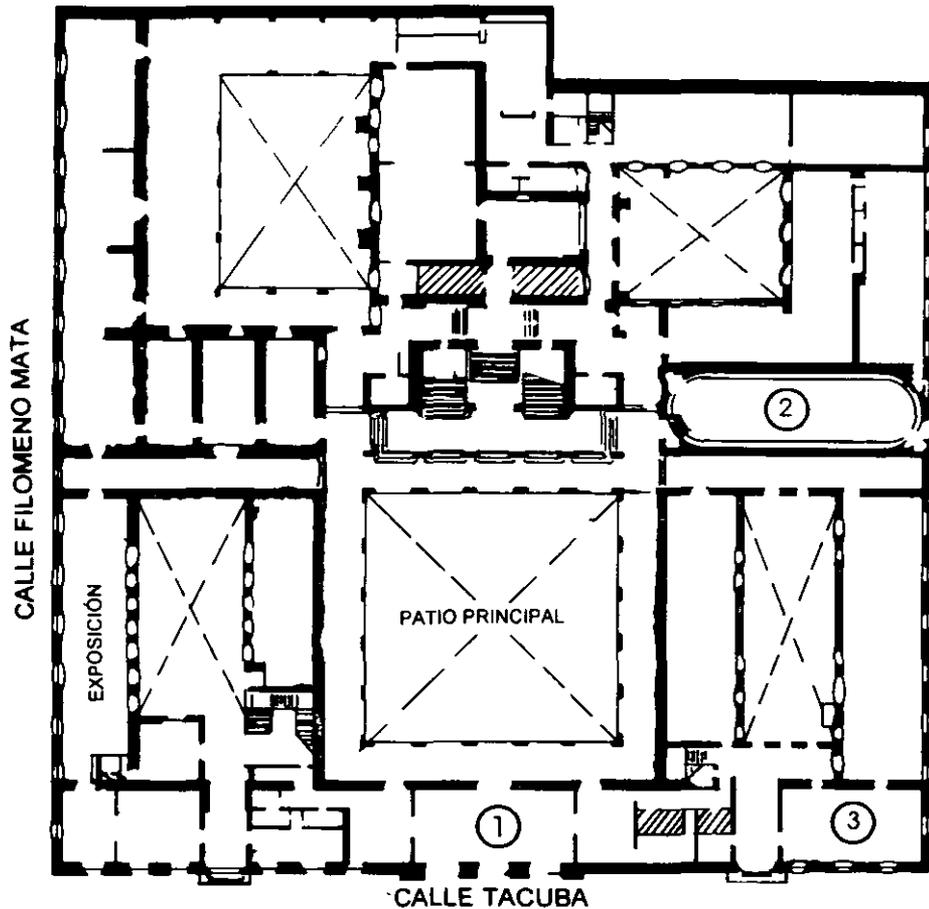


DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS

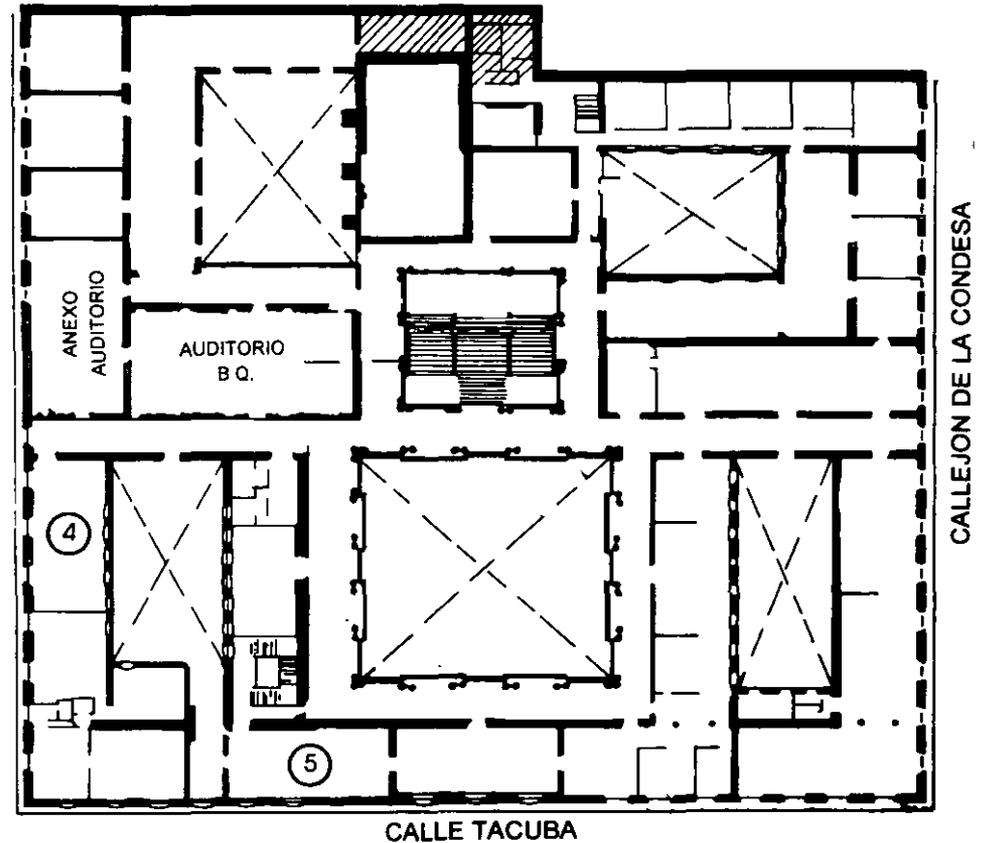
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES
COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO**

RESISTENCIA DE EQUIPO DE BOMBEO

Del 20 al 24 de septiembre de 1999.

Apuntes Generales

Ing. Bernardo Aguilar Calvo
Palacio de Minería
1999.

CLASES Y TIPOS DE BOMBAS.

Las bombas se clasifican según dos consideraciones generales diferentes:

- La que toma en consideración las características de movimiento de líquidos y
- La que se basa en el tipo o aplicación específica para los cuales se ha diseñado la bomba.

El uso de estos dos métodos de clasificación de bombas aun causa gran confusión.

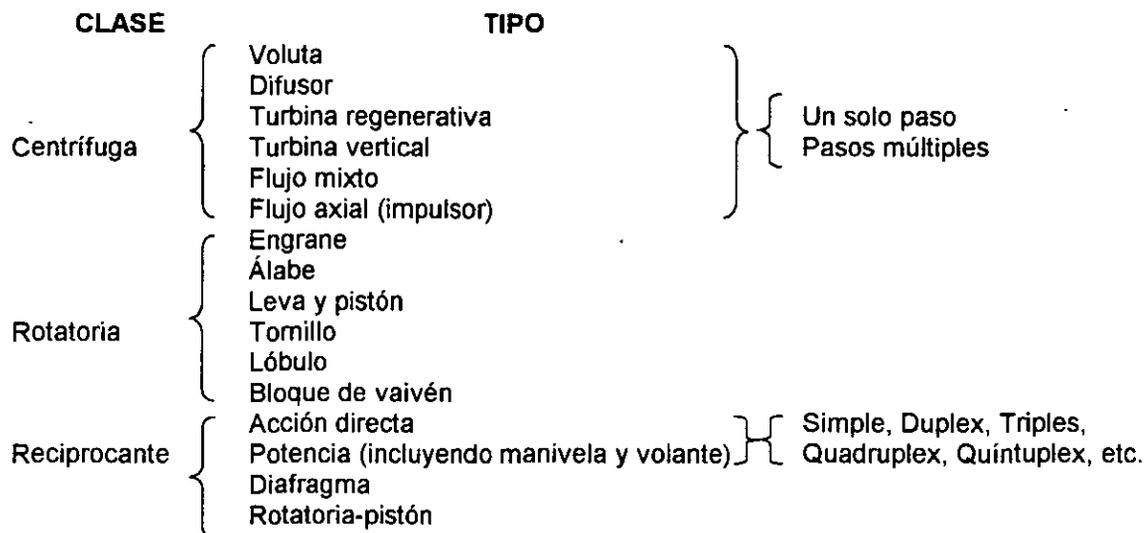


Figura 1.1. Tipos y clases de bombas.

La Figura 1.1 tiene por objeto aclarar mucho del misterio que circunda a los tipos y clases de bombas. Se le podría llamar un mapa del mundo de las bombas. Basándonos en las clasificaciones normales usadas mas frecuentemente, incorpora una buena cantidad de datos útiles en la selección y aplicación de bombas.

Hay tres clases de bombas en uso común: centrífugas, rotatorias y reciprocantes. Nótese que éstos términos se aplican solamente a la mecánica de movimiento del líquido y no al servicio para el que se ha diseñado una bomba. Esto es importante porque muchas bombas se construyen y venden para un servicio específico y, en el complejo problema de elegir la que tenga mejores detalles de diseño pueden perderse de vista los problemas básicos de clase y tipo.

Características generales.

La siguiente consideración es una exposición general de las características habituales para una clase dada de bomba. La Tabla 1.1 hace precisamente esto. Por ejemplo, para encontrar una bomba para manejar capacidades relativamente pequeñas de líquidos claros y limpios con una columna alta, hay que remitirse a la tabla. En cualquier problema de este tipo, hay que recordar que la columna de succión no debe exceder el límite máximo recomendado. La capacidad en litros por minuto (lpm), determina el tamaño de la bomba y afecta la elección de la clase de unidad. La naturaleza del fluido es también importante en la construcción de la bomba. Naturalmente, la columna es también un factor primordial.

La Tabla 1.1 indica que una bomba de movimiento alterno es adecuada para las condiciones generales de pequeña capacidad, alta columna y líquido limpio y claro. Luego, dependiendo de las necesidades, puede elegirse una bomba de tipo pistón o émbolo, de acción directa, de manivela o de potencia. Puede ser simple, doble, triple, o tener un número mayor de cilindros.

Una vez que se han definido estos puntos, hay que estudiar los detalles de la válvula de la bomba, materiales de construcción, motor, etc. En general, se encontrará que los detalles de la bomba se encuentran sujetos en gran parte a los requisitos de aplicación, así, el arreglo particular de una bomba centrífuga puede depender tanto de la tubería, espacio y condiciones de trabajo como de otros factores existentes. El motor elegido para la bomba puede estar determinado por la velocidad de la bomba, balance de calor de la planta, disponibilidad de energía o costo de un combustible particular en el área. Pero nuevamente estos son detalles que habrán de decidirse después de encontrar una bomba adecuada a las condiciones hidráulicas que deben satisfacerse. Y la clave para obtener los requisitos hidráulicos es el tipo y clase adecuados de la bomba.

Cuando dos o más unidades pueden satisfacer las necesidades hidráulicas, el estudio puede avanzar un paso más para determinar cual es la mejor bomba para la instalación. La planta puede requerir un bajo costo inicial para la unidad, larga vida, o bien, máxima economía de operación. Normalmente, estas condiciones no se encuentran

simultáneamente, de manera que debe decidirse cuál es la más importante para la instalación que se está considerando.

	Centrífuga		Rotatoria	Reciprocante		
	Voluta y Difusor	Flujo axial	Tornillo y engrane	Vapor de acción directa	Doble acción	Triplex
Tipo de descarga	Continua	Continua	Continua	Pulsante	Pulsante	Pulsante
Máxima elevación normal de la succión (m)	4.50	4.50	6.60	6.60	6.60	6.60
Líquidos que maneja	Limpio, claro; sucio, abrasivo; líquidos con alto contenido de sólidos		Viscoso no abrasivo	Limpio y claro		
Variación de la presión de descarga	Baja a alta		Media	Pequeña a la máxima que se produce		
Región de capacidad habitual	Pequeña a la mayor obtenible		Pequeña a media	Relativamente pequeña		
Cómo una columna aumentada afecta:						
Capacidad	Disminuye		Nada	Disminuye	Nada	Nada
Potencia de entrada	Depende de la velocidad específica		Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Como una columna disminuida afecta:						
Capacidad	Aumenta		Nada	Pequeño aumento	Nada	Nada
Demanda de potencia	Depende de la velocidad específica		Disminuye	Disminuye	Disminuye	Disminuye

Tabla 1.1 Características de bombas.

ACCIÓN DE LA BOMBA CENTRÍFUGA.

Bombas de Tipo Voluta.

Aquí (Figura 1.2), el impulsor descarga en una caja espiral que se expande progresivamente, proporcionada en tal forma que la velocidad del líquido se reduce en forma gradual. Por este medio, parte de la energía de velocidad del líquido se convierte en presión estática.

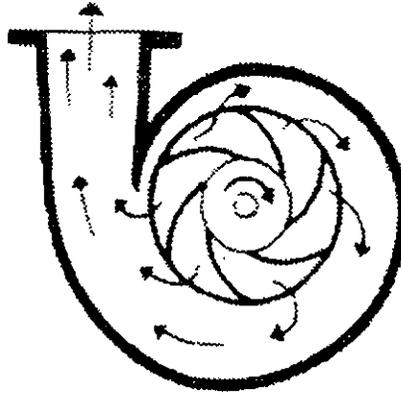


Figura 1.2. La voluta de la bomba convierte la energía de la velocidad del líquido en presión estática.

Bombas de Tipo Difusor.

Los álabes direccionales estacionarios (Figura 1.3) rodean al rotor o impulsor en una bomba del tipo de difusor. Estos pasajes con expansión gradual cambian la dirección del flujo del líquido y convierten la energía de velocidad a columna de presión.

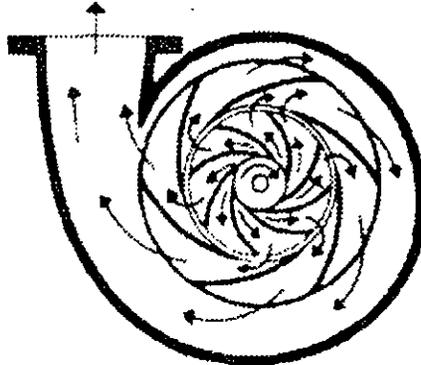


Figura 1.2. La voluta de la bomba convierte la energía de la velocidad del líquido en presión estática.

Bombas de Tipo Turbina.

También se conocen como bombas de vórtice, periféricas y regenerativas; en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas dentro del canal anular en el que gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía (Figura 1.4). Las bombas del tipo difusor de pozo profundo, se llaman frecuentemente bombas turbinas. Sin embargo, no se asemejan a la bomba turbina regenerativa en ninguna forma y no deben confundirse con ella.

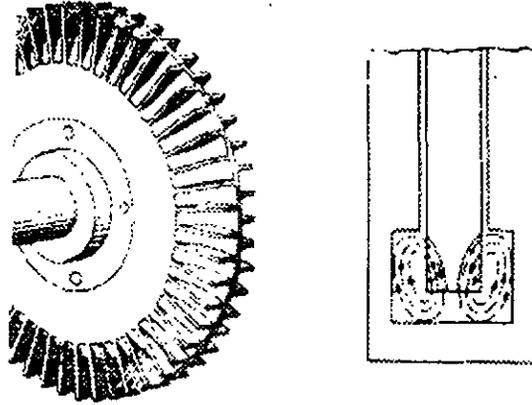


Figura 1.4. La bomba turbina aumenta la energía del líquido con impulsos sucesivos.

Tipos de Flujo Mixto y de Flujo Axial.

Las bombas de flujo mixto desarrollan su columna parcialmente por fuerza centrífuga y parcialmente por el impulsor de los álabes sobre el líquido (Figura 1.5). El diámetro de descarga de los impulsores es mayor que el de entrada.

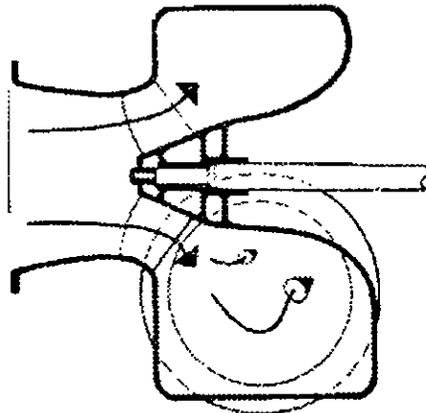


Figura 1.5. Las bombas de flujo mixto usan tanto la fuerza centrífuga como el impulso de los álabes sobre el líquido.

Las bombas de flujo axial desarrollan su columna por la acción de impulso o elevación de las paletas sobre el líquido (Figura 1.6). El diámetro del impulsor es el mismo en el lado de succión y en el de descarga. Una bomba de impulsor es un tipo de bomba de flujo axial.



Figura 1.6. Una bomba de impulsor desarrolla la mayor parte de su columna por la acción del álabe sobre el líquido.

BOMBAS ROTATORIAS.

Las bombas rotatorias, que generalmente son unidades de desplazamiento positivo, consisten de una caja fija que contiene engranes, aspas, pistones, levas, segmentos, tornillos, etc., que operan con un claro mínimo. En lugar de "aventar" el líquido como en una bomba centrífuga, una bomba rotatoria lo atrapa, lo empuja contra la caja fija en forma muy similar a como lo hace el pistón de una bomba recíprocante. Pero, a diferencia de una bomba de pistón, la bomba rotatoria descarga un flujo continuo. Aunque generalmente se les considera como bombas para líquidos viscosos, las bombas rotatorias no se limitan solo a este servicio. Pueden manejar casi cualquier líquido que esté libre de sólidos abrasivos. Incluso puede existir la presencia de sólidos duros en el líquido si una chaqueta de vapor alrededor de la caja de la bomba los puede mantener en condición fluida.

Bombas de leva y pistón.

También se llaman bombas de émbolo rotatorio, y consisten de un excéntrico con un brazo ranurado en la parte superior (Figura 2.1). La rotación de la flecha hace que el excéntrico atrape el líquido contra la caja. Conforme continúa la rotación, el líquido se fuerza de la caja a través de la ranura a la salida de la bomba.

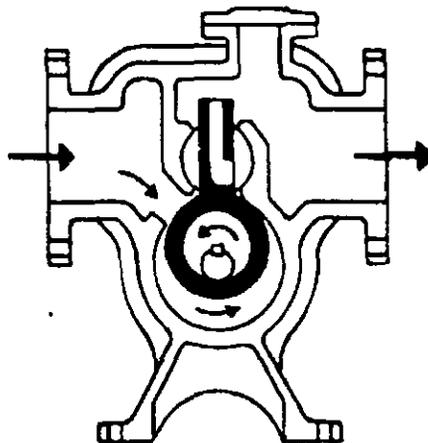


Figura 2.1. Bomba rotatoria de leva y pistón.

Bomba de engranes externos.

Éstas constituyen el tipo rotatorio mas simple. Conforme los dientes de los engranes se separan en el lado de succión de la bomba (Figura 2.2), el líquido llena el espacio entre ellos. Éste se conduce en trayectoria circular hacia fuera y es exprimido al engranar nuevamente los dientes. Los engranes pueden tener dientes simples, dobles o de involuta. Algunos diseños tienen agujeros de flujo radiales en el engrane loco, que van de la corona y del fondo de los dientes a la perforación interna. Éstos permiten que el líquido se comuniqué de un diente al siguiente, evitando la formación de presiones excesivas que pudiesen sobrecargar las chumaceras y causar una operación ruidosa.

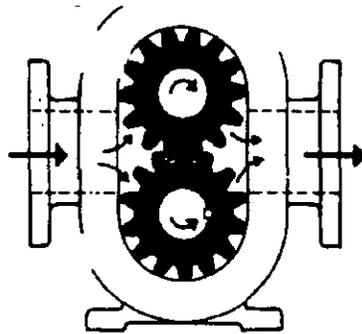


Figura 2.2. Bomba rotatoria de engranes externos.

Bombas de engrane interno.

Este tipo (Figura 2.3) tiene un rotor con dientes cortados internamente y que encajan en un engrane loco, cortado externamente. Puede usarse una partición en forma de luna creciente para evitar que el líquido pase de nuevo al lado de succión de la bomba.

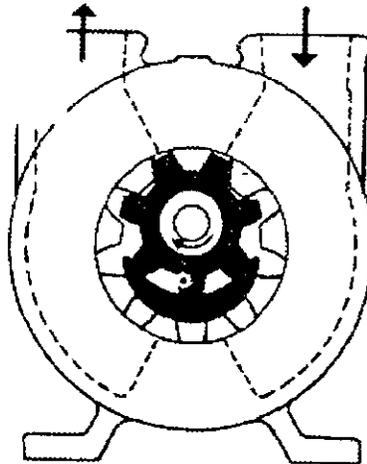


Figura 2.3. Bomba de engranes internos.

Bombas lobulares.

Éstas se asemejan a las bombas del tipo de engranes en su forma de acción, tienen dos o mas rotores cortados con tres, cuatro o más lóbulos en cada rotor (Figura 2.4 a 2.6). Los rotores se sincronizan para obtener una rotación positiva por medio de engranes externos. Debido a que el líquido se descarga en un número mas reducido de cantidades mayores que en el caso de la bomba de engranes, el flujo del tipo lobular no es tan constante como en la bomba del tipo de engranes. Existen también combinaciones de bombas de engrane y lóbulo.

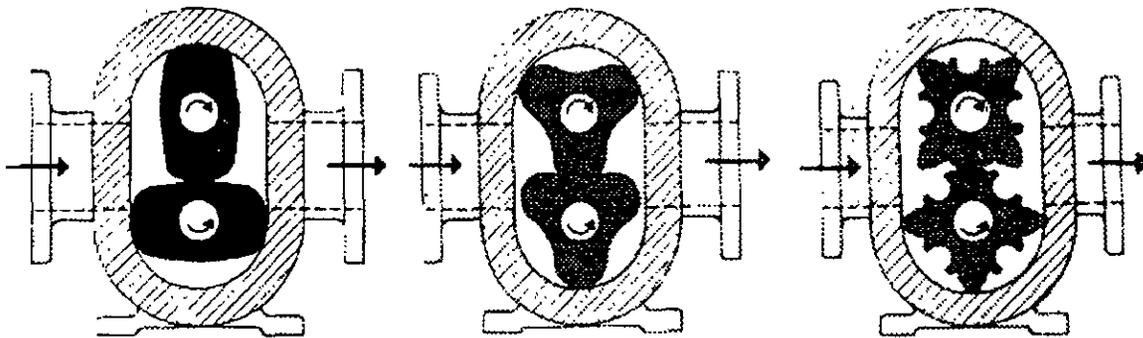


Figura 2.4. Bomba rotatoria de dos lóbulos.

Figura 2.5. Bomba rotatoria de tres lóbulos.

Figura 2.6. Bomba rotatoria de cuatro lóbulos.

Bombas de tornillo.

Estas bombas (Figuras 2.7 a 2.9) tienen de uno a tres tornillos roscados convenientemente que giran en una caja fija. Existe un gran número de diseños apropiados para varias aplicaciones.

Las bombas de un solo tornillo tienen un rotor en forma espiral que gira excéntricamente en un estator de hélice interna o cubierta. El rotor es de metal y la hélice es generalmente de hule duro o blando, dependiendo del líquido que se maneje.

Las bombas de dos y tres tornillos tienen uno o dos engranes locos, respectivamente, el flujo se establece entre las roscas de los tornillos, y a lo largo del eje de los mismos. Pueden usarse tornillos con roscas opuestas para eliminar el empuje axial en la bomba.

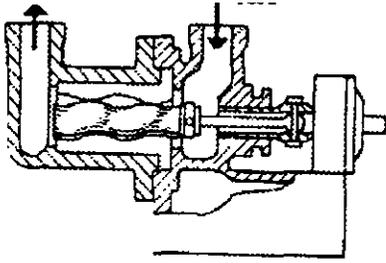


Figura 2.7. Bomba de un tornillo.

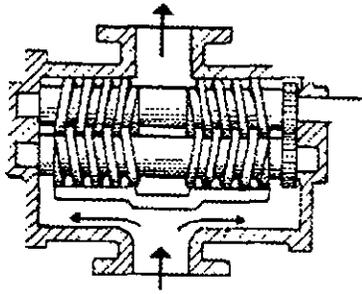


Figura 2.8. Bomba de dos tornillos.

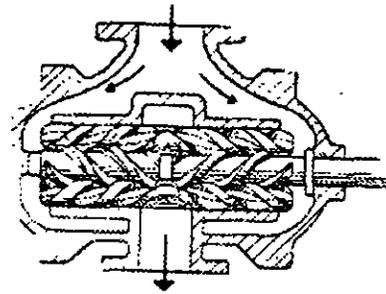


Figura 2.9. Bomba de tres tornillos.

Bombas de Aspas.

Las bombas de aspas oscilantes (Figura 2.10) tienen una serie de aspas articuladas que se balancean conforme gira el rotor, atrapando el líquido y forzándolo en el tubo de descarga de la bomba. Las bombas de aspas deslizantes (Figura 2.11) usan aspas que presionan contra la carcasa por la fuerza centrífuga cuando gira el rotor. El líquido atrapado entre las dos aspas se conduce y fuerza hacia la descarga de la bomba.

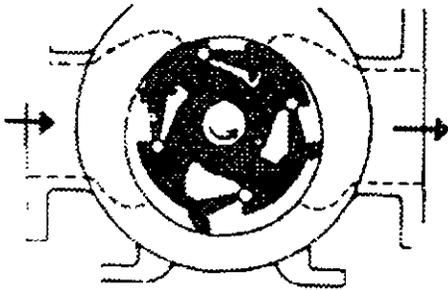


Figura 2.10. Bomba de paletas oscilantes

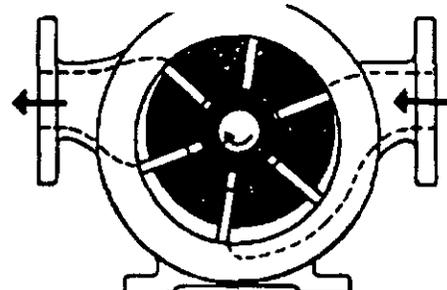


Figura 2.11. Bomba de paletas deslizantes

BOMBAS RECIPROCANTES

Las bombas reciprocantes son unidades de desplazamiento positivo que descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera. Sin embargo, no todo el líquido llega necesariamente al tubo de descarga debido a escapes o arreglo de pasos de alivio que puedan evitarlo. Despreciando éstos, el volumen del líquido desplazado en una carrera del pistón o émbolo es igual al producto del área del pistón por la longitud de la carrera.

Existen básicamente dos tipos de bombas reciprocantes: las de acción directa, movidas por vapor, y las bombas de potencia. Sin embargo, existen muchas modificaciones de los diseños básicos, construidas para servicios específicos en diferentes campos. Algunas se clasifican como bombas rotatorias por los fabricantes, aunque en realidad utilizan el movimiento recíprocante de pistones o émbolos para asegurar la acción del bombeo.

Bombas de acción directa.

En este tipo, una varilla común de pistón conecta un pistón de vapor y uno de líquido (Figura 3.1) o émbolo (Figura 3.3). Las bombas de acción directa se construyen, *simplex* (un pistón de vapor y un pistón de líquido, respectivamente), y *duplex* (dos pistones de vapor y dos de líquido). Los extremos compuestos de triple expansión, que fueron usados en alguna época, no se fabrican ya como unidades normales.

Las bombas de acción directa horizontales *simplex* y *duplex*, han sido por mucho tiempo muy apreciadas para diferentes servicios, incluyendo alimentación de calderas en presiones de baja a mediana, manejo de lodos, bombeo de aceite y agua y muchos otros. Se caracterizan por la facilidad de ajuste de columna, velocidad y capacidad. Tienen buena eficiencia a lo largo de una extensa región de capacidades. Las bombas de émbolo (Figura 3.3) se usan generalmente para presiones más altas que los tipos de pistón (Figura 3.1 y 3.2). Al igual que todas las bombas reciprocantes, las unidades de acción directa tienen un flujo de descarga pulsante.

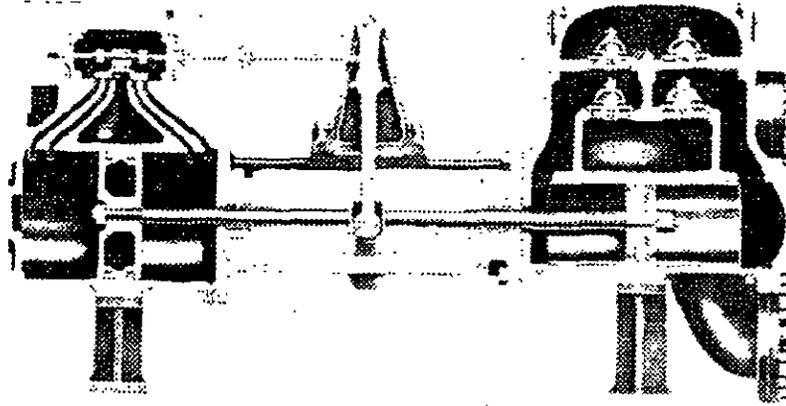


Figura 3.1. Bomba horizontal de pistones dobles de acción directa. El extremo de vapor está a la izquierda; el extremo del líquido a la derecha.

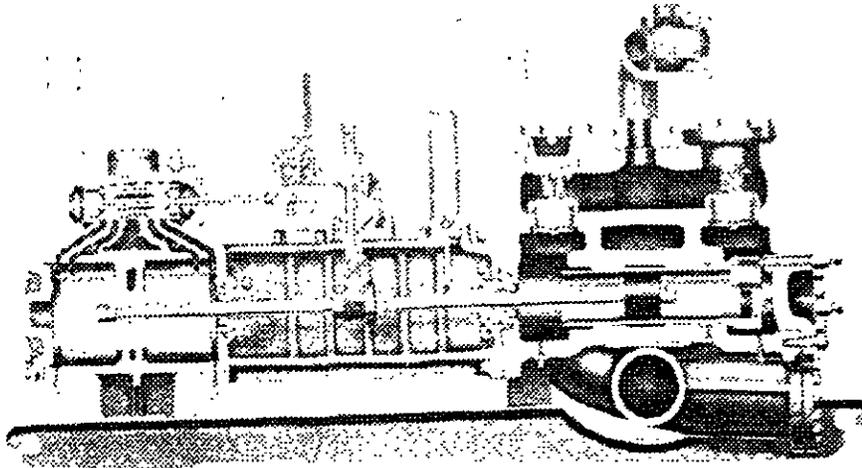


Figura 3.2. Bomba de vapor para lodo, con extremo líquido del tipo de cámara con cilindro dividido y con múltiple succión en la parte inferior del cilindro del líquido.

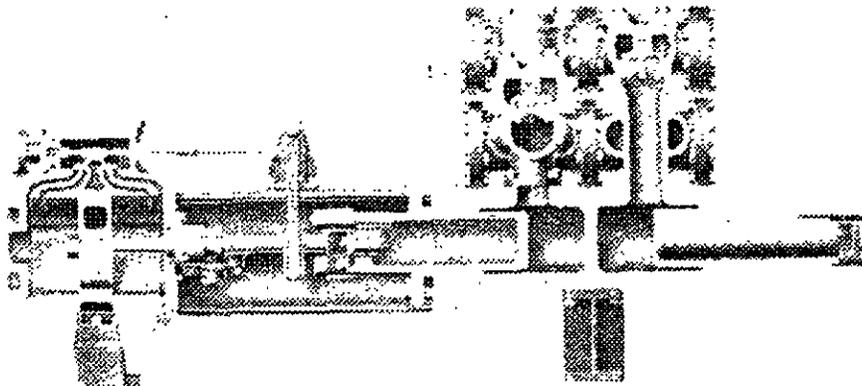


Figura 3.3. Bomba horizontal duplex de émbolo del tipo de válvula de cámara con empaque extremo exterior; los émbolos están unidos por varillas de unión.

Bombas de potencia.

Éstas (Figuras 3.4 a la 3.6) tienen un cigüeñal movido por una fuente externa, generalmente un motor eléctrico, banda o cadena. Frecuentemente se usan engranes entre el motor y el cigüeñal para reducir la velocidad de salida del elemento motor.

Cuando se mueve a velocidad constante, las bombas de potencia proporcionan un gasto casi constante para ampliar variación de columna, y tienen buena eficiencia. El extremo líquido, que puede ser del tipo de pistón o émbolo, desarrollará una presión elevada cuando se cierre la válvula de descarga. Por esta razón, es práctica común el proporcionar una válvula de alivio para descarga, con objeto de proteger la bomba y su tubería. Las bombas de acción directa, se detienen cuando la fuerza total en el pistón del agua iguala a la del pistón de vapor; las bombas de potencia desarrollan una presión muy elevada antes de detenerse. La presión de parados es varias veces la presión de descarga normal de las bombas de potencia.

Las bombas de potencia se encuentran particularmente bien adaptadas para servicios de alta presión y tienen algunos usos en la alimentación de calderas, bombeo en líneas de tubería, proceso de petróleo y aplicaciones similares.

Las bombas de potencia de tipo manivela volante en los primeros diseños, eran generalmente movidas por vapor. En el presente, sin embargo, es mas común el movimiento con motor eléctrico o combustión interna debido a que este arreglo da una instalación mas económica y compacta, además de requerir menor mantenimiento. Las bombas de potencia del tipo émbolo de alta presión pueden ser horizontales o verticales (Figuras 3.5 y 3.6). Generalmente se usan para prensas hidráulicas, procesos de petróleo y servicios similares. Sin embargo, hay otros diseños que también encuentran uso para los mismos servicios. La Figura 3.6 muestra una bomba de potencia del tipo de pistón. Las bombas de potencia de alta presión son generalmente verticales, pero también se construyen unidades horizontales.

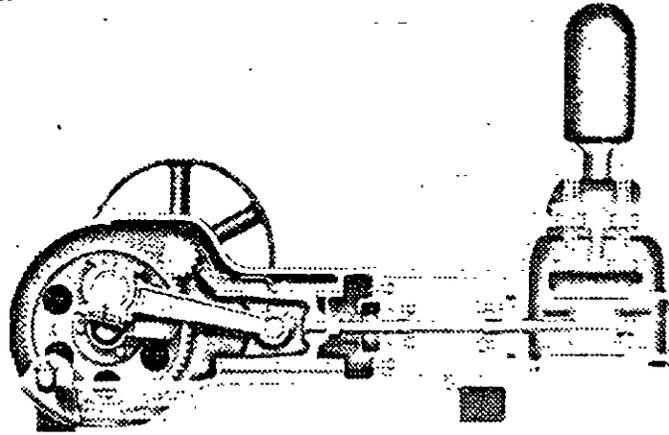


Figura 3.4. Bomba horizontal de potencia simple, movida por un piñón engranado a un cigüeñal, tienen válvulas de succión y descarga del tipo de disco.

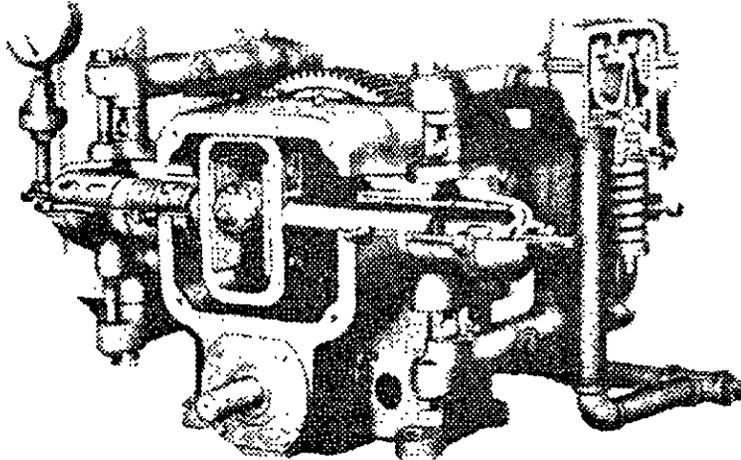


Figura 3.5. Bomba duplex de émbolo horizontal para presiones altas, movidas por motor con engrane y piñón. Los yugos mueven los émbolos.

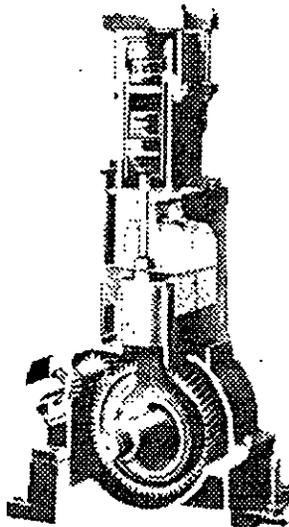


Figura 3.6. Bomba de potencia vertical de acción simple, tienen flecha de piñón para mover el cigüeñal.

Bombas del Tipo de Diafragma.

La bomba combinada de diafragma y de pistón en la Figura 3.12 generalmente solo se usa para capacidades pequeñas. Las bombas de diafragma (Figuras 3.13 a 3.15) se usan para gastos elevados de líquidos, ya sea claros o conteniendo sólidos. También son apropiadas para pulpas gruesas, drenajes, lodos, soluciones ácidas y alcalinas, así como mezclas de agua en sólidos que puedan ocasionar erosión. Un diafragma de material flexible no metálico puede soportar mejor la acción corrosiva o erosiva que las partes metálicas de unas bombas reciprocantes. La bomba de rocío de diafragma de alta velocidad y pequeño desplazamiento de la figura 3.16 está provista de una succión del tipo discoidal y válvula de descarga. Ha sido diseñada para manejar productos químicos.

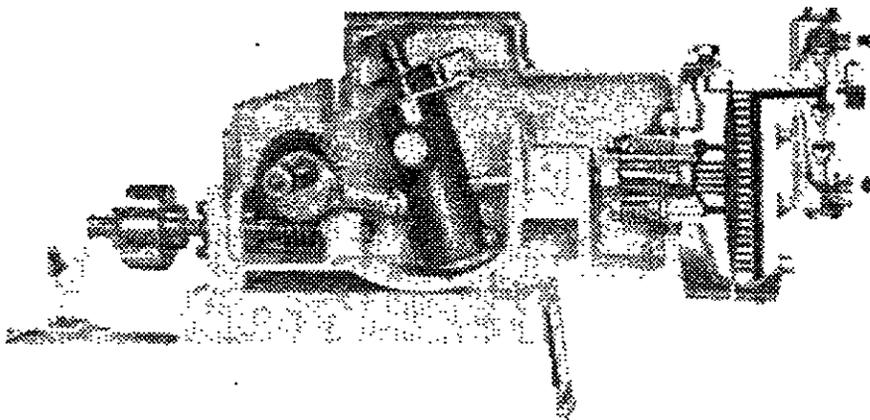


Figura 3.12. Unidad de pistón y diafragma para bombeo de volumen controlado que se usa aceite para la acción del diafragma que bombea el líquido.

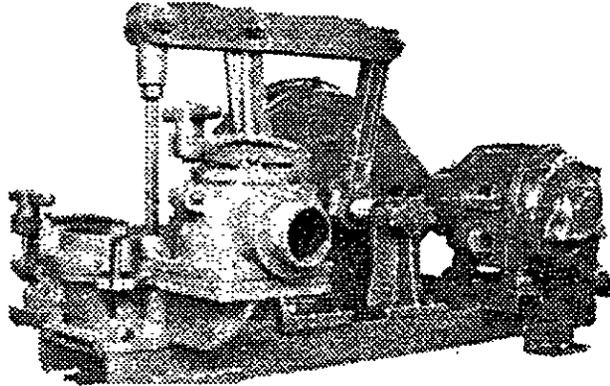


Figura 3.13. bomba de diafragma de succión de bola y válvulas de descarga movida por motor mediante un eje.

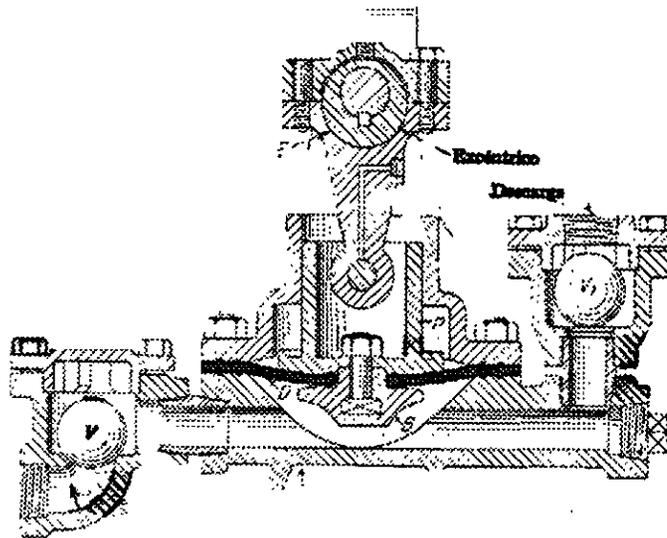


Figura 3.14. Bomba de diafragma tipo de presión movimiento de potencia con válvula de descarga y succión de bola dentro de la cámara de bombeo.

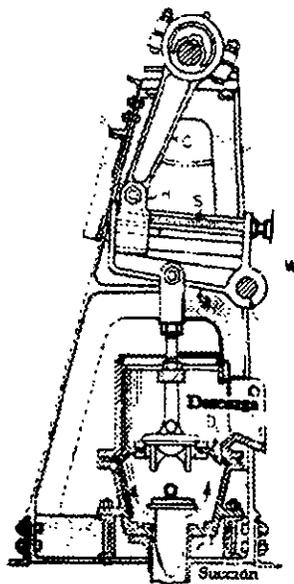


Figura 3.15. La salida de esta bomba puede ajustarse durante la operación.

SUMINISTRO DE AGUA.

A la fecha, Estados Unidos, extrae mas de 756,000,000,000 litros de agua cada 24 horas, de sus recursos. Las bombas mueven prácticamente la totalidad de esta agua. De este total, se estima que 302,000,000,000 de litros es la empleada por la industria. La escasez reciente de agua en los últimos años ha llamado la atención a las fuentes y uso del agua. La selección correcta de una bomba y su aplicación son factores principales para asegurarse los mejores resultados para el aprovechamiento de las fuentes nuevas y existentes.

Fuentes de agua dentro de la tierra.

El agua que se bombea de pozos debajo de la superficie de la tierra suministra alrededor del 25% de la cantidad total que se usa diariamente en los Estados Unidos. El resto viene de fuentes de superficie. En plantas industriales, alrededor del 13.5% del agua que se usa viene de pozos, 19.8% viene de suministros públicos de agua, y el 66.7% viene de fuentes de superficies. El agua salada constituye alrededor del 21.3% de las tomas de aguas industriales. Es importante hacer notar que el 52.6% del total del agua industrial se recircula para usarse de nuevo. Puesto que las bombas de diseño algo especializado se usan para pozos de agua, los suministros de agua subterráneos se analizarán primero.

Pozos profundos.

Las bombas del tipo difusor de varios pasos (Figura 4.1) se usan mucho para servicios de pozos profundos. Las unidades de este diseño general se llaman comúnmente bombas turbinas verticales. No deben confundirse con bombas de turbina regenerativas.

Las bombas turbinas verticales pueden ser lubricadas por aceite o por agua. Cuando se tienen chumaceras lubricadas por aceite se usa un tubo de cubierta de flecha. El líquido manejado por la bomba sirve como lubricante en las bombas lubricadas por agua (Figura 4.1). En éstas no se necesita flecha, por lo que se conoce como bomba de flecha descubierta. Las bombas turbinas verticales pueden ser movidas por motores eléctricos, turbinas de vapor o máquinas de gasolina o diesel. Las bombas lubricadas por agua se usan cuando se requiere agua absolutamente libre de aceite o cuando algunos cuerpos

reguladores deciden que hay una probabilidad remota de que el aceite que se usa para lubricación pueda contaminar el agua bombeada. Hay sin embargo, defensores oficiales de ambos tipos de construcción.



Figura 4.1. Bomba turbina vertical para pozo profundo y poco profundo lubricada por agua, de tres pasos, movida por motor eléctrico.

Las bombas turbinas verticales de pozo profundo se fabrican comúnmente para pozos perforados de 153 mm de diámetro y mayores. En muchas áreas el diámetro mas económico para un pozo perforado es de 30 mm, pero los tamaños intermedios son populares en instalaciones industriales y municipalidades pequeñas. Se han construido bombas hasta 760 mm de diámetro y las hay disponibles en el mercado. Además de agua, éstas bombas pueden manejar aceite, líquidos volátiles, químicos, etc.

Las bombas de varios pasos para servicio de pozos profundos desarrollan columnas de mas de 460 m y manejan gastos hasta de 1,900 lps. El número de pasos elegido depende de la columna que deba desarrollarse, siendo la elevación de presión en cada paso. Las bombas de alta columna pueden tener 20 o más pasos, pero la mayor parte de las unidades que se usan hoy en día tienen generalmente menos.

Los impulsores son generalmente cerrados o semiabiertos. Los difusores (Figura 4.1) se extienden hacia arriba en los tazones de la bomba. Para las condiciones promedio del agua, los materiales que se usan para el impulsor, incluyen bronce, hierro de fundición gris

de grano fino, hierro de alto níquel y hierro esmaltado con porcelana. Los tazones revestidos con porcelana también se fabrican pero no se usan extensamente debido a que el impulsor está sujeto a mayor acción de corte que los tazones. Nótese que el ademe del pozo no es parte de la bomba.

Bombas de motor sumergido.

En este diseño (Figura 4.2) una bomba centrífuga del tipo difusor, vertical, se monta directamente sobre un motor de pequeño diámetro que opera sumergido en el agua del pozo en todo tiempo. La tubería de descarga, llamada también tubo de columna o elevador, soporta el peso de la bomba y el motor. Los motores usados con bombas de este tipo, se diseñan para gran servicio sin atención. En caso de una falla en el motor, debe extraerse toda la bomba del pozo. Esto es una desventaja en pozos extremadamente profundos.

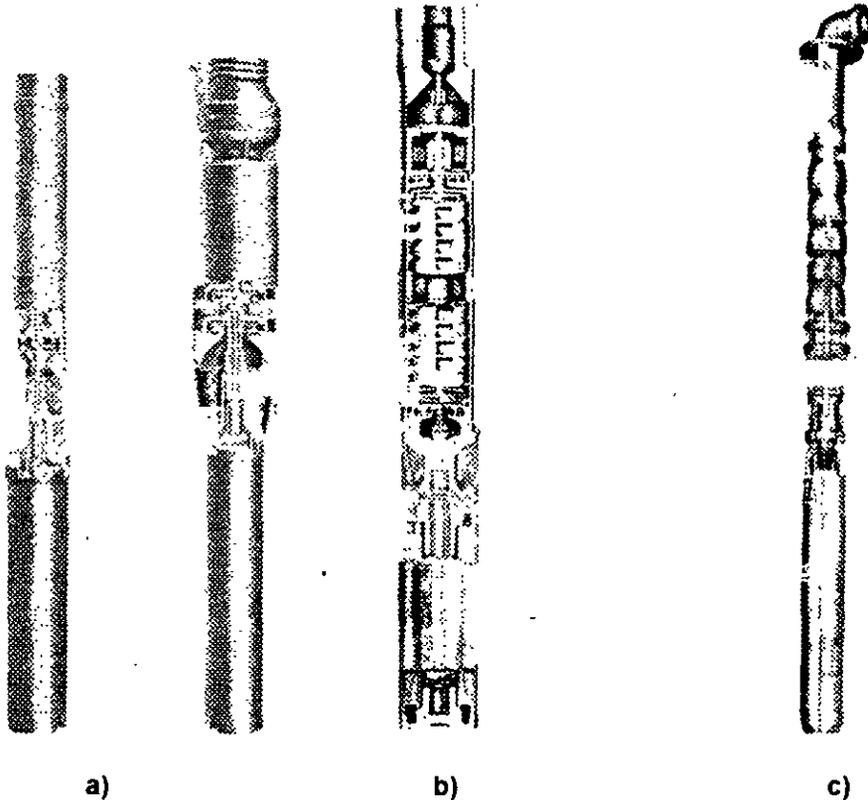


Figura 4.2. a) y b). Bombas de pozo profundo pequeñas, de motor sumergible.

Figura 4.2. c) Bomba grande de motor sumergible

Muchas bombas de motor sumergido se construyen para columnas de hasta 3,660 metros, y capacidad de 25 lps a temperaturas del líquido de 132° C. algunas bombas mayores de este tipo tienen mas de 300 pasos. Muchas bombas de motor sumergido de varios diseños se usan a la fecha tanto para pozos poco profundos como profundos, especialmente para cuando el pozo está chueco. Con todas las bombas de este tipo, es necesaria una conexión de lubricación entre el motor y la superficie, así como un cable de energía.

Bombas de eyector.

Éstas (Figura 4.3) combinan una bomba centrífuga de un solo paso en la parte superior del pozo, boquilla de chorro, o eyector localizado en la pantalla de succión del pozo. Una parte del agua descargada por la bomba fluye hacia abajo, y a través del eyector, en donde coopera para mejorar el flujo que va a la bomba, subiendo por el tubo de descarga.

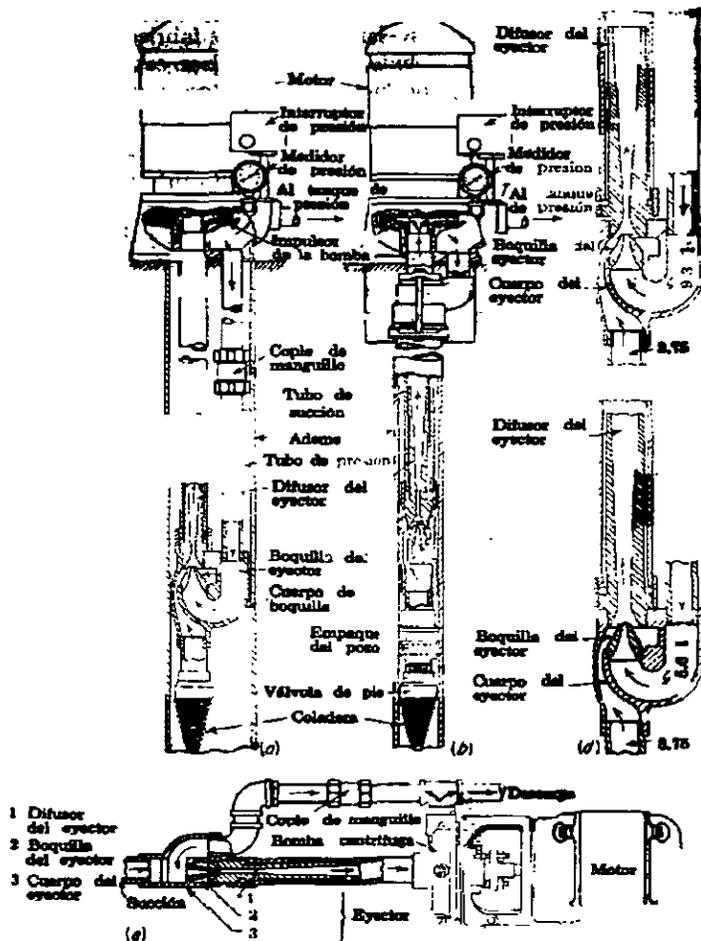


Figura 4.3. Tipos de bombas de eyector: a) de dos tubos, b) de un tubo, c) alta columna, baja capacidad, d) baja columna, alta capacidad, e) eyector conectado cerca de la bomba

Para pozos de poca profundidad, con una elevación de menos de 7.60 metros, el eyector se coloca generalmente sobre la superficie, en la carcasa de la bomba, en lugar del pozo. Esto permite un mantenimiento más fácil. Para profundidades mayores el eyector se encuentra en el pozo y la bomba, que puede ser horizontal o vertical en la superficie.

Las bombas de eyector están más adecuadas para elevación de 7.60 metros o más, con capacidades hasta 3.16 lps de descarga neta (= capacidad de la bomba – cantidad usada en el chorro). Son comunes las elevaciones hasta 38 metros, y algunas bombas operan con elevaciones de 45.7 metros. En general, la eficiencia de una bomba de eyector en elevaciones altas es reducida. Hay otros diseños mejores para servicios de columnas altas.

Bombas de rotor helicoidal.

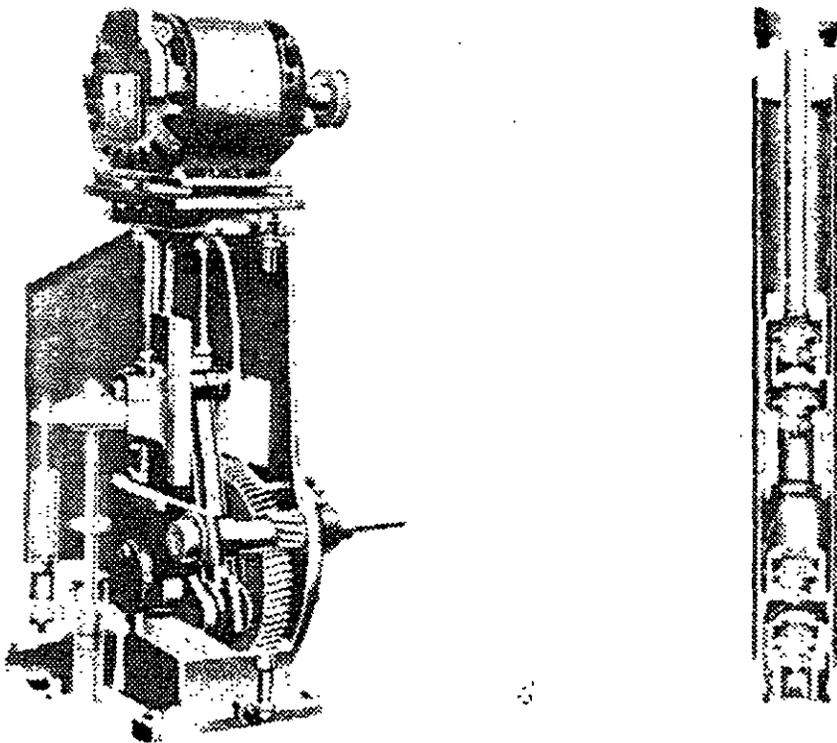
Éstas se asemejan a las bombas turbinas lubricadas por agua, excepto en el extremo líquido y su conexión a la flecha. En lugar de un impulsor, la bomba está provista con un rotor helicoidal que opera en un estator bihelicoidal (Figura 4.4). El agua atrapada en las depresiones del estator se desplaza positivamente por el contacto móvil continuamente hacia arriba del estator con el rotor. Un tubo de transmisión flexible arriba del rotor amortigua los efectos de los movimientos del rotor y el estator. Las unidades de este tipo se diseñan para pozos profundos y capacidades de 32 a 210 lps y columnas hasta de 305 metros. Se usan pozos perforados con diámetros internos de 10 cm o más.



Figura 4.4. Bomba de pozo profundo de rotor helicoidal

Bombas reciprocantes.

Se usan a la fecha relativamente pocas bombas reciprocantes en pozos industriales, ya que varios tipos de bombas centrífugas obtenibles se adaptan mejor a este servicio. La Figura 4.5 muestra los componentes de una bomba reciprocante moderna para el suministro de agua. La cabeza de bombeo (Figura 4.5 a) puede usarse con muchos tipos de extremos líquidos, algunos de los cuales se muestran en la Figura 4.5 b. El extremo líquido de doble acción se localiza en el pozo, por debajo de la superficie del agua. Las bombas de pozo reciprocante se construyen en capacidades de 19 lps y columnas de alrededor de 240 metros de agua.



a) Cabeza de bombeo

Figura 4.5.

b) Cilindro de doble acción

Fuentes superficiales de agua.

El suministro de agua de fuentes superficiales cubre las 2/3 partes de agua que se usa en la industria. Las bombas turbinas verticales de acoplamiento estrecho (Figura 4.6), encuentran muchas aplicaciones actualmente en ese servicio. Éstas se asemejan a las bombas turbinas verticales, pero generalmente están diseñadas para instalaciones mas

reducidas. Estas unidades se usan para bombeo de lagos, ríos, lagunas, pozos, sumideros, etc. en donde se requiere un gasto de pequeño a mediano con presión alta. Las capacidades en una línea llegan hasta 1,890 lps, columnas hasta 456 metros.

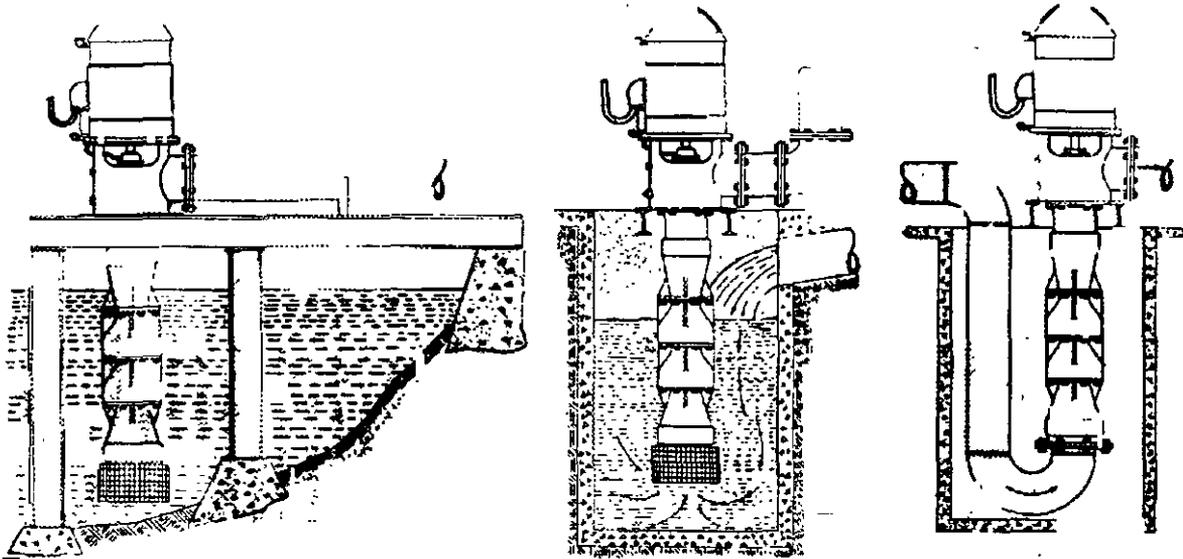


Figura 4.6. Instalaciones típicas de bombas turbinas verticales directamente acopladas, para agua de salida, sumidero abierto y servicio de elevación.

Para gastos medianos a grandes y a presión mediana, se usan frecuentemente bombas de flujo mixto verticales. Estas se construyen para operar a velocidades de 400 a 1,750 rpm para entregar 32 a 6,300 lps a columnas de 6.1 a 30 metros. Este tipo, generalmente tiene una velocidad específica de entre 143 y 307, es ideal para manejar agua de superficie, de ríos, lagos y otras fuentes. Está excepcionalmente bien adaptada para las aplicaciones que requieren una capacidad demasiado grande para la bomba de turbina vertical y una presión demasiado alta para la bomba de impulsor. Ésta llena pues, el espacio entre la turbina vertical y la bomba de impulsores.

Las bombas de impulsores manejan gastos de mas de 12,600 l/s y con columnas de 0.3 a unos 15 metros. La velocidad específica es superior a 307.

Bombas de Aplicación General.

Éstas son frecuentemente bombas centrífugas del tipo voluta con aditamentos de bronce de un solo paso horizontales, diseñadas para manejar líquidos limpios y fríos a temperaturas ambiente o moderadas. Encuentran gran número de aplicaciones en suministro de agua, particularmente para aguas de superficie.

Las bombas centrífugas de acoplamiento estrecho montadas en el extremo y del tipo de cuna para suministros de aguas y servicios generales, aumentan en popularidad. Este diseño (Figura 4.7) permite la separación completa del extremo líquido de la bomba y de las chumaceras. Permite el mantenimiento fácil sin intervenir la tubería y usa solamente una caja de empaque o sello mecánico. Estas unidades son generalmente del tipo de voluta de un solo paso, pero también existen unidades del tipo voluta de dos pasos. Las capacidades ascienden a 177 lps, columnas a 175 metros.

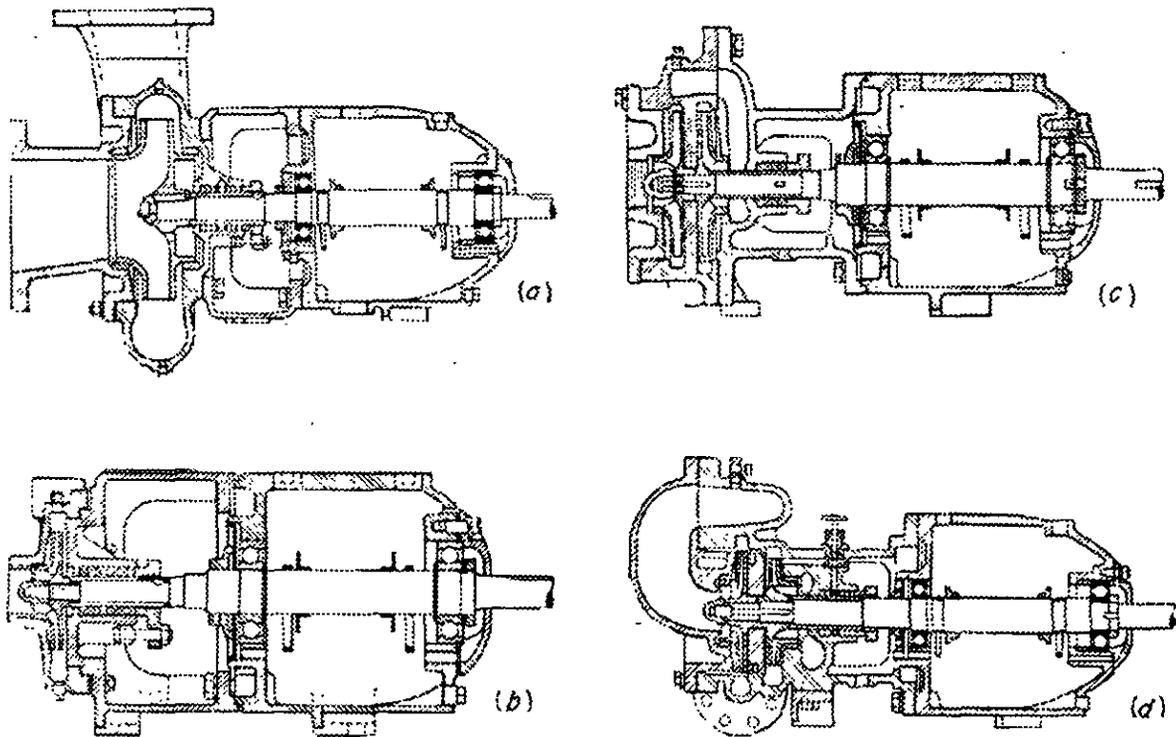


Figura 4.7. Bombas de uso general montaje de cuna. a) y b) Bombas de un solo paso. c) y d) Bombas de dos pasos

Suministro de aguas municipales.

En instalaciones municipales se utilizan los mismos tipos de bombas descritos antes para suministro de agua a las industrias. Igual que las bombas de servicio industriales, se emplea una gran variedad de primo motores. Los motores eléctricos son los más comunes, siguiéndoles las máquinas de combustión interna, particularmente las unidades de gas de atarjea, en instalaciones municipales. También se usan las turbinas de vapor. La Tabla 4.1 proporciona los requisitos de agua de ciudades y poblaciones típicas. Cuando se eligen bombas para suministro municipal de agua, es conveniente prever futuros crecimientos en la elección de la tubería y equipo.

Suministro de agua a construcciones.

Los edificios comerciales, industriales y residenciales requieren frecuentemente una o más bombas para auxiliar la presión del suministro de la ciudad a un nivel adecuado. Las bombas centrífugas se usan casi invariablemente para este servicio. Pueden usarse tres tipos de sistema dentro del edificio para alimentar los distintos accesorios:

- Tanques elevados
- Sistemas neumáticos
- Sistemas sin tanque.

Un tanque elevado se usa frecuentemente cuando el gasto requerido es mayor de 6.3 l/s. La capacidad del tanque es generalmente de 320 a 800 veces la capacidad de la bomba en l/s. Los sistemas neumáticos se usan cuando un tanque elevado es inadecuado o cuando la capacidad requerida es menor de 6.3 l/s. Los sistemas sin tanque son muy comunes en edificios pequeños y en los que la demanda de agua es pequeña, o bien donde la presión del agua del edificio es excesivamente baja durante los picos de demanda.

Las bombas que se usan para edificio o para auxiliar el suministro municipal de agua, son generalmente unidades de difusor o de voluta divididas horizontalmente y con aditamentos de bronce, pero también se utilizan unidades de difusor o voluta dividida verticalmente, así como turbina vertical o turbina regenerativa horizontal. Las bombas de un solo paso son comunes en edificios de hasta 16 pisos, mientras que en los edificios más altos, o cuando la presión requerida para los procesos es alta, se utilizan unidades

de varios pasos. Las bombas con aditamentos normales y de uso general son la elección más común para el suministro de agua de edificios. Éstas pueden ser horizontales o verticales.

Población	Doméstico (lps)	Contra incendio (lps)	Total (lps)
1,000	4.1	63.2	67.3
2,000	8.8	95.0	103.8
4,000	18.9	126.0	145.0
6,000	31.5	158.0	189.5
10,000	56.8	189.0	247.0
20,000	119.9	284.0	404.0
40,000	265.0	379.0	644.0
60,000	441.7	441.7	883.0
100,000	757.2	568.0	1,325.0
150,000	1,200.0	694.0	1,895.0
200,000	1,704.0	757.0	2,461.0

Para ciudades y poblaciones predominantemente residenciales y comerciales; cuando predominan las industrias, probablemente se requerirá un gasto mayor.

Tabla 4.1. Necesidades típicas de agua para ciudades.

El consumo de agua, en l/s por salida varían de una clase de edificio a otro. La tabla 4.2 muestra los requisitos típicos según un fabricante de bombas. Para determinar la capacidad de las bombas, multiplíquese el número total de salida en el edificio por el factor correcto y aplíquese cualesquiera de las notas aplicables de la tabla. Para determinar la columna contra la que debe operar la bomba, encuéntrese la suma de.

- Altura del eje de la bomba o la salida más alta
- Presión requerida en la salida más alta, expresada en metros
- Columna de fricción en la línea de descarga de la bomba.

Esto es la columna total de la bomba, a menos que haya una columna de presión obtenida en la succión de la bomba. Si la hay, su valor expresado en metros de agua, se resta de la suma anterior. La presión requerida en la salida mas alta es generalmente de 1.05 kg/cm² (o 10.5 metros de agua). Si hay una elevación de succión, agréguesele a la columna de descarga.

Tipo de edificios	Consumo de agua en lpm por accesorio *
Hotel	3.02
Apartamentos, edificio de	1.13
Hospital	1.51
Oficinas, edificio de	2.64
Mercantiles	2.26

* Para menos de 50 accesorios redúzcase la capacidad de la bomba 50%. Para mas de 150 accesorios auméntese la capacidad de la bomba 15 a 25%. Auméntese la capacidad de la bomba 25% si la mayor parte de los ocupantes del edificio son mujeres, cuando el consumo ha sido con medidor, la capacidad de la bomba debe ser tres veces el valor medido. Los tanques neumáticos en sistemas con demanda uniforme deberán tener una capacidad de 1,800 veces la capacidad en lps de la bomba.

Tabla 4.2. Requisitos de agua para edificios.

Campos de Golf, Parques y Aeropuertos.

La aspersión de céspedes para estas instalaciones y similares, cementerios, hipódromos, etc., requieren de 253 m³ por hectárea por semana cuando no hay lluvia o rocío. La capacidad de la bomba debe basarse sobre la presencia de condiciones de sequía. Un buen césped requiere aproximadamente 2.5 cm de agua por semana. Si la aspersión de pasto se hace en la noche durante 7 horas. Siete días a la semana, la capacidad de la bomba deberá ser 1.56 l/s por hectárea de pasto.

Las bombas de un solo paso de doble succión de voluta dividida horizontalmente de uso general con aditamentos de bronce son comunes para áreas planas en donde la columna requerida es de aproximadamente 7 kg/cm². En áreas irregulares se usan bombas de varios pasos, del mismo tipo. La columna requerida es generalmente de unos 14 kg/cm². Se utiliza agua a la temperatura atmosférica puesto que la tubería es con frecuencia extremadamente larga. Es importante el que sea del diámetro adecuado. Son comunes los motores eléctricos o de combustión interna en este tipo de servicio.

Protección contra incendio.

Las bombas centrífugas contra incendio se construyen en seis tamaños normales: 31.6, 47.3, 63.1, 94.7, 126.2 y 157.8 l/s. El equipo requerido por la mayor parte de las autoridades de seguridad incluye una válvula de alivio, un cono de demasías, un múltiple con válvula para manguera, una válvula de aire y arranque y manómetros. Éstos los

suministra el fabricante de la bomba. La Tabla 4.1 señala los gastos requeridos para protección de incendio en ciudades de varios tamaños.

Cuando una bomba contra incendio se mueve con motor de velocidad constante y se desea una región de presión amplia sobre la región normal de capacidad, habrá que elegir una unidad con una curva HQ (curva de capacidad de columna) pronunciada. Esto da una presión mas alta a pequeños gastos y es deseable cuando se van a usar mangueras muy largas. Elijase una bomba con una curva plana HQ cuando la unidad tiene un motor de velocidad variable o se desea presión constante a cualquier gasto. La bomba contra incendios promedio tiene generalmente una curva HQ intermedia entre la pronunciada y la aplanada.

A 65% de su presión normal, la bomba deberá entregar no menos del 50% de la capacidad normal. Con una curva HQ pronunciada, el corte no debe ser mayor que 130% de la presión normal, y con una HQ promedio, de 120%. Con una curva HQ aplanada, de 110 %. La eficiencia de la bomba a la presión normal de la descarga, debe de ser de 55 a 75% dependiendo de la capacidad normal y de la presión de descarga neta. Si es posible, el agua debe suministrarse a la presión de la bomba bajo una columna positiva. Cuando es necesaria una elevación de succión, no debe ésta exceder de 4.5 m. Para requisitos específicos relacionados con la aprobación de bombas contra incendio, su instalación y operación, véase el "Manual de Protección contra Incendios de la NFPA".

Los movimientos aprobados para bombas centrífugas contra incendios incluyen motores eléctricos, turbinas de vapor, así como motores de gasolina y diesel. Hay otros requisitos que deben cumplirse para obtener la aprobación de las instalaciones de las autoridades.

Pueden usarse bombas verticales u horizontales, centrífugas para protección contra incendios. Las unidades de un solo paso son generalmente de doble succión, divididas horizontalmente, con aditamentos de bronce tipo voluta. Las capacidades varían de 31.6 a 158 l/s, y las columnas de 2.8 a 10.5 kg/cm². Para presiones mas altas, se utilizan unidades de dos pasos. Éstas tienen frecuentemente impulsores opuestos con un circuito externo para conexiones entre pasos. Cuando tienen aditamentos de bronce, tienen la misma región de capacidad que las unidades de un solo paso. Las columnas llegan a unos 14 kg/cm².

Las bombas reguladoras (jockey) se usan para mantener una cierta presión en un sistema de aspersión en todo tiempo. Están diseñadas para arrancar y parar automáticamente. Generalmente tienen aditamentos de bronce cuando manejan agua, con capacidades de 15.8, 31.6, 47.3 o 63.1 l/s.

Las bombas turbinas verticales de acoplamiento estrecho se usan también para protección contra incendio. La Figura 4.6 muestra unidades típicas para un sistema industrial aislado contra incendios. Las bombas contra incendio verticales de turbina se construyen en capacidades de 31.6 a 158 l/s, las columnas de 73 a 87 metros o mayores. Están movidas por motores de 1,760 rpm, turbinas de vapor, o máquinas diesel o de gasolina. El número de pasos dependerá de la columna requerida. Pueden ser lubricadas por aceite o agua. Las bombas rotatorias se usan también para servicios de protección contra incendios. Igual que las bombas centrífugas, vienen para capacidades de 31.6, 41.3, 63.1, 94.7, 126 y 158 l/s a presiones de 2.8 a 7 kg/cm².

Bombas portátiles.

Muchas bombas centrífugas rotatorias y reciprocantes del tipo portátil se han desarrollado últimamente. Éstas encuentran muchos usos en instalaciones industriales y municipales para protección contra incendios, suministro de emergencia de agua, limpieza de albercas, etc. Nótese que todas las bombas contra incendio, ya sean portátiles o estacionarias deben aprobarse por un laboratorio de seguros, de otra manera pueden no ser aceptadas por las autoridades de seguros. El uso de equipo aprobado, en la forma recomendada, puede reducir considerablemente las primas de los seguros.

Tratamiento de aguas.

Los productos químicos que se usan para tratar el agua para beber y de proceso en sistemas industriales y municipales incluyen sulfato de cobre, carbón activado, cloro, alumbre, sulfatos de hierro, cloruro férrico, etc. Éstos se alimentan a la corriente del agua por varios métodos. Uno es la bomba de medición o proporción.

Distribución y almacenamiento de agua.

Se usan los mismos tipos generales del sistema de distribución y almacenamiento de agua para sistemas industriales y municipales de suministro de agua. El sistema industrial más común usa un tanque de almacenamiento elevado alimentado por una instalación de bombeo. En las plantas donde la capacidad de almacenamiento es demasiada para que se haga en tanques elevados, se usan recipientes al nivel del piso. Los sistemas neumáticos se encuentran en algunas instalaciones industriales más pequeñas y cuando se requiere auxilio de presión o flujo. Los sistemas sin tanques son relativamente escasos, excepto para plantas que se encuentra cerca de grandes cuerpos de agua fresca. Estos comentarios se aplican igualmente a la mayor parte de los sistemas municipales de tamaño pequeño y mediano, excepto que algunas veces se usan tanques neumáticos cuando se desea eliminar el tanque elevado por razones de estética.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES
COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO**

RESISTENCIA DE EQUIPO DE BOMBEO
Del 20 al 24 de septiembre de 1999.

Anexos

Ing. Bernardo Aguilar Calvo
Palacio de Minería
1999.

SERVICIOS DE ATARJEAS Y SUMIDEROS

Las bombas que manejan aguas de atarjea, sumidero, desperdicios y otros similares son casi siempre unidades centrífugas actualmente, debido a que éstas pueden manejar sólidos sin dificultad, tienen más eficiencia y se pueden fácilmente instalar en pozos, sumideros y otras localizaciones.

Bombas Grandes.

Cuando se manejan grandes cantidades de aguas negras, es común la bomba vertical u horizontal de flujo mixto o axial. Estas desarrollan columnas desde bajas a moderadas con grandes gastos. Las bombas con carcasa de voluta y flujo mixto, se recomienda para servicios en los que se encuentran sólidos o basura contenidos en el líquido y la unidad opera con un alto factor de carga. Las bombas elegidas para servicio de atarjeas frecuentemente tienen un impulsor cerrado de tres álabes. Aun cuando algunas bombas horizontales de flujo axial y mixto se usan en servicio de atarjeas, la mayor parte de las bombas nuevas de este tipo instaladas hoy en día son unidades verticales. Las velocidades de estas bombas grandes son generalmente bajas —del orden de 200 a 1,200 rpm.

Bombas Inatascables.

Las aguas sucias pueden contener una gran variedad de sólidos —palos, trapos, rocas cabellos, etc.—. Estos pueden atascar la bomba y dañar las partes rotatorias o estacionarias reduciendo la eficiencia de la bomba o causando el paro de la unidad. Para evitar esto, se ha desarrollado un gran número de bombas no atascables (o inatascables). Aun cuando los detalles de diseño difieren de un fabricante a otro, la mayor parte de las bombas de este tipo tienen impulsores con dos o tres álabes con máximo (Fig. 5.1) o ninguno. El impulsor puede ser cerrado o abierto, pero el tipo cerrado parece ser más popular al presente. Generalmente el claro entre los álabes es lo bastante grande para permitir la entrada de cualquier sólido en la bomba y su paso a través de la descarga. En algunos diseños el tubo de succión es un 25 por ciento mayor que el de descarga en otros, ambos son del mismo tamaño. La descarga más pequeña de las corrientes es

generalmente de 7.6 cm aun cuando se han construido bombas de 51 a 38 mm. Los tamaños más pequeños se usan para manejar lodo delgado o líquidos que no lleven materias en suspensión. Es práctica común el señalar el sólido del diámetro máximo que puede manejar este tipo de bomba sin atascarse. Así, sólidos de 10.12 cm de diámetro pueden normalmente pasar a través de la bomba normal de 203 mm.

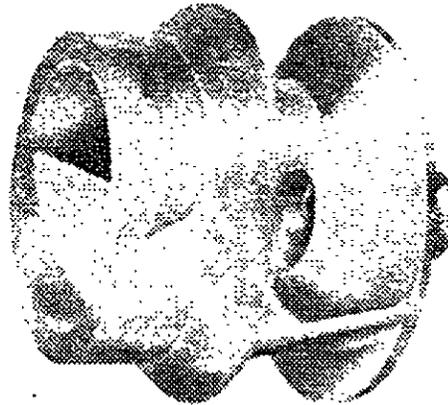


Fig. 5.1. Impulsor cerrado tipo drenaje inatascable de dos paletas.

Las bombas inatascables para basura o aguas negras se construyen ya sea como unidades horizontales o verticales. La Fig. 5.2 muestra una bomba horizontal típica, y la Fig. 5.3, muestra una bomba de impulsor de dos álabes tipo cerrado, flecha extendida, vertical. La tendencia actual en diseños de sistemas de atarjeas indica una decidida preferencia hacia las bombas verticales en casi todo tipo de instalaciones. La ventaja de la instalación vertical incluye la necesidad de menor espacio de piso, conexiones de tubería más simples y la posibilidad de usar flechas extendidas para aislar el motor de la bomba. También existen bombas de acoplamiento estrecho en este diseño.

Pozos Secos y Mojados.

En un pozo seco (Fig. 5.4), la bomba que puede ser vertical u horizontal, toma su succión, a través de un tubo, de una depresión o pozo mojado. El exterior de la bomba está seco en todo tiempo, permitiendo la fácil inspección y mantenimiento. Asimismo, hay menos facilidad de corrosión en la carcasa de la bomba, flecha, chumaceras y otras partes. La unidad de la Fig. 5.4 está controlada por flotador. En algunas bombas se puede colocar una coladera patentada en el lado de descarga. El líquido entra a través cuando se para

la bomba, y los sólidos presentes quedan atrapados mientras que el agua fluye a través de la bomba al pozo mojado. Cuando la bomba arranca, después de que el agua en el pozo mojado ha alcanzado un nivel predeterminado, se cierra una válvula de cheque arriba de la coladera y el agua de descarga arrastra la materia sólida de la coladera hacia la línea de descarga.

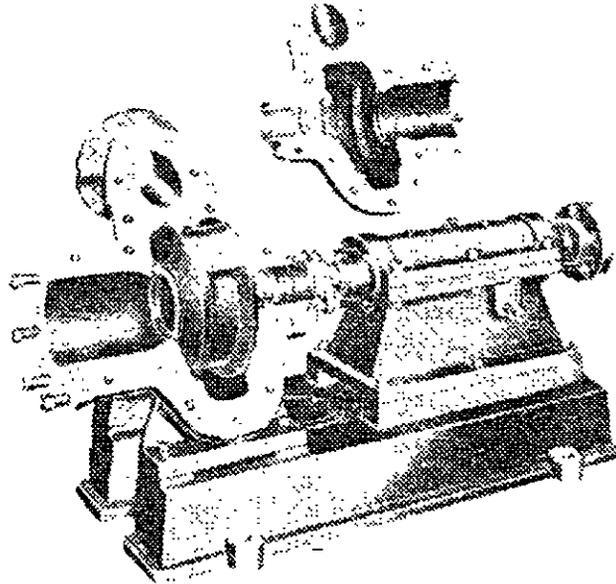


Fig. 5.2. Bomba de drenaje de un paso horizontal con la cubierta de la carcasa removida para mostrar el impulsor inatascable.

En un pozo mojado la bomba está sumergida en el líquido que maneja. En los casos que una bomba no tenga la capacidad suficiente, pueden usarse dos o más bombas en un solo pozo. Las instalaciones simples y dobles son populares para manejar agua de atarjea, sumideros, freáticas y de drenaje, en edificios, plantas industriales, plantas de fuerza, etc. La mayor parte de las bombas de este tipo están lubricadas por aceite o grasa y vienen provistas de una coladera de succión que tiene un área de entrada de cuatro veces el agujero o entrada del impulsor. En sumideros de profundidad mayor a 1.8 metros, generalmente se suministra una chumacera intermedia para la transmisión mecánica de la bomba.

Bombas de sumidero.

Estas se conocen por muchos nombres diferentes. Bombas de pozo mojado, eyectores, bombas de sentina, bombas sanitarias, etc. La mayor parte de las bombas para este servicio son verticales (Ver Fig. 5.5), y pueden instalarse solas o por pares. Estas manejan aguas negras, freáticas y drenajes de edificios pero en muchas instalaciones manejan solamente freáticas y drenaje. En otras manejan sólo drenaje de accesorios que se encuentran debajo de la línea de drenaje. Son comunes los impulsores abiertos no atascables. El fabricante de la bomba suministrará en muchos casos, el tanque de sumidero con la bomba, si se le pide. En otros casos sólo se suministra la bomba y la cubierta del tanque. Las bombas de este tipo son casi siempre unidades de un solo paso debido a que los sólidos en el líquido interfieren con la operación de la bomba de varios pasos. Sin embargo se usan algunas bombas de dos pasos. El sumidero a la entrada de la bomba debe proveerse con una rejilla para separar los sólidos y en general cuerpos extraños.

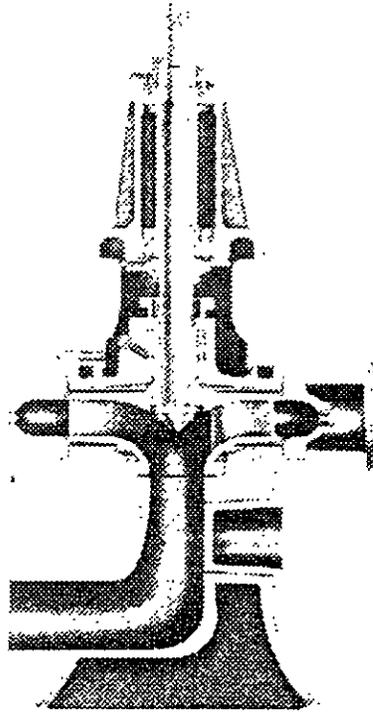


Fig. 5.3. Bomba de drenaje inatascable pozo seco vertical de flecha extendida

Estaciones Subterráneas.

Estas se asemejan a los pozos secos y generalmente están provistas con dos bombas de atarjea verticales, de acoplamiento estrecho, inatascables. Se usan extensamente para extender líneas de drenaje a áreas nuevas. Las bombas, que operan alternativamente, toman el agua de drenaje de una línea baja y lo descargan a un nivel superior, a una línea principal de drenaje o a un pozo de descarga. Se pueden obtener estaciones completamente equipadas, controladas automáticamente, de este tipo, con algunos fabricantes. Un sistema de burbuja de aire controla la operación de la bomba, y el tubo de burbujas de aire se extiende dentro del pozo de succión. La cámara de la bomba, de acero soldado así como el tubo de entrada, bombas, controles, equipo de arranque, etc., se suministran en estas estaciones. Una bomba centrífuga de sumidero pequeño se usa para mantener seca la cámara en todo tiempo.

Recuperación de Escorias.

La Fig. 5.7a muestra dos bombas turbinas verticales que manejan agua asentada en un sistema de recuperación de escoria en una planta de acero. Estas unidades están controladas por flotador y solamente manejan agua limpia. Los líquidos que contienen abrasivo no se manejan ordinariamente con bombas turbinas verticales. En bombas turbinas verticales que manejan líquidos que sean o puedan ser ligeramente abrasivos se usan chumaceras de hule (Fig. 5.7b).

Bombas de Lodos.

Las bombas de diafragmas reciprocantes, son adecuadas para manejar lodos de tanques de asentamiento y otras fuentes. Las capacidades varían hasta 19 lps y mayores, dependiendo del diámetro y número de diafragmas. Las bombas de émbolo con válvulas de tipo de esfera también encuentran mucho uso en el manejo de lodos. Estas se asemejan a las bombas de diafragma, y tienen una viga oscilante, con movimiento por banda V, excéntrico o por manivela. En muchas, la longitud de la carrera es ajustable. Las capacidades ascienden hasta unos 35 m³ph a columnas de 21 m.

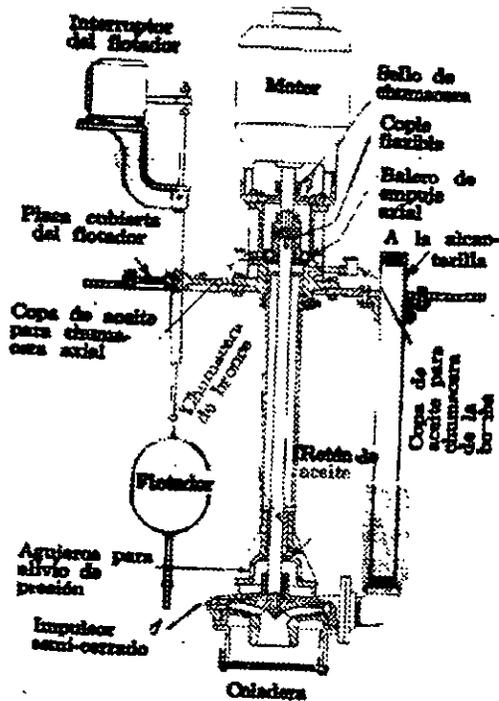


Fig. 5.5. Bomba de sumidero de pozo mojado

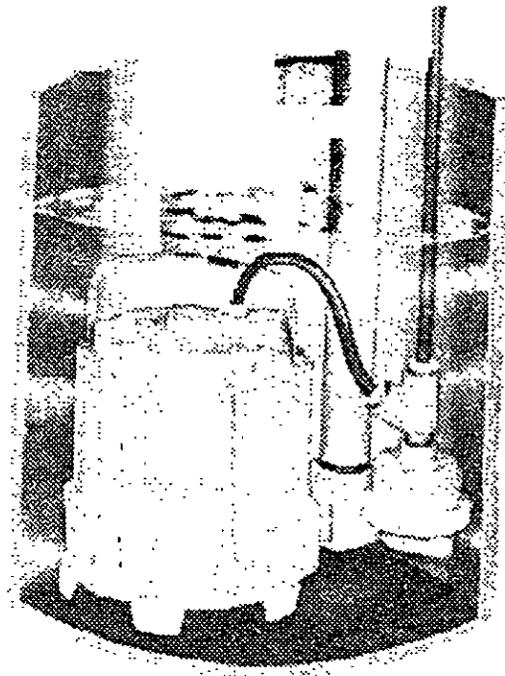
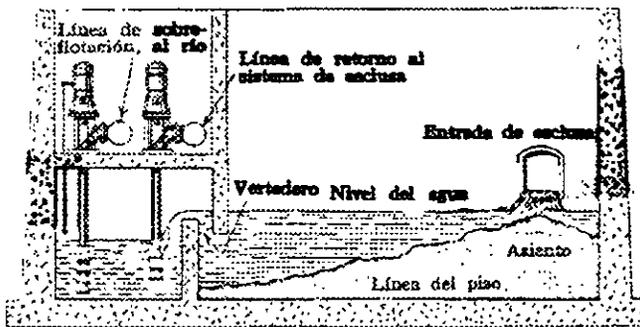
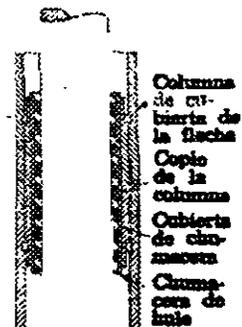


Fig. 5.6. Bomba de sumidero portátil



(a)



(b)

Fig. 3.7. (a) Bombas de sumidero de turbina vertical. (b) Chumacera de hule para flecha y corte para bomba turbina vertical.

Se construyen varios tipos de bombas centrífugas para manejar lodo. En uno de ellos, un tornillo de doble avance y cortadores en la carcasa e impulsor de la bomba cortan cualesquiera sólidos, cordeles, etc., que entren a la bomba. Las bombas pequeñas de atarjea, inatascables (Ver Fig. 5.3), son también populares para manejar lodos.

Las bombas del tipo triturador se usan mucho para manejar líquidos que contienen palos, trapos, cordeles, etc. Estos sólidos son comunes en lodos de atarjeas. Esta bomba tiene un impulsor semiabierto de un solo álabe, provisto de filos de corte autoafilables, que corta los sólidos en piezas pequeñas, de manera que se puedan alimentar a la bomba. Un anillo de corte estacionario en la cubierta de succión ayuda en la acción de corte. Las capacidades varían hasta 16 lps en columnas hasta de 15 m.

Eyectores Neumáticos.

Estos (Fig. 5.8) manejan aguas negras y lodos en muchas instalaciones—estaciones de elevación de aguas negras, plantas industriales para tratamiento de desperdicios, así como hoteles y edificios de oficinas en donde el sótano se encuentra debajo de la línea de drenaje. Cuando el sótano se encuentra abajo de la línea de drenaje las aguas negras deben elevarse de las salidas más bajas y descargarse a la línea principal. Las aguas negras entran a un receptor herméticamente sellado, permaneciendo allí hasta que se alcanza un nivel predeterminado. El aire comprimido es admitido al receptor y las aguas negras se descargan a través de una válvula de cheque y compuerta a la línea. Este tipo de unidad viene completa con un compresor de aire de álabe deslizante, enfriado por aire, controles, receptor, etc. Las capacidades de los eyectores neumáticos usuales varían de 0.12 a 126 lps dependiendo del tamaño. Las columnas ascienden a unos 15 metros, con presiones de aire de 3.5 kg/cm^2 . Los eyectores operados con agua se construyen para tamaños de succión y descarga de 38 a 102 mm. Estos no se usan tan extensamente como el tipo neumático.

Bombas de Recirculación.

Manejan las salidas de filtros o tanques secundarios bombeándolos a un tanque de asentamiento primario, distribuidor o de dosificación. El líquido es relativamente claro, con sólo pequeñas partículas en suspensión. Por lo tanto no existe la probabilidad de atascamiento y puede usar una bomba turbina del tipo voluta o regenerativa de un solo paso. Cuando el flujo es grande—del orden de 1.9 m^3 por día— puede usarse una bomba de impulsor vertical u horizontal. Las columnas para este servicio son bajas alrededor de 3 m.

Bombas de Medición y Proporción.

Se usan en plantas grandes y pequeñas, tales como para poblaciones, instituciones, plantas industriales y campos. La clorinación para controlar el olor y la desinfección se hace alimentando hipocloruro con algún tipo de bomba de medición. En plantas grandes, de eliminación de aguas negras las bombas de medición y proporción se usan para alimentar cloruros ferrosos o férricos en filtración al vacío. La Fig. 5.9 muestra una bomba de proporción típica para alimentar químicos en sistemas de atarjeas o similares. Todas sus partes de bombeo se encuentran afuera de la carcasa, que encierra el mecanismo de operación. Puede montarse directamente sobre una bomba de vapor reciprocante de acción directa. La carrera del alimentador se ajusta cambiando el movimiento perdido entre las tuercas A y B. Otros usos para bombas de medición incluyen control de pH y muestreo de aguas negras. La capacidad de la unidad mostrada, con émbolos de 6.8 a 25 mm, varían de medio lt a 70 lt por hora a presiones de 350 kg/cm².

Selección de Bombas.

Capacidad: En bombas grandes de aguas negras, la capacidad se calcula encontrando la cantidad total de agua negra que entra a la línea principal de drenaje de todos los alimentadores laterales conectados a éste. Lo mismo es cierto para unas más pequeñas, excepto que en este caso se necesitan menos accesorios de plomería. El gasto para varios accesorios de plomería en lpm por accesorio: inodoros, 22.7; uriniales, lavabos, tinas de baño, conexiones de manguera de 13 mm y sumideros de piso, 19 cada una; baños de regadera, 30; tinas de fregadero, 57. La capacidad para manejar aguas freáticas en sótanos y áreas similares es variable, pero 3.4 lps/1 000 m² de espacio de piso en pisos de tierra y 5.1 lps/1 000 m² en pisos arenoso son comunes. Estas, sin embargo, deben comprobarse cuidadosamente en el lugar de erección del edificio. El escurrimiento varía con la cercanía del lugar a un gran cuerpo de agua, un río o un lago. Cuando el régimen de infiltración indica la posibilidad de inundación del sótano, los motores y controles deberán localizarse arriba del nivel máximo del agua.

Columna: Varía con la instalación. Las bombas de drenaje grandes generalmente operan a columnas bajas o moderadas, hasta unos 15m. En instalaciones de bombas de sumidero, la distancia del nivel más bajo del agua en el sumidero al punto más alto de descarga, más la fricción de tubería y accesorios, representa la columna.

Materiales: La construcción de aditamentos de bronce, totalidad de bronce y totalidad de hierro son comunes. Los materiales especiales se usan para drenajes extremadamente corrosivos.

Movimiento: Los motores eléctricos y las máquinas de combustión interna (que usan gas combustible de atarjeas) se usan extensamente. Aun cuando se usa movimiento por turbina de vapor, éste no es tan común como los otros. También se usan a veces turbinas de agua.

Control: La actuación del flotador de los controles de una bomba es común, arrancando y parando la bomba según se necesita.

Número de Bombas: Para servicio de atarjea y sumidero, generalmente se instalan varias bombas debido a que las cargas varían mucho. El usar dos o más bombas permite la operación económica con una carga parcial y da mayor seguridad debido a que la falla de una bomba no causa el paro completo de la instalación.

Lubricación: Generalmente se usa lubricación por aceite o grasa en bombas que manejan líquidos abrasivos, para evitar el desgaste excesivo con el frotamiento.

Tubería: Se usan muchos materiales diferentes para tubería de drenaje –acero, hierro colado, concreto, plásticos, barro, etc. –. Así que cuando se calcula la columna total sobre la bomba, hay que asegurarse que se usan las pérdidas de columna para el material real que se ha usado en la tubería.

Ejemplo: Una planta industrial tiene 10 inodoros, 5 urinales, 5 regaderas, 3 tinas de fregadero y 20 sumideros de piso. ¿Qué capacidad de bomba se requiere para manejar este gasto si la mitad de descarga al drenaje y la mitad va a un pozo de sumidero antes de descargarse a un drenaje elevado?

Solución: El flujo total, usando los valores dados antes, es $10(23) + 5(19) + 5(30) + 3(57) + 20(19) = 1\ 020$ lpm = 17 lps. Puesto que sólo la mitad de esta cantidad va al pozo del sumidero, la capacidad mínima de sumidero requerida es $17/2 = 8.5$ lps. A esto debe agregarse la capacidad para manejar cualquier escurrimiento o drenaje en el edificio.

Ejemplo: El sumidero en la planta anterior sirve un área de $1\ 000\text{ m}^2$. ¿Qué capacidad de bombeo se requiere si la planta está edificada sobre piso de tierra?

Solución: La capacidad de bombeo para escurrimiento en suelo de tierra es de 3.4 lps/ $1\ 000\text{ m}^2$. Luego, la capacidad es igual con 3.4 lps. Este flujo se agrega a la capacidad del drenaje, o sea $8.5 + 3.4 = 11.9$ lps. Una bomba con capacidad de 12.6 lps será probablemente la elección para dar un pequeño margen de seguridad.

Tamaño de Pozo: Una regla para planear pozos industriales recomienda un tamaño con una capacidad de almacenamiento igual por lo menos dos veces la capacidad de la bomba en litros por minuto. En el ejemplo anterior sería de $2(7.56) = 1,512$ lt. Esta capacidad debe medirse entre los niveles alto y bajo en el pozo. Si se elige un pozo de 1.53 m de diámetro para esta instalación, su capacidad será de 2 600 lt/m. de profundidad. De manera que se necesitará una profundidad de 0.60 m para almacenar 1,512 lt entre los niveles de agua alta y baja en la bomba. Cuando los tubos de drenaje que llegan al pozo corren bajo el piso, tal como es frecuente en edificios industriales y comerciales, la distancia entre el nivel del piso y la parte inferior del tubo debe elevarse a la profundidad de almacenamiento para obtener la profundidad de nivel de agua baja de la línea del piso. Los tubos de drenaje generalmente van a 60 cm abajo del piso. Además debe darse por lo menos un margen de 30 cm abajo del piso. Además debe darse por lo menos un margen de 30 cm entre la parte inferior de la succión de la bomba y el piso del pozo. Agregando estas dimensiones da $60 + 60 + 30 = 1.50$ m, o sea la profundidad mínima permisible para el pozo en esta planta.

Localización del Pozo: La práctica usual es localizar el pozo cercano a un muro exterior de manera que el piso del sótano pueda inclinarse hacia el pozo, asegurando un drenaje positivo del agua de escurrimiento y de lavado. Si es posible, localícese el pozo en una esquina accesible en donde la bomba se encuentre protegida pero fácilmente accesible para inspección y mantenimiento.

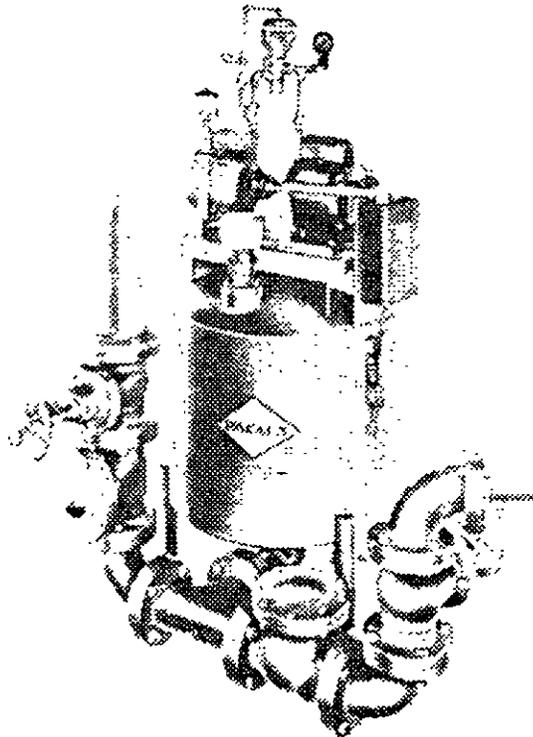


Fig. 8. Eyector de drenaje neumático.

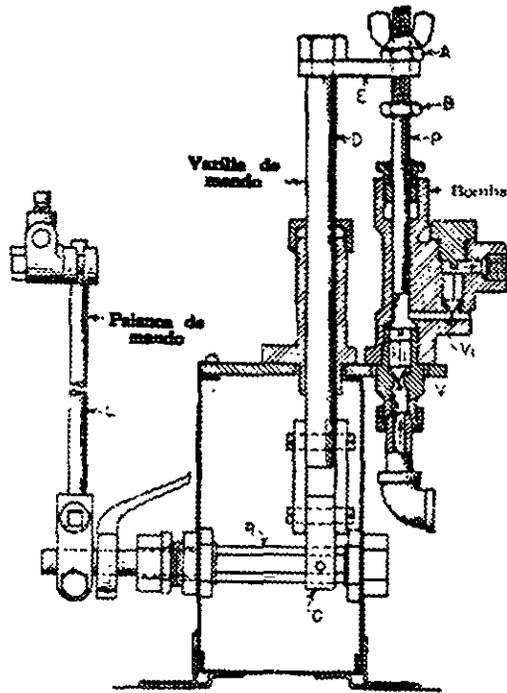


Fig. 5.9 Bomba de medición para químicos



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

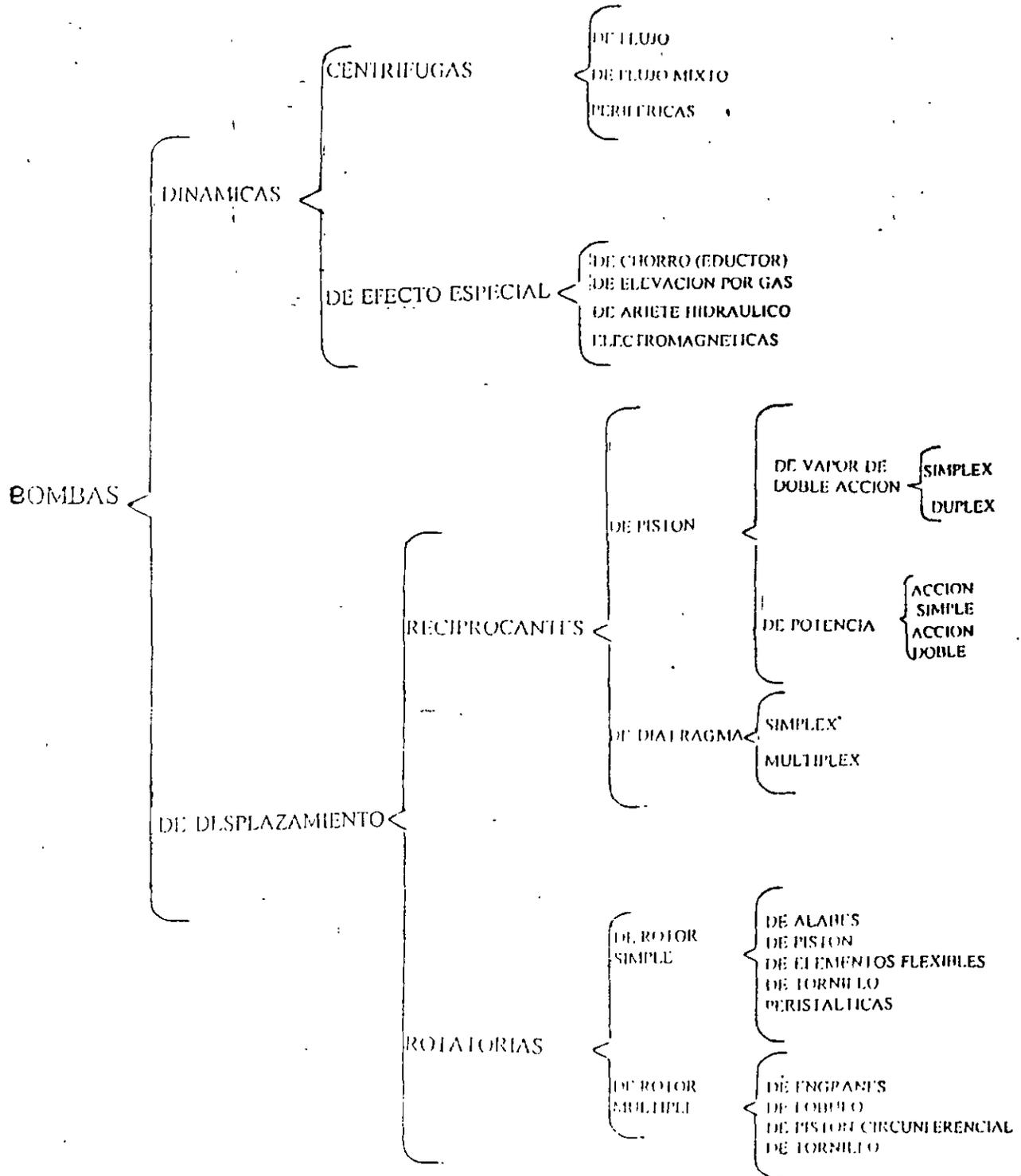
**CURSOS INSTITUCIONALES
COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE MEXICO**

RESISTENCIA DE EQUIPO DE BOMBEO
Del 20 al 24 de septiembre de 1999.

Anexos

Ing. Agustín Hernández Bravo
Palacio de Minería
1999.

BOMBAS

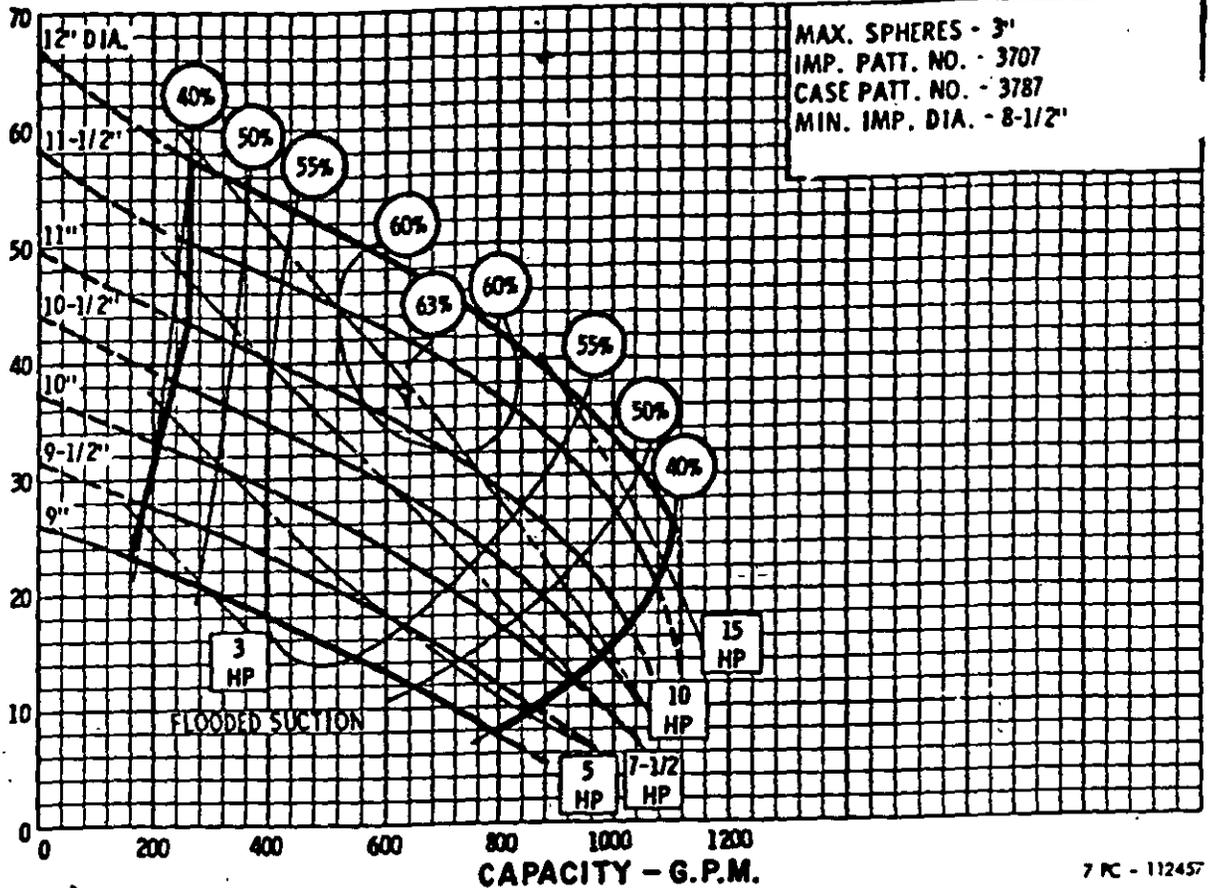


ENCLOSED IMPELLER

SUPERSEDES PAGE 423
DATED JUNE 1962

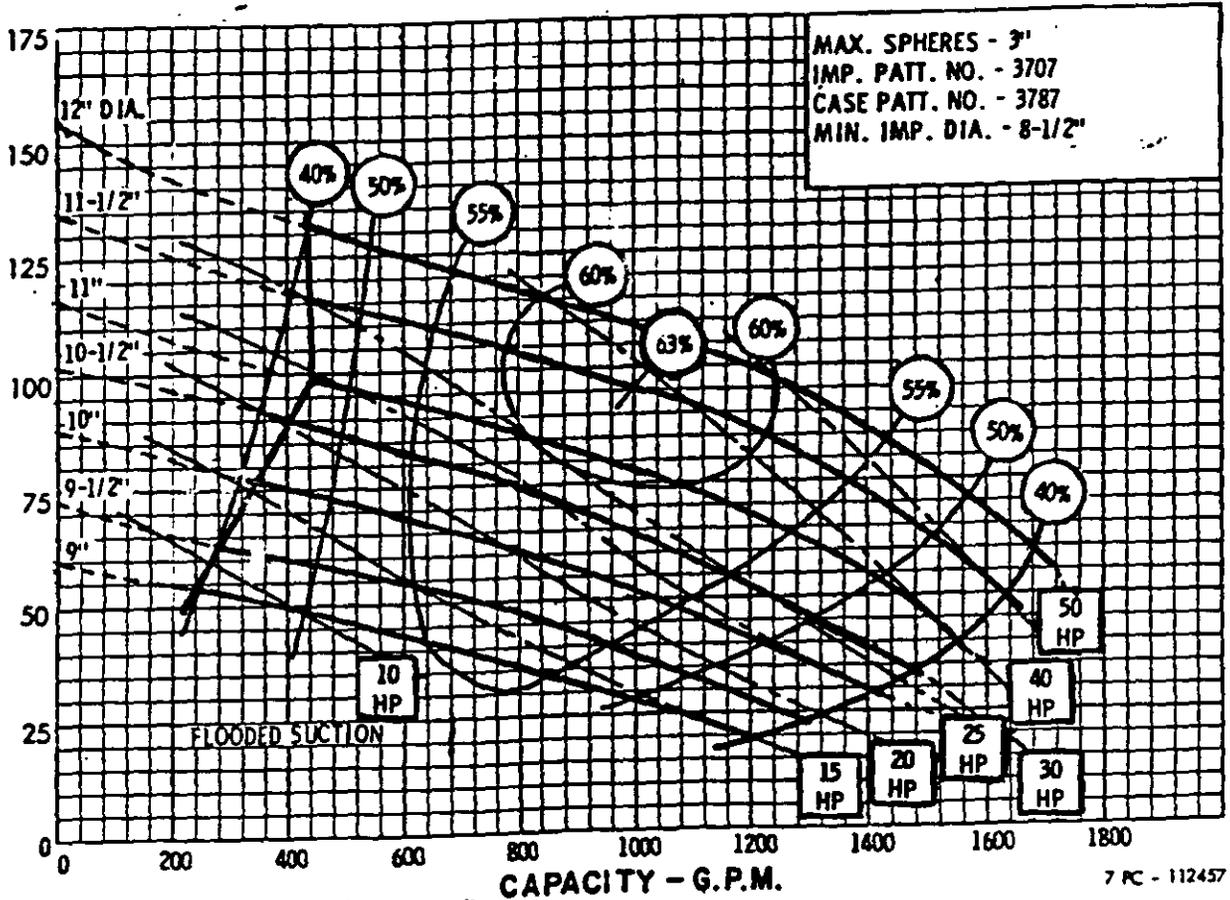
1150
R.P.M.

TOTAL DYNAMIC HEAD - FEET



1750
R.P.M.

TOTAL DYNAMIC HEAD - FEET

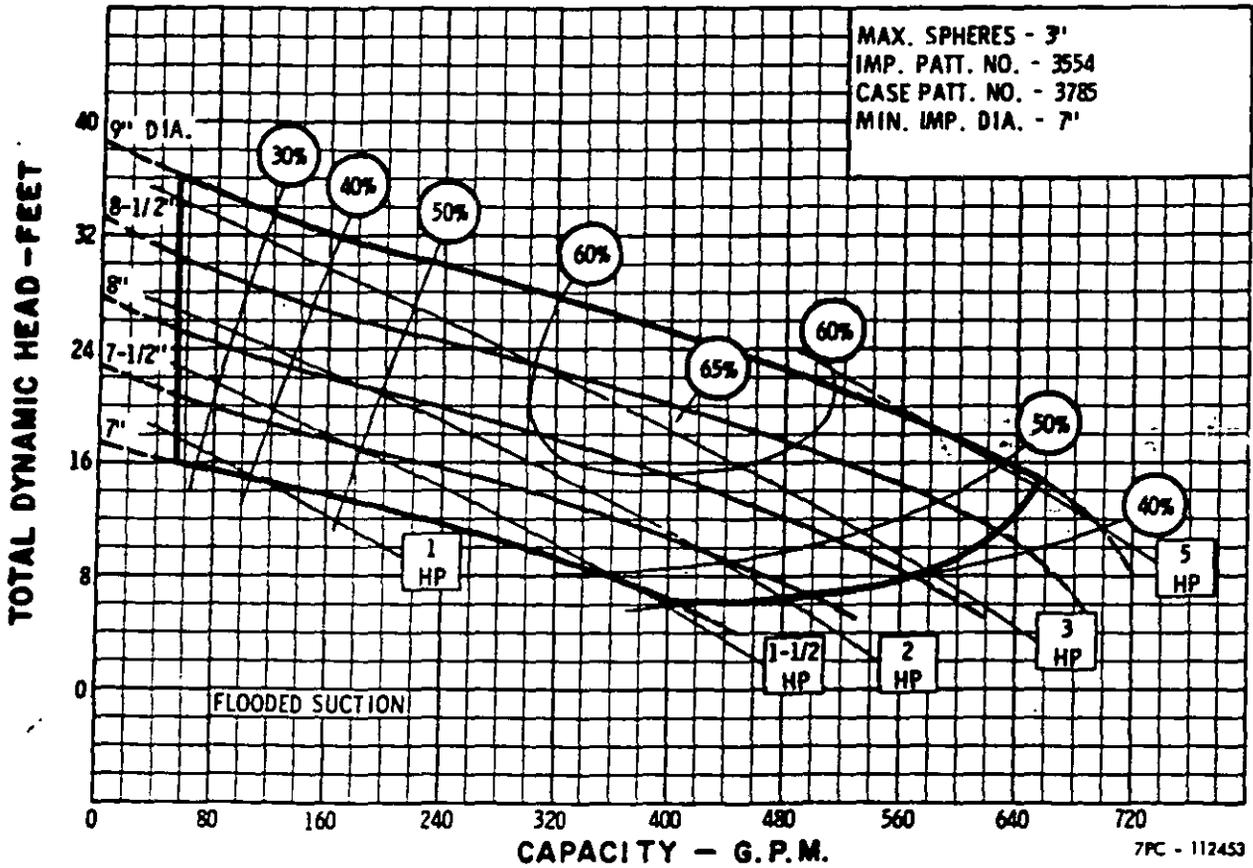
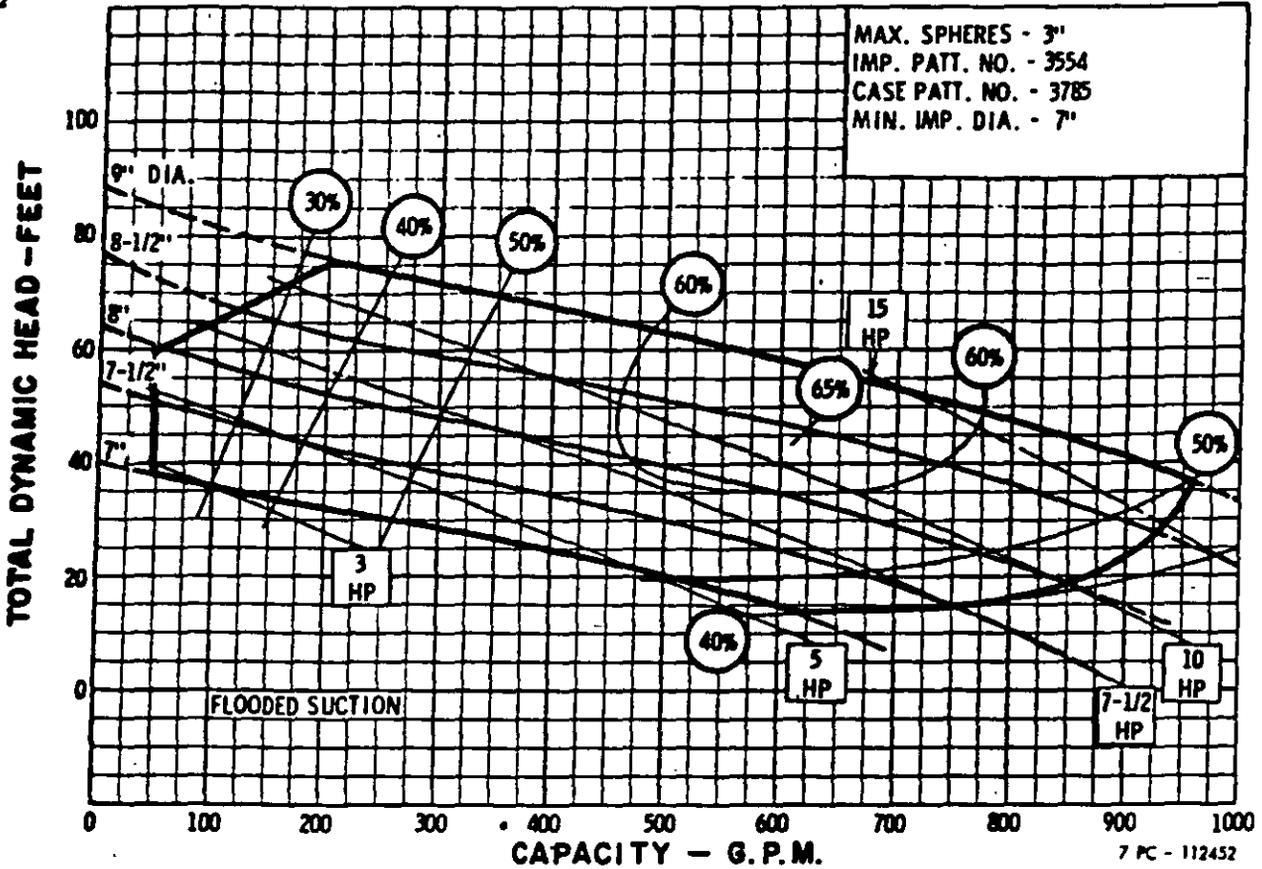


AURORA PUMP

A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION

AURORA - ILLINOIS

ENCLOSED IMPELLER



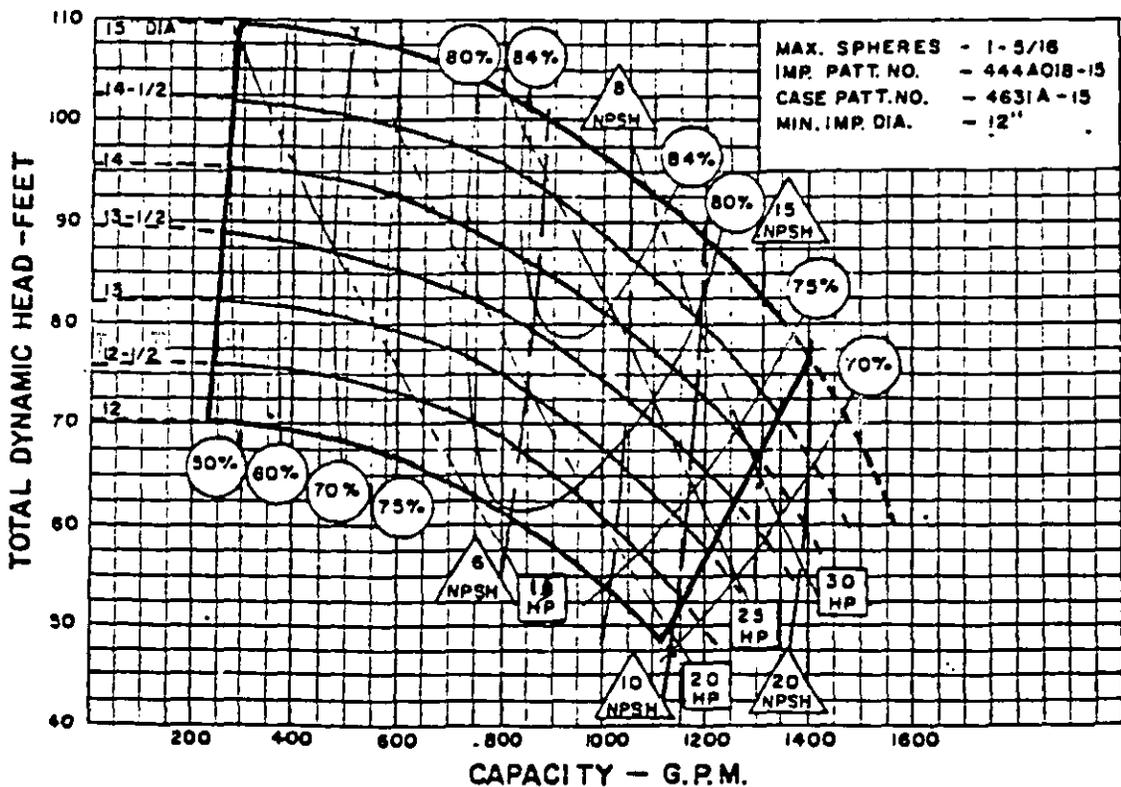
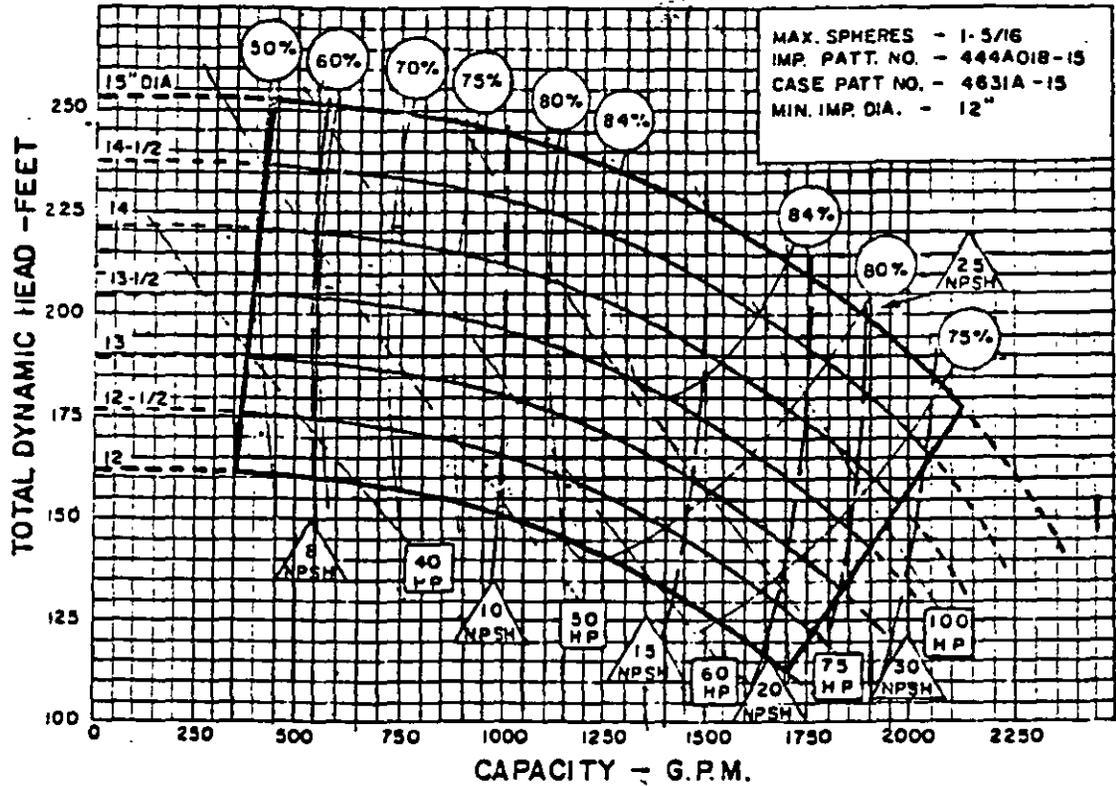
AURORA PUMP
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
 AURORA - ILLINOIS

5 x 6 x 15 SERIES 340

ENCLOSED IMPELLER

SECTION 340 PAGE 7-7

DATED AUGUST 1978



AURORA PUMP

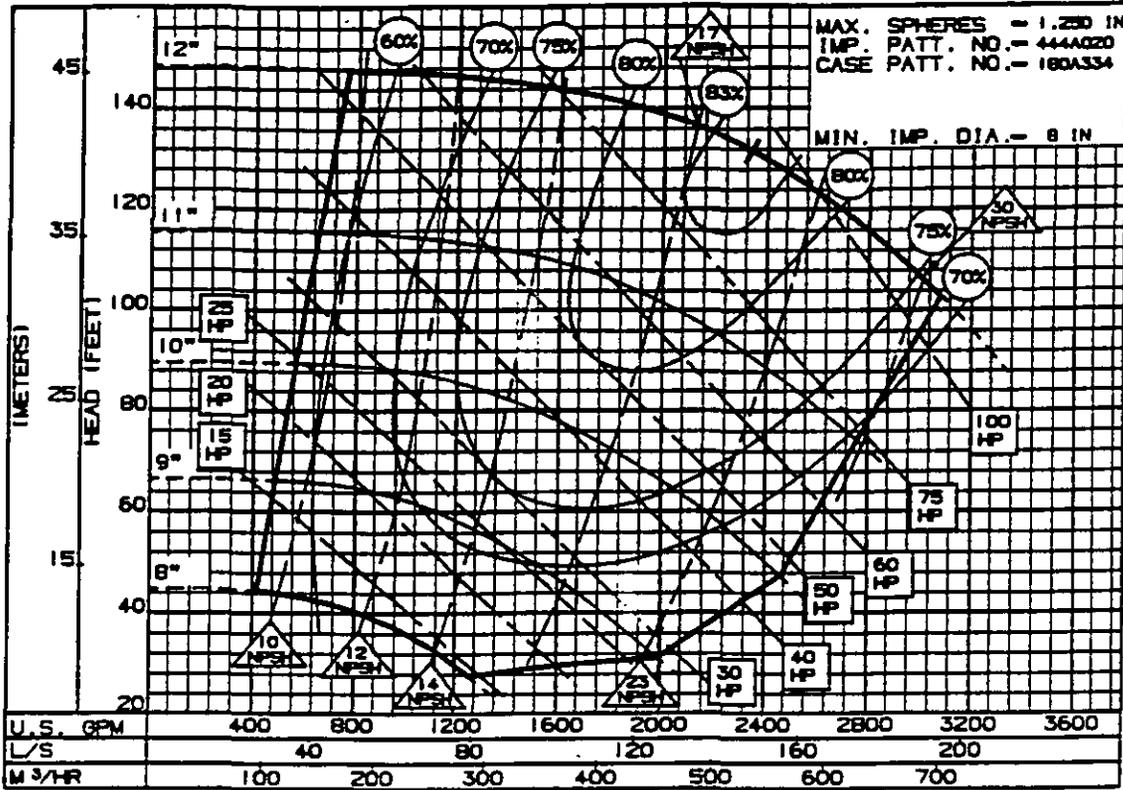
A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION

AURORA - ILLINOIS

6 x 6 x 12A SERIES 340 or 360

ENCLOSED IMPELLER

SECTION 340/360 PAGE 435
 DATED JUNE 1989
 SUPERSEDES PAGE 435
 DATED JULY 1988

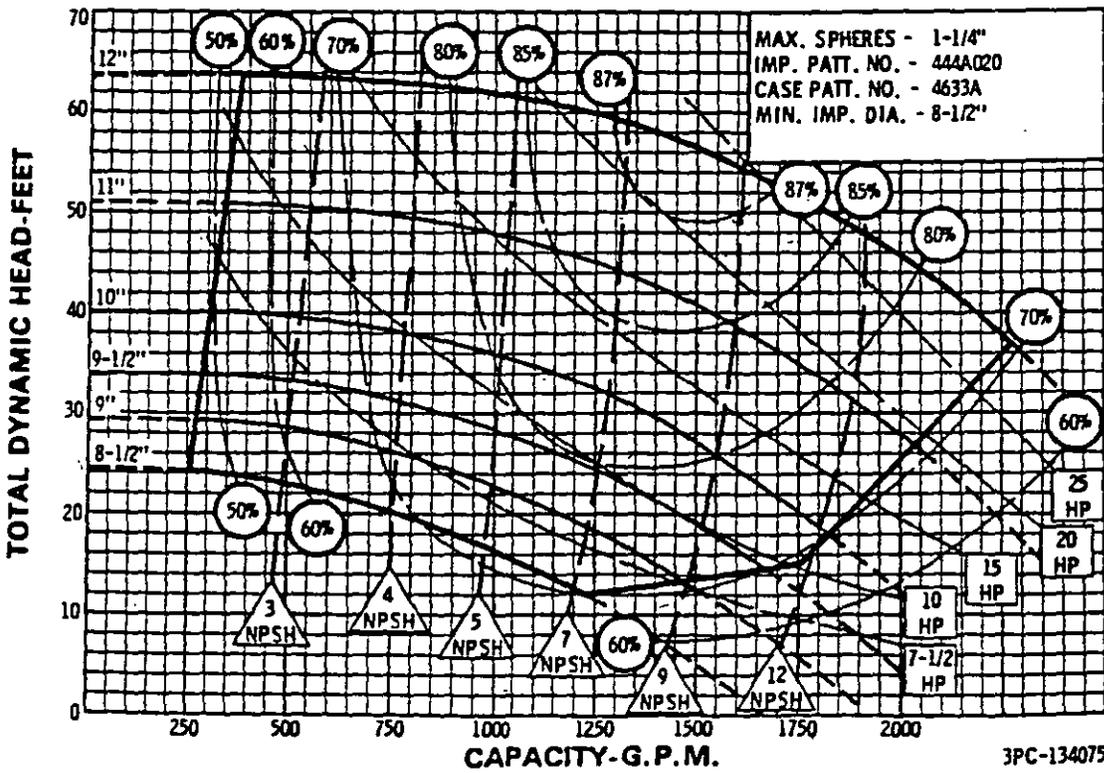
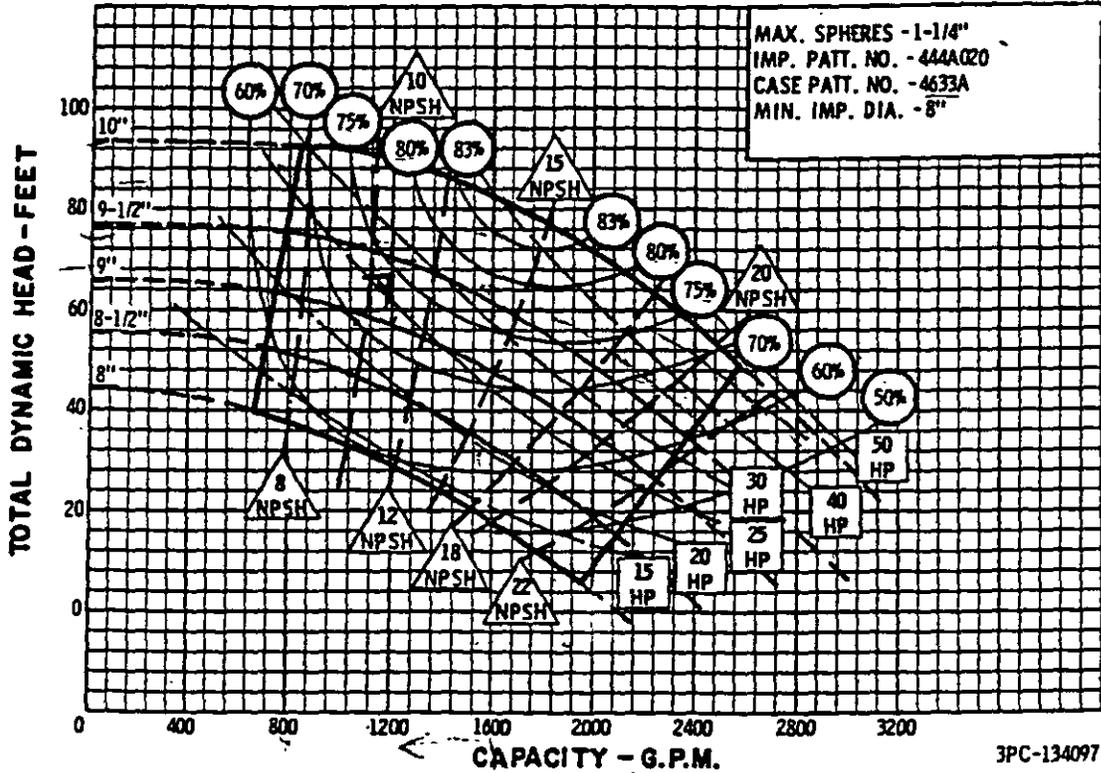


1750
R.P.M.

3PC-142467

6 x 6 x 12 SERIES 340
ENCLOSED IMPELLER

SECTION 340 PAGE 427
DATED FEBRUARY 1982
SUPERSEDES PAGE 427
DATED FEBRUARY 1969

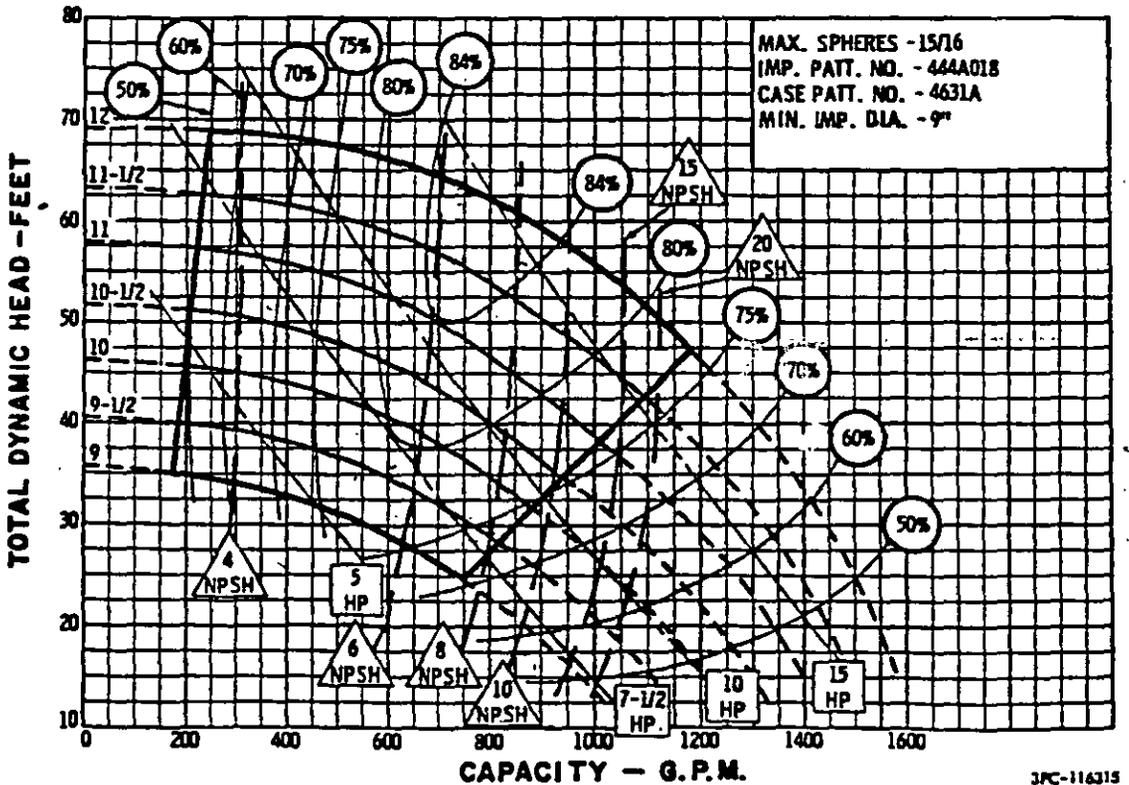
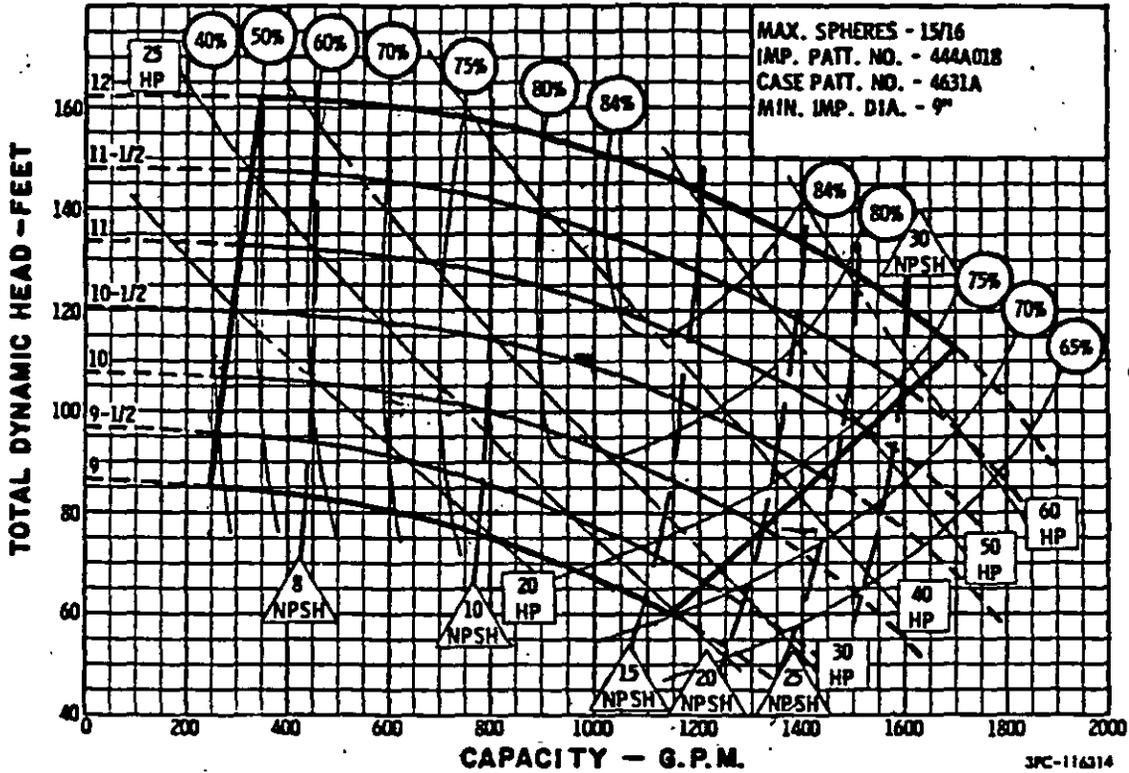


5 x 6 x 12 SERIES 340 OR 360

ENCLOSED IMPELLER

SECTION 340 PAGE 425

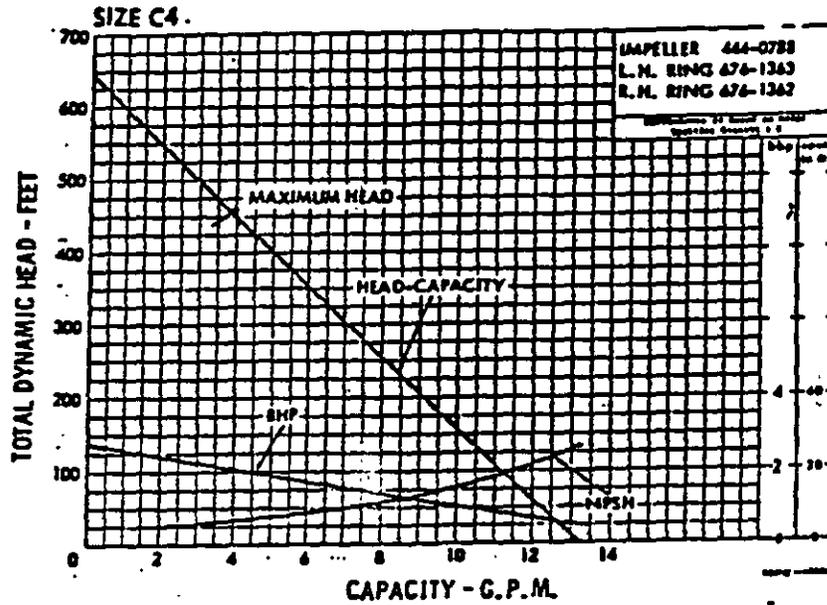
DATED FEBRUARY 1969



UROR PUMP
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
 AURORA - ILLINOIS

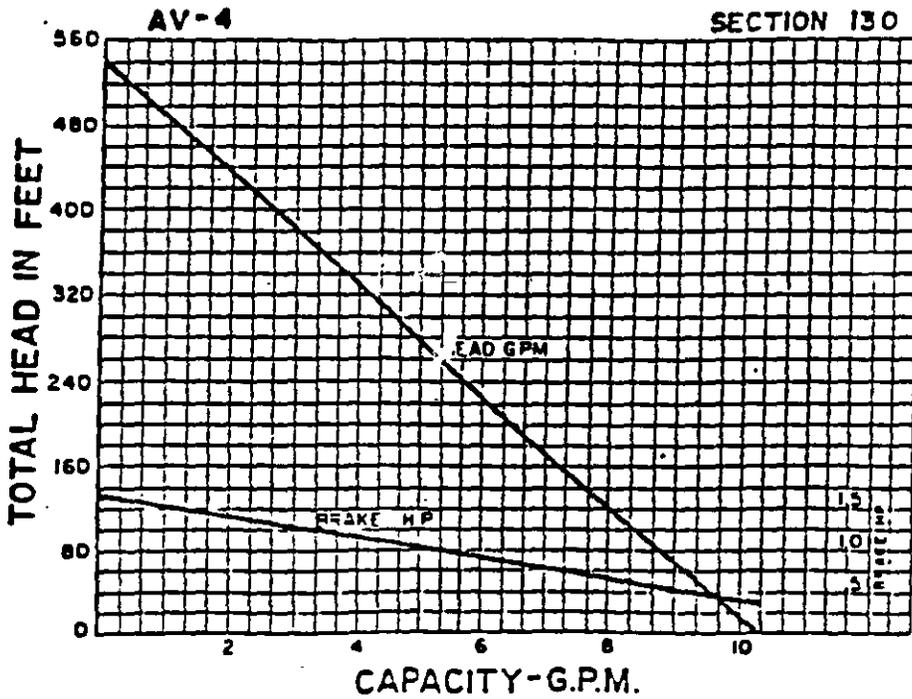
BOMBA ACOPLADA

3500
R P M



MOTOBOMBA

3500
R P M



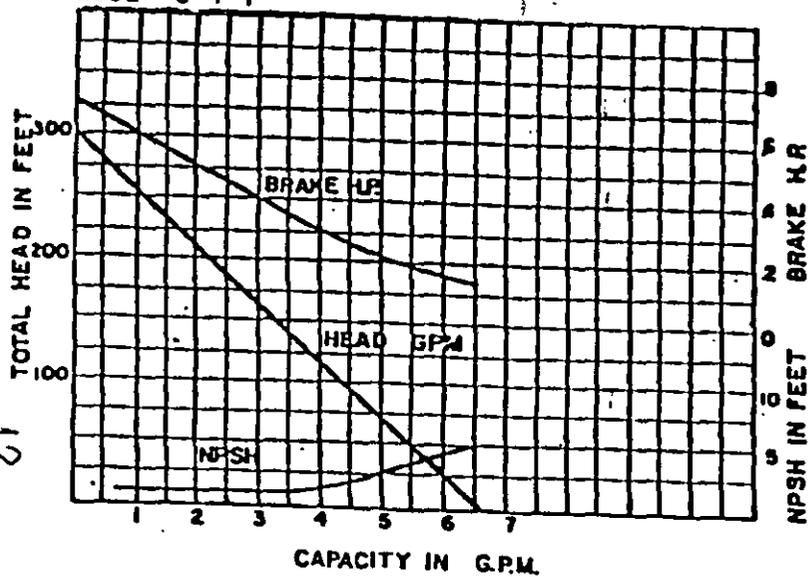


GRUPO 4 1750 RPM

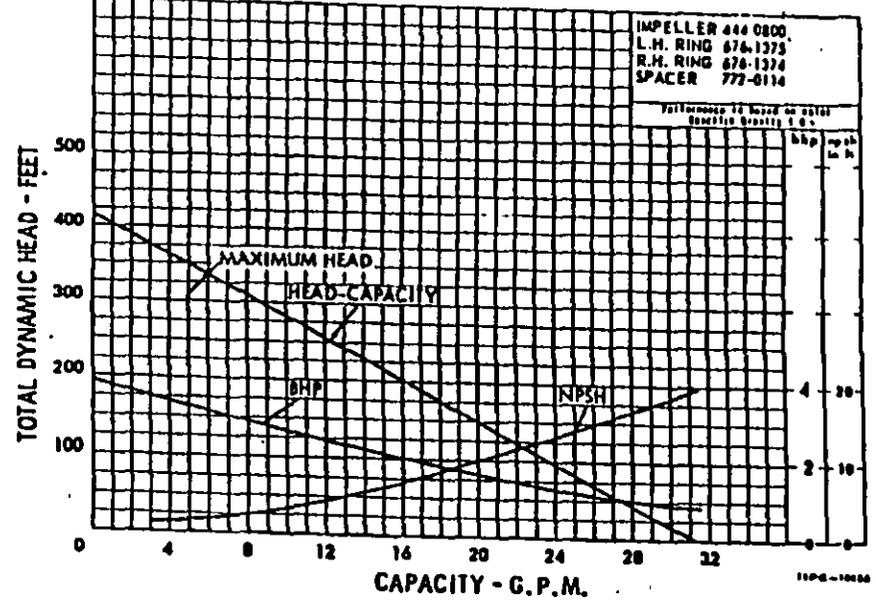


SECCION 110
TURBINAS REGENERATIVAS
DOS PASOS

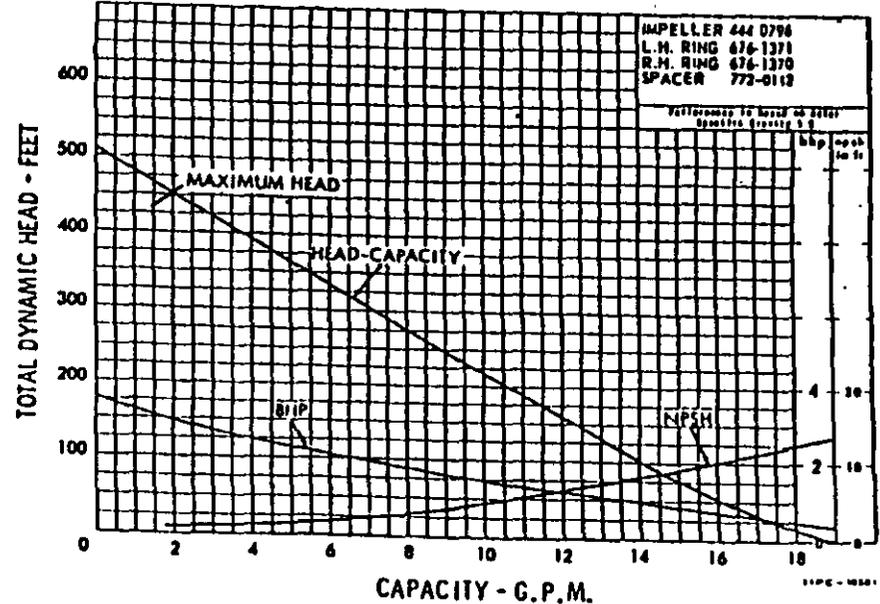
SIZE C4T



SIZE I4T



SIZE G4T





ap
AURORA PISCA

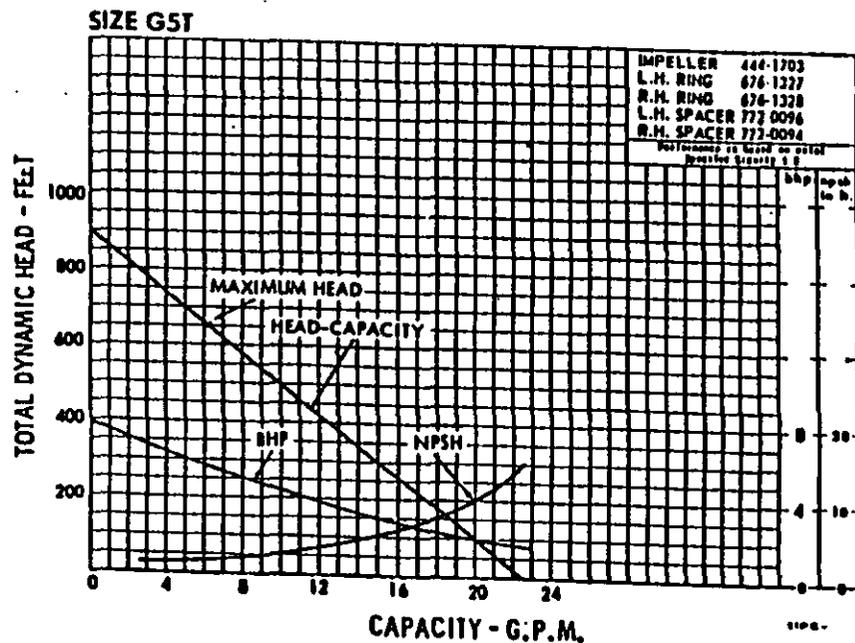
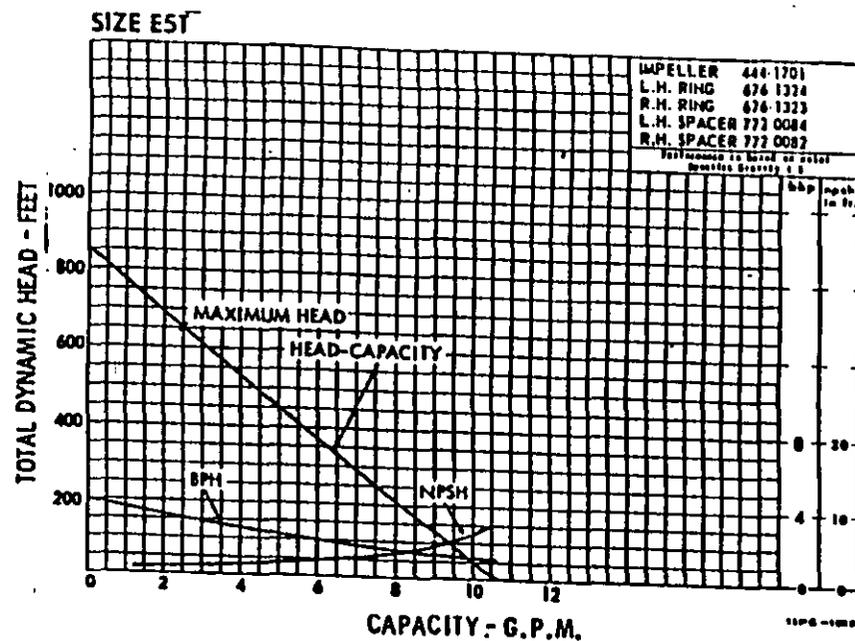
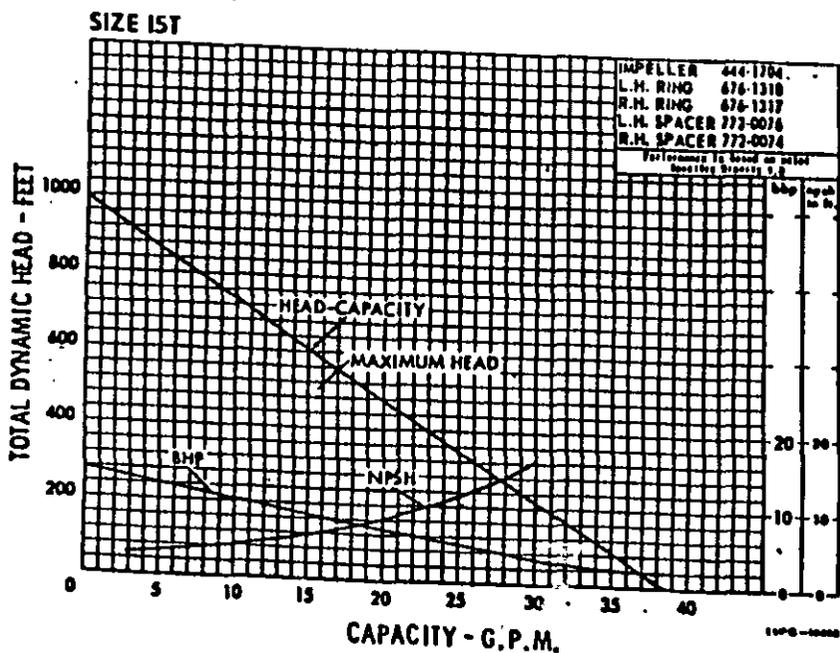
GRUPO 5

1750 R P M

SECCION 110

TURBINAS REGENERATIVAS

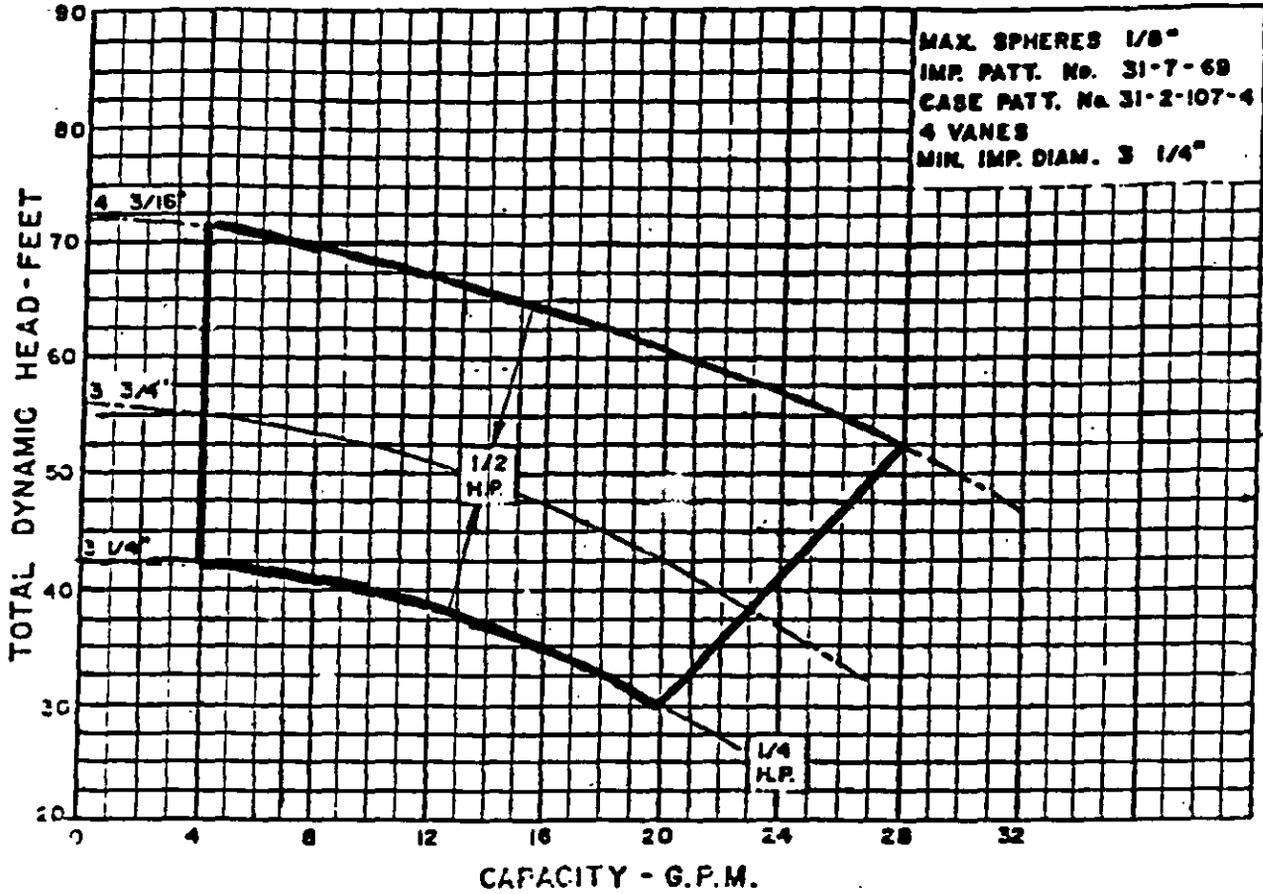
DOS PASOS



3/4 x 1 x 4 1/4 SERIES 320

ENCLOSED IMPELLER

SECTION 320 PAGE 40
DATED JANUARY 1991



3500
R.P.M.

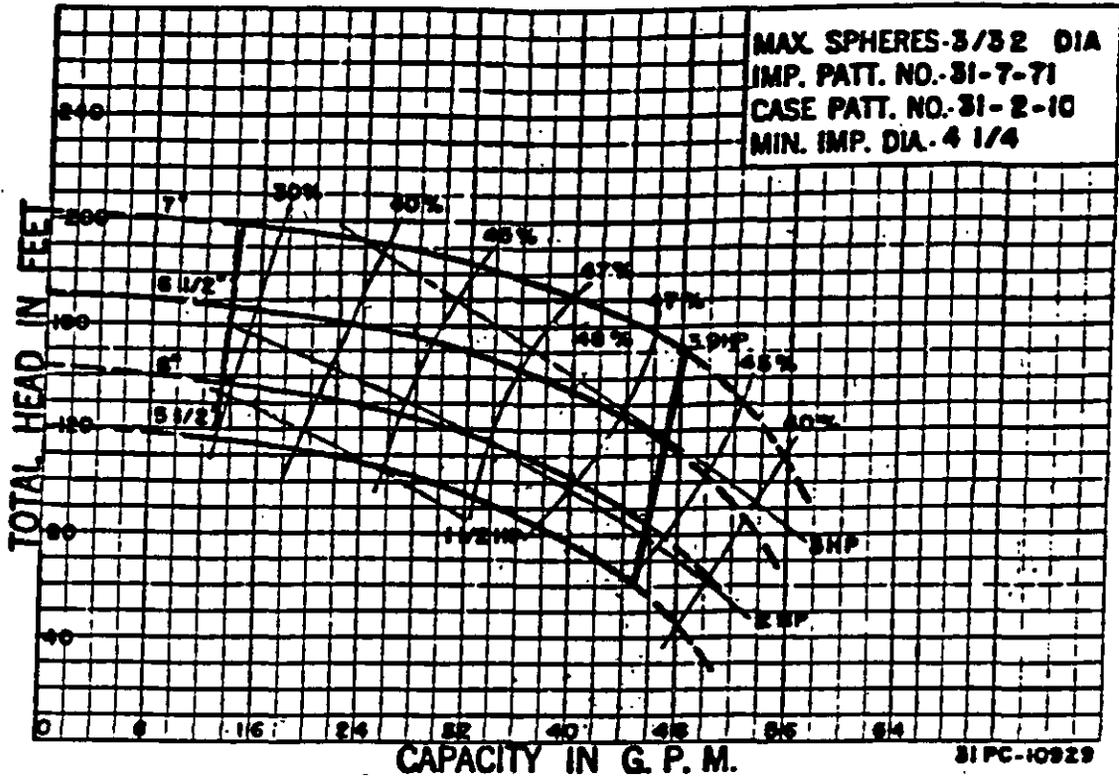
ap
AURORA PUMPS

URORA PUMP
A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
AURORA - ILLINOIS

3/4 x 1 x 7A SERIES 320

ENCLOSED IMPELLER

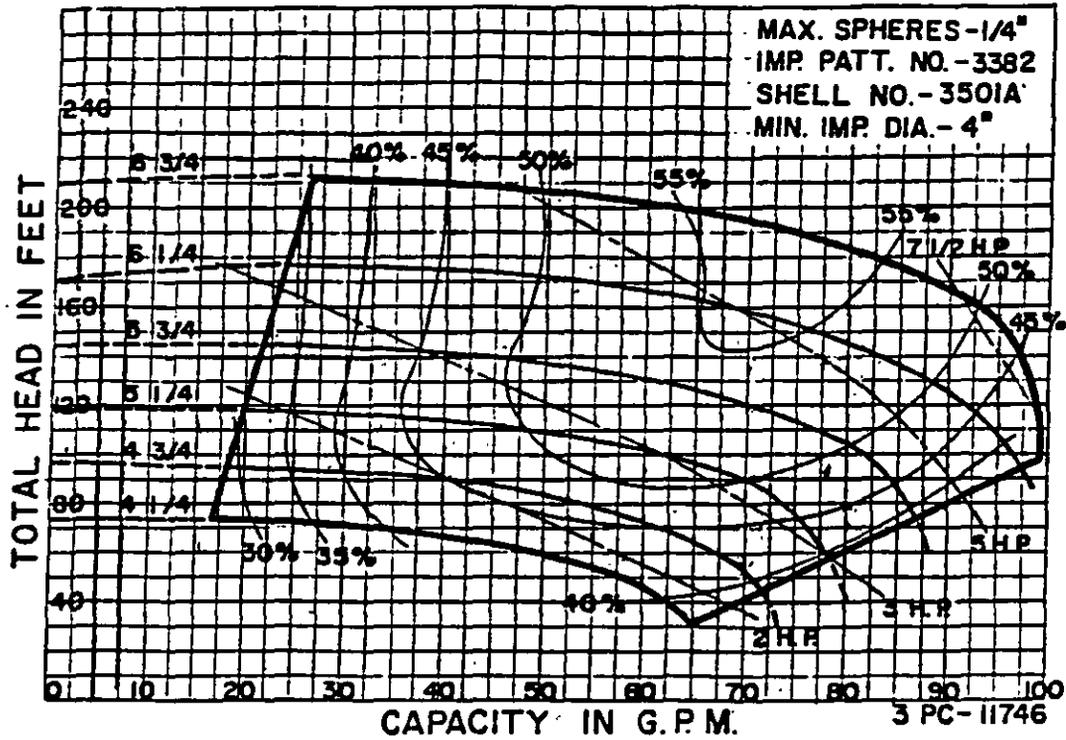
3500
R.P.M.



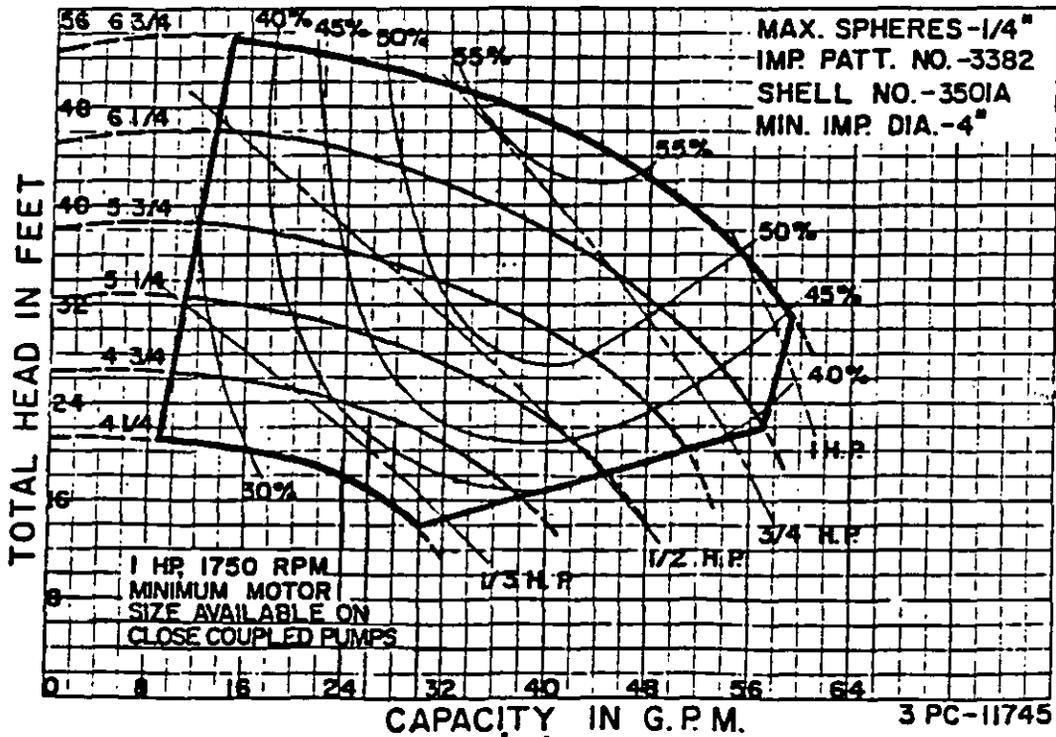
 <p>ap AURORA PUMPS</p>	<p>AURORA PUMP A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION AURORA • ILLINOIS</p>
---	--

**1 x 1 1/4 x 7 TYPE GB
ENCLOSED IMPELLER
3500 R.P.M.**

SECTION 330 PAGE 401
DATED APRIL 1963



1750 R.P.M.

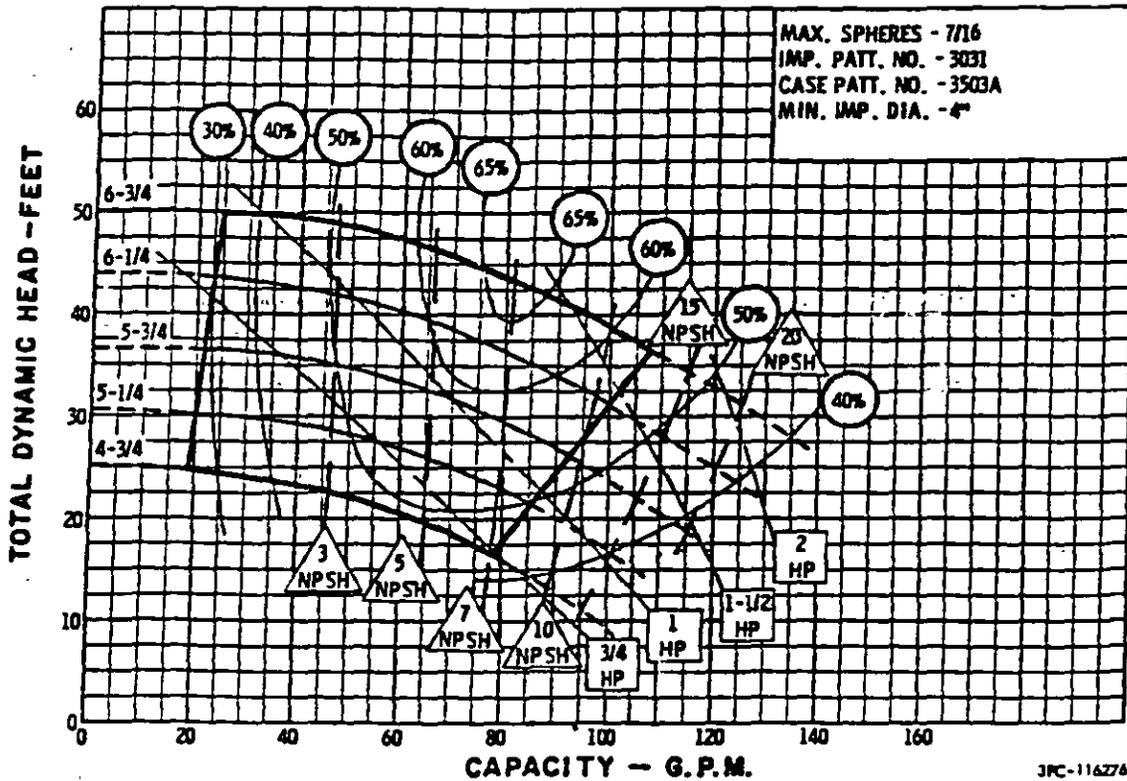
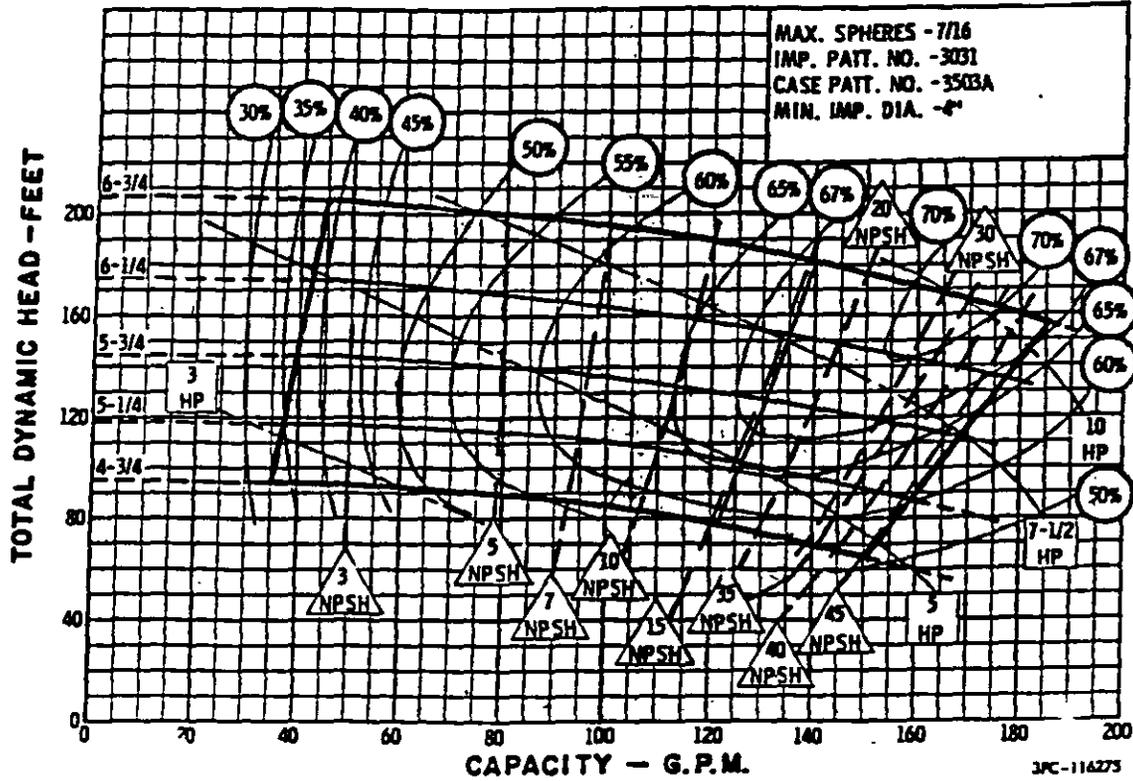


AURORA PUMP DIVISION
THE NEW YORK AIR BRAKE COMPANY
AURORA ILLINOIS



1-1/2 x 2 x 7 SERIES 340 OR 360
ENCLOSED IMPELLER

SECTION 340 PAGE 403
 DATED FEBRUARY 1969



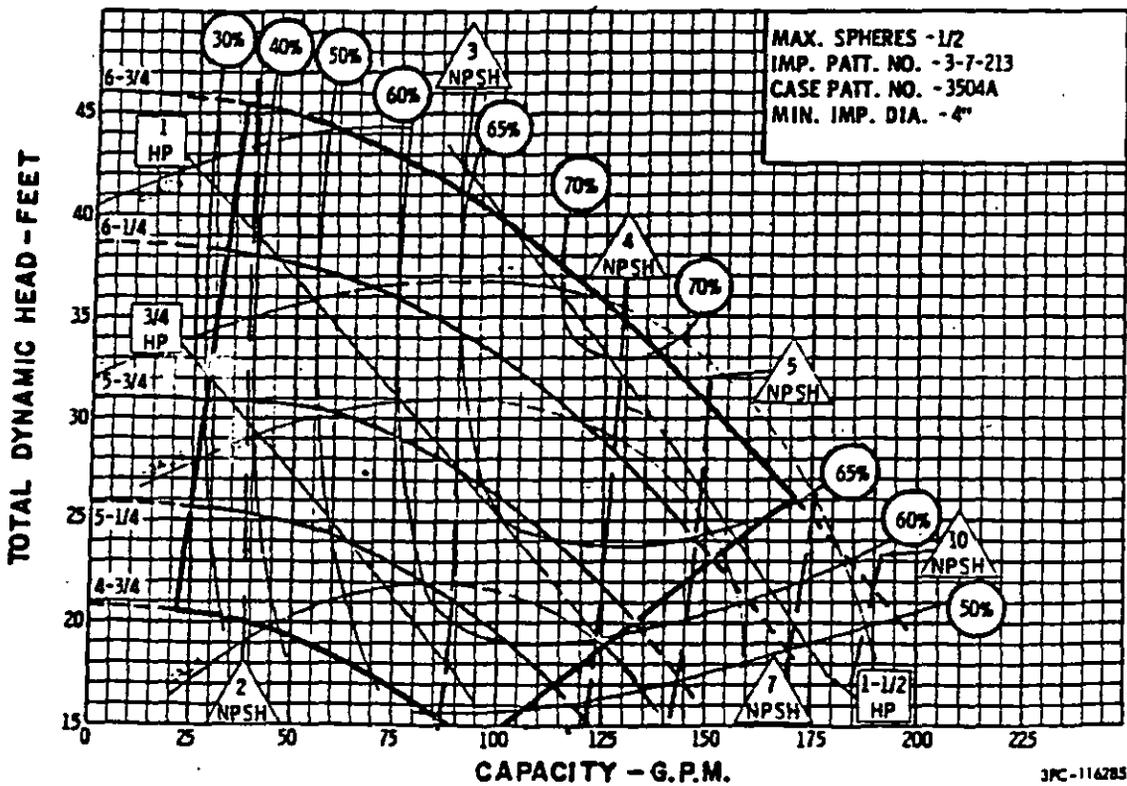
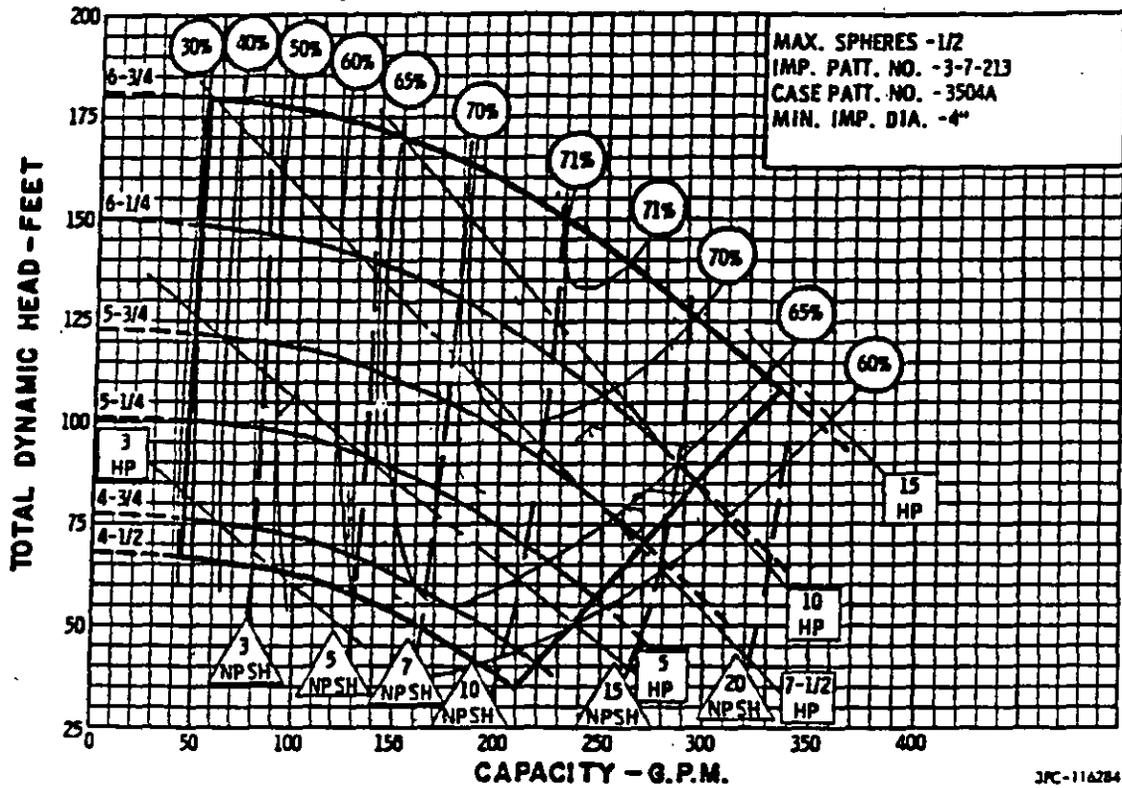
AURORA PUMP
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
 AURORA - ILLINOIS

2 x 2-1/2 x 7B SERIES 340 OR 360

SECTION 340 PAGE 409

ENCLOSED IMPELLER

DATED FEBRUARY 1969



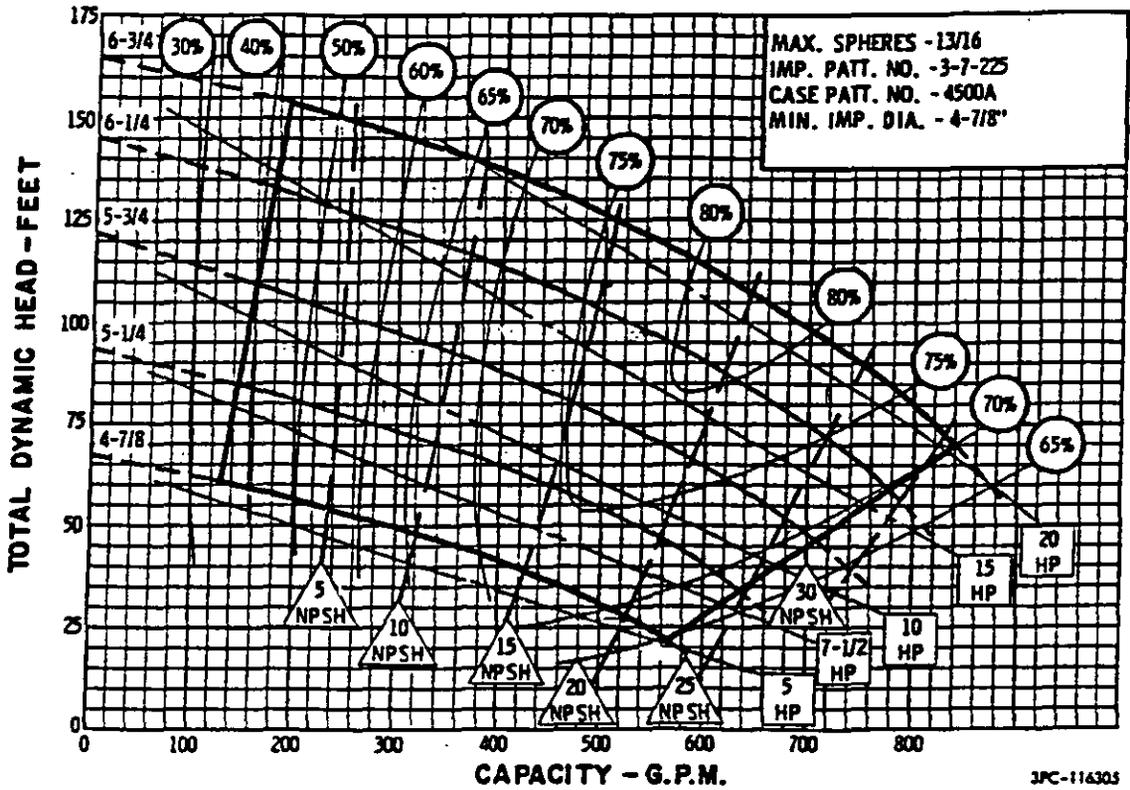
AURORA PUMP

A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION

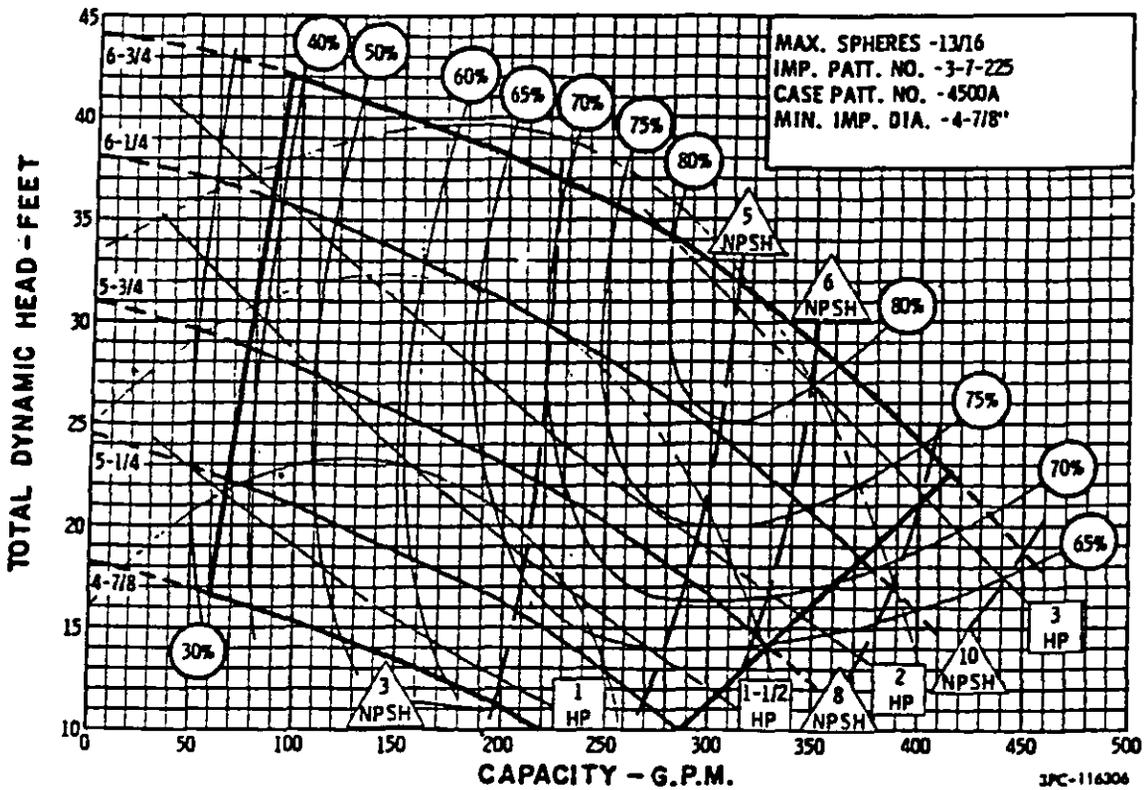
AURORA - ILLINOIS

4 x 4 x 7A SERIES 340 OR 360
ENCLOSED IMPELLER

3500
R.P.M.

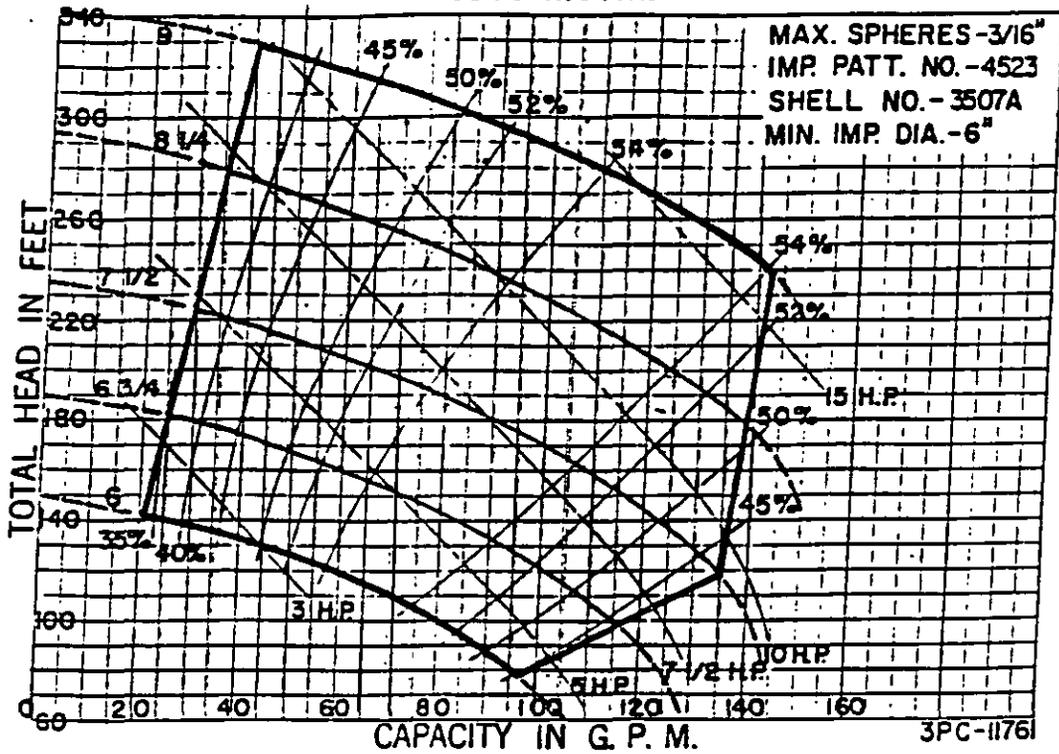


1750
R.P.M.

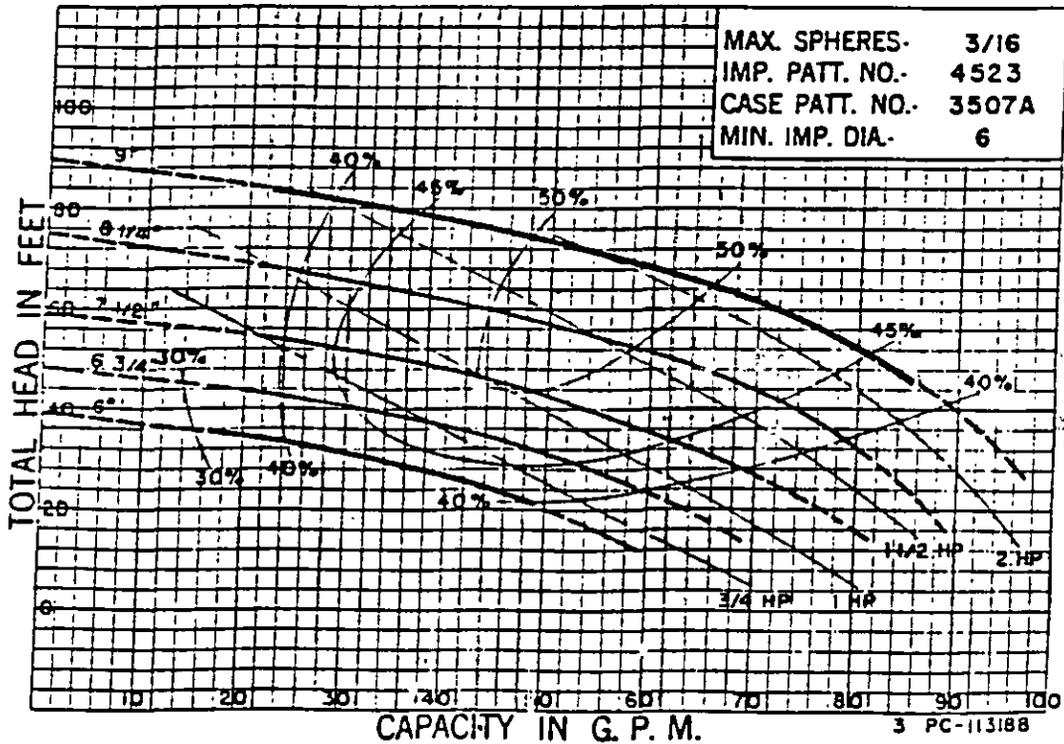


ap **AURORA PUMP**
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
 AURORA - ILLINOIS

1 1/4 x 1 1/2 x 9A TYPE GB
ENCLOSED IMPELLER
3500 R. P. M.



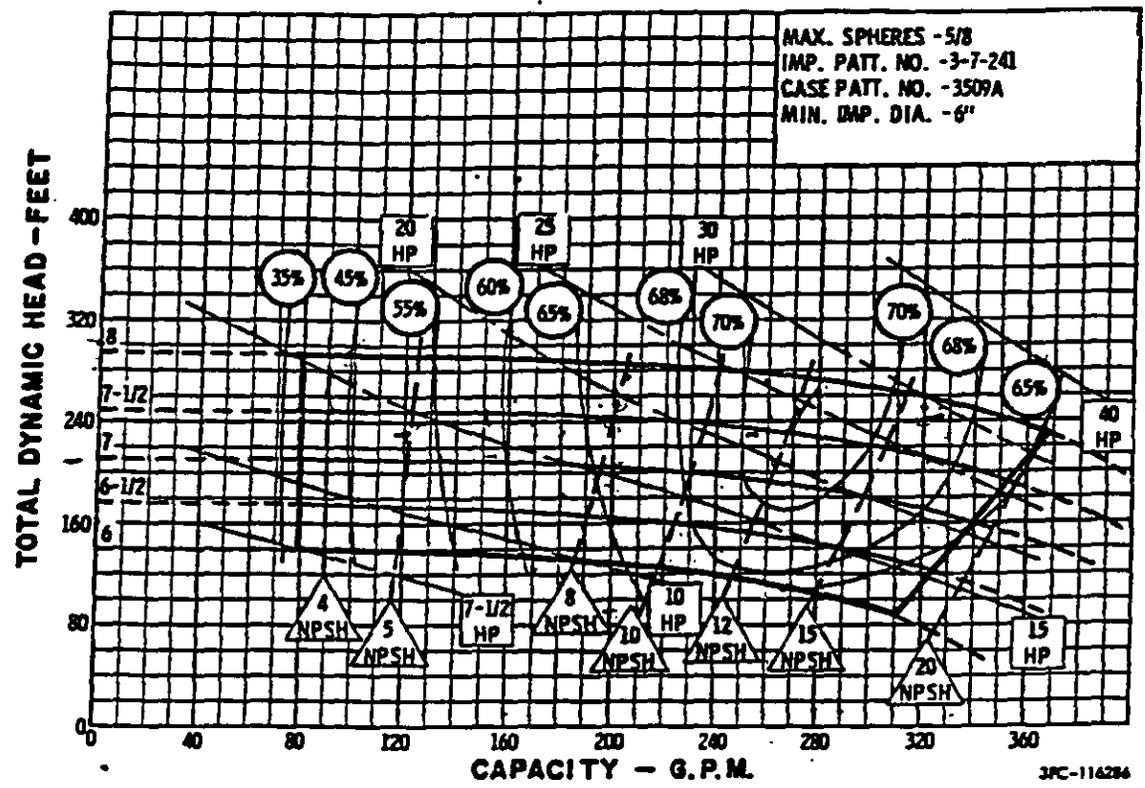
1750 R. P. M.



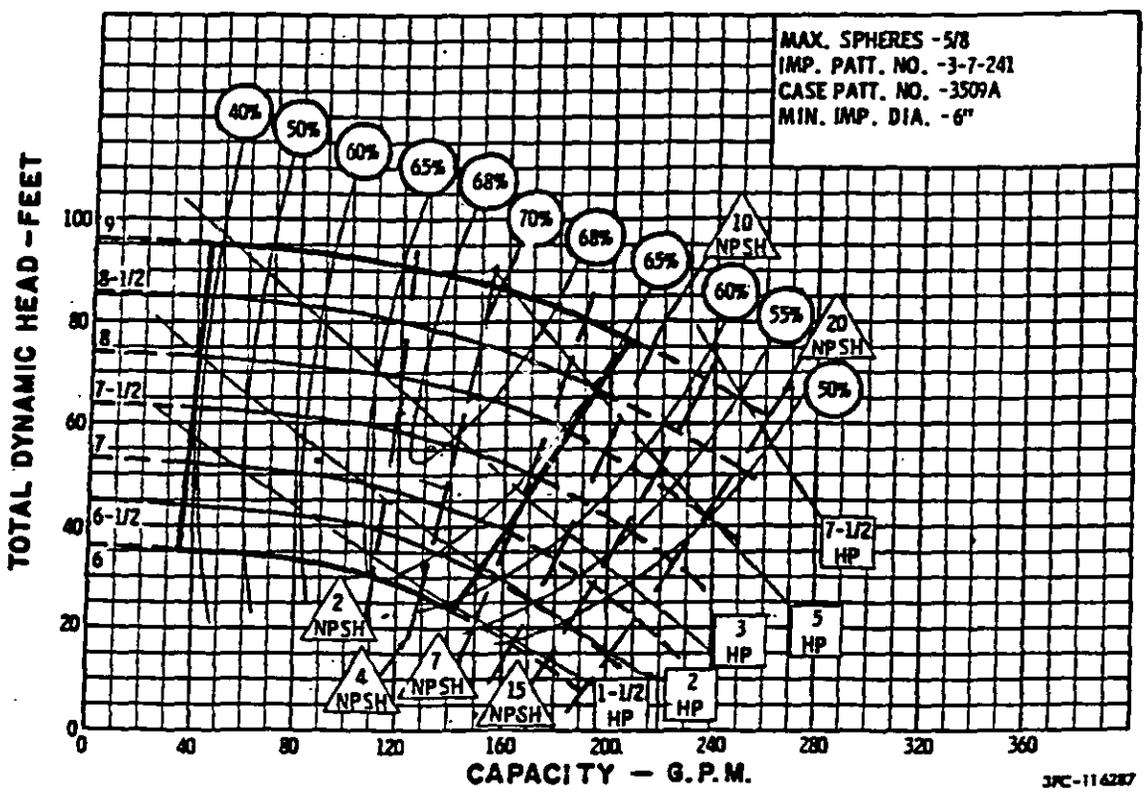
AURORA PUMP DIVISION
 THE NEW YORK AIR BRAKE COMPANY
 AURORA ILLINOIS



3500
R.P.M.



1750
R.P.M.



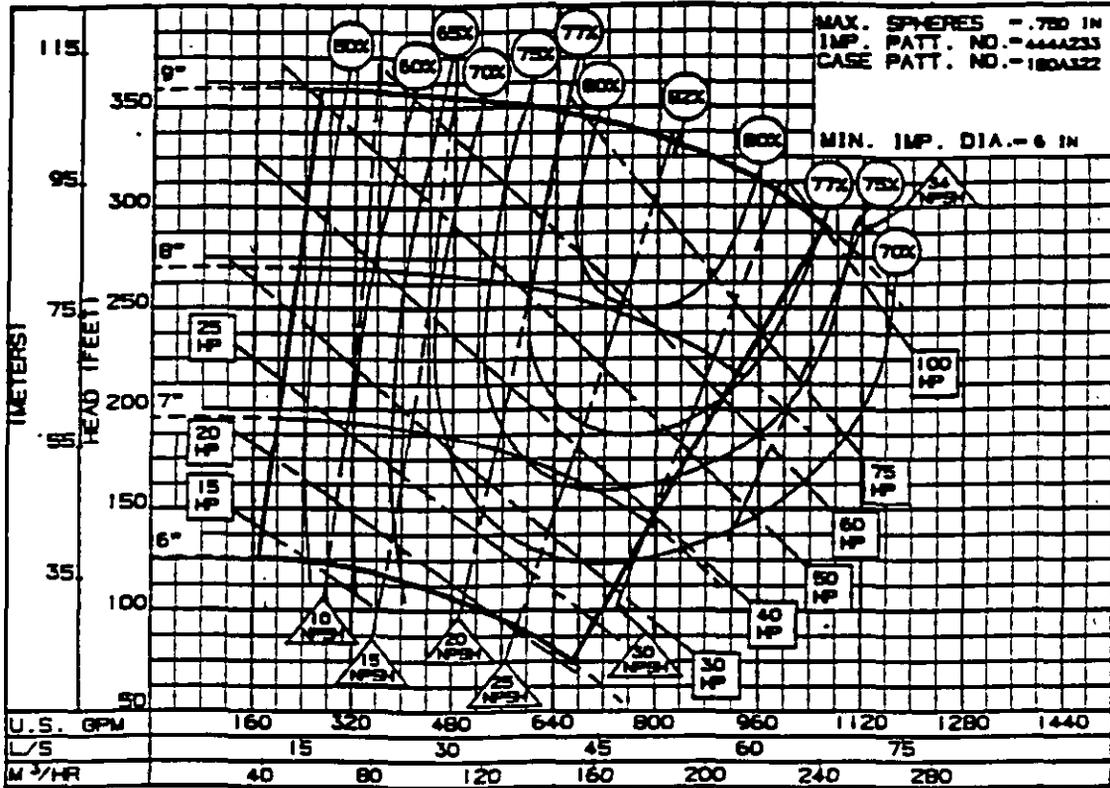
ap **AUROR. PUMP**
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
 AURORA • ILLINOIS

3 x 4 x 9B SERIES 340 or 360

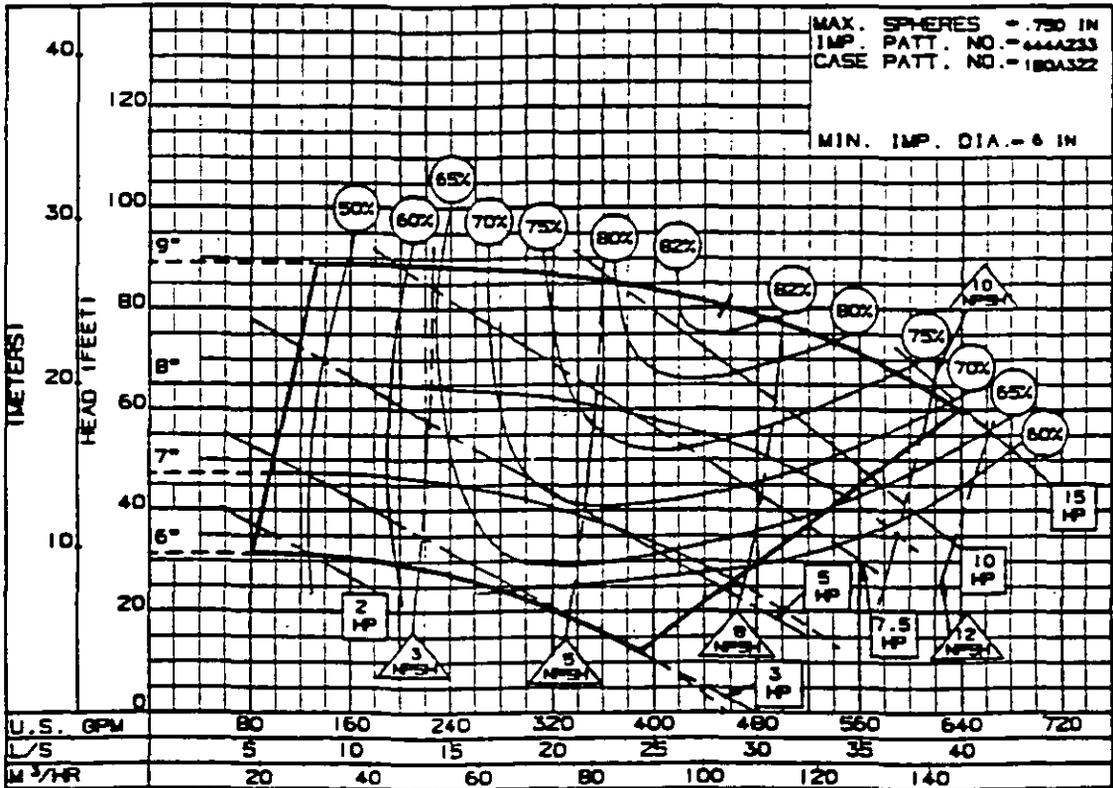
ENCLOSED IMPELLER

SECTION 340/360 PAGE 419

DATED JANUARY 1986



3PC-142441

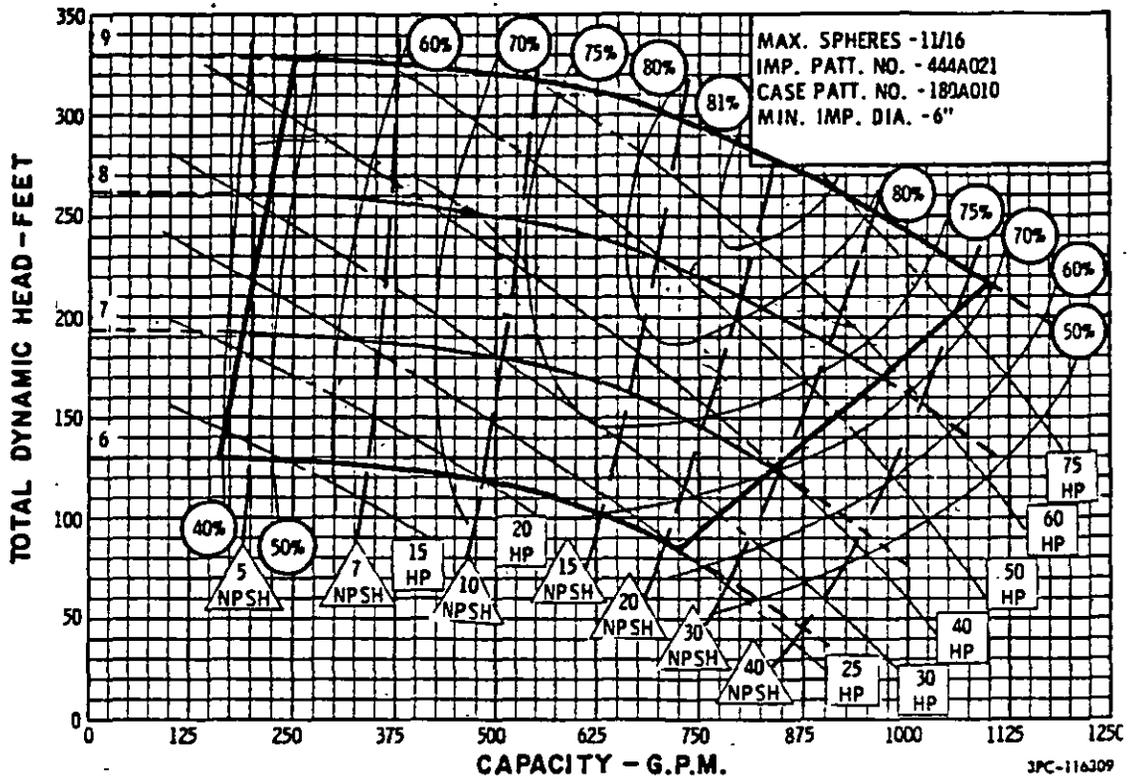


3PC-142440

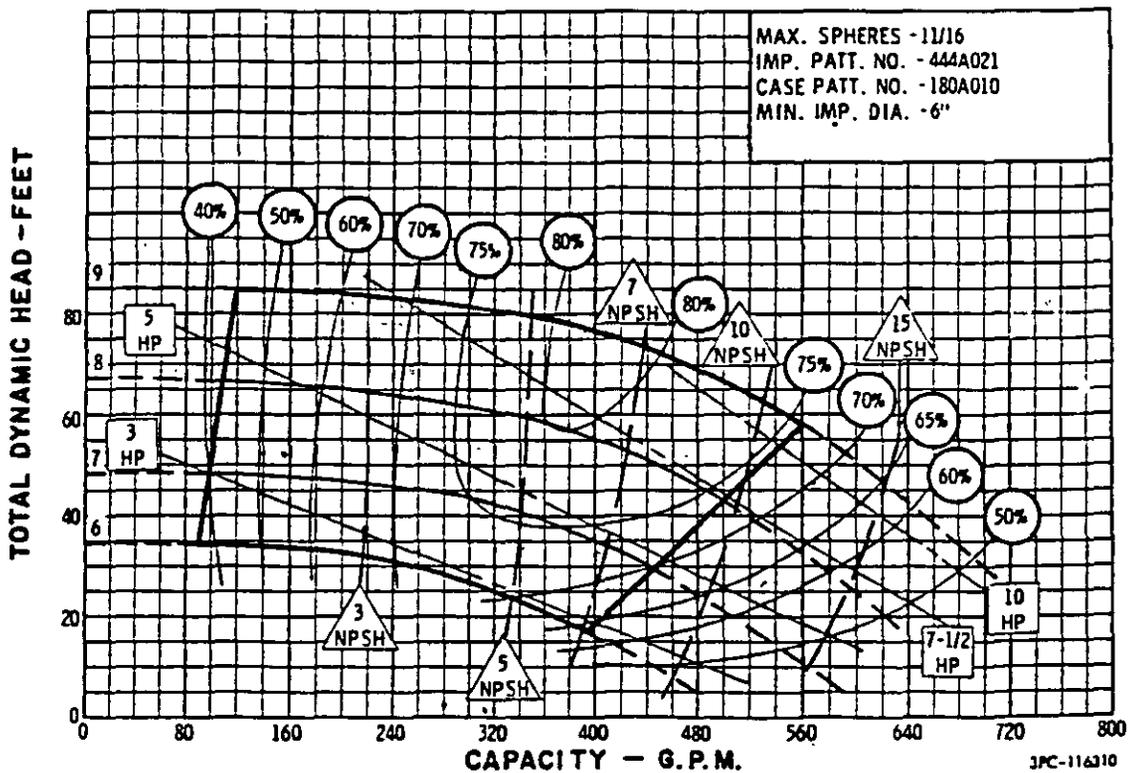
GS AURORA PUMP
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL
 800 AIRPORT ROAD NORTH AURORA ILLINOIS 60262

4 x 5 x 9A SERIES 340 OR 360
ENCLOSED IMPELLER

3500 R.P.M.



1750 R.P.M.



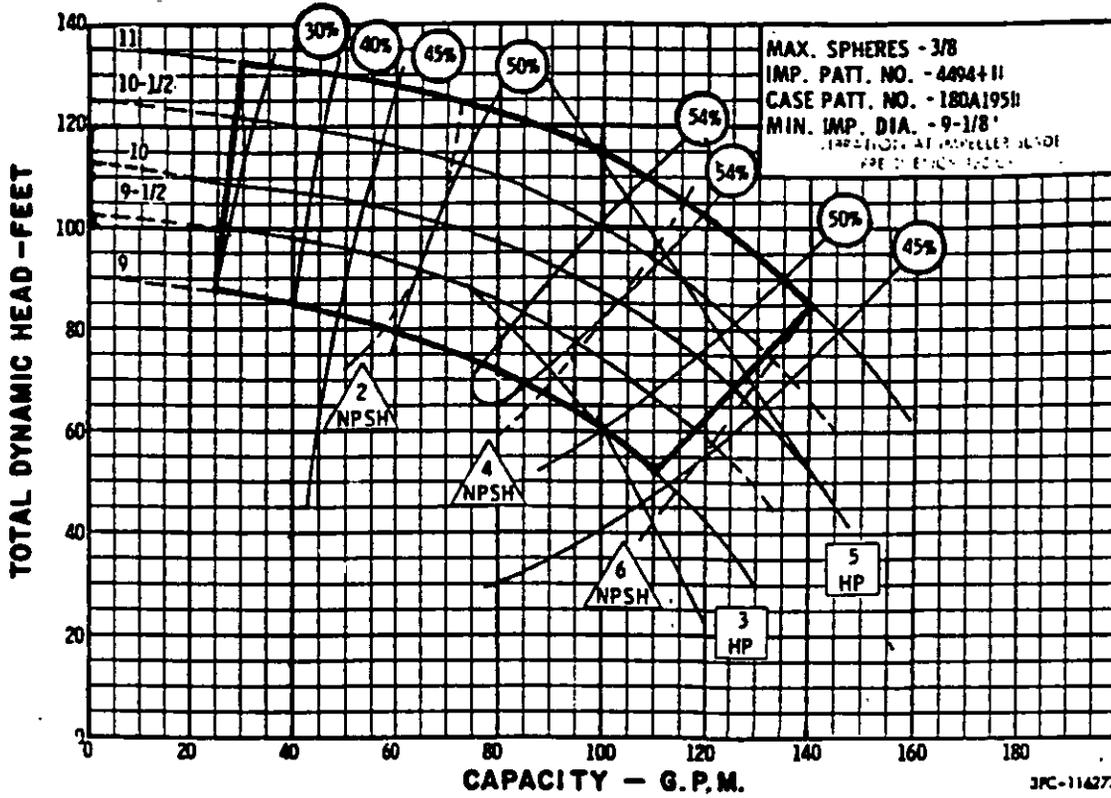
AURORA PUMP
 A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
 AURORA - ILLINOIS

1-1/2x2x11 SERIES 340 OR 360

SECTION 340 PAGE 40

ENCLOSED IMPELLER

DATED FEBRUARY 1966

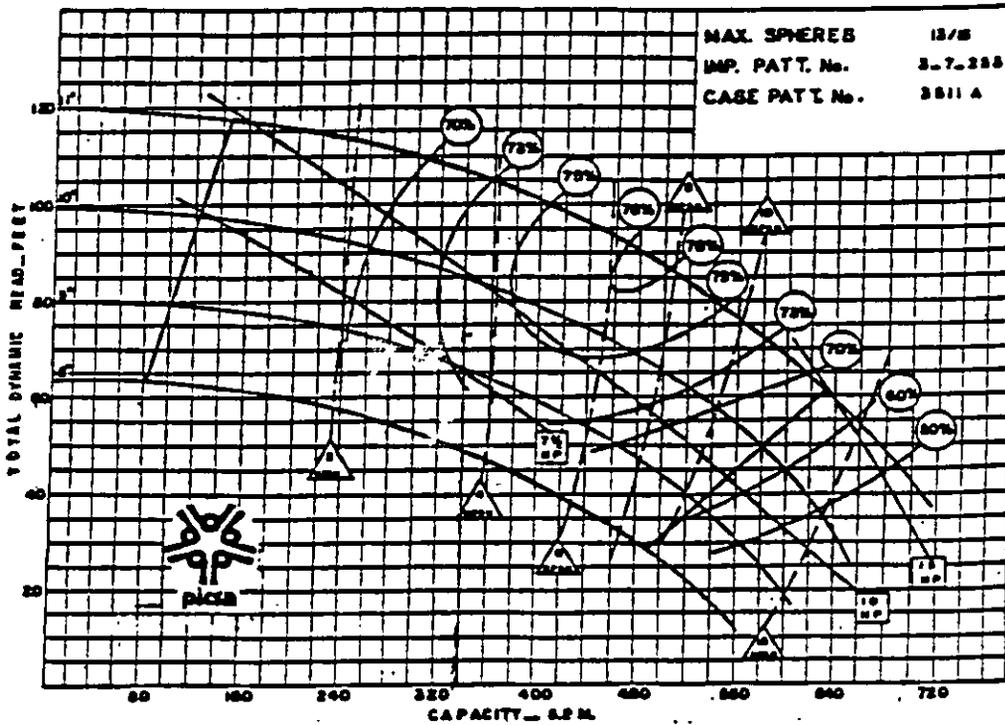


3 x 4 x 11 SERIES 340 OR 360

SECTION 340 PAGE 419

ENCLOSED IMPELLER

DATED FEBRUARY 1969



ap
AURORA PUMPS

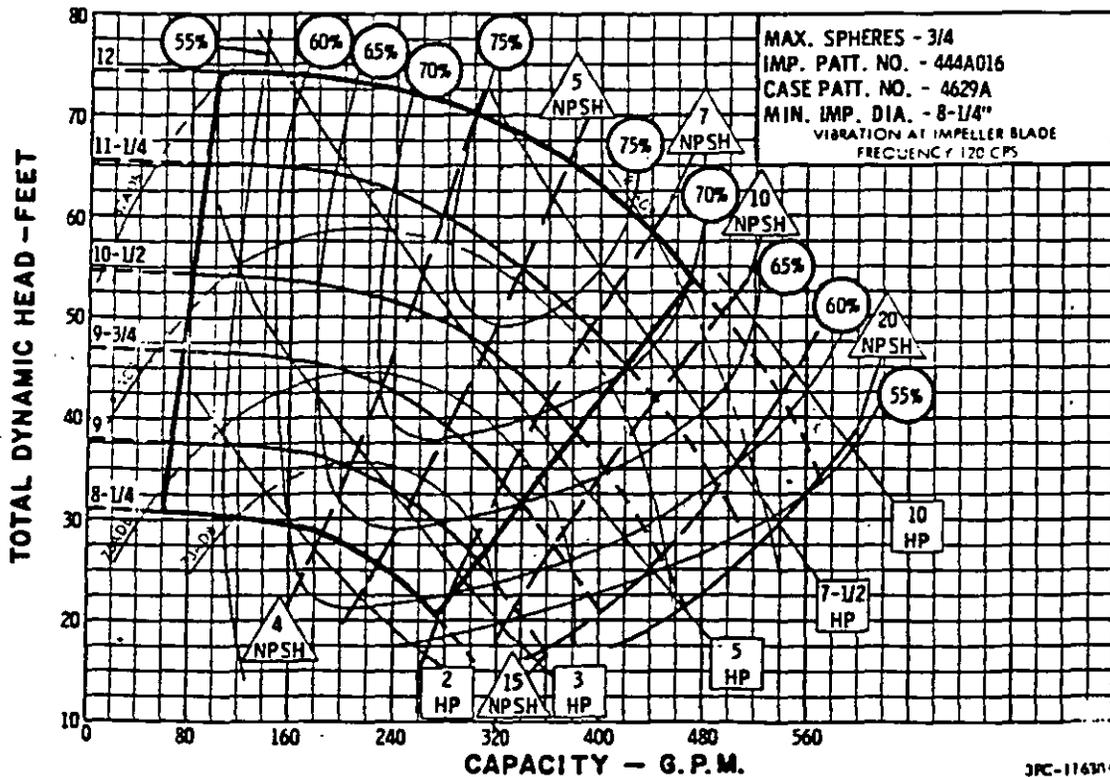
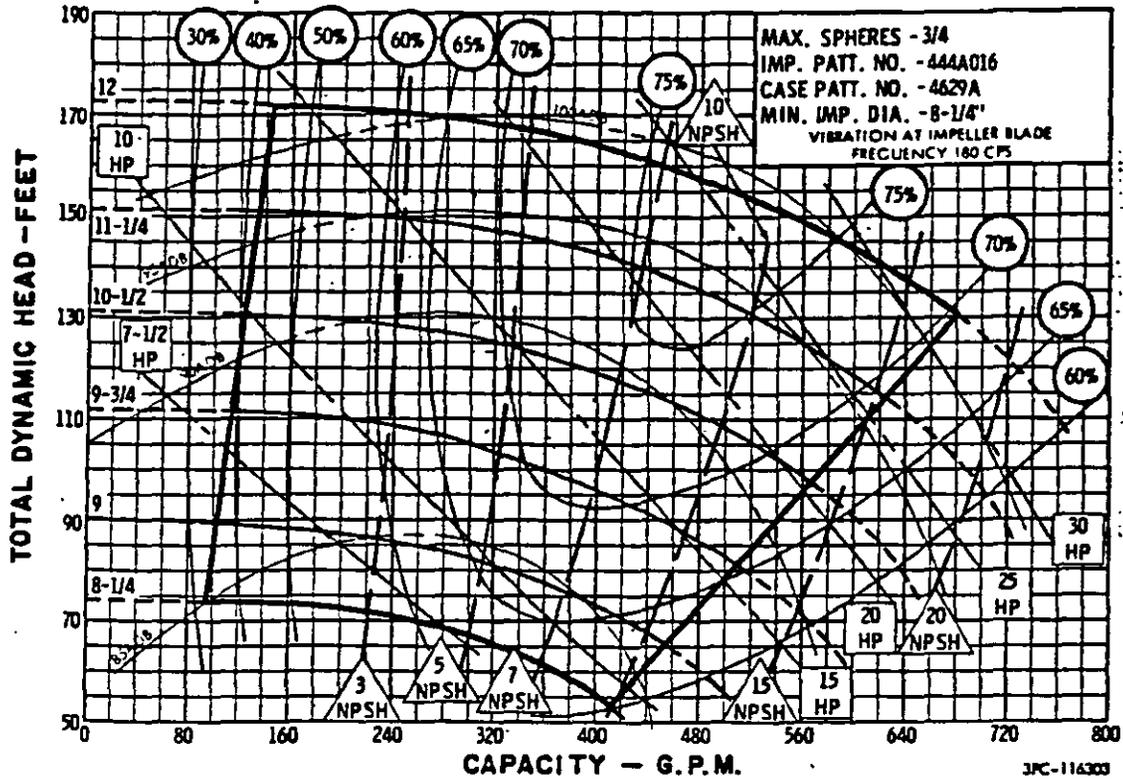
AURORA PUMP
A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION
AURORA - ILLINOIS

3 x 4 x 12 SERIES 340 OR 360

SECTION 340 PAGE

ENCLOSED IMPELLER

DATED FEBRUARY 1969

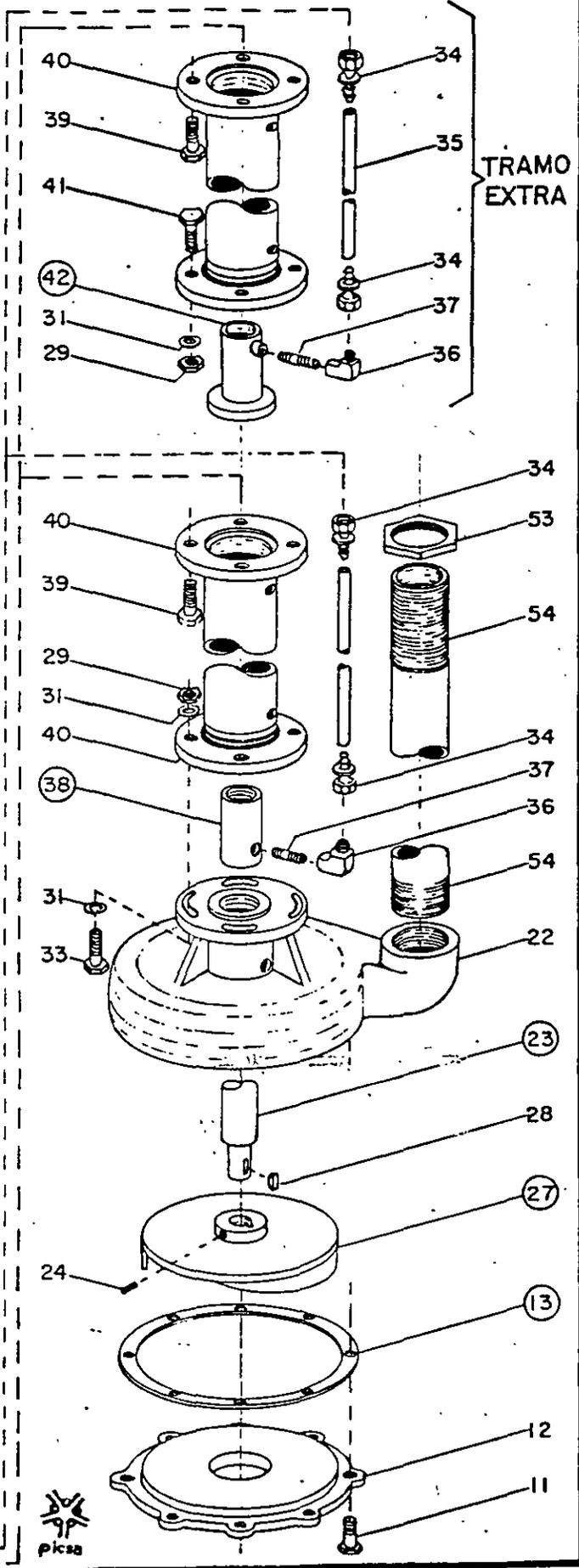
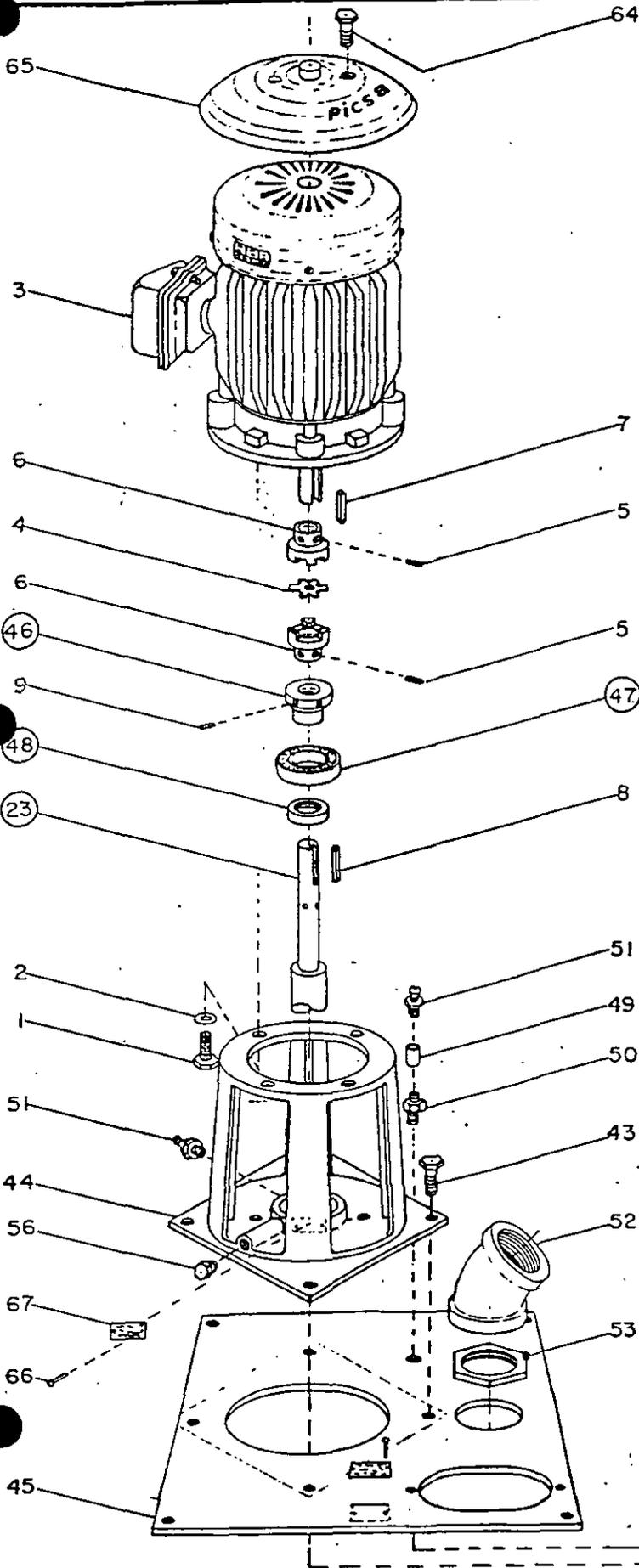


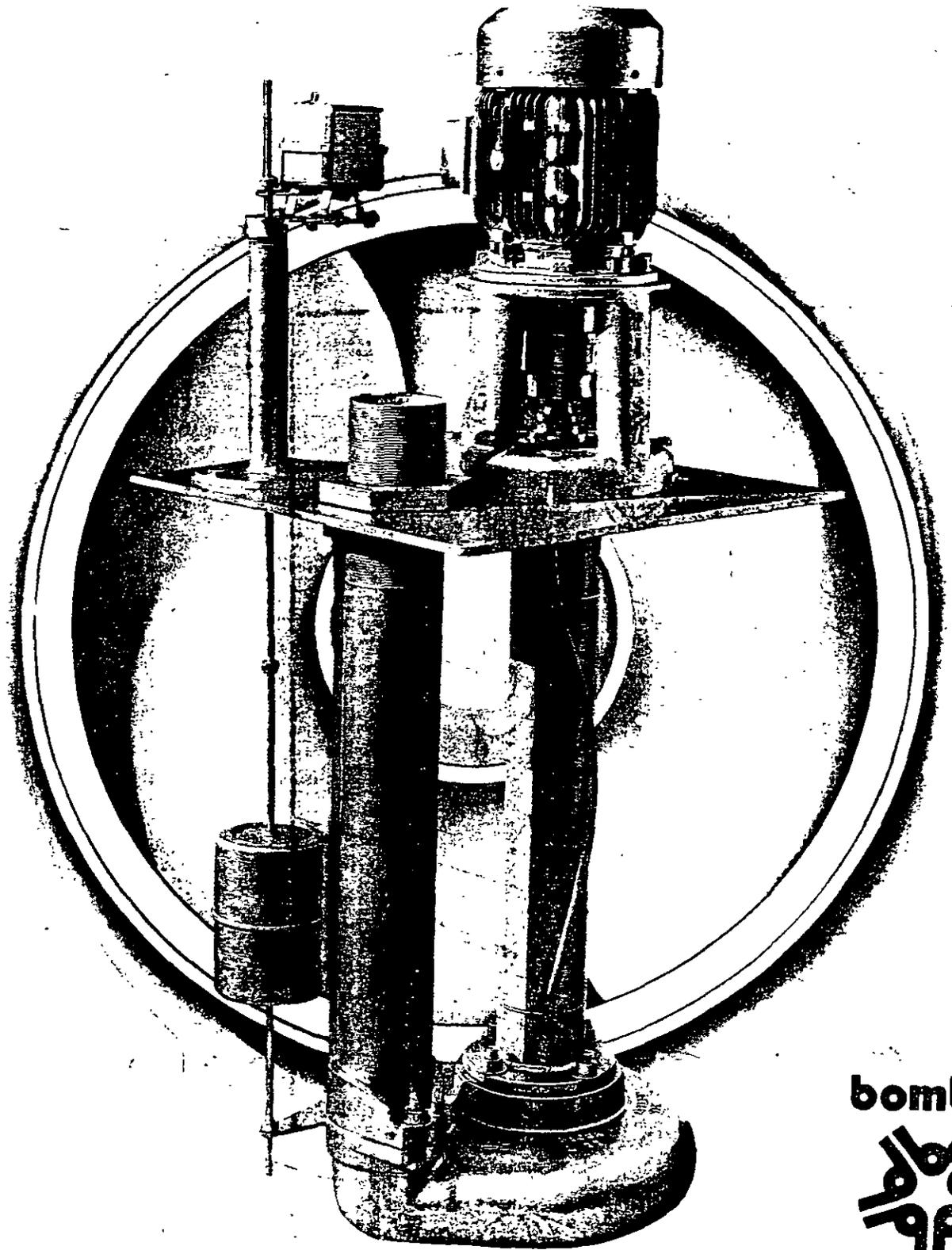
AURORA PUMP

A UNIT OF GENERAL SIGNAL CORPORATION

AURORA - ILLINOIS

FECHA: dic. de 1984 SECC: 520 MSM TIPO: 521 MOD: 2 x 2 x 7 1/2 S



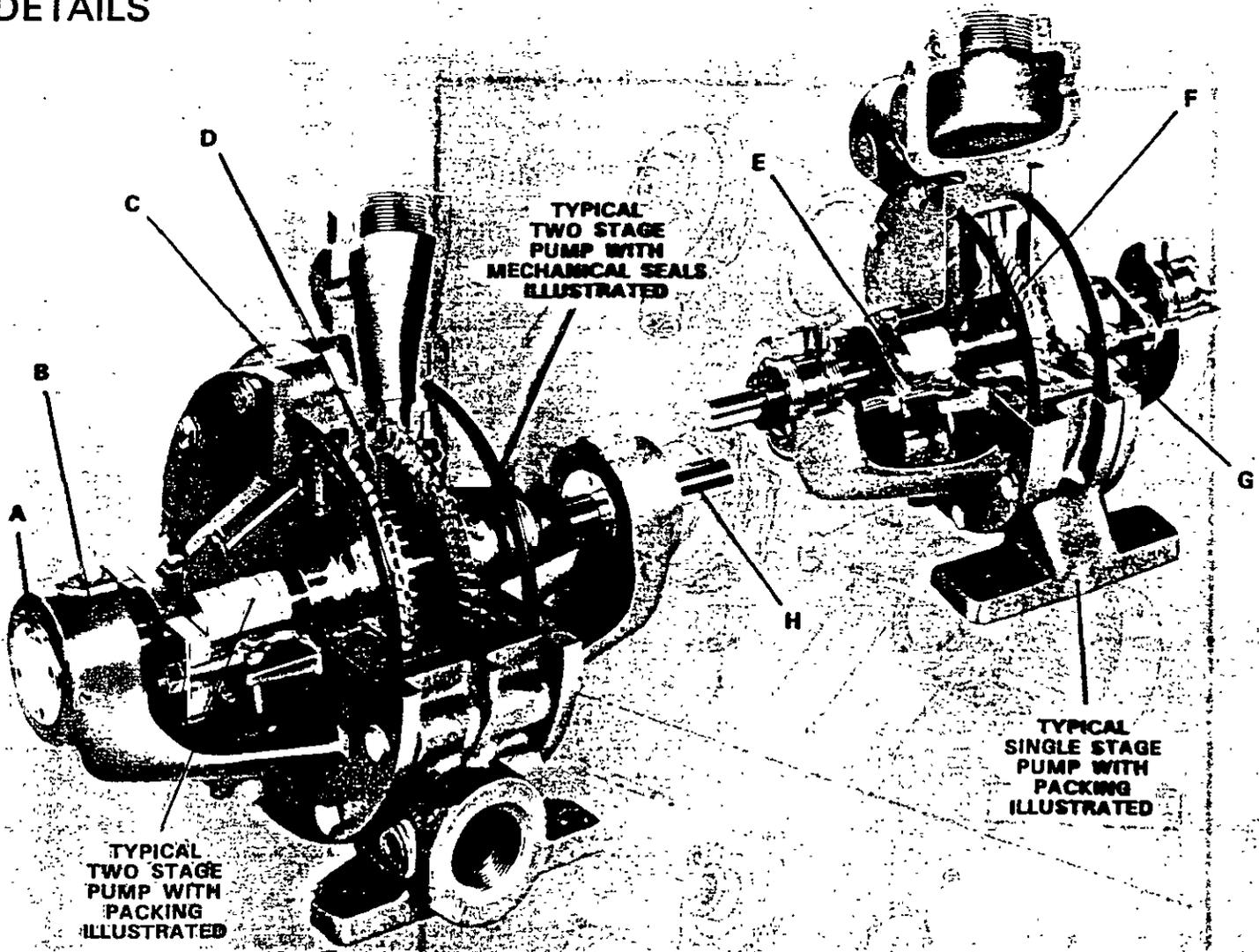


TIPO 631

bombas

picsa®

PUMP DETAILS

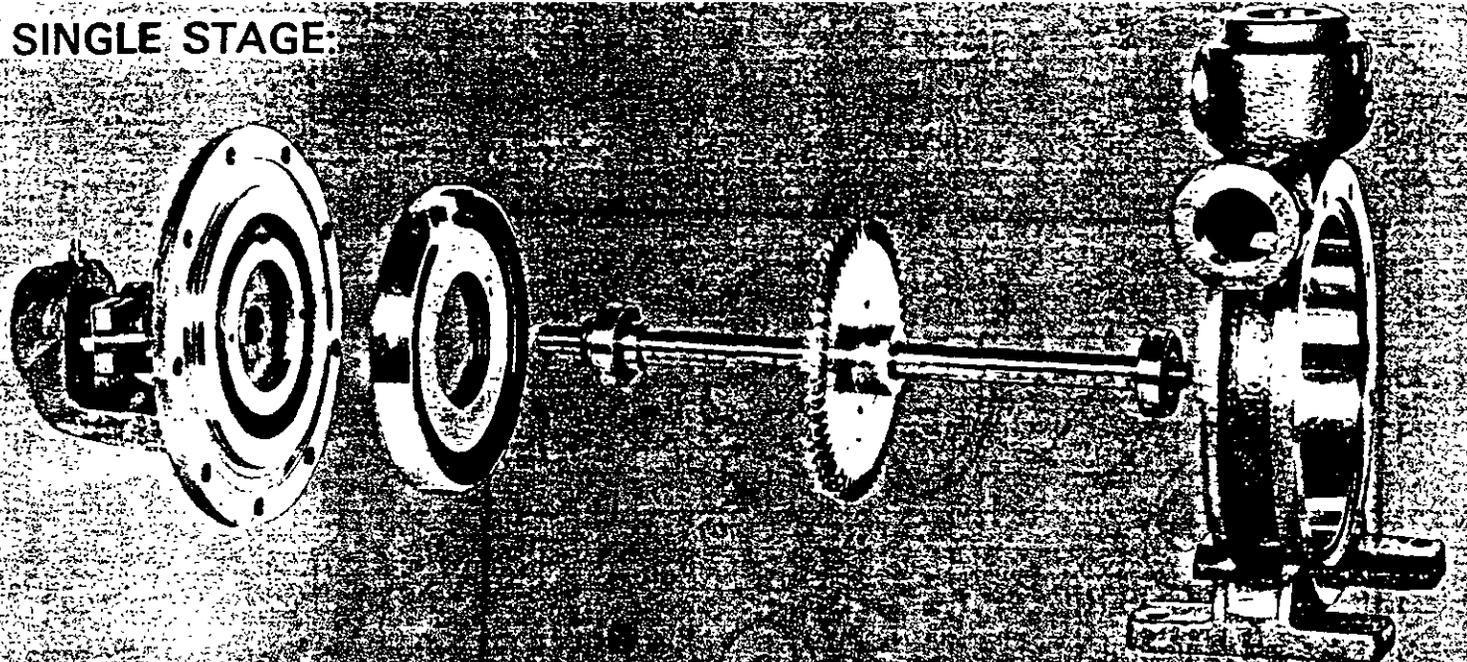


TYPICAL
TWO STAGE
PUMP WITH
PACKING
ILLUSTRATED

TYPICAL
TWO STAGE
PUMP WITH
MECHANICAL SEALS
ILLUSTRATED

TYPICAL
SINGLE STAGE
PUMP WITH
PACKING
ILLUSTRATED

SINGLE STAGE:



TWO STAGE:

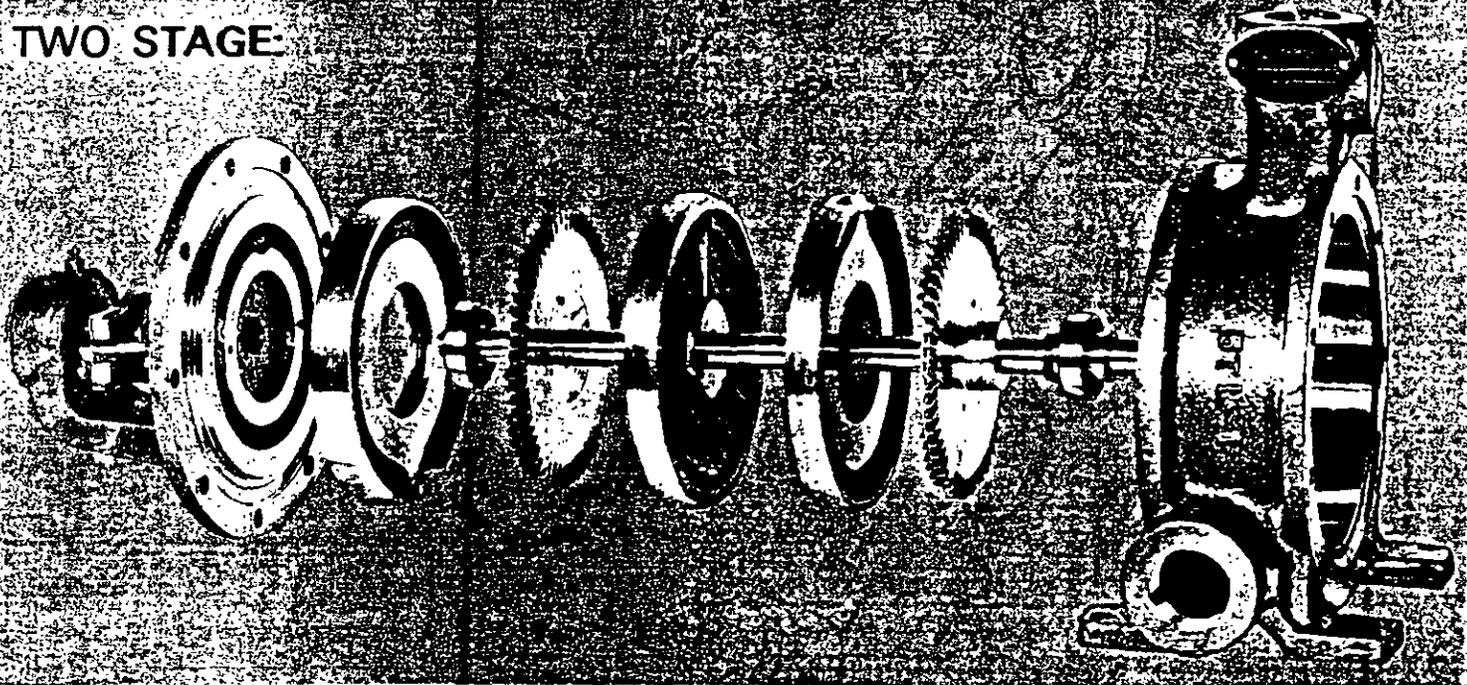


Fig. 1

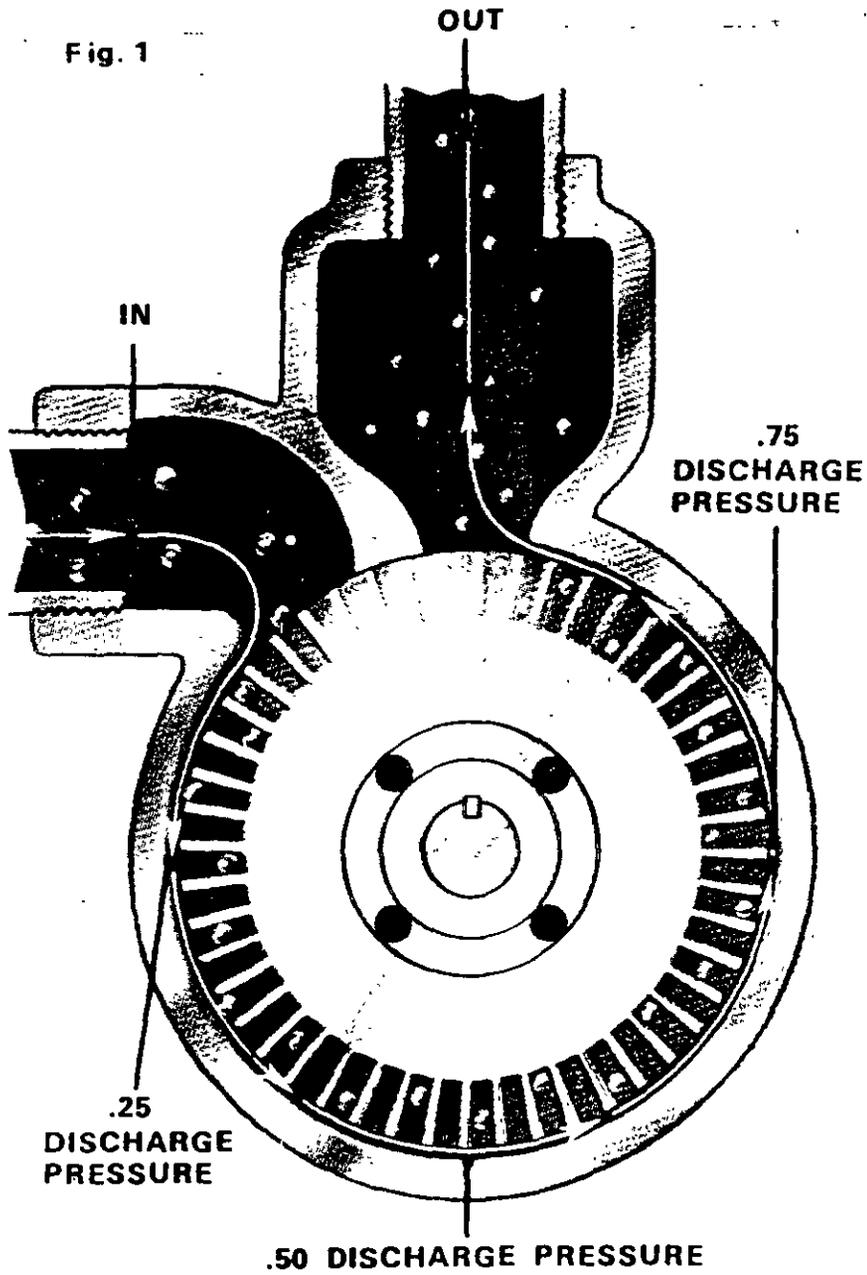
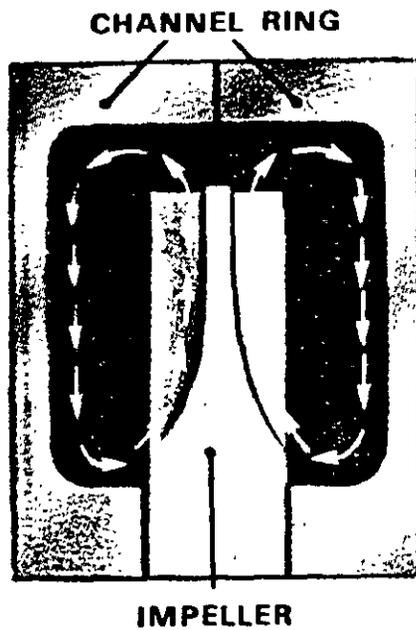


Fig. 2



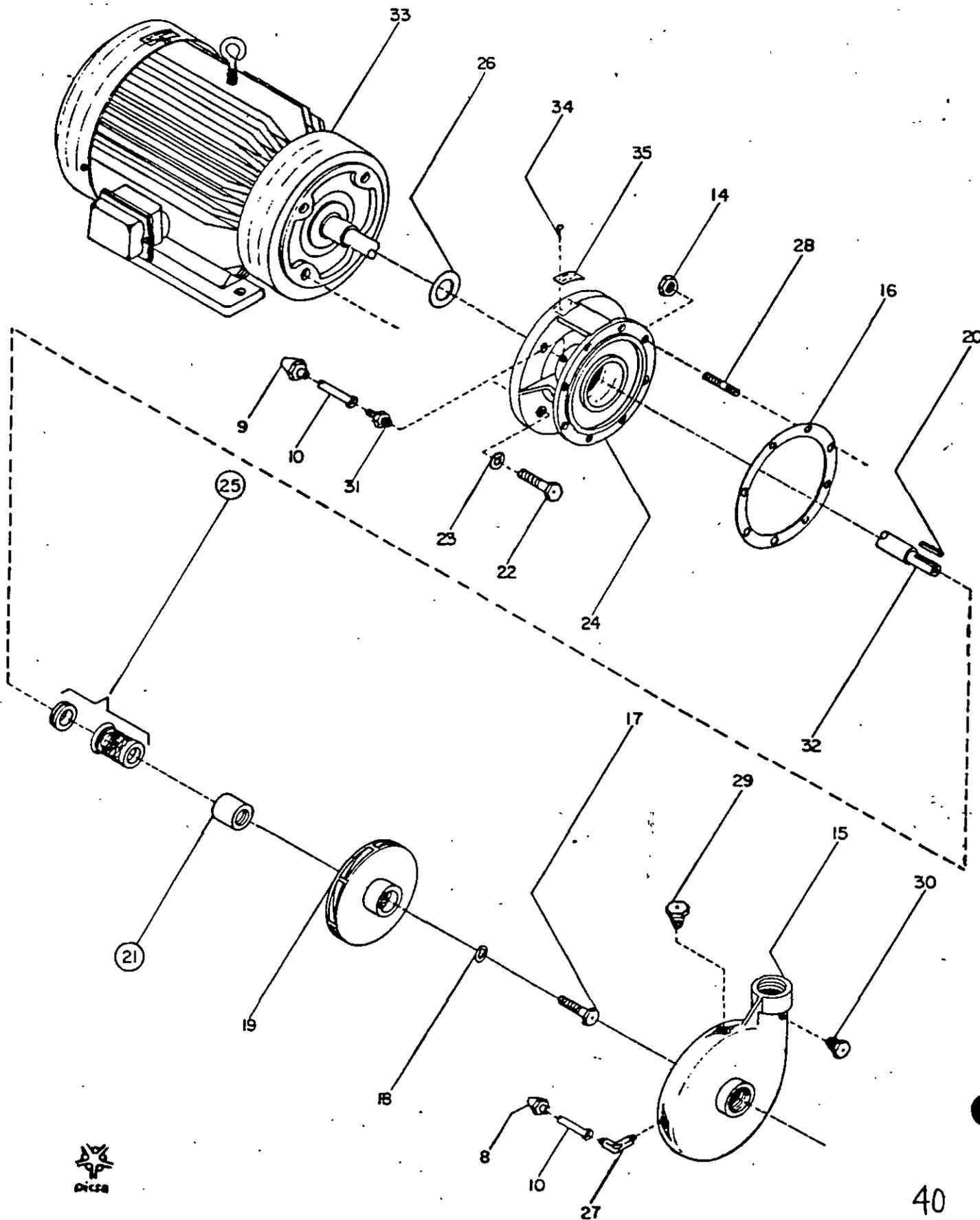


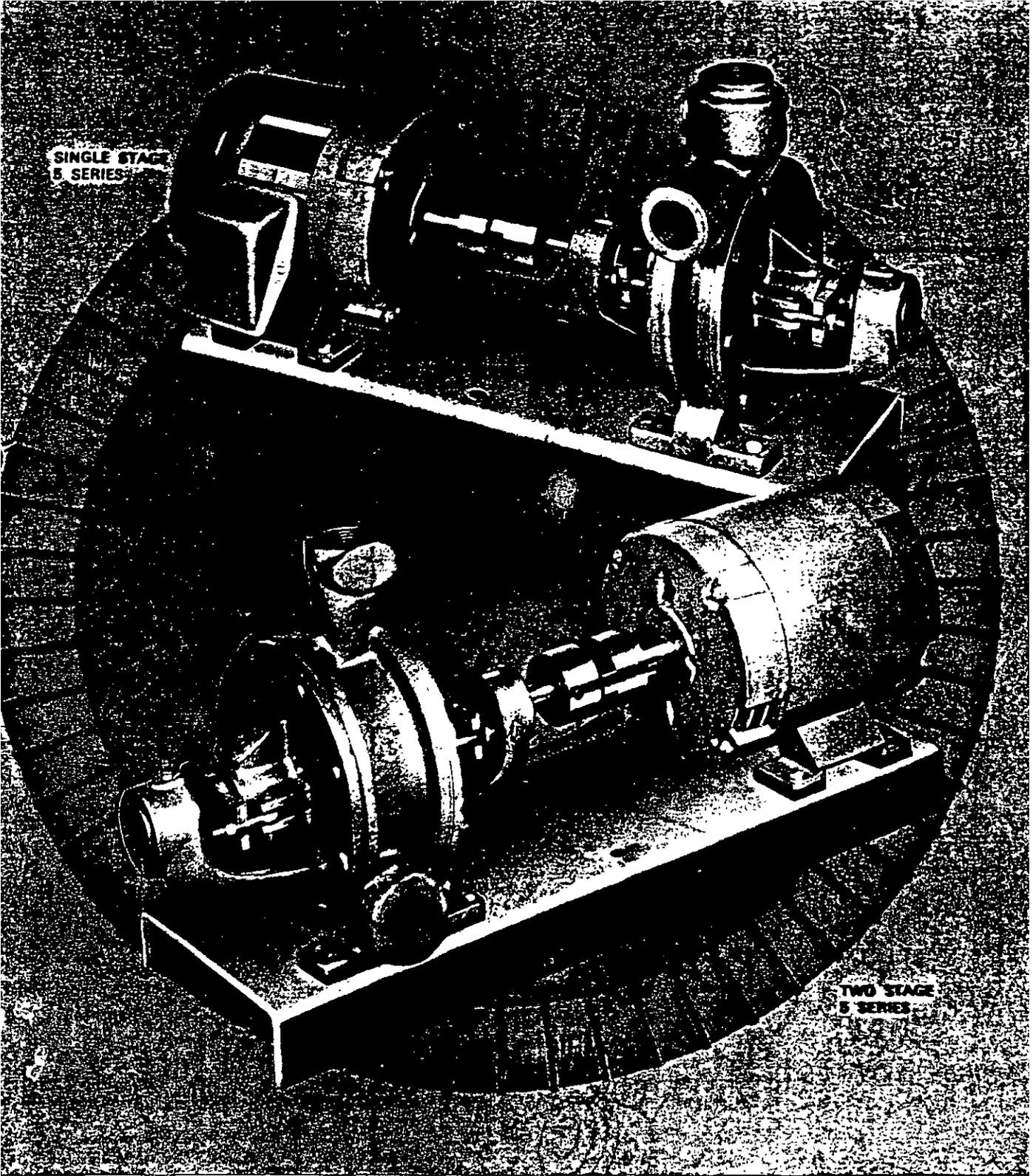
Picca

ARMZ- 256

DIBUJO. 0052
REFER:

FECHA: mayo de 1986 SECC: 340 TIPO: 341 MOD: 1 1/4 x 1 1/2

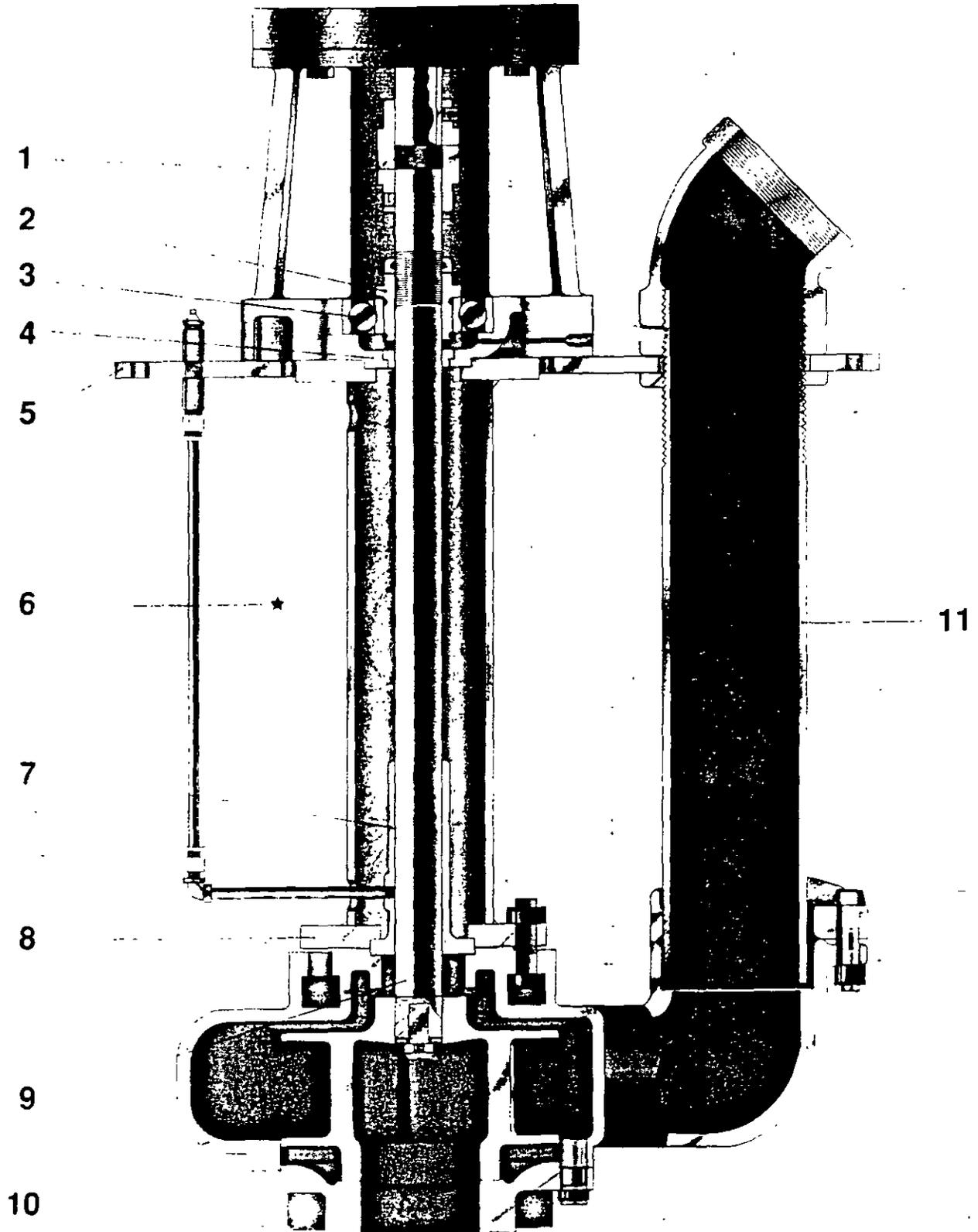




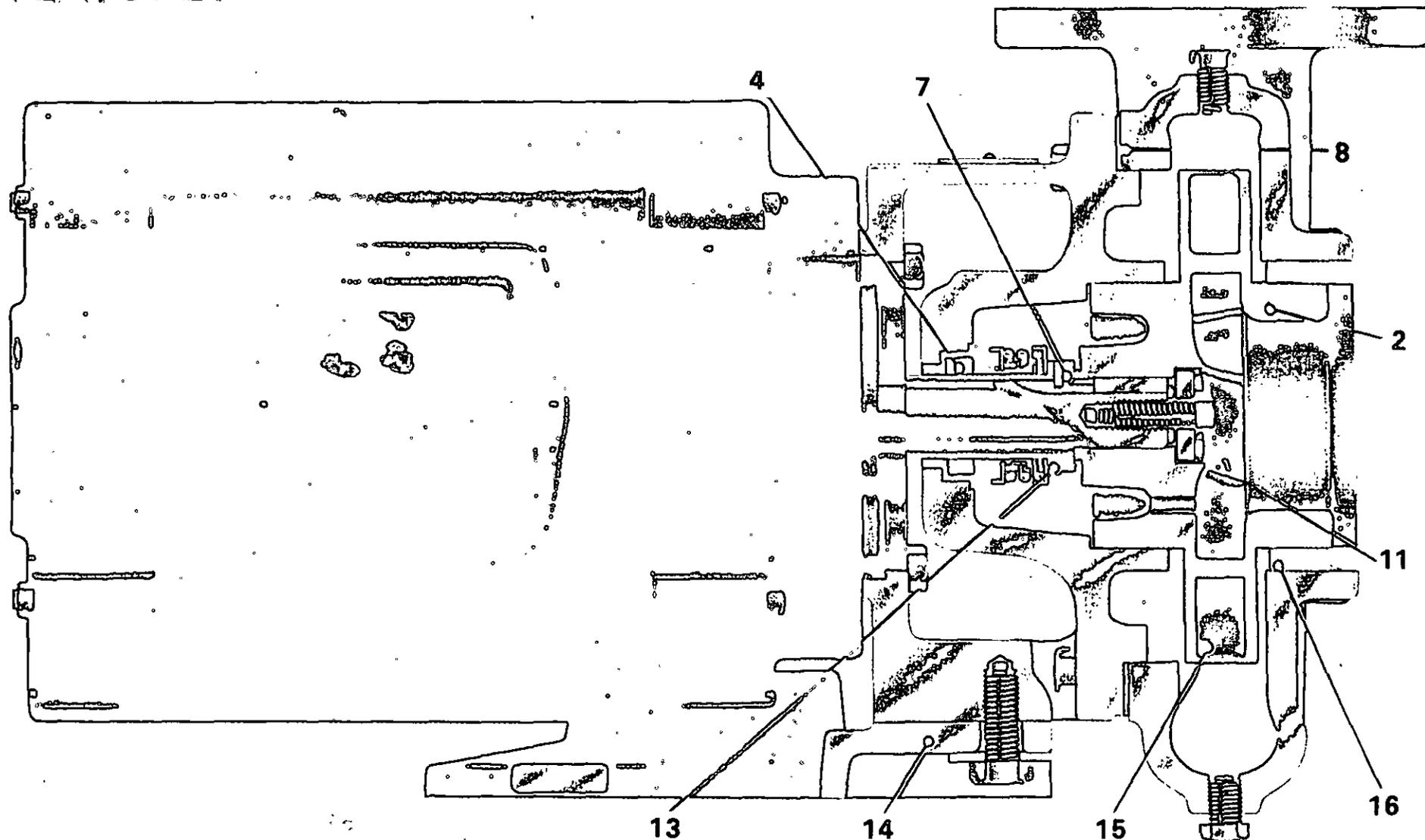
SINGLE STAGE
5 SERIES

TWO STAGE
5 SERIES

CARACTERISTICAS
DE LA BOMBA



PUMP FEATURES

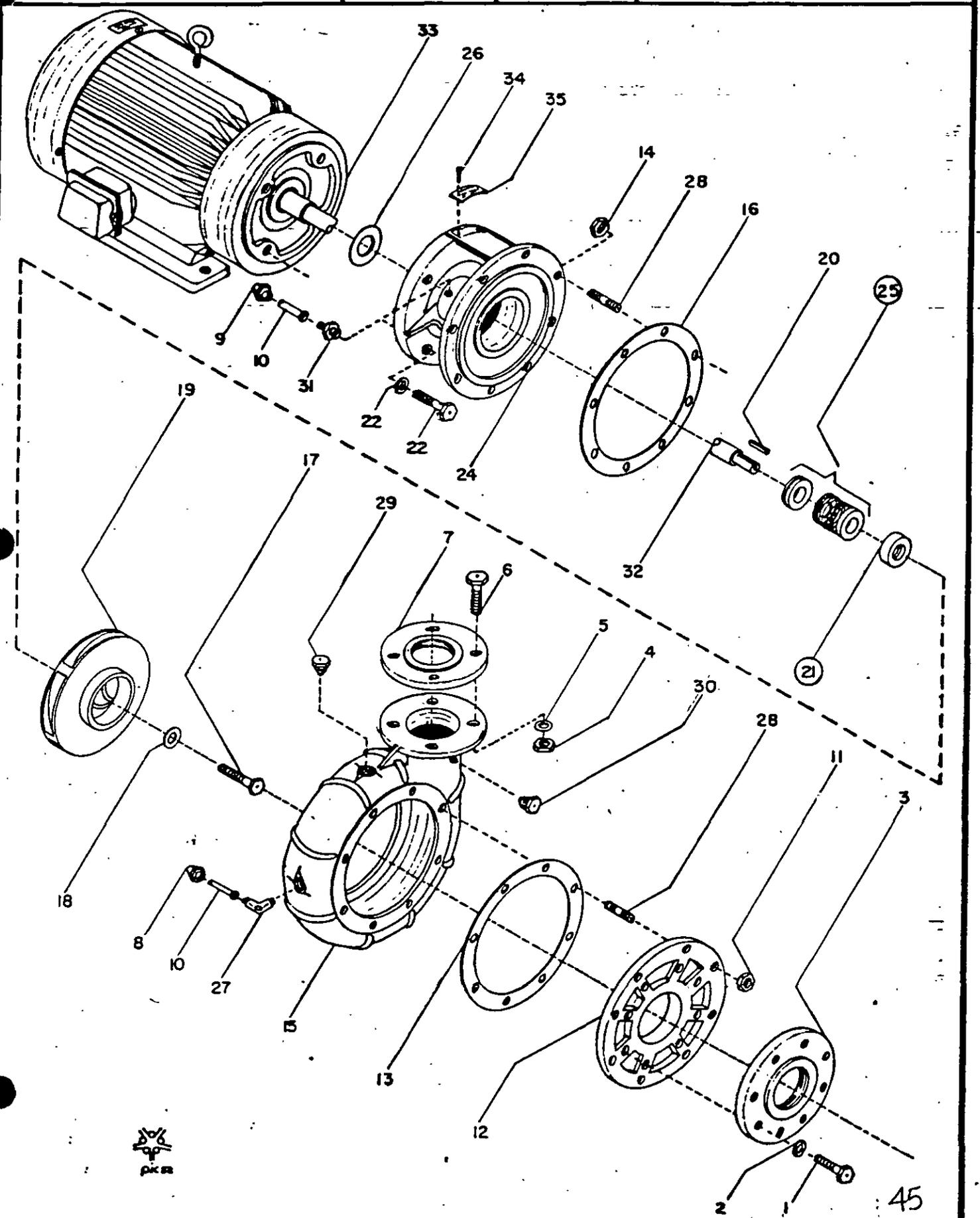


DIBUJO: 0020
REFER:



ARMZ-284

FECHA: abril de 1986 SECC: 340 TIPO: 341 MODELO: 3 x 4 x 9A



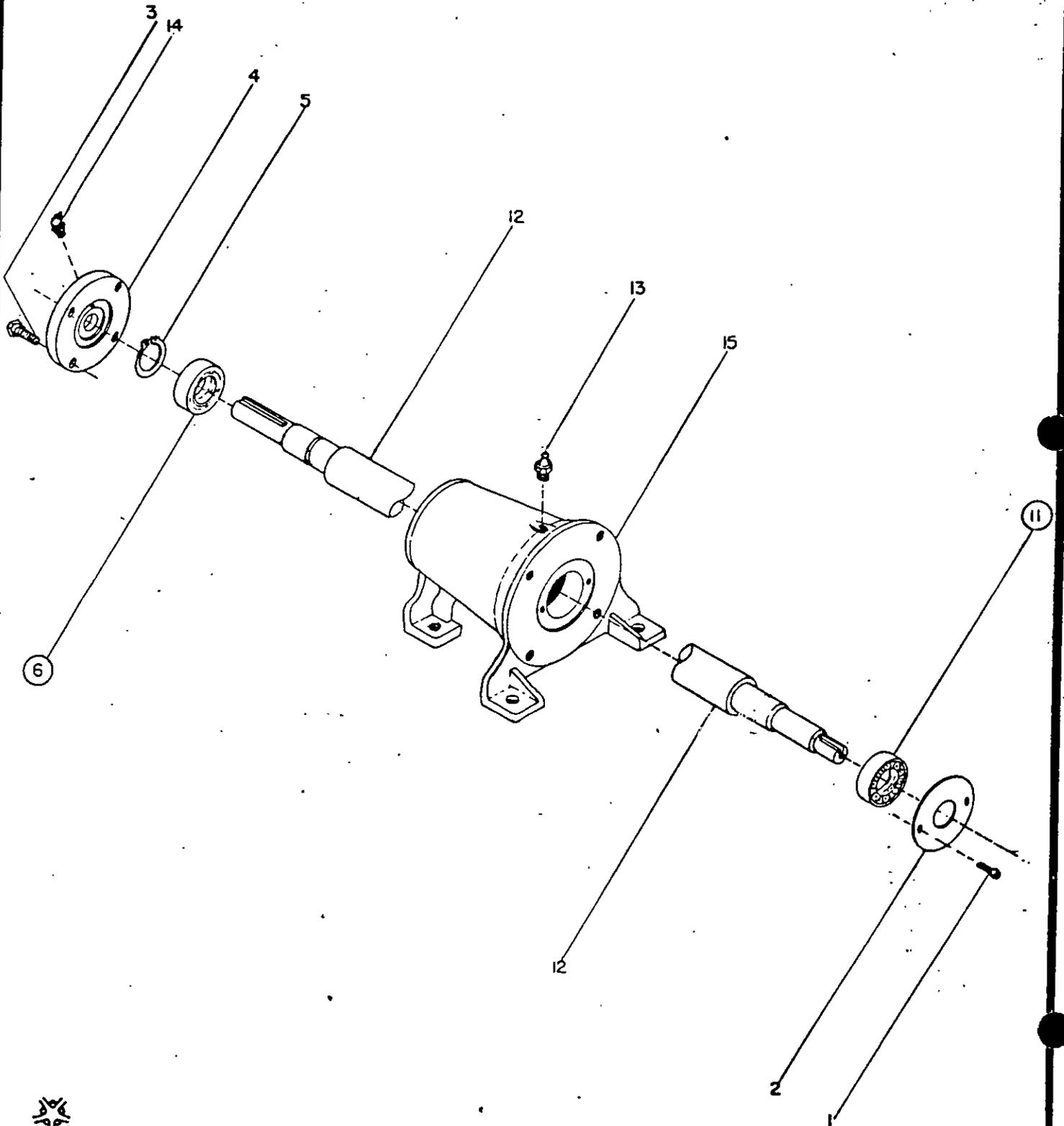


Picca

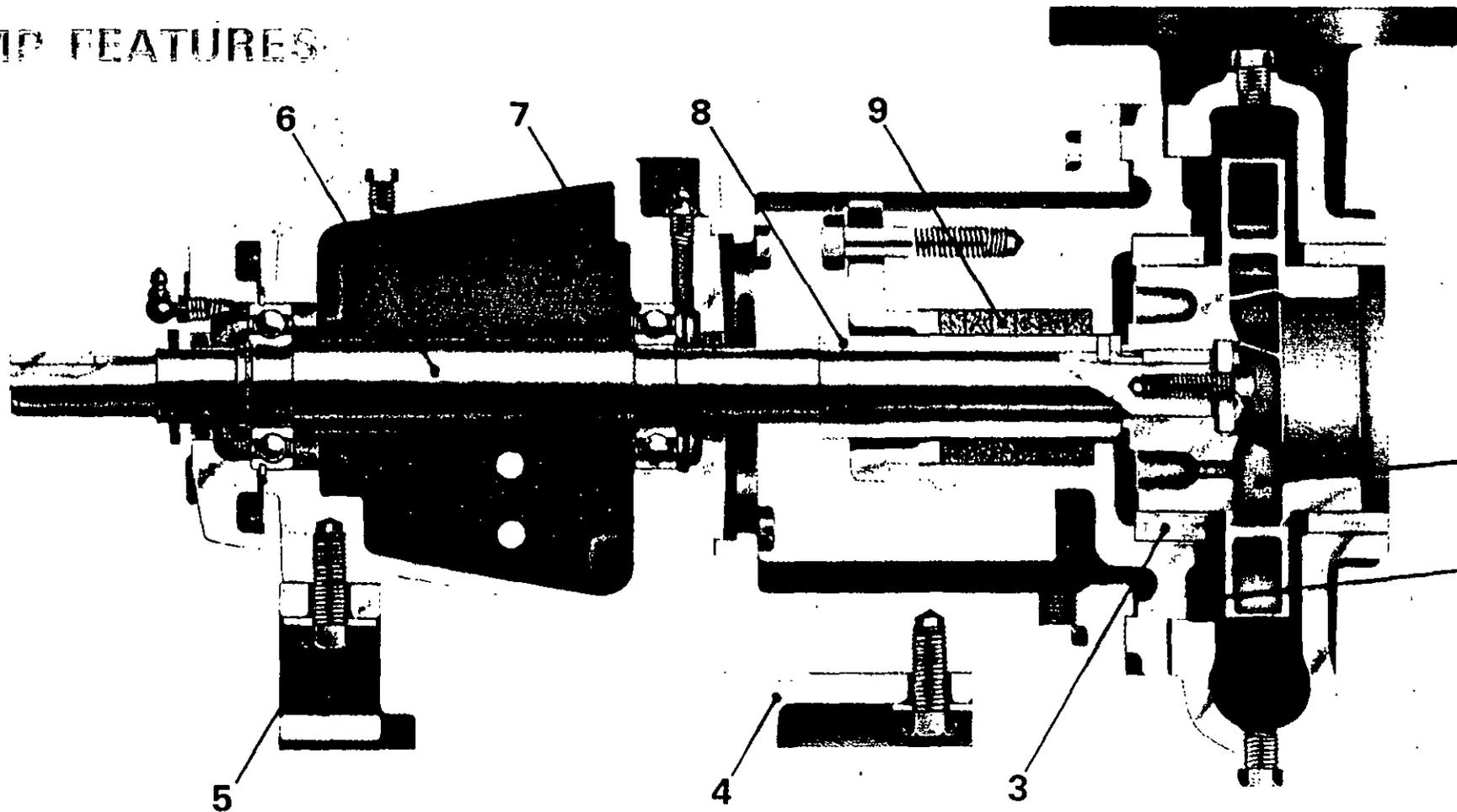
ARMZ:284

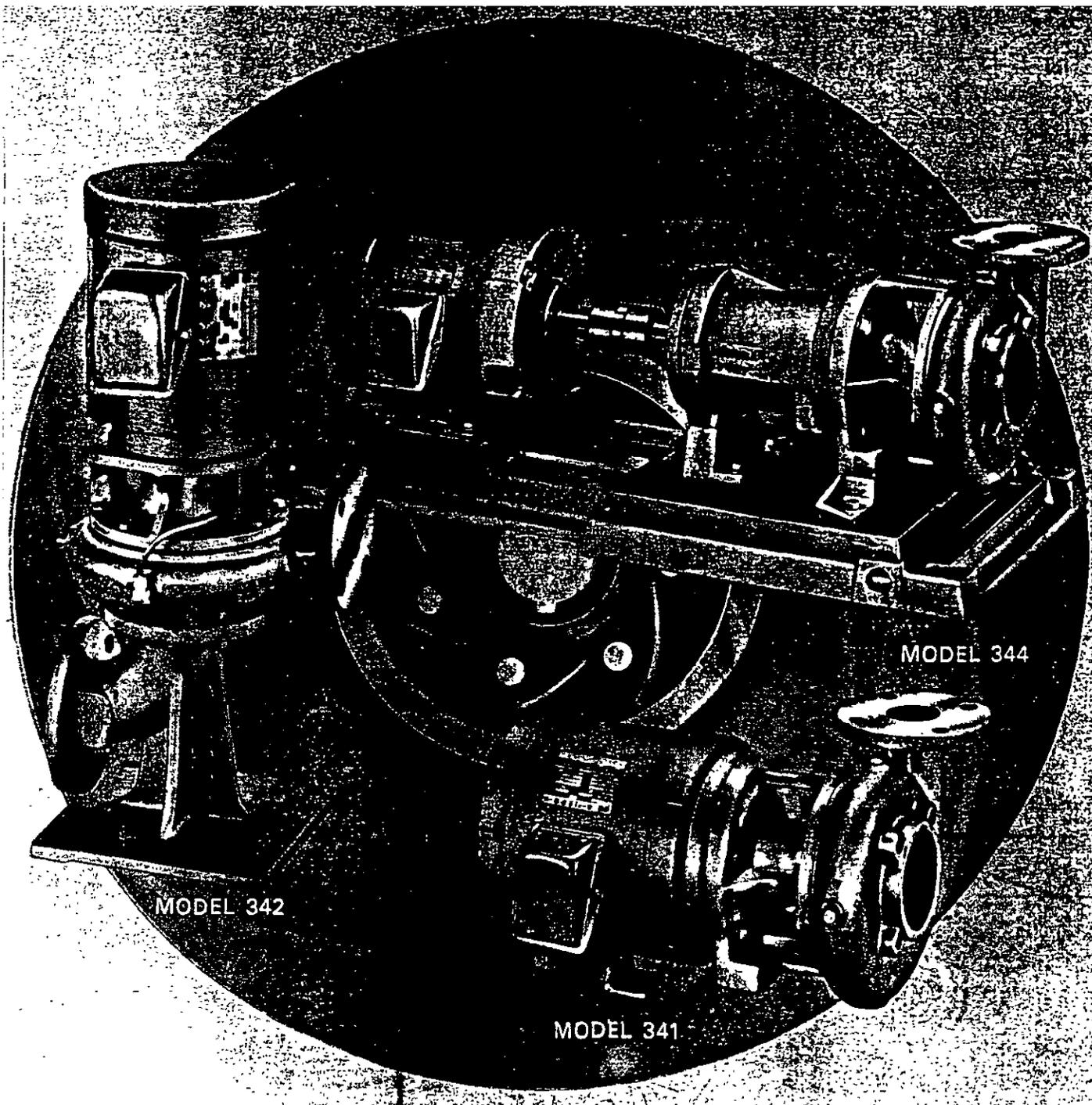
DIBUJO: 0048
REFER:

FECHA: noviembre de 1984 SECCION: 340 TIPO: 344 MOD: pedestal n°



PUMP FEATURES

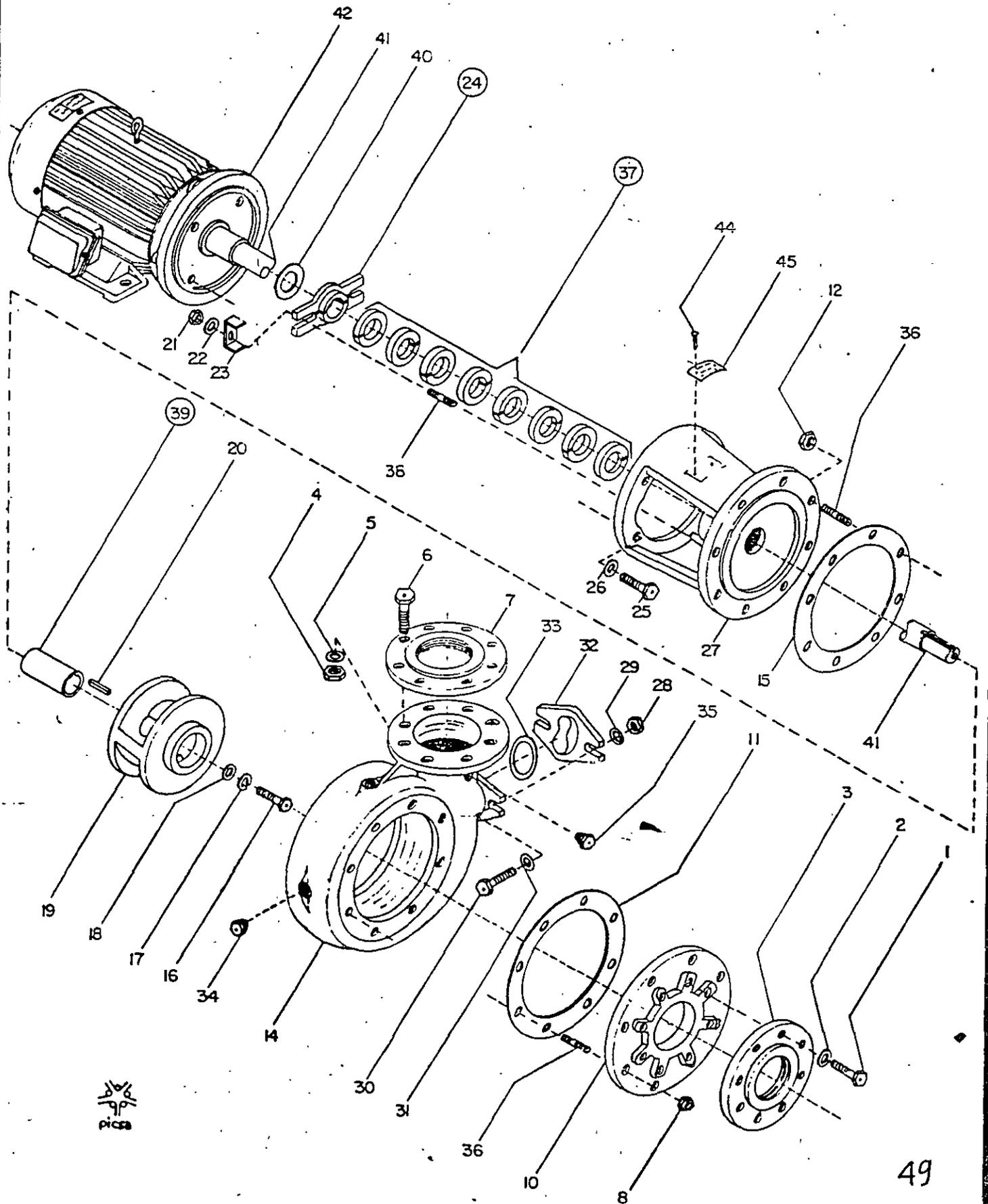




DIBUJO: 0044
REFER:



FECHA: febrero de 1986 SECC: 610 TIPO: 611 MODELO: 4x4x9G



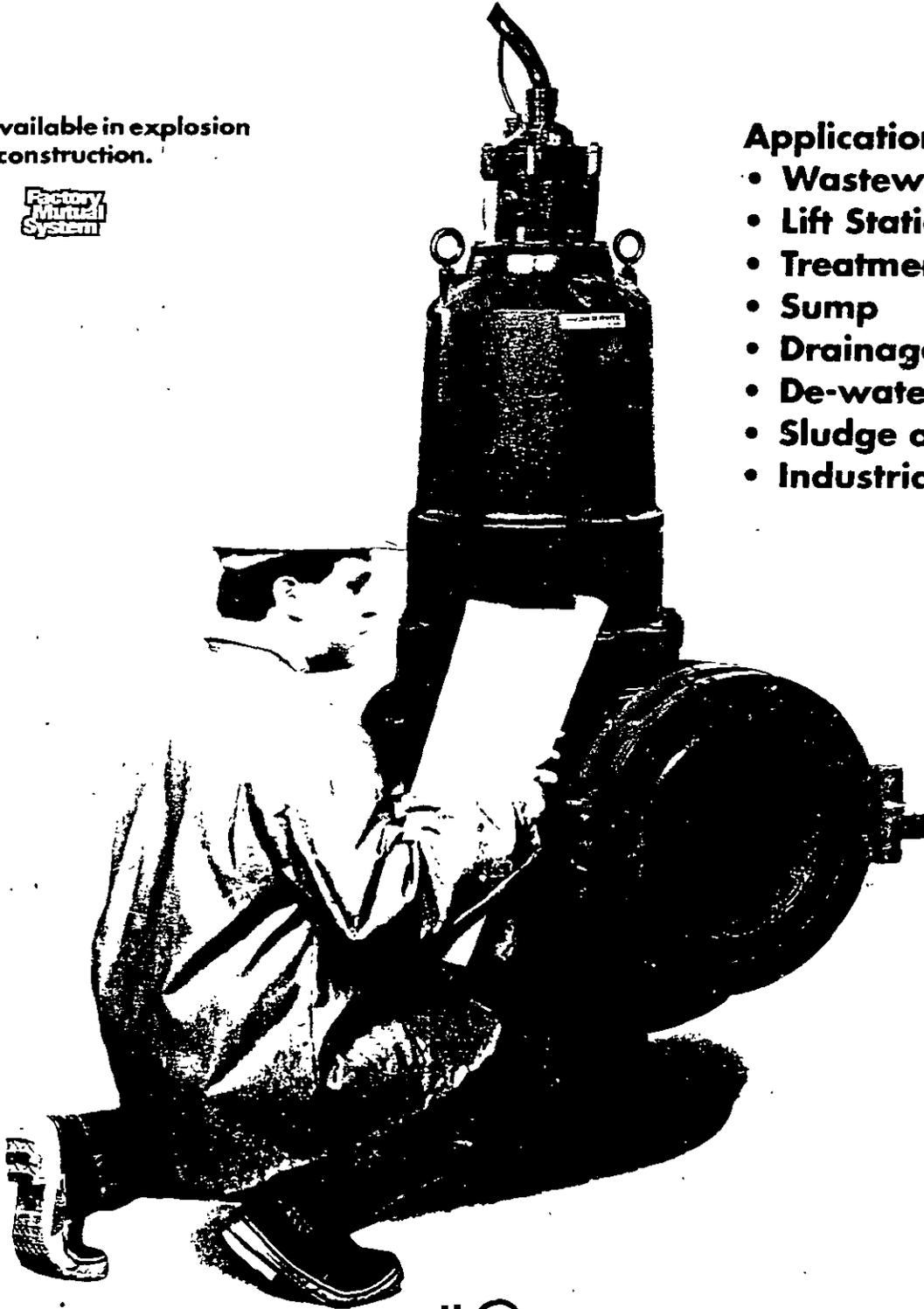
HYDROMATIC™ SUBMERSIBLE NON-CLOG PUMPS

Also available in explosion
proof construction.

Factory
Mutual
System

Applications:

- Wastewater
- Lift Stations
- Treatment Plants
- Sump
- Drainage
- De-watering
- Sludge and Slurry
- Industrial Waste

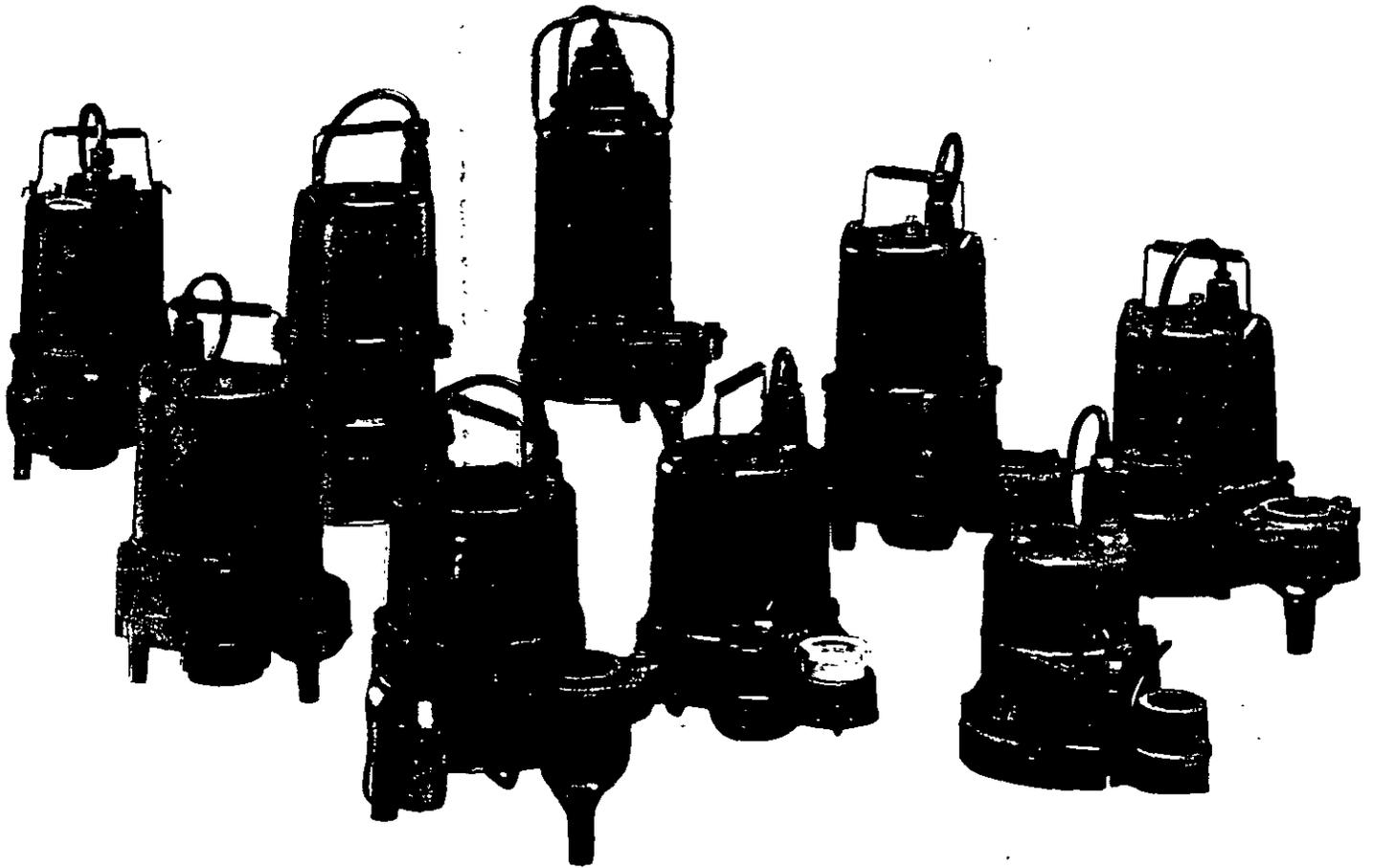


HP HYDROMATIC® PUMPS

HYDROMATIC

Wholesaler Pumps and Accessories

- Sump Pumps
- Effluent Pumps
- Sewage Pumps
- Accessories



AURORA PUMP **GS**
A UNIT OF GENERAL SIGNAL

HYDROMATIC

SUBMERSIBLE SEWAGE GRINDER PUMPS

Also available in explosion proof construction.

Factory
Mounted
System

Applications:

- Residential Wastewater
- Commercial Wastewater
- Resort Area Wastewater



 **HYDROMATIC® PUMPS**