

BIBLIOTECA CENTRAL



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

212

I N D I C E

- CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN
- 1) ANTECEDENTES
 - 2) IMPORTANCIA DEL BOMBEO DE AGUA EN LAS DIFERENTES EXCAVACIONES
 - 3) DIFERENTES ALTERNATIVAS DE BOMBEO EN LAS EXCAVACIONES.
 - A) A CIELO ABIERTO.
 - B) SUBTERRÁNEAS
 - C) ESPECIALES
- CAPITULO II.- EQUIPO DE BOMBEO
- 1) CLASIFICACIÓN
 - 2) DESCRIPCIÓN Y DATOS COMPARATIVOS.
 - 3) ACCESORIOS.
- CAPITULO III.- SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO EN DIFERENTES TIPOS DE EXCAVACIONES.
- 1) DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.
 - 2) MÉTODOS
 - A) ATENDIENDO EXCLUSIVAMENTE AL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO
 - B) EL MÁS ECONÓMICO.
 - 3) EJEMPLOS.
- CAPITULO IV.- CONCLUSIONES

CAPITULO I

INTRODUCCION.

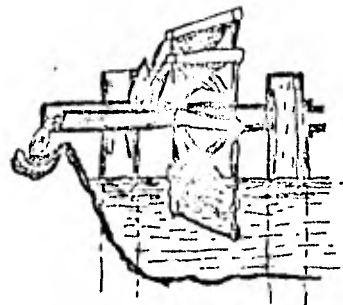
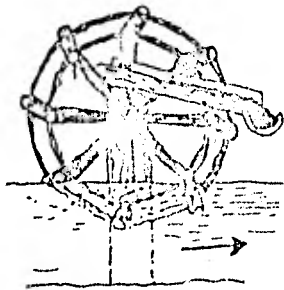
1).- ANTECEDENTES.

YA EN LA ANTIGÜEDAD EL HOMBRE CONOCÍA ESTRUCTURAS RUDIMENTARIAS O NATURALES CON LAS CUALES SE PODÍA CONDUCIR EL AGUA, PERO SE CREE QUE EL PRIMERO QUE SURGIÓ PARA EXTRAER AGUA DEL SUELO DATA DEL AÑO 3000 A.C. Y ÉSTE FUÉ ENCONTRADO EN EL POZO DE JOSEPH EN EL CAIRO. LO ESENCIAL DE ÉSTE MECANISMO LO COMPONÍAN DOS CONTRAPESOS Y EL ABATIMIENTO QUE ÉSTE POZO PRODUCÍA ERA MUY PEQUEÑO.

LA NORIA CHINA TAMBIÉN ES UNA DE LAS PRIMERAS MANIFESTACIONES EN EL MANEJO DEL AGUA, EN LA FIG. 1.1 SE MUESTRA ESQUEMÁTICAMENTE LOS ELEMENTOS QUE LA FORMABAN

EN ÉPOCAS RECIENTES Y MÁS PRECISAMENTE EN EL AÑO DE 1921 EL INSTITUTO DE HIDRÁULICA (ORGANISMO CREADO EL 18 Y 19 DE ABRIL DE 1917 EN ESTADOS UNIDOS DE NORTEÁMERICA) PUBLICÓ SU PRIMERA EDICIÓN DE NORMAS, CONSTANDO DE 19 PÁGINAS ÚNICAMENTE, CUYO TÍTULO FUÉ "NORMAS DE COMERCIO EN LA INDUSTRIA DE LAS BOMBAS".

DE AQUÍ EN ADELANTE, ÉSTE INSTITUTO HACE REVISIONES Y ACTUALIZACIONES CONSTANTEMENTE A ÉSTAS NORMAS.



LA NORIA CHINA

FIG. 1.1

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS BOMBAS (SEGÚN EL INSTITUTO DE HIDRÁULICA E.E.U.U.) SE MUESTRA EN LA FIG. 1.2.

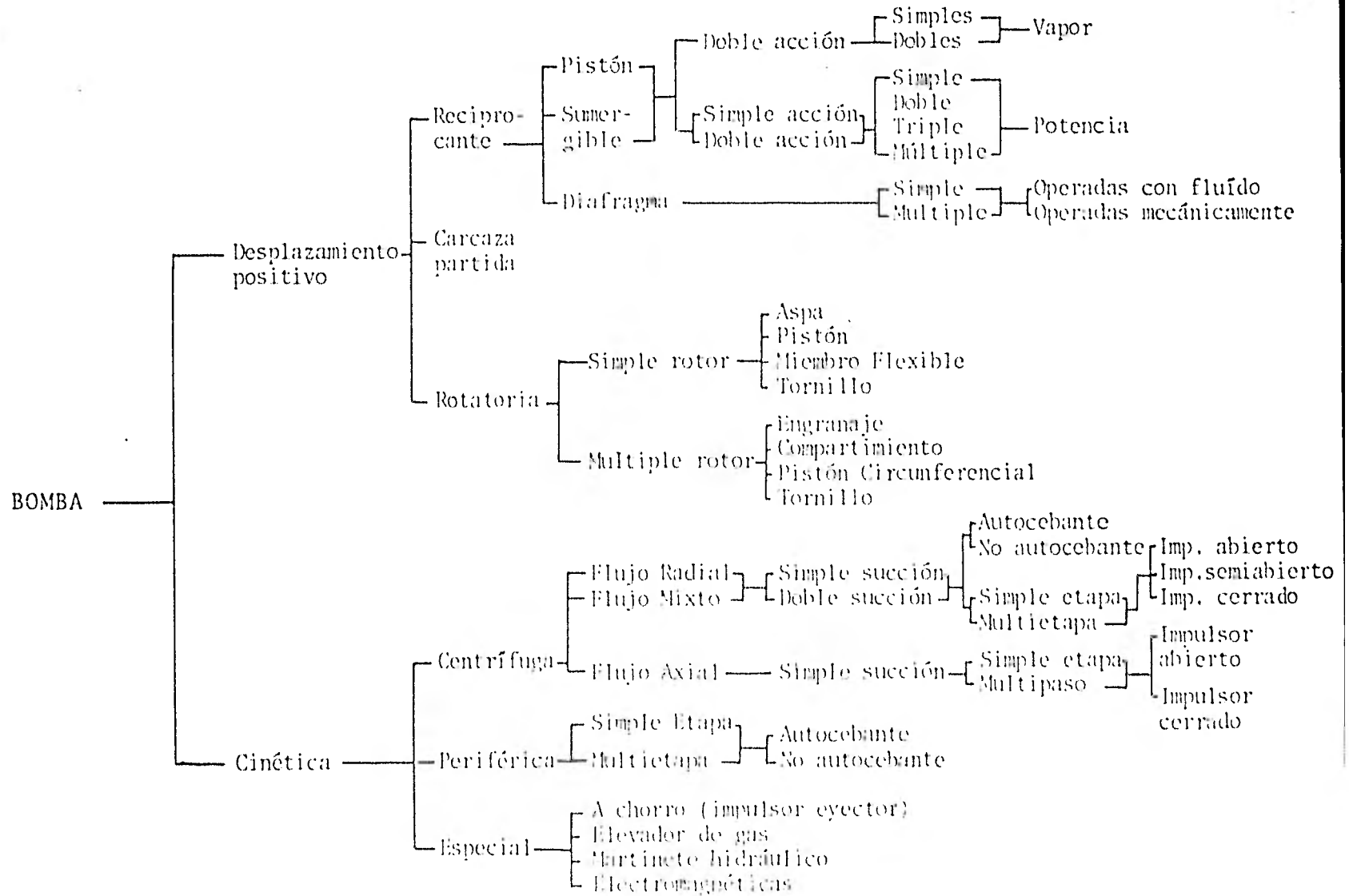
SI OBSERVAMOS ÉSTA CLASIFICACIÓN VEMOS QUE MATERIALMENTE - EXISTE UN UNIVERSO DE BOMBAS, PARA CADA USO, PARA CADA TIPO DE FLUÍDO Y EN GENERAL PARA CADA ACTIVIDAD EN DONDE INTERVENGA EL FENÓMENO DE BOMBEO DE FLUÍDOS.

EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN Y PARA FINES PRÁCTICOS, - LA ANTERIOR CLASIFICACIÓN NO ES USUAL, MOTIVO POR EL CUÁL EN EL CAPÍTULO II SE PRESENTA UNA CLASIFICACIÓN DETALLADA EN DONDE SE EXPONEN LOS TIPOS DE BOMBAS MÁS USADAS EN ÉSTA.

2).- IMPORTANCIA DEL BOMBEO DE AGUA EN LAS DIFERENTES EXCAVACIONES .

EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES EXISTEN MUCHOS PROBLEMAS POR RESOLVER, EN EL CASO DE EXCAVACIONES EXISTE UNO DE MUCHA IMPORTANCIA, QUE ES LA PRESENCIA DEL AGUA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS, MOTIVO QUE NOS HACE PENSAR EN LA FORMA DE DESALOJARLA.

LA PRESENCIA DE AGUA EN EXCAVACIONES NO SOLO ENTORPECE EL - NORMAL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS, SINO QUE TAMBIÉN REDUCE EL RENDIMIENTO DEL EQUIPO EN GENERAL, QUE PUEDE LLEGAR A PARALIZARLO CUANDO EL AGUA SE PRESENTA EN GRANDES CANTIDADES,



CLASIFICACION GENERAL DE LAS BOMBAS.

Fig. 1. 2

POR LO QUE DENTRO DEL EQUIPO AUXILIAR MÁS IMPORTANTE EN EL DESARROLLO DE UNA OBRA SE ENCUENTRA EL EQUIPO DE BOMBEO.

CUANDO SE TRATE DE DESAGÜAR LAS OBRAS DE EXCAVACIONES, SIEMPRE SE REQUERIRÁ DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO, DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS AUXILIARES, COMO CÁRCAMOS DE BOMBEO, DRENES, ETC. O DE LA COMBINACIÓN DE AMBAS, PARA PODER CUMPLIR CON TAL FIN.

LOS DRENES SON OBRAS AUXILIARES PERO NECESARIAS QUE SE DEBEN HACER AL ESTAR REALIZANDO UNA EXCAVACIÓN, LA FINALIDAD DE ÉSTOS ES RECOLECTAR EL AGUA DE LOS DIVERSOS SITIOS DE LA ZONA A DESAGÜAR, Y CONDUCIRLA AL O A LOS CÁRCAMOS DE BOMBEO, EN LOS QUE SE INTRODUCE LA TUBERÍA O MANGUERA DE SUCCIÓN DE LA O LAS BOMBAS ENCARGADAS DE DESAGÜAR EL CÁRCAMO. GENERALMENTE EN LAS EXCAVACIONES CONVIENE TENER PRESENTE QUE SE DEBERÁN DE CONSTRUIR ÉSTOS DRENES Y CÁRCAMOS, O SEAN SISTEMAS DE DRENAJE PARA DESPUÉS CON AYUDA DE LAS BOMBAS SI ES PRECISO, DESALOJAR EL AGUA ACUMULADA EN LOS CÁRCAMOS.

LA MAGNITUD DE OBRA QUE IMPLICA HACER LAS EXCAVACIONES DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE, ES MUY PEQUEÑA, COMPARADA CON LOS VOLÚMENES DE OBRA DE EXCAVACIÓN QUE SE ESTÉ REALIZANDO.

CON UNA BUENA PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENES SE TIENE UNA REDUCCIÓN EN EL NÚMERO DE UNIDADES DE BOMBEO NECESARIAS.

YA QUE POR LOS DRENES TODAS LAS AGUAS SE CONDUCCEN POR GRAVEDAD A UNO O MÁS CÁRCAMOS DE BOMBEO ESTRATEGICAMENTE UBICADOS, REDUCIENDO TAMBIÉN CON ÉSTO LOS CONGESTIONAMIENTOS QUE GENERALMENTE SE SUELE TENER EN LOS TRABAJOS DE EXCAVACIONES, Y EVITANDO AL MÍNIMO LAS POSIBLES AVERÍAS QUE EL TRÁNSITO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN PUEDA CAUSAR A LAS INSTALACIONES DE BOMBEO.

3).- DIFERENTES ALTERNATIVAS DE BOMBEO EN LAS DIFERENTES EXCAVACIONES.

a) A CIELO ABIERTO

ES UNA PRÁCTICA MUY COMÚN EN LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO EL TENER QUE ABATIR EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS (NAF), YA QUE EN ÉSTAS OCASIONES SE TENDRÁ QUE TRABAJAR POR DEBAJO DE ÉSTE NIVEL, CUANDO ÉSTO SUCEDE EL AGUA FREÁTICA FLUYE HACIA LA ZONA EXCAVADA.

ÉSTA FORMA DE ABATIMIENTO ES TOLERABLE EN LOS CASOS EN QUE EL GASTO QUE FLUYE HACIA EL INTERIOR DE LA EXCAVACIÓN ES RELATIVAMENTE PEQUEÑO, O SEA DE 5 A 10 LT/SEG Y QUE NO HAYA ARRASTRE DE PARTÍCULAS DE SUELO POR EL AGUA, ÉSTOS CASOS SON CUANDO SE TRABAJA EN SUELOS COHESIVOS COMO LA ARCILLA, LIMOS ARCILLOSOS, ARENAS ARCILLOSAS, ETC. FIG. 1,3.

POR OTRO LADO, CUÁNDO SE UTILIZA ÉSTE MISMO PROCEDIMIENTO EN SUELOS NO COHESIVOS, COMO LAS ARENAS LIMOSAS Y ARENAS FINAS, ETC., SE PRODUCE EL DESLIZAMIENTO Y LA EROSIÓN DE

LOS TALUDES Y DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, AÚN SIENDO LA PROFUNDIDAD DE UNO O DOS METROS BAJO EL NAF, ADEMÁS QUE LAS FILTRACIONES ASCENDENTES EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN AL TRATAR DE LEVANTAR LAS PARTÍCULAS DE SUELO, AFLOJAN SU ESTRUCTURA Y LO CONVIERTEN EN UN MATERIAL SUELTO, Y CON ÉSTO LA REDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO Y EL AUMENTO DE LA COMPRESIBILIDAD DEL MISMO QUEDA BAJO EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, FIG: 1.4.

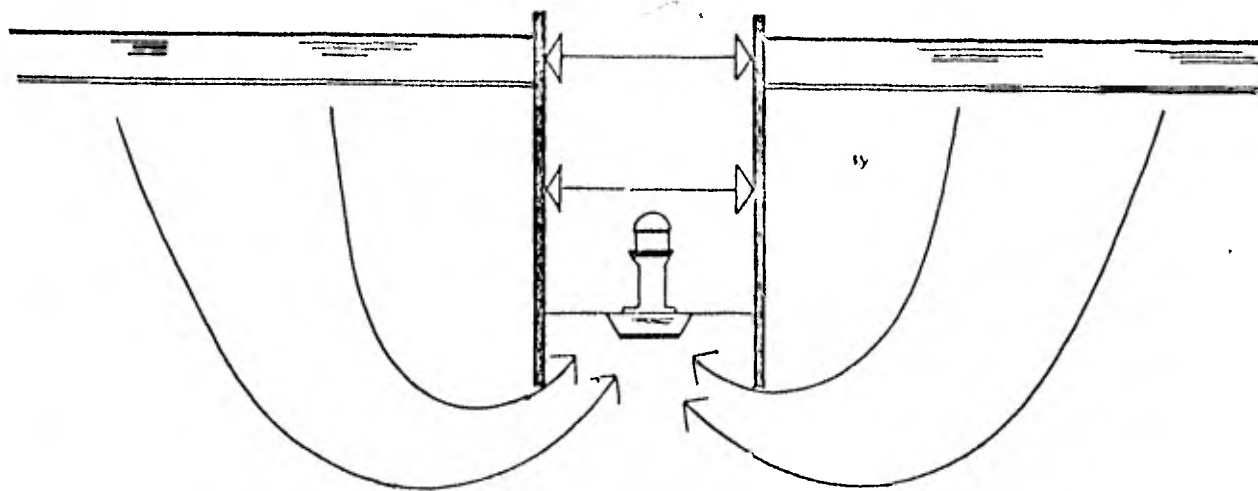
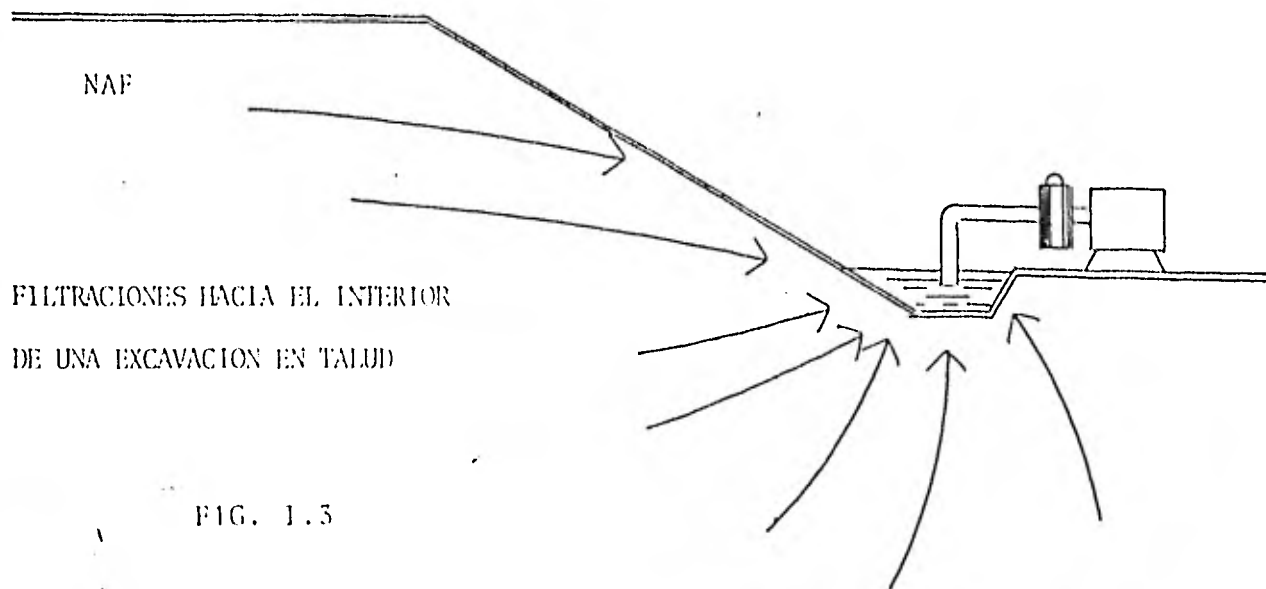
B) SUBTERRÁNEAS.

SE PRESENTAN DOS ALTERNATIVAS EN ESTE CASO, LA PRIMERA QUE SERÍA HACER UN ABATIMIENTO DEL NAF CON LO CUÁL SE EVITARÍA MANEJAR EL AGUA EN EL INTERIOR DEL TÚNEL Y LA SEGUNDA QUE SERÍA DEJAR FLUIR EL AGUA HACIA EL INTERIOR DEL TÚNEL Y CONDUCIRLA HACIA EL EXTERIOR POR LA LUMBRERA.

Caso 1.-

CUANDO LA EXCAVACIÓN DE UN TÚNEL SE REALIZA EN SUELOS SITUADOS BAJO EL NIVEL FREÁTICO, ES NECESARIO EJECUTAR UN ABATIMIENTO DEL MISMO CON EL OBJETO DE FACILITAR LAS OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL FRENTE DE TRABAJO .

GENERALMENTE, EL SISTEMA DE ABATIMIENTO CONSISTE EN PERFORAR POZOS HASTA UNA PROFUNDIDAD BAJO LA PLANTILLA DEL TÚNEL IGUAL A DOS VECES EL DIÁMETRO DE ÉSTE; Y EN ELLOS INSTALAR BOMBAS SUMERGIBLES.



FILTRACIONES EN UNA EXCAVACION EN TRINCHERA ADELMADA

FIG. 1.4

LOS POZOS SE COLOCAN EN DOS LÍNEAS SEPARADAS 6 METROS DEL EJE DEL TÚNEL Y DISPUESTOS A TRESBOLILLO CON ESPACIAMIENTOS QUE SEGÚN EXPERIENCIAS ACUMULADAS, PUEDEN VARIAR DE 15 A 20 METROS Y EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 100 METROS ATRÁS Y 100 METROS ADELANTE DEL FRENTE.

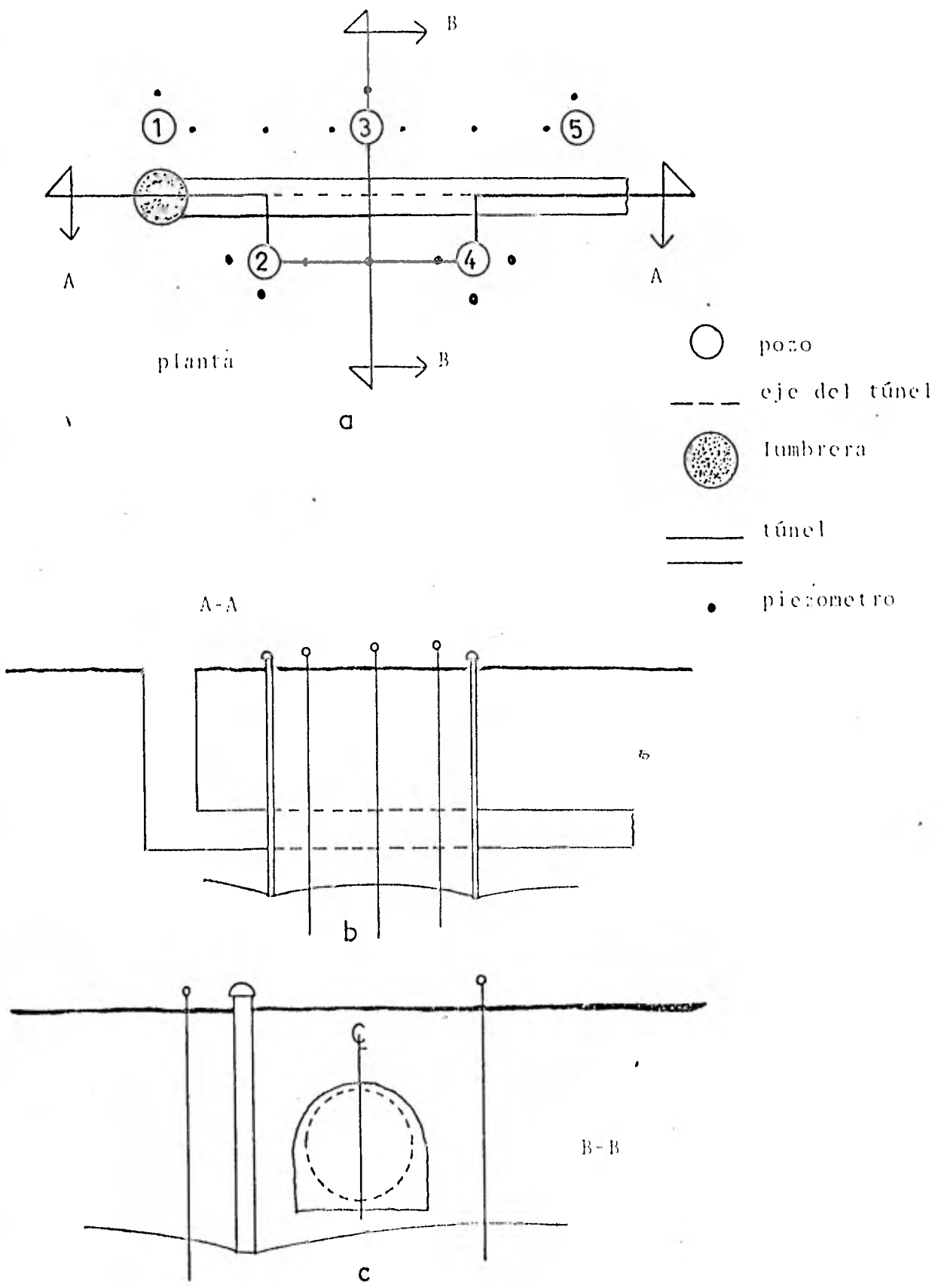
LOS POZOS SE DEBEN DISEÑAR DE TAL FORMA QUE SE LOGRE SU MÁXIMA EFICIENCIA PERMITIENDO LA MAYOR ATRACCIÓN DEL AGUA QUE SE ENCUENTRA EN LA ZONA A TRATAR Y QUE, ADEMÁS IMPIDE LA ENTRADA DE MATERIALES FINOS DURANTE EL BOMBEO Y LA CONSECUENTE FORMACIÓN DE CAVERNAS EN LA LÍNEA A SEGUIR POR EL ESCUDO, FIGS. 1.5.A, 1.5.B, 1.5.C.

Caso 2.-

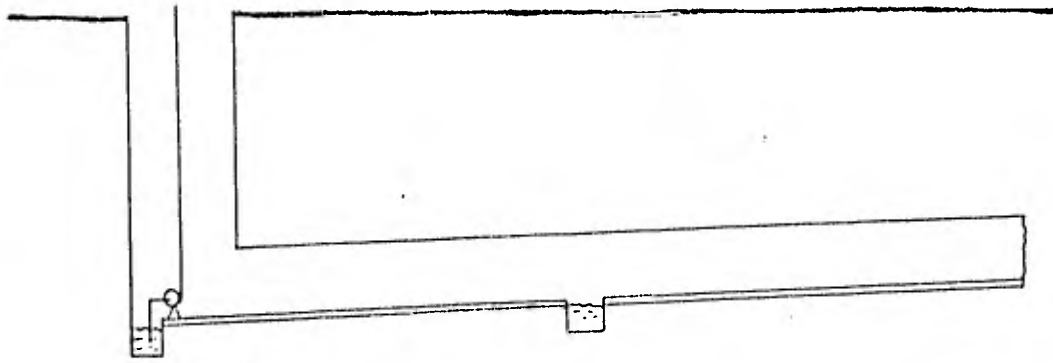
DENTRO DE ESTE CASO EXISTEN TRES POSIBLES DIRECCIONES QUE PUEDE ADOPTAR EL TÚNEL, LA PRIMERA DE ELLAS CUANDO EL NIVEL DE LA PLANTILLA DE LA LUMBRERA ES INFERIOR A LA PLANTILLA DEL FRENTE (PENDIENTE POSITIVA), CUANDO EL NIVEL DE LA PLANTILLA DE LA LUMBRERA ES IGUAL AL NIVEL DE LA PLANTILLA DEL FRENTE (PENDIENTE NULA) Y LA TERCERA CUANDO EL NIVEL DE LA PLANTILLA DE LA LUMBRERA ES SUPERIOR AL NIVEL DE LA PLANTILLA DEL FRENTE (PENDIENTE NEGATIVA).

PENDIENTE POSITIVA.- ÉSTE ES EL CASO MÁS SIMPLE PUESTO QUE EL AGUA QUE SE INFILTRA HACIA EL INTERIOR DEL TÚNEL ES CONDUCTIDA POR MEDIO DE CUNETAS HACIA EL CÁRCAMO DE BOMBEO QUE PREVIAMENTE SE CONSTRUYÓ EN LA PLANTILLA DE LA

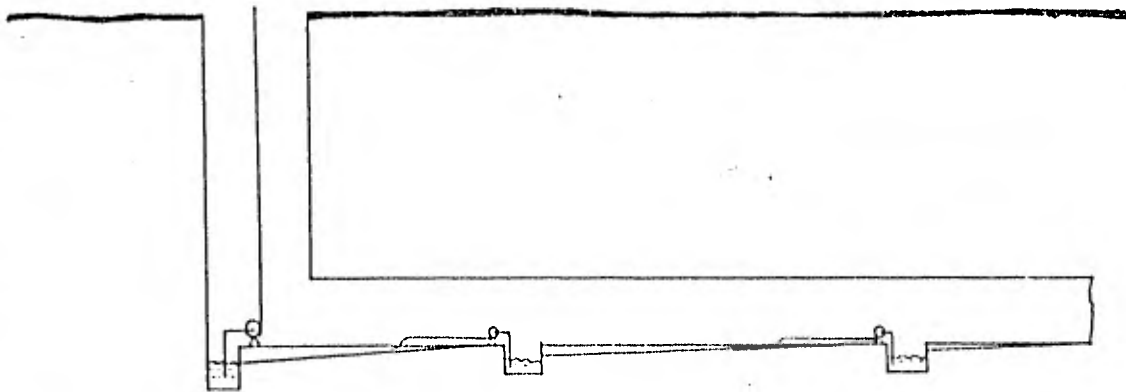
ABATIMIENTO DEL NAF EN LA CONSTRUCCION DE UN TUNEL.



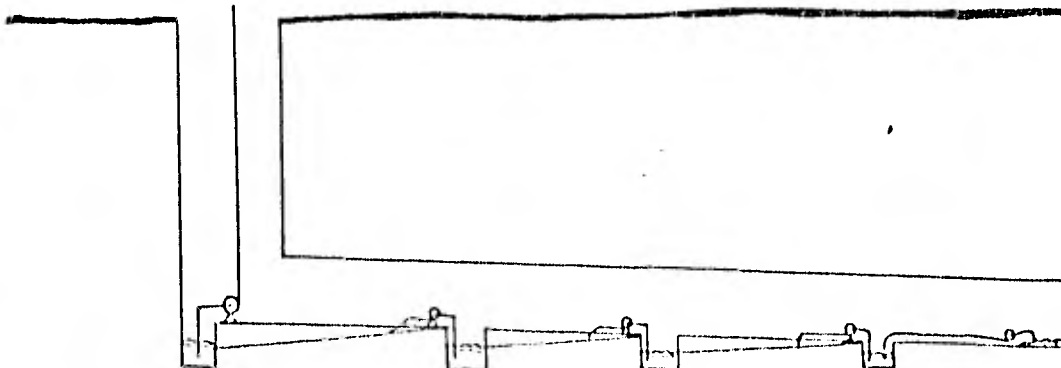
SISTEMAS DE BOMBEO PARA CONTROL DE AGUA EN TUNELES



d



b



c

LUMBRERA, Y DE AQUÍ A LA SUPERFICIE POR MEDIO DE BOMBEO, EN EL CASO DE QUE ÉSTE TÚNEL TENGA UNA LONGITUD LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA PROVOCAR UN FLUJO TURBULENTO EN EL AGUA CANALIZADA, LO QUE PROCEDE A HACERSE PARA CONTRA RESTAR LO ANTERIOR, ES CONSTRUIR UNA EXCAVACIÓN SOBRE LA MISMA DIRECCIÓN DE LA CUENTA, QUE PUEDE VARIAR DE 1 A 2 METROS DE PROFUNDIDAD SEGÚN EL GASTO, CON ÉSTO EL FLUJO DE AGUA ADQUIERE OTRA VEZ SU CONDICIÓN DE FLUJO LAMINAR, FIG. 1.6A.

PENDIENTE NULA.- PARA ESTE CASO, LA FORMA DE CONDUCCIR EL AGUA HACIA EL EXTERIOR, SE REALIZA DE UN MODO SIMILAR AL TÚNEL CUANDO TIENE PENDIENTE POSITIVA, POR MEDIO DE CUNETA; PERO NOSOTROS TENEMOS QUE DARLE LA PENDIENTE ADECUADA A ÉSTAS CUNETAS QUE GENERALMENTE ES DE ÓRDEN DE 2 A 3%

TENIENDO CUIDADO DE CONSTRUIR A CADA 50 METROS EN PROMEDIO, UN CÁRCAMO DE BOMBEO PARA ASÍ CONDUCCIR EL AGUA HASTA EL CÁRCAMO UBICADO EN EL PLANTILLA DE LA LUMBRERA Y DE AQUÍ AL EXTERIOR TAMBIÉN POR BOMBEO, FIG. 1.6. B.

PENDIENTE NEGATIVA.- COMO ÚLTIMO PUNTO, SE PRESENTA ÉSTA OPCIÓN, QUE A DIFERENCIA DE LAS ANTERIORES EL AGUA ES MANEJADA DE LA SIGUIENTE MANERA:

EL AGUA QUE INFILTRA HACIA EL INTERIOR DEL TÚNEL ES CAPTADA POR MEDIO DE PEQUEÑAS CUNETAS QUE LO CONDUCEN Y ACUMU

LAN EN EL FRENTE DE TRABAJO DE AQUÍ ES BOMBEADA HACIA ATRÁS HASTA EL ÚLTIMO CÁRCAMO CONSTRUIDO, POR MEDIO DE UNA BOMBA AUXILIAR PORTÁTIL, EL FRENTE SIEMPRE TENDRÁ UNA PEQUEÑA CANTIDAD DE AGUA, LO SUFICIENTEMENTE PEQUEÑA COMO PARA NO ENTORPECER LOS TRABAJOS DEL MISMO.

LOS CÁRCAMOS ESTARÁN ESPACIADOS DE ACUERDO AL GASTO A MANEJAR.

EL AGUA SERÁ BOMBEADA DE CÁRCAMO A CÁRCAMO HASTA LLEGAR AL UBICADO EN LA PLANTILLA DE LA LUMBRERA, Y DE AQUÍ AL EXTERIOR TAMBIÉN POR BOMBEO. FIG. 1.6c.

LA FIGURA 1.6d, NOS MUESTRA LOS DIFERENTES TIPOS DE CUNETAS QUE PODEMOS UTILIZAR EN LA FASE DE EXCAVACIÓN Y EN LA FASE DE REVESTIMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES Y LA FIGURA 1.6.e, NOS MUESTRA COMO ESCOGER EL ANCHO Y LA PROFUNDIDAD DE LAS ZANJAS.

c) ESPECIALES

LOS PROCEDIMIENTOS CON LOS CUALES SE CUENTA ACTUALMENTE PARA EL CONTROL DE FILTRACIONES SE DIVIDEN EN DOS:

LOS MÉTODOS DE DRENAJE, QUE PERMITEN ABATIR EL NAF ANTES DE LA EXCAVACIÓN Y LOS MÉTODOS DE IMPERMEABILIZACIÓN QUE EVITAN LA LLEGADA DEL AGUA AL SITIO DE LA EXCAVACIÓN, INTERCEPTÁNDOLA MEDIANTE PANTALLAS IMPERMEABLES QUE RODEAN

AL SITIO DE LA CONSTRUCCIÓN,

ESTOS DOS MÉTODOS NO SE EXPLICAN EN ÉSTE TRABAJO, PUESTO
QUE IMPIDEN LA LLEGADA DEL AGUA AL SITIO DE LA EXCAVACIÓN.

TABLA PARA SELECCIONAR EL TIPO DE ZANJA

Gasto q lt/seg.	TERRENO duro (roca)		TERRENO suelto	
	Fase de exc.	Fase de rev.	Fase de exc.	Fase de rev.
600	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂
500				
400				
300				
200	A ₁	B ₂	A ₁	C ₂
150				
100				
50	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
25				
12.5				
00				

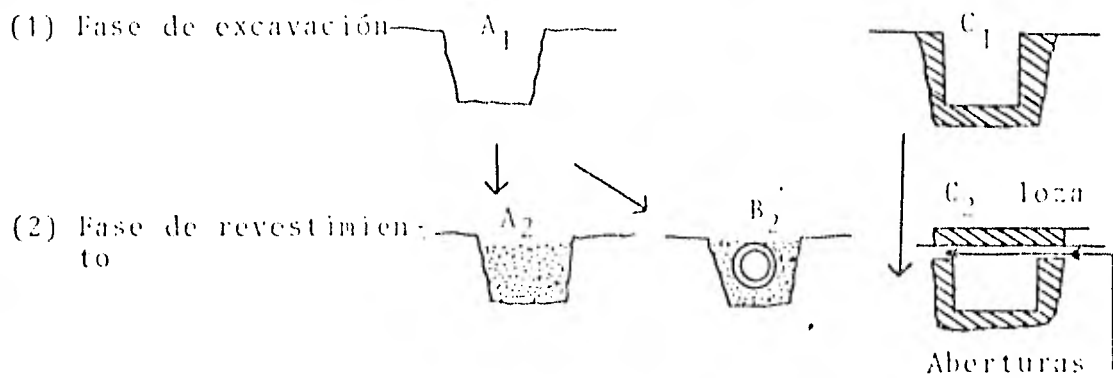

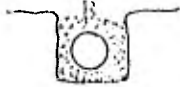


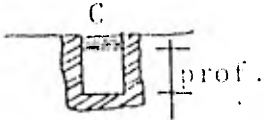
FIG. 1.6d

TABLA PARA ESCOGER EL ANCHO Y LA PROFUNDIDAD DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ZANJA Y EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE CONCRETO.

q. lt/seg.	TIPO DE LA ZANJA				
	A		B	C	
	Prof.	ancho	diámetro	prof.	ancho
600	--	--	--	80	75
500	--	--	--	65	75
400	--	--	--	75	60
300	--	--	--	60	60
200	--	--	--	45	60
150	--	--	--	40	60
100	50	60	16" (40 cm)	35	60
50	40	50	13" (38 cm)	25	60
25	30	40	10" (25 cm)	20	60
12.5	25	40	--	--	--







Gasto lt/seg.	Profund. escogida de la zanja. m.	l = 100m.		l = 200m.		l = 300m.	
		d ₁ m.	l ₁ m	d ₁ m	l ₁ m	d ₁ m	l ₁ m
25	0.30	0.50	66	0.79	166	1.09	266
50	0.40	0.56	55	0.86	155	1.15	255
100	0.50	0.63	43	0.92	143	1.22	243
150	0.40	0.56	55	0.86	155	1.15	255
200	0.45	0.60	49	0.89	149	1.19	249
300	0.60	0.70	32	0.99	132	1.29	252
400	0.75	0.80	15	1.09	115	1.39	215
500	0.65	0.75	26	0.75	126	1.02	236
600	0.80	0.83	9	1.42	109	1.42	209

FIG. 1.06

CAPITULO II

EQUIPO DE BOMBEO

1).- CLASIFICACIÓN

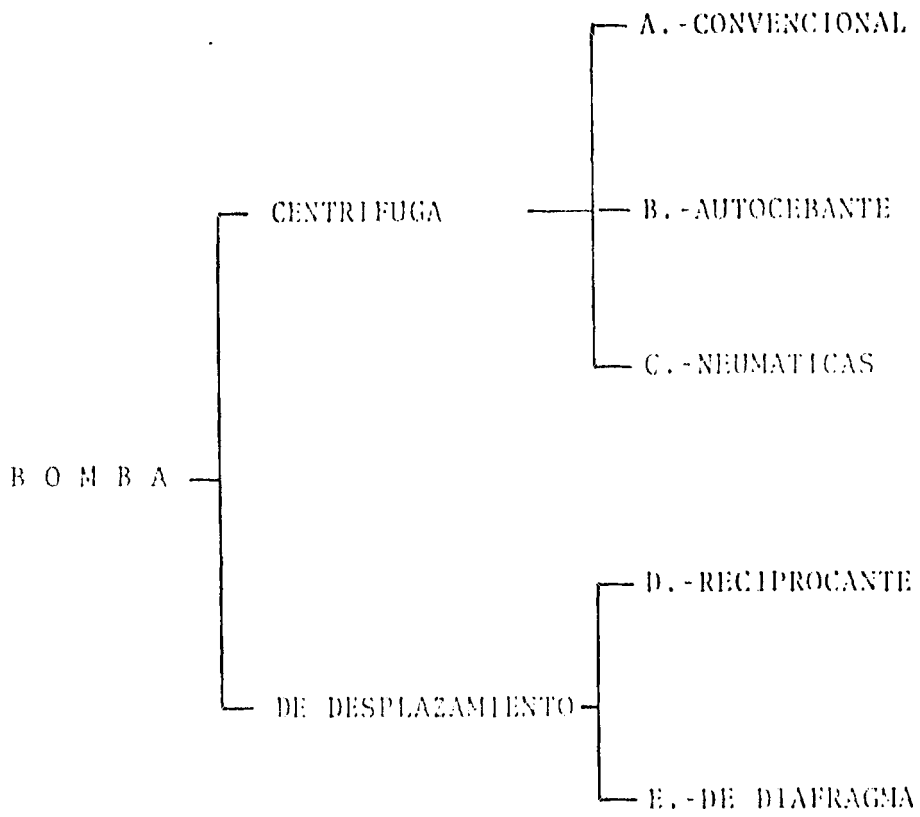
COMO SE MENCIONÓ EN EL INCISO I.1, SE HAN DESARROLLADO GRAN DIVERSIDAD DE BOMBAS; A TAL GRADO QUE SE PUEDE DECIR QUE EXISTE UNA PARA CADA TIPO DE PROBLEMA QUE SE NOS PRESENTE; PERO LAS QUE SE USAN MÁS COMÚNMENTE EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES SE PUEDEN AGRUPAR COMO LO MUESTRA LA FIGURA II.1.

2).- DESCRIPCIÓN Y DATOS COMPARATIVOS

A) BOMBA CENTRÍFUGA CONVENCIONAL.

ESTE TIPO DE BOMBAS HAN TENIDO UN GRAN DESARROLLO, DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS, POR ESTA RAZÓN HAN SUFRIDO VARIAS MODIFICACIONES, PERO ESENCIALMENTE ESTÁN FORMADOS POR UNA CÁMARA O CÁMARAS DENTRO DE LAS CUÁLES SE ENCUENTRA ALOJADO, EL O LOS, IMPULSORES QUE SON LOS ELEMENTOS GIRATORIOS DE LA BOMBA.

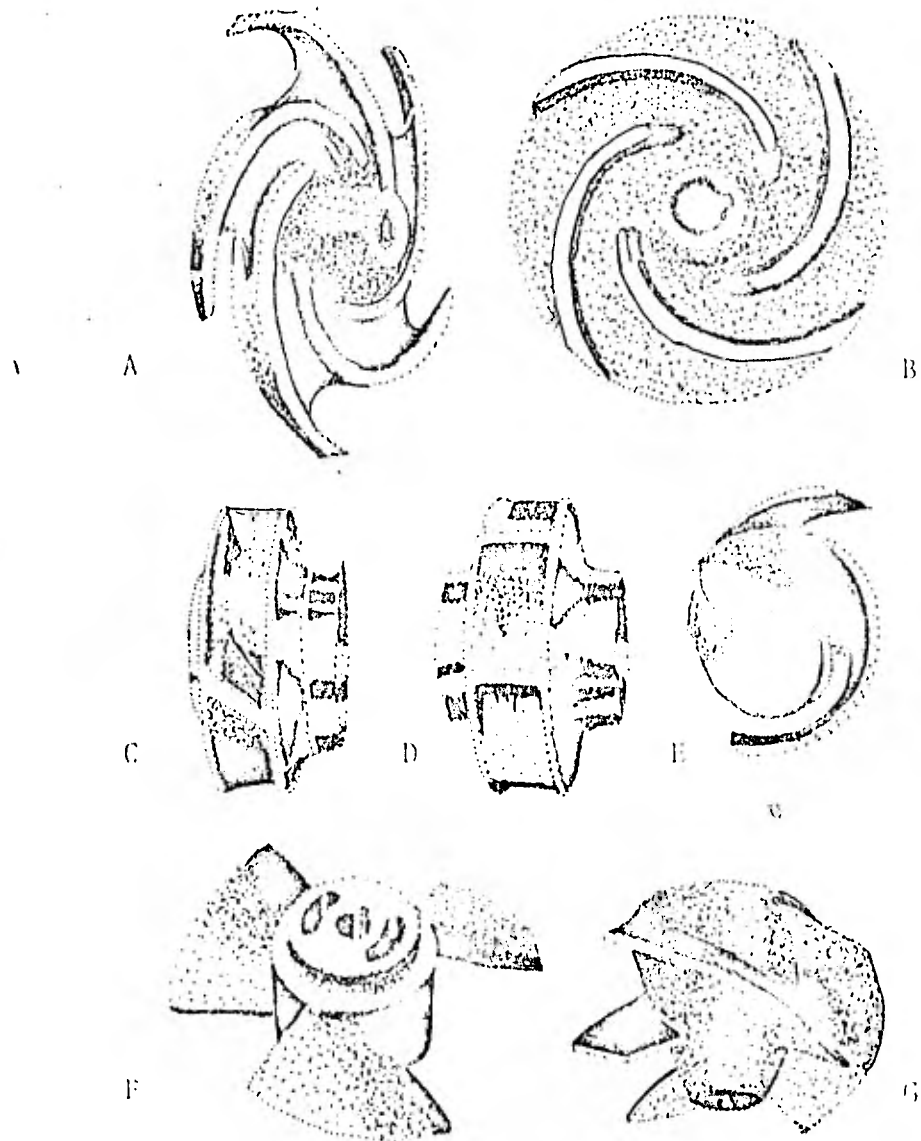
LA FIGURA II.2 MUESTRA DIFERENTES TIPOS DE IMPULSORES; ESTOS IMPULSORES GIRAN CON UN MOVIMIENTO ROTATORIO QUE LES ES PROPORCIONADO POR UNA FLECHA CONCENTRICA COAXIAL A LA CUÁL ESTAN SUJETOS, EL IMPULSOR O IMPULSORES SE ENCUENTRAN FORMADOS POR VARIOS ÁLABES MONTADOS SOBRE LA PLACA O PLACAS CORRESPONDIENTES, SEGÚN SEA EL CASO, PUE-



CLASIFICACION DE BOMBAS

Fig. II. 1

TIPOS DE IMPULSORES



- A- ABIERTO
 B- SEMI-ABIERTO
 C y D- CERRADOS
 E, F y G- PARA MANEJAR PULPA DE PAPEL, TIPO PALETAS y
 FLUJO MIXTO RESPECTIVAMENTE

Fig. 11. 2

SE CONOCE COMO BOMBA DE UN SOLO PASO A LA BOMBA CENTRÍFUGA FORMADA POR UN SOLO IMPULSOR EL CUÁL SE ENCUENTRA ALOJADO EN SU CORRESPONDIENTE CÁMARA.

À LAS BOMBAS CONSTITUÍDAS POR VARIAS CÁMARAS, Y EN CADA UNA DE ELLAS UN IMPULSOR SE LES CONÓCE CON EL NOMBRE DE BOMBAS DE PASOS MÚLTIPLES.

LA CAPACIDAD DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS, TANTO EN CAUDAL COMO EN CARGA, DEPENDEN FUNDAMENTALMENTE DEL DIÁMETRO DEL IMPULSOR Y DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE LA MISMA, FACTORES QUE MATEMÁTICAMENTE SE EXPRESAN POR MEDIO DE LAS SIGUIENTES ECUACIONES REPRESENTATIVAS DE LAS LLAMADAS LEYES DE AFINIDAD HIDRAULICA, QUE SON DE GRAN APLICACIÓN PRÁCTICA.

- PARA UN IMPULSOR DE DIÁMETRO FIJO O CONSTANTE.

$$\text{ECUACIÓN I } \frac{Q'}{Q''} = \frac{N'}{N''}$$

EL GASTO UNITARIO ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL CORRESPONDIENTE IMPULSOR.

$$\text{ECUACION II } \frac{H'}{H''} = \left(\frac{N'}{N''} \right)^2$$

LA CARGA A QUE PUEDE OPERAR UNA BOMBA, ES PROPORCIONAL AL CUADRADO DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE SU CORRESPONDIENTE IMPULSOR.

$$\text{ECUACIÓN III} \quad \frac{P'}{P''} = \left(\frac{N'}{N''} \right)^3$$

LA POTENCIA REQUERIDA POR UNA BOMBA DE DIÁMETRO DEFINIDO RESULTA SER DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL CUBO, DE SU VELOCIDAD DE ROTACIÓN EN EL CORRESPONDIENTE IMPULSOR.

- PARÁ UNA VELOCIDAD DE ROTACIÓN CONSTANTE, ÁPLICABLE TAMBIÉN A LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES DEL LLAMADO TIPO TURBINA PARA POZO PROFUNDO.

$$\text{ECUACIÓN I.A.} \quad \frac{Q'}{Q''} = \frac{D'}{D''}$$

LA CAPACIDAD DE LA BOMBA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL DIÁMETRO DE SU IMPULSOR.

$$\text{ECUACIÓN II.A.} \quad \frac{H'}{H''} = \left(\frac{D'}{D''} \right)^2$$

LA CARGA QUE PUEDE VENCER LA BOMBA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL CUADRADO DEL DIÁMETRO DE SU IMPULSOR.

$$\text{ECUACIÓN III.A.} \quad \frac{P'}{P''} = \left(\frac{D'}{D''} \right)^3$$

LA POTENCIA REQUERIDA POR LA BOMBA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL CUBO DEL DIÁMETRO DE SU IMPULSOR.

EN DONDE:

Q' = CAPACIDAD Y

H' = CARGA A UNA VELOCIDAD N' REVOLUCIONES POR MINUTO Y UN IMPULSOR DE DIÁMETRO D'

Q'' = CAPACIDAD Y

H'' = CARGA A UNA VELOCIDAD DE N'' REVOLUCIONES POR MINUTO Y UN IMPULSOR DE DIÁMETRO D''

SE MUESTRAN LAS FIGS. 11.3 Y 11.4 QUE SON CURVAS TÍPICAS DEL RENDIMIENTO DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA.

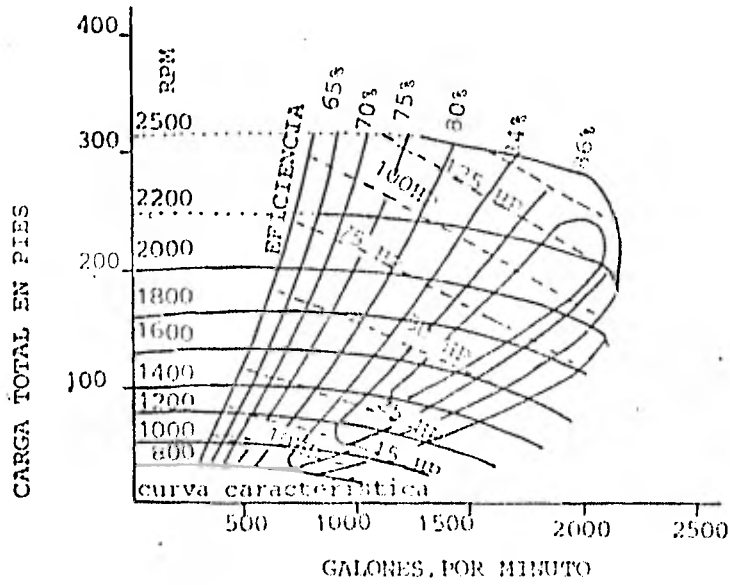
PUESTO QUE CUALQUIER BOMBA PUEDE SUFRIR CAVITACIÓN, DEBE TENERSE CUIDADO EN LA SELECCIÓN DE UNIDAD Y PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

PARA LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS, FAIRBANKS MORSE AND CO. RECOMIENDA QUE SE EVITEN LAS CINCO CONDICIONES SIGUIENTES HASTA DONDE SEA POSIBLE:

- COLUMNAS O CARGAS MUCHO MÁS BAJAS QUE LAS COLUMNAS DE MÁXIMA EFICIENCIA DE LA BOMBA.
- CAPACIDAD MUCHO MAYOR QUE LA CAPACIDAD DE MÁXIMA EFICIENCIA DE LA BOMBA.
- ELEVACIÓN DE SUCCIÓN MAYOR QUE LA RECOMENDADA POR EL FABRICANTE.
- TEMPERATURAS DE LIQUIDO MAYORES A LAS DE DISEÑO Y ORIGINALES DEL SISTEMA.
- VELOCIDADES MÁS ALTAS QUE LAS RECOMENDADAS POR EL FABRICANTE.

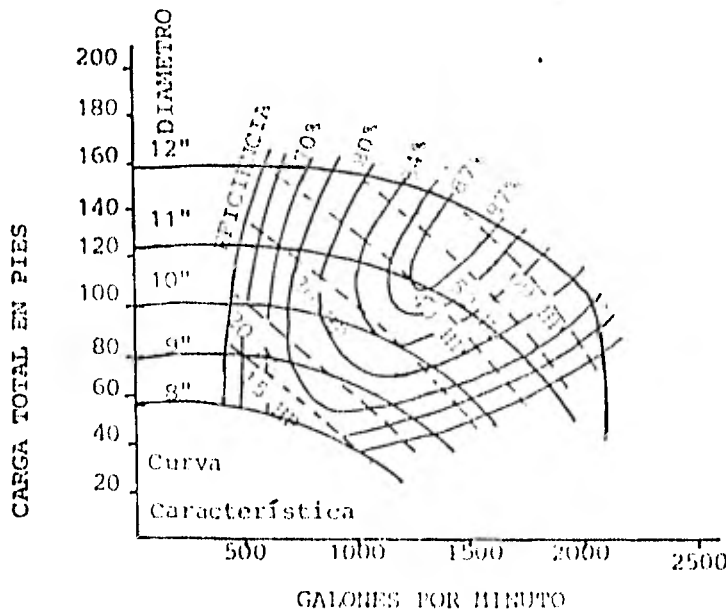
B) BOMBA CENTRÍFUGA AUTOCEBANTE.

ESTE TIPO DE BOMBAS SON LAS PREFERIDAS PARA SER UTILIZADAS EN LOS TRABAJOS DE EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES, SON UNA VARIEDAD DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS, PUESTO QUE SU DISEÑO ESTIBA EN UN DISPOSITIVO QUE PERMITE CEBAR A LA BOMBA ANTES DE QUE ESTA INICIE SU OPERACIÓN, PARA LO CUAL



CURVAS TÍPICAS DEL RENDIMIENTO DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA CON IMPULSOR DE DIÁMETRO CONSTANTE, EN LA QUE SE HACEN VARIAR LAS VELOCIDADES DE ROTACION DEL MISMO.

Fig. 11. 3



FAMILIAS DE CURVAS TÍPICAS REPRESENTATIVAS DEL RENDIMIENTO DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA QUE SE OPERA A UNA VELOCIDAD DE ROTACION CONSTANTE, VARIANDO LOS DIÁMETROS DE SU IMPULSOR.

Fig. 11. 4

EN EL EXTREMO DE LA MANGUERA O TUBERÍA DE SUCCIÓN SE INSTALA UNA VÁLVULA CHECK, O DE NO RETROCESO, QUE IMPIDE EL ESCURRI-MIENTO DEL AGUA DE CEBADO.

LA BOMBA ÚNICAMENTE PUEDE OPERAR CUANDO SE ENCUENTRA CEBADA, ÉSTA OPERACIÓN PUEDE SER CONTÍNUA O IRREGULAR, NO AFECTANDO EL CEBADO DE LA BOMBA, QUE SE HACE AUTOMÁTICAMENTE.

COMO ES TAN COMÚN SU USO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN LOS FABRICANTES HAN OPTADO POR MANUFACTURARLAS SOBRE PATINES O MÁS PREFERENTEMENTE SOBRE UN CHASIS ADECUADO EN EL CUÁL SE INSTALA UN PAR DE LLANTAS NEUMÁTICAS, CON ÉSTE ADITAMENTO-SE HACE MÁS FÁCIL LA MOVILIDAD DE LA BOMBA DENTRO DEL SITIO DE LA OBRA

ÉSTAS BOMBAS TIENEN LA GRAN VENTAJA DE TENER UNA CAPACIDAD ALTA DE SUCCIÓN, O SEA EL EQUIVALENTE A UNA ATMOSFERA DE PRESIÓN (1.033 kg/cm^2 O SEAN 10.33 MTS) MENOS LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN, VELOCIDAD, ETC.

ÉN GENERAL ESTE TIPO DE BOMBAS AUTOCEBANTES PUEDE SUCCIONAR O TRABAJAR EFICIENTEMENTE CON UNA CARGA DE SUCCIÓN QUE VARÍA DE LOS 6.0 A LOS 7.50 METROS, LO QUE OBTIAMENTE ES UNA GRAN VENTAJA PARA PROBLEMAS DE EXCAVACIONES, SE HACE NOTAR QUE LA CARGA DE SUCCIÓN VARÍA CON LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DONDE SE ENCUENTRE OPERANDO COMO LO MUESTRA LA FIG. III.2

BOMBAS AUTOCEBANTES*

	MODELO DE BOMBA	Ø	MOTOR	
			MARCA	MODELO
ENFRIADO POR AIRE MOTOR DE GASOLINA				
5M	81 1/2 A2	1 1/2"	Briggs	8
7M	82D2	2"	Briggs	8
8M	82D2	2"	Briggs	15
10M	82E2	2"	Briggs	19
10M	82E2	2"	Kohler	K181P
10M	82E2	2"	Wisconsin	S8D
10M	82E2	2"	Wisconsin	BKND
10M	82H2	2"	Wisconsin	AENLD
15M	83A2	3"	Briggs	19
15M	83A2	3"	Wisconsin	S8D
18M	83B2	3"	Wisconsin	AENLD
20M	83B2	3"	Kohler	K301P
20M	83B2	3"	Wisconsin	S12D
20M	83C2	3"	Wisconsin	TJD
40M	84B2	4"	Wisconsin	VH4D
40M	84A2	4"	Wisconsin	VG4D
ENFRIADO POR AIRE MOTOR DIESEL				
7M	82D2	2"	Lombardini	500RT
8M	82E2	2"	Lombardini	530RT
	83A2	3"	Lombardini	530RT
18M	83B2	3"	Lister	ST1
20M	84B2	4"	Lister	ST2
40M	84A2	4"	Deutz	F31
90M	86A2	6"	Lister	HR3
90M	86A2	6"	Deutz	F4L
125M	88B2	8"	Deutz	F5L
ENFRIADO POR AGUA MOTOR DE GASOLINA				
40M	84A2	4"	Ford	F200
90M	86A2	6"	Ford	F200
90M	86A2	6"	Ford	F300
125M	88A2	8"	Ford	F300
200M	310A2	10"	Ford	F300
ENFRIADO POR AGUA MOTOR DIESEL				
40M	84A2	4"	Ford	F224D
90M	86A2	6"	Ford	F224D
90M	86A2	6"	Ford	F268D
90M	86A2	6"	GM	5034
125M	88A2	8"	GM	5044
	88B2	8"	GM	5034
200M	310A2	10"	GM	3031C
	112A20	12"	GM	5031C
	112A20	12"	Cummins	N855P
	112C20	12"	GM	7123

ENFRIADO POR AIRE, MOTOR DE GASOLINA. R E N D I M I E N T O

CARGA
TOTAL
EN PIES

210						11	11											
190						11	11	11	11									
170						11	11	11	11	11								
150		6	6		11	11	11	11	11	11	11							
140		6	6	6	9	9	11	11	11	11	11	11	11					
130		6	6	6	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11				
120		5	5	5	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11			
110		4	4	5	8	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11		
100		4	4	4	5	8	9	9	9	10	11	11	11	11	11	11	11	11
90	2	3	4	4	5	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11	11	11
80	1	2	3	4	4	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11
70	1	1	2	3	4	5	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11
60	1	1	1	3	4	5	8	8	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
50	1	1	1	2	4	4	7	8	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
40	1	1	1	1	3	4	7	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	11
30	1	1	1	1	3	4	7	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	11
20	1	1	1	1	3	4	7	7	7	9	10	10	10	10	10	10	10	11
10	1	1	1	1	3	4	7	7	7	9	10	10	10	10	10	10	10	11
	25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800

GALONES POR MINUTO

El número 1 representa 81 1/2 A2-8
 2 82D2-8
 3 82D2-13
 4 82E2-BKND
 5 82E2-19
 82E2-K181P
 82E2-S8D
 6 82H2-AENLD

El número 7 representa 83A2-19
 83A2-S8D
 8 83B2-AENLD
 83B2-K301P
 9 83C2-TJD
 10 84B2-VH4D
 11 84A2-VG4D

ENFRIADO POR AIRE, MOTOR DIESEL. R E N D I M I E N T O

CARGA
TOTAL
EN PIES

200				6	6															
180				6	6	6	6	6												
160				6	6	6	6	6	6	6	6									
150				6	6	6	6	6	6	6	6									
140				6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8						
130				6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8					
120				6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	9				
110			5	5	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	9				
100	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	8	8	8	9				
90	1	2	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9			
80	1	2	2	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	
70	1	1	2	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9
60	1	1	2	2	4	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9
50	1	1	2	2	3	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	8	8	9	9	9
40	1	1	1	2	3	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	8	8	9	9	9
30	1	1	1	2	3	3	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	8	9	9	9
20	1	1	1	2	3	3	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	9	9	9
10	1	1	1	2	3	3	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	9	9	9

27

GALONES POR MINUTO.

El número 1 representa 82D2-500RT El número 6 representa 84A2-F5L
 2 82E2-550RT 7 86A2-F4L
 3 83A2-550RT 8 86A2-F4L
 4 83B2-ST1 9 88A2-F5L
 5 84B2-ST2

ENFRIADO POR AGUA, MOTOR DIESEL. R E N D I M I E N T O .

CARGA
TOTAL
EN PIES

210	1	1	1												7	7			
190	1	1	1	1											7	7	7		
170	1	1	1	1	1	1									7	7	7	7	
150	1	1	1	1	1	1	2								7	7	7	7	7
140	1	1	1	1	1	1	2	2	2						7	7	7	7	7
130	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4				7	7	7	7	7
120	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	4			7	7	7	7	7
110	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	4		7	7	7	7	7
100	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	4	4	7	7	7	7	7
90	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	6	7	7	7	7
80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	6	6	6	7	7
70	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	6	6	6	7	7
60	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	6	6	6	7	7
50	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	6	6	6	7	7
40	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	5	6	6	6	7
30	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	5	6	6	6	7
20	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	5	6	6	6	7
10	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	5	6	6	6	7
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	3000	4000	5000	6000	7000

GALONES POR MINUTO

El número 1 representa 84A2-F224D

2 86A2-F224D

86A2-F268D

86A2-5034

3 88B2-5031

El número 4 representa 88A2-5044

5 310A2-3031C

6 112A20-B-6031C

112A20-B-N855P

7 112C20-B-7123

continuación de la fig. 11.5

JLWP

CADA MODELO DE BOMBA TIENE UNA CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERACIÓN, PERO EN LA TABLA DE LA FIG. 11.5 SE HAN RESUMIDO LAS CARACTERÍSTICAS DE MODELOS DIFERENTES.

TODOS LOS MODELOS DE LAS BOMBAS DESCRITOS EN LA FIG. 11.5 PUEDEN TRABAJAR CON MOTOR ELÉCTRICO, NO VARIANDO CON ÉSTO SU RENDIMIENTO.

c) BOMBA CENTRÍFUGA NEUMÁTICA.

GENERALEMENTE SE DISTINGUEN DOS TIPOS PRINCIPALES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS NEUMÁTICAS, LAS DE LODOS Y LAS DE SUMIDERO O SUMERGIBLES.

ESTAS BOMBAS SON OPERADAS A BASE DE AIRE COMPRIMIDO POR MEDIO DE UN ROTOR A CUYO EJE SE ENCUENTRA SUJETO UN IMPULSOR ROTATORIO, GENERALMENTE DEL TIPO SEMIABIERTO PUESTO QUE POR LO REGULAR SE MANEJAN AGUAS LODOSAS, EN LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.

c.1) LAS BOMBAS NEUMÁTICAS DE SUMIDERO TIENEN GRAN APLICACIÓN EN LAS EXCAVACIONES PORQUE:

- SE OPERAN AUTOMÁTICAMENTE, CUENTAN CON UN DISPOSITIVO ESPECIAL PARA TAL EFECTO.
- PUEDEN TRABAJAR CON UNA ALTURA MUY REDUCIDA DE LÁMINA DE AGUA APROXIMADAMENTE DE TRES CMS.
- ESTAN DISEÑADAS PARA MANEJAR AGUA SUCIA, LODOSA, AGUA QUE ARRASTRA MATERIA EN SUSPENSIÓN.

- OTRA CARACTERÍSTICA IMPORTANTE ES QUE EL ROTOR DE LA BOMBA SE ENCUENTRA DOTADO DE UN GOBERNADOR QUE REGULA SU VELOCIDAD EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA, PERO TAMBIÉN NO SE DESCOMPONE SI OPERA EN VACIO SIN AGUA.
- POR ÚLTIMO, ÉSTAS BOMBAS TAMBIÉN PUEDEN OPERAR TOTALMENTE SUMERGIDAS, PUESTO QUE SU MOTOR Y CHUMACERAS QUEDAN PROTEGIDOS POR LA PRESIÓN DEL AIRE.

LAS BOMBAS NEUMÁTICAS DE SUMIDERO SON MUY FÁCIL DE INSTALAR PUESTO QUE ÚNICAMENTE TIENEN QUE COLOCARSE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN O DEL CÁRCAMO Y PUEDEN OPERAR HASTA CON LÁMINAS DE 3 CMS.

EN LA FIG. II.6 SE MUESTRAN LAS ESPECIFICACIONES Y RENDIMIENTOS DE ALGUNAS BOMBAS NEUMÁTICAS DE SUMIDERO.

TAMBIÉN SON MUY USADAS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, LOS MODELOS DE BOMBAS CONSIGNADAS EN LA FIG. II.6.A, QUE SON OPERADAS ELECTRÍCAMENTE.

- c.2) LAS BOMBAS NEUMÁTICAS PARA LODOS ESTÁN ADAPTADAS PARA TAL FIN, ÉSTAS ADAPTACIONES LE PERMITEN BOMBLEAR AGUA ARRASTRANDO LODO, ARENA, ETC.

EN CUANTO A SU OPERACIÓN ÉSTAS PUEDEN TRABAJAR TANTO CON MANGUERA DE SUCCIÓN O SIN ELLA, DEPENDIENDO DEL TIPO DE TRABAJO A DESARROLLAR.

ESPECIFICACIONES Y RENDIMIENTOS DE ALGUNAS BOMBAS

NEUMATICAS DE SUMIDERO (Chicago Pneumatic Tool de Méx. S.A.)

Capacidad de carga	DESCARGA ---Galones por minuto							
	MODELO CP-20 ¹				MODELO CP-20TP ²			
	a 40 psi	a 60 psi	a 80 psi	a 100 psi	a 40 psi	a 60 psi	a 80 psi	a 100 psi
- pies								
10	200	240	290	300	235	280	305	305
20	180	230	270	290	225	270	305	305
30	150	220	260	285	210	260	305	305
40	120	190	245	270	190	250	305	305
50	90	170	225	250	170	235	300	300
60	50	140	190	220	150	220	290	295
70	--	110	170	185	130	205	280	290
80	--	60	120	140	105	190	270	280
90	--	--	--	50	75	175	260	270
100	--	--	--	--	--	160	250	260
120	--	--	--	--	--	125	225	235
140	--	--	--	--	--	80	195	210
160	--	--	--	--	--	--	160	180
180	--	--	--	--	--	--	120	150
200	--	--	--	--	--	--	70	115

Consumo de aire 110 p.c.m. a 100 psi

200p.c.m. a 100psi

Carga mínima de agua 7/8"

7/8"

Diámetro de la Manguera 1"

1"

1 un compresor de 60 p.c.m. dará los rendimientos señalados para 40psi uno de 125 o mayor, para los correspondientes a 100 psi.

2 un compresor de 250 pem bastará para dar los rendimientos que corresponden a 100 psi.

RENDIMIENTO DE BOMBAS ELECTRICAS SUMERGIBLES *

CARGA TOTAL		GALONES POR MINUTO			
		D I A M E T R O D E D E S C A R G A			
en pies	en mts.	2"	4"	6"	8"
20	6.10	130	930	2,160	2,800
40	12.19	100	870	1,950	2,720
60	18.29	70	780	1,720	2,570
80	24.38		680	1,480	2,370
100	30.48		550	1,100	2,120
120	36.58		360	400	1,800
140	42.67				1,250
160	48.77				600
V O T A J E		115-230 sencillo 2 HP	230-460 trifásico 25HP.	230-460 trifásico 60HP	230-460 trifásico 95HP
		\$ 34,021.44	\$ 93,280.50	\$ 176,856.00	\$ 270,000.00

FIG. 11.6.a

* AURORA PUMP.
800 Airport Road
North Aurora, Illinois (60542)
U.S.A.

SU CAPACIDAD LÍMITE APROXIMADA SE ESTIMA QUE ES EN AGUAS QUE CONTENGAN HASTA UN 15% DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN. PARA OPERAR ÚNICAMENTE SE CONECTA A LA MANGUERA DE AIRE PROCEDENTE DE UN COMPRESOR CON CAPACIDAD ADECUADA.

EL SISTEMA DE OPERACIÓN DE ÉSTA BOMBA ES A BASE DE EYECTORES CON LO CUÁL SE ELIMINAN LOS ELEMENTOS ROTATORIOS, LOS CUALES ESTÁN EXPUESTOS A LA ABRASIÓN.

LA FIG. 11.7 MUESTRA LA ESPECIFICACIÓN DE ALGUNOS MODELOS DE BOMBAS NEUMÁTICAS PARA LODOS.

D) BOMBAS RECIPROCANTES.

CUANDO SE TRATA DE UNA BOMBA RECIPROCANTE DE UN SOLO CILINDRO SE LE SUELE LLAMAR DE SIMPLE ACCIÓN Y SU OPERACIÓN ES POR EL MOVIMIENTO DE UN PISTÓN QUE EN UNA CARRERA EXPUESTA EL AGUA CONTENIDA DENTRO DE SU CORRESPONDIENTE CILINDRO, EN LA CARRERA DE RETROCESO HACE QUE LA VÁLVULA DE ADMISIÓN DE LA CÁMARA SE ABRA, LLENANDO NUEVAMENTE EL CILINDRO.

DENTRO DEL MERCADO DE LAS BOMBAS EXISTEN LAS LLAMADAS DE DOBLE ACCIÓN, ÉSTO ES, QUE SE DIFERENCIAN DE LAS DE SIMPLE ACCIÓN PORQUE A AMBOS LADOS DE LA CABEZA DEL PISTÓN SE ENCUENTRAN CÁMARAS FORMADAS POR SUS CILINDROS, ASÍ QUE, PARA LO QUE UN CILINDRO ES DE AVANCE, PARA EL OPUES

ESPECIFICACIONES DE ALGUNOS MODELOS DE BOMBAS NEUMATICAS

PARA LOXOS (Chicago Pneumatic Tool de Méx.S.A.)

Capacidad de Carga -- Pies	Gasto --- Galones por minuto	
	Modelo CP-7	Modelo CP-71
50	65	100
75	50	90
100	43	80
150	33	60
200	20	40

De las dos bombas consignadas en ésta tabla, la mod. CP-7 tiene un consumo máximo de aire del orden de 60 pies cúbicos por minuto la mod. CP-71 lo tiene de 90 p.c.m.

Fig. 11. 7

JLWP

TO ES DE RETROCESO. YA OPERANDO ÉSTAS BOMBAS, EN UNA CARRERA DETERMINADA EN UN SENTIDO, EL PISTÓN AL AVANZAR, EXPULSA EL AGUA CONTENIDA POR EL CILINDRO CORRESPONDIENTE, MIENTRAS QUE POR EL CILINDRO OPUESTO SE ENCUENTA ABIERTA LA VÁLVULA DE ADMISIÓN QUE PERMITE SU LLENADO, AL REGRESAR EL PISTÓN SE EXPULSA EL AGUA DEL SEGUNDO CILINDRO, LLENÁNDOSE EL PRIMERO, ÉSTE CICLO DE TIPO RECIPROCANTE SE SE REPITE EN FORMA CONTÍNUA.

LAS BOMBAS QUE ESTÁN FORMADAS POR 2 CILINDROS, SE LES CONOCE CON EL NOMBRE DE DUPLEX, LAS DE 3 CILINDROS COMO TRIPLEX.

GENERALMENTE TODOS ÉSTOS TIPOS DE BOMBAS RECIPROCANTE POR TÁTILES, VIENEN EQUIPADAS CON SU PROPIO MOTOR ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA BOMBA, O BIÉN, CON ACOPLAMIENTO INTERMEDIO DE UNA CAJA DE VELOCIDADES. EL GASTO DE OPERACIÓN DE LA BOMBA SE REGULA HACIENDO VARIAR LA VELOCIDAD DEL MOTOR, O CAMBIANDO EL ENGRANAJE DE LA CAJA DE TRANSMISIONES, YA QUE EL GASTO QUE RINDE UNA BOMBA SENCILLA DE UN SOLO CILINDRO ESTÁ DADO POR LA FÓRMULA SIGUIENTE:

$$Q = \frac{\pi \times D^2 \times L \times N}{924} \times C$$

EN DONDE:

Q = CAPACIDAD DE LA BOMBA, EN GALONES POR MINUTO,

C = 1 - PORCENTAJE DE FUGAS; SU VALOR SUELE FLUCTUAR ENTRE 0,95 Y 0,97,

D = DIÁMETRO DEL CILINDRO, EN PULGADAS.

L = LONGITUD DE LA CARRERA DEL PISTÓN, EN PULGADAS.

N = NÚMERO DE CARRERAS POR MINUTO CONSIDERÁNDOSE COMO CARRERA EL DESPLAZAMIENTO EN CADA SENTIDO .

AHORA QUE, SI SE TRATA DE UNA BOMBA DE DOBLE ACCIÓN, SU CAPACIDAD SE DUPLICA; Y CUÁNDO SE TIENEN VARIOS CILINDROS, LA CAPACIDAD SE EXPRESA U OBTIENE POR MEDIO DE LA ECUACIÓN SIGUIENTE:

$$Q = \text{M}^3/\text{C} \frac{\pi \times D^2 \times L \times N}{924}$$

SIENDO:

N = NÚMERO DE CILINDROS.

LA ENERGÍA REQUERIDA PARA LA OPERACIÓN DE CUALQUIER BOMBA, SI LA EXPRESAMOS COMO POTENCIA EN CABALLOS DE VAPOR, ES IGUAL A:

$$P = \frac{Q \times H}{75 \eta}$$

EN DONDE:

P = POTENCIA, EN C. V.

Q = GASTO, EN LITROS POR SEGUNDO

H = CARGA HIDRODINÁMICA TOTAL, EN METROS.

η = EFICIENCIA DE LA BOMBA EXPRESADA COMO PORCENTAJE ACOS-
TUMBRÁNDOSE APLICAR LA EFICIENCIA DE CAMPO Y NO LA
TEORICA DE LABORATORIO.

75 = KILOGRÁMETROS QUE INTEGRAN UN C.V.

PARA PODER CONOCER LA CAPACIDAD DE CARGA DE LAS BOMBAS RECIPROCANTES, DEPENDE, TANTO DE LA POTENCIA DEL MOTOR CON QUE SE ENCUENTREN EQUIPADAS COMO DE LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL DE SU ARMADURA Y RESTANTES ELEMENTOS QUE LA CONSTITUYEN.

ESTE TIPO DE BOMBAS RINDE UN GASTO DE TIPO PULSATORIO Y EN LOS MODELOS DEL TIPO PORTÁTIL TIENE UNA CAPACIDAD BASTANTE REDUCIDA, DE AHÍ SU POCO USO.

LAS BOMBAS CÉNTRIFUGAS LAS ESTÁN DESPLAZANDO EN LOS TRABAJOS DE EXCAVACIONES.

E) BOMBAS DE DIAFRAGMA.

ESTE TIPO DE BOMBAS, SON MUY USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXCAVACIONES, YA QUE SON UNAS BOMBAS MUY VERSÁTILES Y SE PUEDEN OCUPAR PARA BOMBEAR AGUA CON GRANDES CONTENIDOS DE ARENAS, BASURAS, ETC. DE HASTA $\frac{2}{3}$ DEL TAMAÑO DE LA ENTRADA DE LA BOMBA.

EL FUNCIONAMIENTO DE ÉSTAS BOMBAS ES COMO SIGUE: CONSISTE DE UN MOVIMIENTO QUE TIENE LA PARTE CENTRAL DEL DIAFRAGMA PROVOCADO POR UNA BIELA QUE ESTÁ CONECTADO A UN EXCÉNTRICO, CON ÉSTO EL AGUA ES ABSORBIDA POR LA BOMBA Y EXPULSADA AL EXTERIOR.

LA REPOSICIÓN DEL DIAFRAGMA NO TIENE PROBLEMAS YA QUE SU INSTALACIÓN PUEDE HACERSE RAPIDAMENTE.

LA FIG. II,8 NOS MUESTRA LOS TAMAÑOS Y CAPACIDADES DE LAS BOMBAS DE DIAFRAGMA.

3).- ACCESORIOS.

CUÁNDO SE HABLA DEL EQUIPO DE BOMBEO, SE MENCIONAN TANTO LA BOMBA COMO SUS ACCESORIOS, ÉSTOS QUE CONSTITUYEN ESENCIALMENTE LOS SIGUIENTES, SON TAMBIÉN DE DIFERENTES MATERIALES Y TAMAÑOS:

- TUBERÍAS.
- VÁLVULAS Y CONEXIONES
- MANGUERAS

- TUBERÍAS.- LAS TUBERÍAS SON LOS ELEMENTOS MEDIANTE LOS CUALES CIRCULA EL AGUA QUE ES BOMBEADA.

ÉSTOS ELEMENTOS FORMAN PARTE DEL EQUIPO DE BOMBEO Y SON USADOS CUANDO SE TIENE NECESIDAD DE BOMBEAR POR UN TIEMPO LARGO EN UN MISMO LUGAR.

PARA CALCULAR LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN QUE POR MOTIVO DEL MOVIMIENTO DEL AGUA SE GENERA SE MUESTRA LA FIG. II.9.

- VÁLVULAS Y CONEXIONES.

CUÁNDO EN UNA INSTALACIÓN TENEMOS VÁLVULAS Y CONEXIONES,

RENDIMIENTOS DE ALGUNAS BOMBAS DE DIAFRAGMA

	Diámetro de Descarga nominal		
	2"	3"	4"
Galones por minuto			
- 5 pies altura de succión con altura de descarga:			
5 pies	26	78	125
15 pies	22	66	113
25 pies	18	64	104
- 15 pies altura de succión con altura de descarga:			
5 pies	21	68	97
15 pies	19	64	74
25 pies	17	60	70
- 25 pies altura de succión con altura de descarga:			
5 pies	18	56	82
15 pies	16	60	66
25 pies	15	56	52

Fig. 11. 8

ÉSTAS ACTÚAN COMO SI CADA VÁLVULA Y CONEXIÓN FUERA UNA LONGITUD DE TUBO, ADICIONAL A LA DE LA PROPIA INSTALACIÓN, POR ÉSTA RAZÓN CUÁNDO NOSOTROS VAMOS A CALCULAR LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN DE NUESTRA INSTALACIÓN, TENEMOS QUE CONOCER EL NÚMERO DE VÁLVULAS Y CONEXIONES DE QUE CONSTA, PARA PODERLE CALCULAR LA LONGITUD DE TUBO EQUIVALENTE A CADA UNO Y SUMARLA A LA LONGITUD DE TUBERÍA.

LA FIG. 11.10 NOS MUESTRA ÉSTA LONGITUD EQUIVALENTE.

- MANGUERAS. LAS MANGUERAS SON ELEMENTOS MUY USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN, PUESTO QUE SU FLEXIBILIDAD LAS HACE MUY MANEJABLES EN DIFERENTES SITUACIONES.

EN LA FIG. 11.11 SE DAN LOS VALORES DE LA PÉRDIDA DE CARGA DEBIDA A LA FRICCIÓN QUE POR MOTIVO DEL AGUA ES GENERADA CUÁNDO FLUYE EN LA MANGUERA, ÉSTOS VALORES SON VÁLIDOS EN LAS MANGUERAS DE HULE Y SUS SUSTITUTOS.

PERDIDA POR FRICCION PARA AGUA, EN PIES POR 100 ft. DE TUBO DE ACERO LIMPIO
O DE HIERRO FORJADO*

GASTO Gal. por min.	Diámetro nominal del tubo												
	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	
5	1.93	0.51											
10	6.86	1.77	0.83	0.25	0.11								
14	12.8	3.28	1.53	0.45	0.19								
20	25.1	6.34	2.94	0.87	0.36	0.13							
24	35.6	8.92	4.14	1.2	0.50	0.17							
30	54.6	13.6	6.26	1.82	0.75	0.26	0.07						
40	--	23.5	10.79	3.10	1.28	0.44	0.12						
50	--	36.0	16.4	4.67	1.94	0.66	0.18	0.06					
75	--	--	35.8	10.1	4.13	1.39	0.28	0.12					
100	--	--	62.2	17.4	8.51	2.39	0.62	0.20	0.03				
120	--	--	--	24.7	10.0	3.37	0.88	0.29	0.12				
150	--	--	--	38.0	15.4	5.14	1.32	0.35	0.17				
170	--	--	--	48.4	19.6	6.53	1.67	0.54	0.22				
200	--	--	--	66.3	26.7	8.90	2.27	0.74	0.30	0.08			
220	--	--	--	--	32.2	10.7	2.72	0.88	0.36	0.09			
260	--	--	--	--	44.5	14.7	3.24	1.2	0.49	0.13			
280	--	--	--	--	51.3	16.9	4.30	1.38	0.56	0.14			
300	--	--	--	--	--	19.2	4.89	1.58	0.64	0.16			
340	--	--	--	--	--	24.8	6.19	2.00	0.81	0.21			
400	--	--	--	--	--	33.9	8.47	2.72	1.09	0.28	0.09		
500	--	--	--	--	--	52.5	13.0	4.16	1.66	0.42	0.14	0.06	
600	--	--	--	--	--	--	18.6	5.88	2.34	0.60	0.19	0.08	
700	--	--	--	--	--	--	25.0	7.93	3.13	0.80	0.26	0.11	
800	--	--	--	--	--	--	32.4	10.22	4.03	1.02	0.33	0.14	
900	--	--	--	--	--	--	40.8	12.9	5.05	1.27	0.41	0.17	
1000	--	--	--	--	--	--	50.2	15.8	6.17	1.56	0.50	0.21	
1100	--	--	--	--	--	--	--	19.0	7.41	1.87	0.59	0.25	
1200	--	--	--	--	--	--	--	22.5	8.76	2.20	0.70	0.30	
1300	--	--	--	--	--	--	--	--	10.2	2.56	0.82	0.34	
1400	--	--	--	--	--	--	--	--	11.8	2.95	0.91	0.40	
1500	--	--	--	--	--	--	--	--	13.5	3.37	1.07	0.45	
2000	--	--	--	--	--	--	--	--	23.8	5.86	1.81	0.78	
3000	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12.8	4.00	1.68	
4000	--	--	--	--	--	--	--	--	--	22.6	6.99	2.92	
5000	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10.80	4.47	

* Reimpresión de los Standards of Hydraulic Institute

Fig. 11. 9

LONGITUD DE TURO DE ACERO, EN PIES, EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS *

Artículo	Tamaño nominal											
	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Codo de 90° -----	2.8	3.7	4.3	5.5	6.4	8.2	11.0	13.5	16.0	21.0	26.0	32.0
Codo de 45° -----	1.3	1.7	2.0	2.6	3.0	3.8	5.0	6.2	7.5	10.0	13.0	15.0
T, salida lateral ---	5.6	7.5	9.1	12.0	13.5	17.0	22.0	27.5	33.0	43.5	55.0	66.0
C												
Cúvra cerrada												
Doblez -----	6.3	8.4	10.2	13.0	15.0	18.5	24.0	31.0	37.0	49.0	62.0	73.0
Válvula de comp.-----	0.6	0.8	0.9	1.2	1.4	1.7	2.5	3.0	3.5	4.5	5.7	6.8
Válvula de globo ---	27.0	37.0	43.0	55.0	66.0	82.0	115.0	135.0	165.0	215.0	280.0	335.0
Válvula de Check ---	10.5	13.2	15.8	21.1	26.4	31.7	42.3	52.8	63.0	81.0	105.0	125.0
Válvula de pie-----	24.0	33.0	38.0	46.0	55.0	64.0	75.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0

* Gorman Rupp Company

Fig. 11.10

PERDIDA POR FRICCION PARA EL AGUA, EN PIES POR 100 Ft DE MANGUERA DE HULE
O DE ALGUN SUSTITUTO DEL HULE.

GASTO Gal. por min.	Diámetro interior de la manguera.								
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
5	9.25	2.54	0.93	0.46					
10	32.3	9.25	2.78	1.15	0.46	0.23			
15	69.3	20.6	5.78	2.54	0.93	0.46			
20	125.0	32.3	9.93	4.16	1.62	0.69			
25	--	50.8	15.0	6.70	2.31	0.93			
30	--	71.7	21.2	9.25	3.23	1.15	0.23		
35	--	94.8	27.7	12.5	4.15	1.38	0.46		
40	--	125.0	34.6	15.5	5.55	1.85	0.69		
50	--	--	55.5	23.1	8.32	2.31	1.15		
60	--	--	80.9	32.3	11.8	3.23	1.38		
70	--	--	103.8	43.9	15.2	4.15	1.85		
80	--	--	134.0	55.5	19.9	5.51	2.54		
90	--	--	--	69.3	25.4	6.93	3.23	0.69	
100	--	--	--	85.5	28.8	8.1	3.93	1.15	0.23
125	--	--	--	--	46.2	12.2	5.78	1.38	0.46
150	--	--	--	--	62.4	17.3	8.1	1.62	0.69
175	--	--	--	--	85.5	23.1	10.6	2.54	0.93
200	--	--	--	--	106.1	30.0	13.6	3.23	1.15
250	--	--	--	--	--	37.0	16.1	4.16	1.38
300	--	--	--	--	--	43.8	21.0	4.85	1.62
350	--	--	--	--	--	62.3	27.7	6.70	2.31
400	--	--	--	--	--	106.0	48.5	9.25	3.93
450	--	--	--	--	--	--	60.0	14.5	4.85
500	--	--	--	--	--	--	74.0	17.1	6.00
1000	--	--	--	--	--	--	--	62.3	22.2

Fig. 11. 11

CAPITULO III

SELECCION DEL EQUIPO DE BOMBEO EN DIFERENTES TIPOS DE EXCAVACIONES.

1).- DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

ES IMPORTANTE ANTES DE INCIAR LOS MÉTODOS DE SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO, EL UNIFICAR LA IDEA DE LOS TÉRMINOS QUE INTERVIENEN EN DICHA SELECCIÓN.

A) CARGA DE SUCCIÓN ESTÁTICA (HEST SUCC).

SE LLAMA CARGA DE SUCCIÓN ESTÁTICA A LA DIFERENCIA DE NIVELES ENTRE LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA Y EL EJE DE LA BOMBA.

B) COLUMNA O CARGA DE VELOCIDAD (HV).

EL AGUA QUE FLUYE DENTRO DE LA TUBERÍA O MANGUERA A CUALQUIER VELOCIDAD, POSEE ENERGÍA CINÉTICA DEBIDO A SU MOVIMIENTO, LA COLUMNA O CARGA DE VELOCIDAD ES LA DISTANCIA DE CAÍDA NECESARIA PARA QUE UN LIQUIDO ADQUIERA UNA VELOCIDAD DADA, Y LA EXPRESIÓN MATEMÁTICA ES.

$$HV = \frac{v^2}{2g}$$

DONDE:

HV = COLUMNA O CARGA DE VELOCIDAD, EN METROS .

V = VELOCIDAD DEL AGUA, EN M/SEG.

g = ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD = 9.81 M/SEG^2

- c) CARGA DE FRICCIÓN O PÉRDIDA POR FRICCIÓN. SE MIDE EN EN METROS DE AGUA, ES LA COLUMNA EQUIVALENTE NECESARIA PARA VENCER LA RESISTENCIA DE LOS ACCESORIOS, TUBERIAS VÁLVULAS Y CONEXIONES DEL SISTEMA DE BOMBEO.

ESTA COLUMNA O PÉRDIDA POR FRICCIÓN EXISTE EN LOS DOS EXTREMOS, EN EL DE SUCCIÓN Y EN LA DESCARGA, VARÍA CON LAS DIMENSIONES DEL TUBO, CONDICIÓN INTERIOR DEL MISMO, ETC.

- d) CARGA DE SUCCIÓN O ALTURA DE SUCCIÓN (H_{SUCC}).

NÚMERICAMENTE ES LA SUMA DE LA ALTURA ESTÁTICA DE SUCCIÓN ($H_{\text{EST SUCC}}$) MÁS LA CARGA DE FRICCIÓN (H_f) MÁS LA CARGA DE VELOCIDAD (H_v).

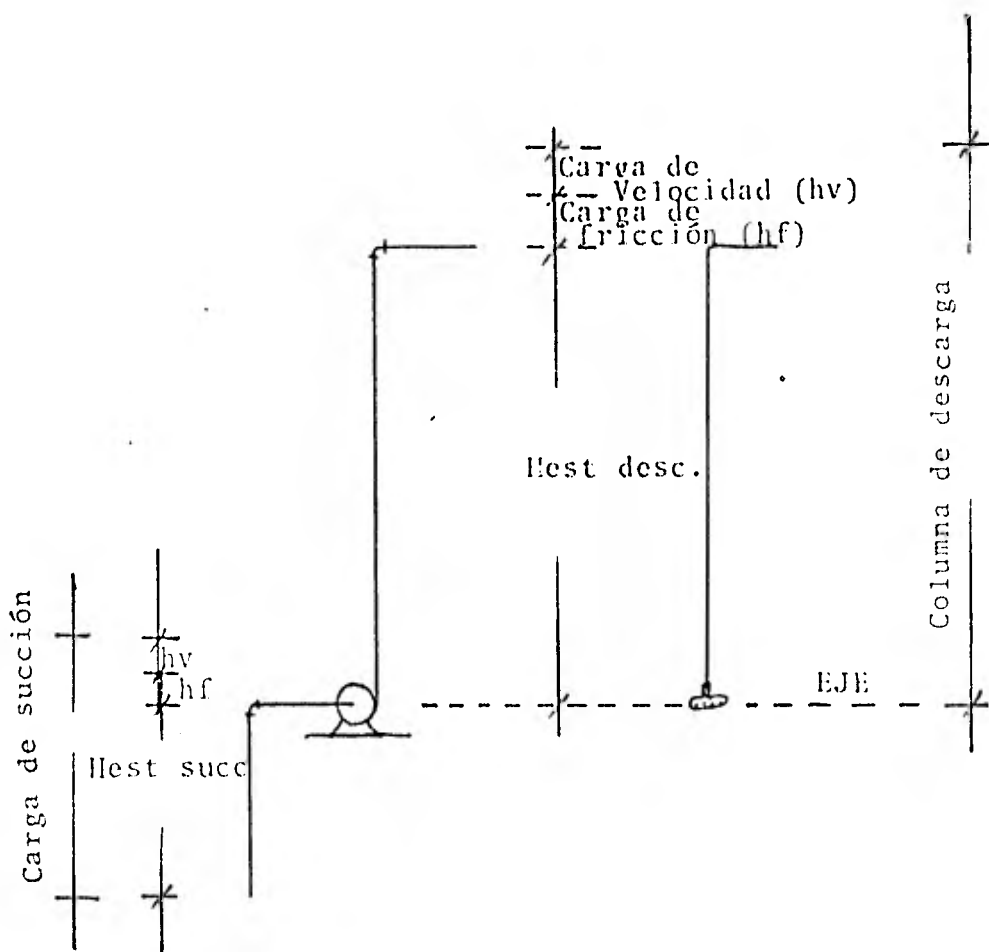
$$H_{\text{SUCC}} = H_{\text{EST SUCC}} + H_f + H_v$$

LA CARGA O ALTURA DE SUCCIÓN TIENE QUE SER MENOR A LOS VALORES ENLISTADOS EN LA FIG. III.2

- e) ALTURA ESTÁTICA DE DESCARGA ($H_{\text{EST DESC}}$).

SE LLAMA ALTURA ESTÁTICA DE DESCARGA ($H_{\text{EST DESC}}$) A LA DIFERENCIA DE NIVELES QUE EXISTE ENTRE LA SALIDA DEL AGUA DEL TUBO DE DESCARGA Y EL EJE DE LA BOMBA .

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA COLUMNA O CARGA TOTAL DE UNA BOMBA.



Columna o Carga total = Columna o carga de succión + Columna o carga de descarga

$$H_p = H_{succ} + H_{desc.}$$

FIG. III.1

- F) CARGA DE DESCARGA O ALTURA DE DESCARGA (H_{DESC})
 NÚMERICAMENTE ES LA SUMA DE LA ALTURA ESTÁTICA DE DESCARGA ($H_{EST\ DESC}$) MÁS LA CARGA DE FRICCIÓN (H_F) MÁS LA CARGA DE VELOCIDAD (H_V) CORRESPONDIENTE A LA CARGA.

$$H_{DESC} = H_{EST\ DESC} + H_F + H_V$$

- G) ALTURA O CARGA TOTAL (H_T)
 NÚMERICAMENTE LA ALTURA O CARGA TOTAL (H_T) ES LA SUMA DE LA CARGA DE SUCCIÓN O ALTURA DE SUCCIÓN (H_{SUCC}) MÁS LA CARGA O ALTURA DE DESCARGA (H_{DESC}),

EN LA FIG III.1 SE PUEDEN OBSERVAR TODOS LOS CONCEPTOS ANTERIORMENTE DESCRITOS.

2).- METODOS.

- A) ATENDIENDO EXCLUSIVAMENTE AL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO, BÁSICAMENTE CONSISTE EN APLICAR LOS PASOS QUE A CONTINUACIÓN SE DETALLAN:

- 1º HACER UN DIAGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA BOMBA Y TUBERÍA, ÉSTE DEBERÁ SER LO MÁS REAL POSIBLE, A ESCALA CONVENIENTE.

ES VÁLIDO HACER UN DIAGRAMA COMO EL DE LA FIG. III.1

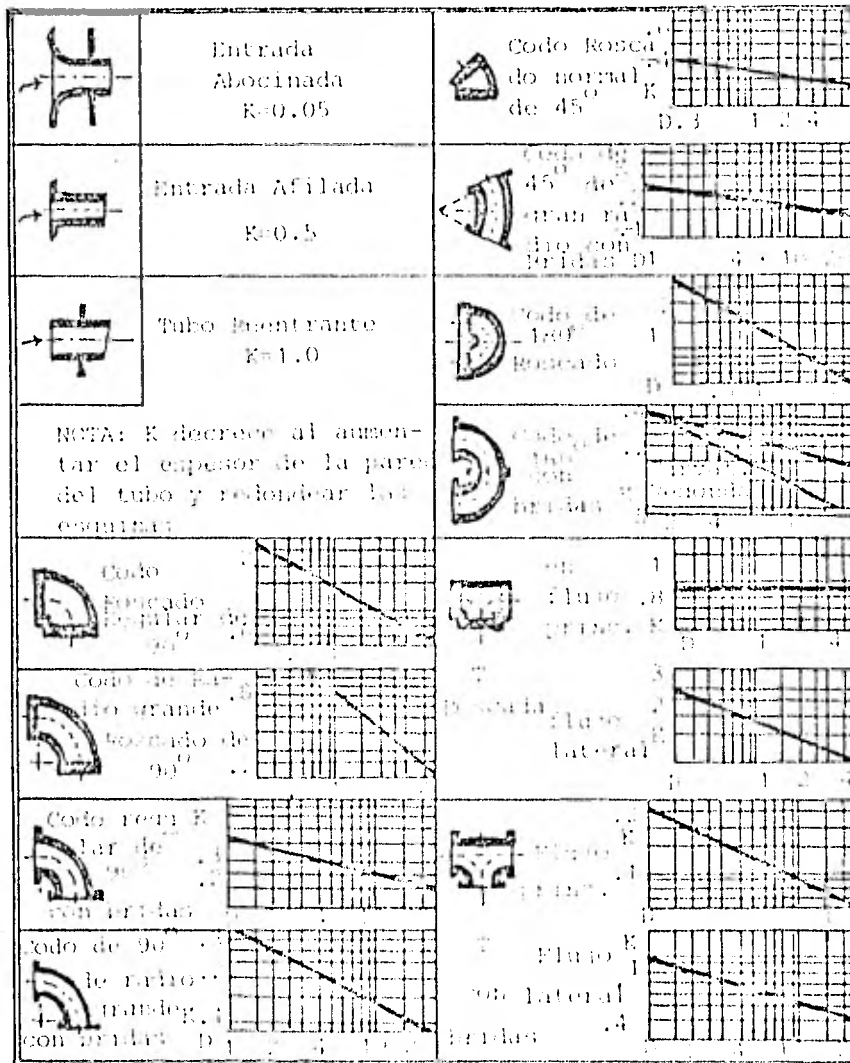
CARGA NETA POSITIVA DE SUCCION DISPONIBLE (N.P.S.H.A.)

Para succión de bombas en algunas Poblaciones de México

POBLACION	ASNH mts	PRESION mm. Hg.	NPSHA mts.
AGUASCALIENTES, AGS.	1861	618.56	8.41
CAMPECHE, CAMP.	0	760.00	10.33
CELAYA, GTO.	1808	622.59	8.46
CD. JUAREZ, CHIH.	407	729.07	9.91
CD. VICTORIA, TAMPS.	449	725.88	9.87
COLIMA, COL.	480	723.52	9.84
CORDOBA, VER.	820	697.68	9.49
CUERNAVACA, MOR.	1542	642.81	8.74
CULIACAN, SIN.	40	756.96	10.29
CHIHUAHUA, CHIH.	1405	653.22	8.88
CHILPANCINGO, GRO.	1193	669.33	9.10
DURANGO, DGO.	2100	600.40	8.16
GUADALAJARA, JAL.	1566	640.98	8.71
GUANAJUATO, GTO.	2012	607.09	8.25
GUAYMAS, SON.	0	760.00	10.33
HERMOSILLO, SON.	206	744.34	10.12
IRAPUATO, GTO.	1730	628.52	8.55
JALAPA, VER.	1405	653.22	8.88
LA PAZ, B.C.	0	760.00	10.33
MERIDA, YUC.	8	759.39	10.32
MEXICO, D.F.	2242	589.61	8.02
MONTERREY, N.L.	943	688.18	9.36
MORELIA, MICH.	1950	611.80	8.32
OAXACA, OAX.	1146	672.90	9.15
ORIZABA, VER.	1227	666.75	9.07
PACHUCA, HGO.	2450	573.80	7.80
PUEBLA, PUE.	2162	595.69	8.10
QUERETARO, QRO.	1490	646.76	8.79
SALTILLO, COAH.	1580	639.92	8.10
SAN JUAN DEL RIO, QRO.	2083	601.69	8.18
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.	1890	616.36	8.38
SAN MIGUEL ALLENDE, GTO.	1852	619.25	8.42
TEPIC, NAY.	953	687.57	9.35
TLAXCALA, TLAX.	2252	588.85	8.01
TOLUCA, MEX.	2625	560.50	7.62
TULANCINGO, HGO.	2125	598.50	8.14
VERACRUZ, VER.	1	759.92	10.33
ZACATECAS, ZAC.	2503	569.77	7.75

Fig. III. 2

COEFICIENTES DE PERDIDA PARA VALVULAS Y UNIONES.



$$h_f = K \frac{v^2}{2g} \quad \text{Pérdida de carga en metros}$$

ESTE DIAGRAMA DEBERÁ MOSTRAR TODOS LOS ACCESORIOS DEL EQUIPO Y OTRAS UNIDADES DEL SISTEMA, MARQUESE LA LONGITUD DE LOS TRAMOS DE TUBERÍA, ES MUY IMPORTANTE INCLUIR TODAS LAS ELEVACIONES VERTICALES; CUANDO SEA NECESARIO, HACER DIBUJO ISOMÉTRICO PARA SIMPLIFICAR EL DIAGRAMA.

2º DETERMINAR LA CAPACIDAD DE BOMBEO REQUERIDO.

SABIDO ES QUE LOS VOLÚMENES DE AGUA QUE PUEDEN PRESENTARSE EN UNA ZONA DE CONSTRUCCIÓN PUEDEN SUFRIR SERIAS VARIACIONES, DESDE UNA MÁXIMO A UN MÍNIMO INSOSPECHADOS, POCAS OCASIONES EL BOMBEO PARA DESAGUE DE EXCAVACIONES SE MANTIENE A UN RÉGIMEN UNIFORME DURANTE TODO EL PERÍODO DE EJECUCIÓN DE LA MISMA.

POR OTRA PARTE, EN MUCHAS OBRAS ES CONVENIENTE Y ECONÓMICO SUSPENDER EL BOMBEO DURANTE LOS TIEMPOS DE INACTIVIDAD, COMO SUELEN SERLO LAS NOCHES, LOS DÍAS FESTIVOS, ETC., POR LO QUE AL REANUDARSE LOS TRABAJOS EN LA JORNADA SIGUIENTE, EN LAS PRIMERAS HORAS EL EQUIPO DEBERÁ BOMBLEAR RÁPIDAMENTE EL AGUA ACUMULADA EN LA ZONA DURANTE TODO EL PERÍODO DE RECESO, ÉS OBVIO QUE ÉSTA NO ES UNA REGLA GENERAL, PUÉS TAMBIÉN SE DÁ POR SABIDO QUE EN MUCHOS TIPOS DE TRABAJOS, COMO POR EJEMPLO LOS SUBTERRÁNEOS, NO ES CONVENIENTE, NI ACONSEJABLE PERMITIR QUE SE FORMEN IMPORTANTES ACUMULACIONES DE AGUA, QUE DAÑARÍAN AL EQUIPO, E INSTALACIONES QUE SE ENCUENTREN DENTRO DE LA MISMAS.

3º IDENTIFICACIÓN EN EL DIAGRAMA Y CÁLCULO DE:

- ALTURA ESTÁTICA DE SUCCIÓN
- ALTURA ESTÁTICA DE DESCARGA.
- CÁLCULO DE LA ALTURA ESTÁTICA TOTAL

4º CON LOS DATOS ANTERIORES, BUSCAR EN LAS TABLAS Y GRÁFICAS QUE SE ENCUENTRAN DETALLADAS EN EL CAPITULO II INCISO 2, LA BOMBA MÁS ADECUADA QUE CUMPLA CON ÉSTAS CARACTERÍSTICAS; EN EL CASO, QUE ES MUY COMÚN, QUE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS REQUERIDAS SE ENCUENTREN ENTRE DOS MODELOS NORMALES, SE RECOMIENDA EL ELEGIR EL TAMAÑO INMEDIATO MAYOR DE LA BOMBA, A MENOS QUE EXISTA ALGUNA RAZÓN PARA REQUERIR UNA COLUMNA Y CAPACIDAD EXACTA QUE ÉSTO EN LAS EXCAVACIONES NO ES COMÚN QUE OCURRA; EN ÉSTE PROCESO PODRÍAN EXISTIR DOS O MÁS UNIDADES QUE CUMPLAN CON EL PROPÓSITO, EN ÉSTE CASO HABRÁ DE TOMARSE EN CUENTA ALGUNOS FACTORES ADICIONALES QUE AFECTEN SU SELECCIÓN COMO POR EJEMPLO:

- LA CALIDAD
- LA DISPONIBILIDAD DE REFACCIONES
- SIMPLICIDAD PARA PERMITIR REPARACIONES FÁCILES.
- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA POR BOMBLEAR
- TIPO DE MOTOR, ETC.

5º CON ESTE TIPO DE BOMBA TENEMOS EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA; PROCEDEMOS A CALCULAR LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN Y POR VELOCIDAD QUE CORRESPONDAN, QUE ESTÁN

DESCRITAS DETALLADAMENTE EN EL CAPÍTULO II, INCISO 3,
Y EN EL CAPÍTULO III INCISO 1.

6º REVISAMOS QUE LA CAPACIDAD DE LA BOMBA SEA SUPERIOR EN CARGA QUE LA QUE NUESTRO SISTEMA NOS REPORTA, SI NO LO ES, REGRESAR AL PUNTO 4º A ELEGIR OTRA BOMBA.

B) EL MÁS ECONÓMICO.

EL CRITERIO ECONÓMICO QUE TOMAREMOS EN CUENTA EN ESTE MÉTOD₀ ES EL DE "COSTO MÍNIMO", YA QUE TODO SISTEMA DE BOMBEO EN EXCAVACIONES POR SÍ SOLO NO PRODUCE UTILIDAD, POR LO TANTO NO PODEMOS UTILIZAR EL CRITERIO DE UTILIDAD MÁXIMA Ó EL DE TASA INTERNA DE RETORNO, LOS CUÁLES SERÁN APLICABLES A PROYECTOS INDEPENDIENTES.

ESTE CRITERIO CONSISTE EN COMPARAR LOS COSTOS DE DOS O MÁS ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN DENTRO DE UN PERÍODO ECONÓMICO DETERMINANDO NO NECESARIAMENTE EL PERÍODO DE LA VIDA ECONÓMICA DE LA BOMBA.

LA METODOLOGÍA PROPUESTA ES LA SIGUIENTE:

1º DETERMINAR LOS EQUIPOS CORRESPONDIENTES, PARA ESTO USAREMOS LOS DIAGRAMAS DE FLUJO DE EFECTIVO COMO SE MUESTRA EN LA FIG. III, 4.

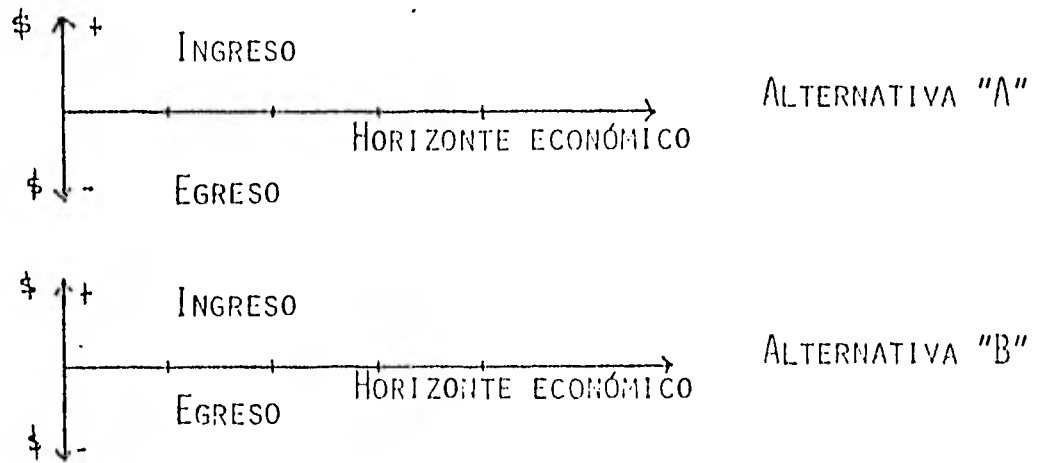


FIG. III.4

2º EN ÉSTOS DIÁGRAMAS DEBEN INTERVENIR TODOS LOS CONCEPTOS ASOCIADOS A LAS ALTERNATIVAS A QUE HAYA LUGAR, POR EJEMPLO:

- A) VALOR DE ADQUISICIÓN DEL EQUIPO,
- B) MANTENIMIENTO
- C) ALMACENAJE
- D) VALOR DE RESCATE
- E) CONSUMOS
- F) OPERACIÓN

3º ACTUALIZAR LAS UNIDADES MONETARIAS AL $T = 0$, O SEA CONVERTIR LOS PESOS FUTUROS A PESOS PRESENTES, DETERMINAR EL COSTO ACTUALIZADO, PARA ESTO SE PROPONE FORMAR UNA TABLA COMO LA MOSTRADA EN LA FIG. III.5 TENIENDO PRESENTE QUE EL FACTOR DE ACTUALIZACIÓN ES:

$$(1 + i)^{-N}$$

PERIODO	CONCEPTO	COSTO	FACTOR ACTUALIZACION	COSTO ACTUALIZADO

FIG. III.5

SIENDO:

I = COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL

N = NÚMERO DEL PERÍODO DEL CUAL SE ESTÁ ACTUALIZANDO.


NOTA: PARA $N = 0$ EL FACTOR = 1.00

PARA $N > 0$ EL FACTOR < 1.00

4º DE LA SUMA DE LOS COSTOS ACTUALIZADOS DEPENDERÁ NUESTRA SELECCIÓN.

5º ES RECOMENDABLE REALIZAR UN ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PUES TO QUE LAS VARIACIONES EN EL COSTO DE OPORTUNIDAD, HACEN QUE EL RESULTADO SE ALTERE. ÉSTE ANÁLISIS CONSISTE EN REALIZAR LOS PUNTOS 3º Y 4º PERO CON UNA "I" VARIABLE, GRAFICAMOS LOS VALORES EN UN SISTEMA DE EJES COORDENADOS COSTO DE OPORT-COSTO ACT. ASÍ OBTENEMOS UNA GRÁFICA.

COSTO ACTUALIZADO



COMPLEMENTANDO EL ESTUDIO ANTERIOR SI LO QUE NOS INTERESA TAMBIÉN ES CONOCER QUE TAN CARO ES UNA ALTERNATIVA CON RESPECTO A LA OTRA, LO QUE SE PROCEDE HACER ES UNA RAZÓN ASÍ:

$$R \frac{A}{B} = \frac{\text{COSTO ACTUALIZADO ALT "A"}}{\text{COSTO ACTUALIZADO ALT "B"}}$$

O TAMBIÉN

$$R \frac{B}{A} = \frac{\text{COSTO ACTUALIZADO ALT "B"}}{\text{COSTO ACTUALIZADO ALT "A"}}$$

EL ANÁLISIS DE LOS PUNTOS ANTERIORES ES VÁLIDO CUANDO LA VIDA ÚTIL DE LAS ALTERNATIVAS SON IGUALES, EN CASO CONTRARIO HAY QUE INTRODUCIR UN ARTIFICIO Y DECIR: TOMAR COMO HORIZONTE ECONÓMICO EL MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO DE LAS VIDAS ÚTILES.

PARA DESARROLLAR EL MÉTODO EN FORMA SIMPLIFICADA, HABRÁ QUE IR ACUMULANDO LOS VALORES DE LOS COSTOS Y ANOTARLOS EN EL LUGAR QUE CORRESPONDA, DESPUÉS ACTUALIZARLOS PARA ASÍ CONOCER LOS VALORES ACTUALIZADOS DE LOS COSTOS.

3.- EJEMPLOS.

- 1.- SELECCIONAR EL EQUIPO DE BOMBEO QUE TRABAJE EFICIENTEMENTE PARA EL PROYECTO MOSTRADO EN LA FIG. III.6, QUE CONSISTE EN LA EJECUCIÓN DE LA EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, DONDE SE ALOJARÁ LA CIMENTACIÓN DE UNA ESTRUCTURA. SE ESTIMA QUE EL GASTO EN EL CÁRCAMO SERÁ DE 5 LT/SEG.

APLICANDO EL MÉTODO SE TIENE:

SE MUESTRA EN LA FIG. III.7 EL DIAGRAMA PARA VISUALIZAR EL PROBLEMA.

EL GASTO $Q = 5$ LT/SEG LO CONVERTIMOS A GAL/MIN, PARA ÉSTO:

DE LT/SEG $\times 15,850246 =$ GAL/MIN.

DE GAL/MIN $\times 0,0630905 =$ LT/SEG.

PARA NUESTRO CASO:

5 LT/SEG $\times 15,850246 = 79,25$ GAL/MIN

HEST SUCC. = $2,00$ M = $6,56$ PIES

HEST DESC. = $5,50$ M = $18,04$ "

HEST TOTAL = $7,50$ M = $24,60$ PIES

RESUMEN

$Q = 5$ LT/SEG = $79,25$ GAL/MIN

HEST TOTAL = $7,50$ M = $24,60$ PIES

BOMBAS QUE CUMPLEN CON ÉSTAS CARACTERÍSTICAS.

A) AUTOCEBANTE 81 1/2 A2-8 1 1/2" Ø

B) ELÉCTRICA SUMERGIBLE 2" Ø

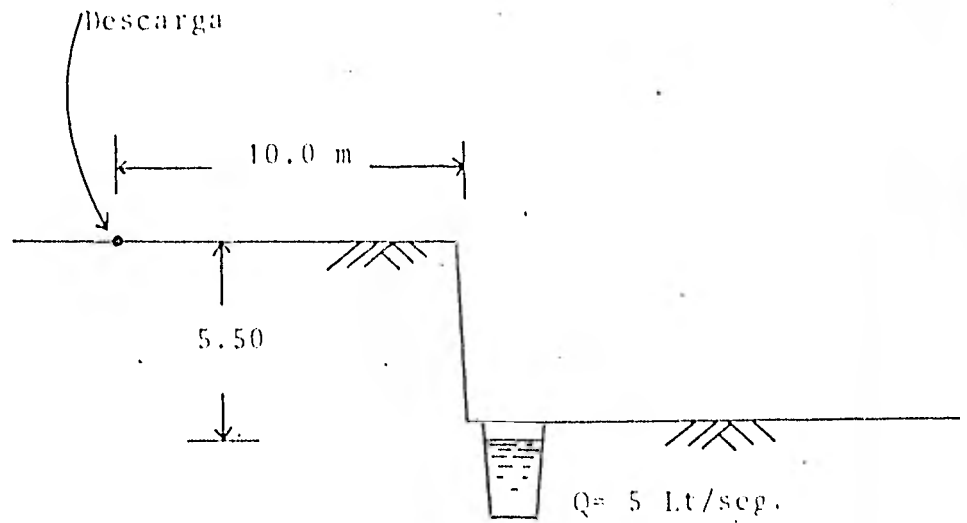


FIG. 111.6

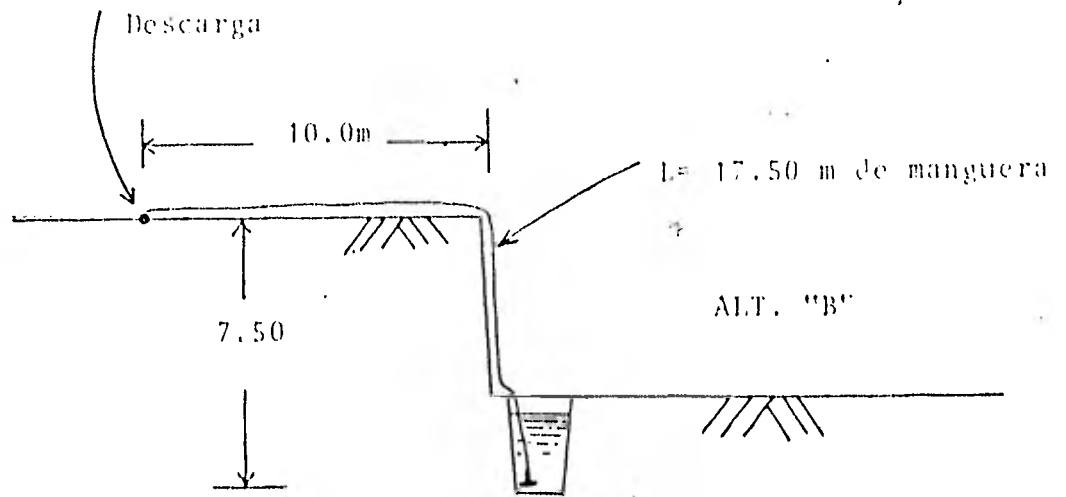
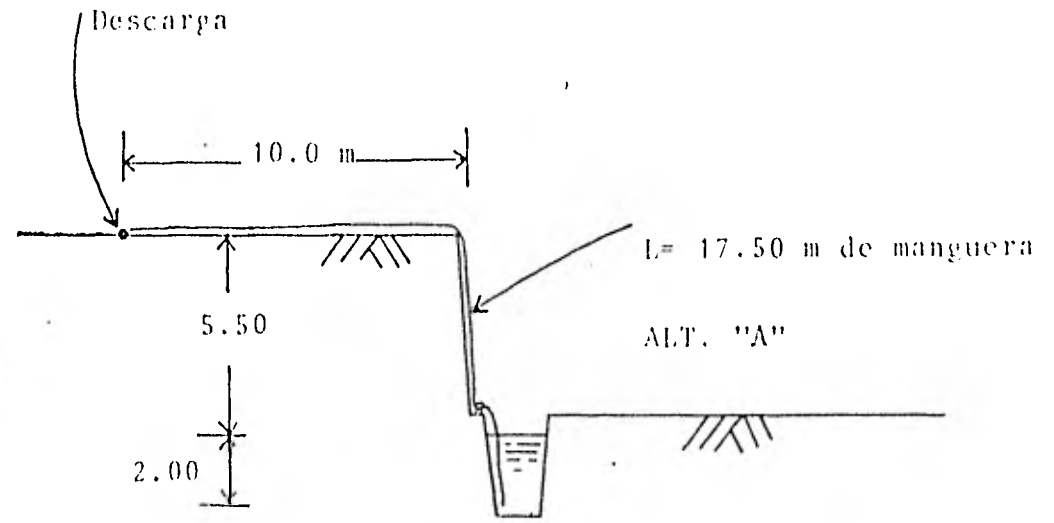


FIG. III.7

CÁLCULO DE PERDIDAS.

A) AUTOCEBANTE 81 1/2 A2-8 1 1/2"Ø

- POR VELOCIDAD , CAP. III.1.B (HV)

$$V = \frac{\frac{5 \text{ LT/SEG.}}{1000 \text{ LT/M}^3}}{0.785 (0.0381)^2} = 4.39 \text{ M/SEG}$$

$$H_V = \frac{(4.39)^2}{2 \times 9.81} = 0.98 \text{ M} = 3.21 \text{ PIES}$$

- POR FRICCIÓN:

LONGITUD DE LA MANGUERA = 17.50 M = 57.41 PIES

DE LA FIG. II.12

$$\frac{54.63 \times 57.41}{100} = 31.36 \text{ PIES}$$

$$H_T = 24.60 + 3.21 + 31.36 = 59.17 \text{ PIES}$$

$$Q = 79.25 \text{ GAL/MIN.}$$

REGRESAMOS A LA FIG. II.5 Y VEMOS QUE ESTÁ EN EL LÍMITE DE SU RENDIMIENTO

B) BOMBA DE SUMIDERO ELÉCTRICA DE 2"Ø

- POR VELOCIDAD

$$V = \frac{\frac{5 \text{ LT/SEG.}}{1000 \text{ LT/M}^3}}{0.785 (0.0508)^2} = 2.47 \text{ M/SEG}$$

$$H_V = \frac{(2.47)^2}{2 \times 9.81} = 0.31 \text{ M} = 1.02 \text{ PIES}$$

- POR FRICCIÓN

LONGITUD MANGUERA = 17.50 M = 57.41 PIES

DE LA FIG. II.12

$$19.55 \times 57.41 = 11.22 \text{ PIES}$$

$$H_T = 24.60 + 1.02 + 11.22 = 36.84 \text{ PIES}$$

$$H_T = 36.84 \text{ PIES} = 11.23 \text{ M}$$

$$Q = 79.25 \text{ GAL/MIN} = 5 \text{ LT/SEG.}$$

REVISAMOS SU CARTA DE RENDIMIENTO Y VEMOS QUE SI CUMPLE
POR LO CUAL NUESTRA SELECCIÓN SERÁ, BOMBA ELÉCTRICA
DE SUMIDERO DE 2"Ø.

2.- EL PROYECTO DE UN TÚNEL NOS DICE QUE EL GASTO ES 0,3 LT/SEG POR METRO LINEAL Y SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS SE CONSIGNAN EN LA FIG. III,8. SELECCIONAR EL EQUIPO DE BOMBEO,

SIGUIENDO LA METODOLOGÍA,

EN ESTE CASO SE HARÁN DOS DIAGRAMAS, FIG. III,9

EN EL PUNTO B.

$$Q_B = 50 \text{ M} \times 0,3 \text{ LT/SEG/M} = 15,0 \text{ LT/SEG.}$$

EN EL PUNTO A.

$$Q_A = 50 \text{ M} \times 0,3 \text{ LT/SEG/M} = 15,0 \text{ LT/SEG} + 15,0 \text{ LT/SEG} = 30,0 \text{ LT/SEG}$$

LA ALTURA ESTÁTICA TOTAL EN B:

$$H_B \text{ EST TOTAL} = 1,00 \text{ M} = 3,28 \text{ PIES}$$

LA ALTURA ESTÁTICA TOTAL EN A:

$$H_A \text{ EST SUCC} = 2,00 \text{ M} = 6,56 \text{ PIES}$$

$$H_A \text{ EST DESC} = \underline{25,00 \text{ M}} = \underline{82,02 \text{ PIES}}$$

$$H_A \text{ EST TOTAL} = 27,00 \text{ M} = 88,58 \text{ PIES}$$

$$Q_B = 15 \text{ LT/SEG} = 237,75 \text{ GAL/MIN}; H_B \text{ EST TOTAL} = 1,00 \text{ M} = 3,28 \text{ PIES}$$

$$Q_A = 30 \text{ LT/SEG} = 475,51 \text{ GAL/MIN}; H_A \text{ EST TOTAL} = 27,00 \text{ M} = 88,58 \text{ PIES}$$

PARA B.

B. CENTRÍFUGA AUTOCEBANTE 83 A2-530RT 3"Ø

PARA A.

B. AUTOCEBANTE MOD. 84 B2-VH4D 4"Ø

B. " " 84 B2-ST2 4"Ø

B. " " 84 A2-F200 4"Ø

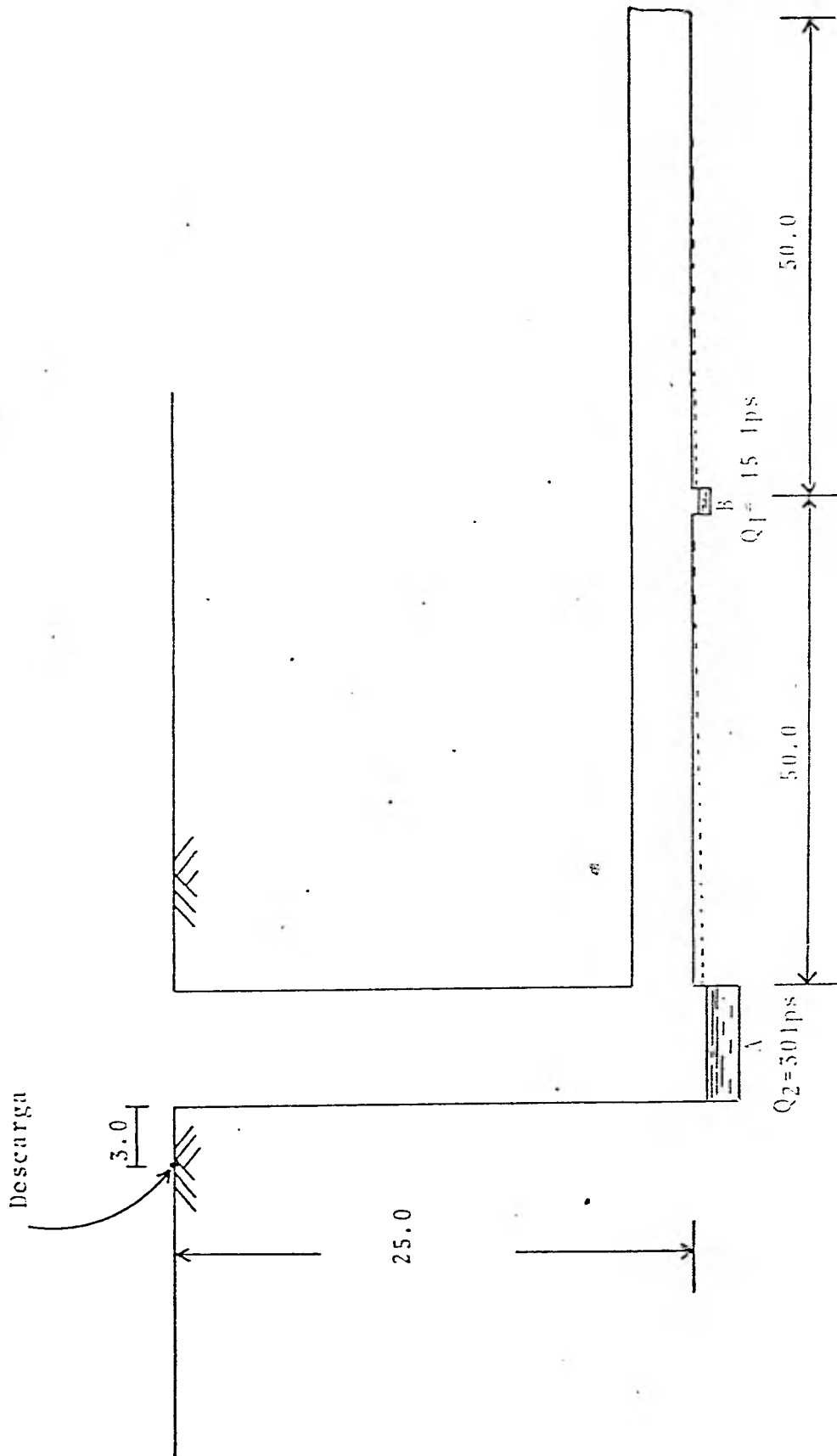
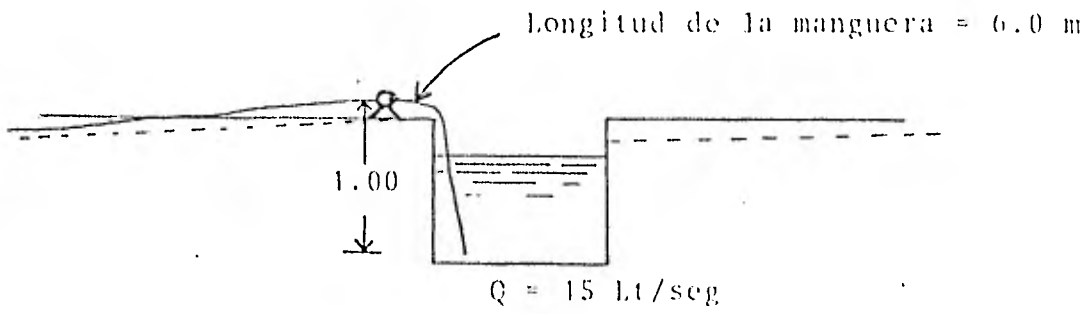
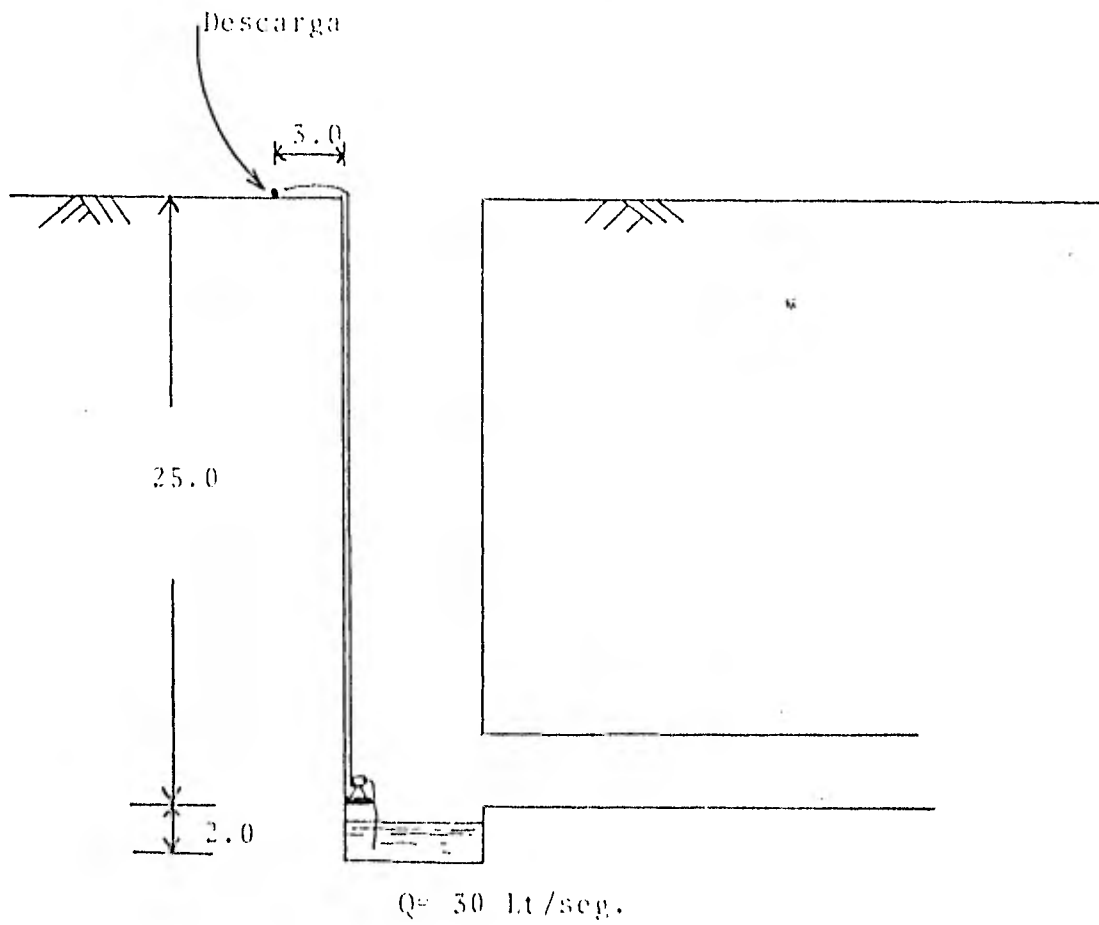


FIG. III.8

EN EL PUNTO B.



EN EL PUNTO A.



CÁLCULO DE PÉRDIDAS

EN EL PUNTO B

- POR FRICCIÓN (HF)

LONG. DE LA MANGUERA = 6.0 M = 19.69 PIES DE LA FIG. 11.12

$$HF = \frac{15.49 \times 19.69}{100} = 3.05 \text{ PIES} = 0.93 \text{ M}$$

- POR VELOCIDAD; DEL CAP. III. 1.B (HV)

$$V = \frac{\sqrt{15}}{0.785(0.0762)^2} = 3.29 \text{ M/SEG.}$$

$$HV = \frac{(3.29)^2}{2 \times 9.81} = 0.55 \text{ M} = 1.80 \text{ PIES}$$

RESUMEN

$$H_T = 3.28 + 3.05 + 1.80 = 8.13$$

$$H_T = 8.13 \text{ PIES} = 2.48 \text{ M}$$

$$Q_B = 237.75 \text{ GAL/MIN} = 15 \text{ LT/SEG}$$

REGRESAMOS A LA TABLA DE RENDIMIENTO DE ÉSTA BOMBA FIG. 11.5

Y VEMOS QUE SI CUMPLE CON LOS REQUISITOS.

EN EL PUNTO A.

CÁLCULO DE PÉRDIDAS.

- POR FRICCIÓN (HF)

LONGITUD DE MANGUERA

$$= 30 \text{ M} = 98.43 \text{ PIES}$$

DE LA FIG. 11.12

$$HF = \frac{18.43 \times 98.43}{100} = 18.14 \text{ PIES}$$

- POR VELOCIDAD.

$$V = \frac{\frac{30}{1000}}{0.785 (0.1016)^2} = 3.70 \text{ M/SEG}$$

$$H_V = \frac{(3.70)^2}{2 \times 9.81} = 0.70 \text{ M} = 2.30 \text{ PIES}$$

CÁLCULO DE LA ALTURA O CARGA TOTAL

$$H_T = 88.58 + 18.14 + 2.30 = 109.02$$

RESUMEN

$$H_T = 109.02 \text{ PIES} = 33.23 \text{ M}$$

$$Q_A = 475.51 \text{ GAL/MIN} = 30.0 \text{ LT/SEG}$$

REGRESAMOS A LAS CORRESPONDIENTES CARTAS DE RENDIMIENTO Y LAS TRES ÚNICAS BOMBAS QUE CUMPLEN CON LAS CONDICIONES FINALES SON:

LAS BOMBAS AUTOCEBANTES MODS. 84 A2-F200 Y LA 84 A2-F224D Y LA BOMBA DE SUMIDERO ELÉCTRICA DE 4"Ø. SE PUEDE SELECCIONAR CUALQUIERA DE LAS TRES ANTERIORMENTE DESCRITAS,

3.- UTILIZANDO EL MÉTODO " EL MÁS ECONÓMICO" SELECCIONAR EL MODELO DE BOMBA QUE FUNCIONE MÁS ECONÓMICAMENTE, DE LAS SELECCIONADAS EN EJEMPLO ANTERIOR.

ALT "A" BOMBA CENTRÍFUGA AUTOCEBANTE MOD. 84 A2 -F200 DE 4"Ø MOTOR DE GASOLINA.

ALT "B" BOMBA CENTRÍFUGA AUTOCEBANTE MOD. 84 A2- F224 DE 4"Ø MOTOR DIESEL.

ALT "C" BOMBA DE SUMIDERO DE 4"Ø MOTOR ELÉCTRICO.

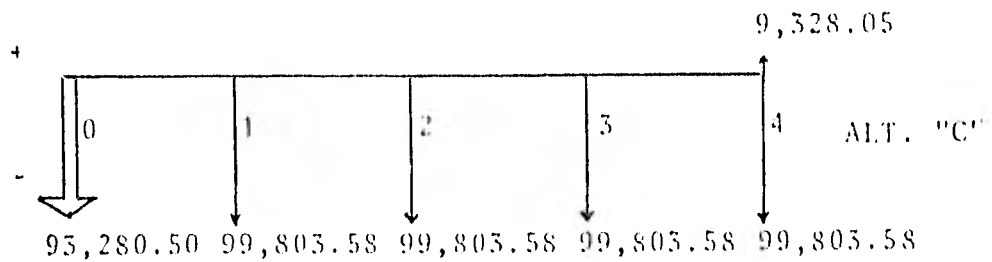
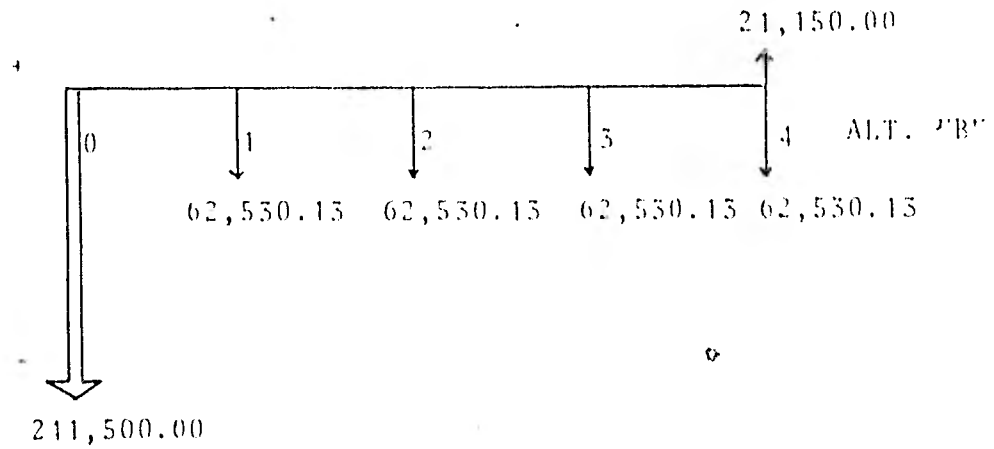
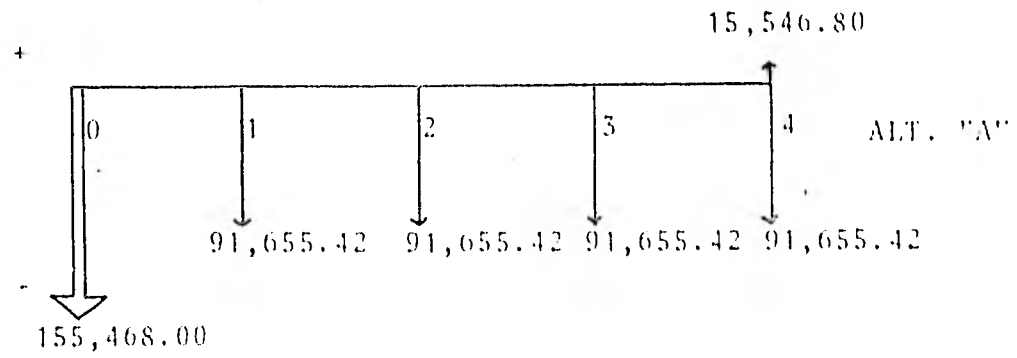
COSTOS DE ADQUISICIÓN

ALT "A"	\$ 155,468.00
ALT "B"	\$ 211,500.00
ALT "C"	\$ 93,280.50

CÁLCULOS DE MANTENIMIENTO, ALMACENAJE, CONSUMO, OPERACIÓN Y SEGUROS.

EL VALOR DE RESCATE SE CONSIDERA EL 10% DEL COSTO DE ADQUISICIÓN.

CONCEPTO	ALT "A"	ALT "B"	ALT "C"
Mantenimiento $M=Q \left(\frac{V_a - V_r}{V_e} \right)$	$= 0.90 \left(\frac{155,468 - 15,546.80}{4} \right)$ = \$ 31,482.27	$= 0.90 \left(\frac{211,500 - 21,150}{4} \right)$ = \$ 42,828.75	$= 0.90 \left(\frac{93,280.50 - 9,328.05}{4} \right)$ = \$ 18,889.30
Almacenaje $A = K \left(\frac{V_a - V_r}{V_e} \right)$	$= 0.02 \left(\frac{155,468 - 15,546.80}{4} \right)$ = \$699.61	$= 0.02 \left(\frac{211,500 - 21,150}{4} \right)$ = \$ 951.75	$= 0.02 \left(\frac{93,280.50 - 9,328.05}{4} \right)$ = \$ 419.76
Seguros $S = \left(\frac{V_a + V_r}{2 \text{ Ha}} \right)_s$	$= 0.02 \left(\frac{155,468 + 15,546.80}{2 \times 4} \right)$ = \$ 427.54	$= 0.02 \left(\frac{211,500 + 21,150}{2 \times 4} \right)$ = \$ 581.63	$= 0.02 \left(\frac{93,280.50 + 9,328.05}{2 \times 4} \right)$ = 256.52
Consumo	Gasolina 25 HP 0.75 Fact.Op. 20 HP.Op $e = 0.2271 \times 20 = 4.542$ $E = 4.542 \times 6.50 \times 2,000$ $E = \$ 59,046.00$	Diesel 25HP x 0.75 Fact.Op = 20 HP. Op $e = 0.1514 \times 20 = 3.028$ $E = 3.028 \times 3.00 \times 2,000$ $E = \$ 18,168.00$	Electricidad 1HP= 1.014 CV 25HP=25.35CV ICV= 0.736 KW 25.35 = 18.66 KW 18.66 KW x 2000= 37,320 37,320 KWH x \$ 2.15/KWH = \$ 80,238.00
OPERACIÓN	<p>PUESTO QUE EL OPERADOR DE BOMBA PUEDE SER ÚTIL PARA CUALQUIERA DE LAS TRES ALTERNATIVAS, PARA EFECTOS DE COMPARACIÓN ÉSTE CONCEPTO PUEDE O NO TOMARSE EN CUENTA.</p> <p>POR EL CONTRARIO PARA ENCONTRAR EL VALOR REAL DEL COSTO, FORSOZAMENTE SE TIENE QUE INCLUIR</p>		
M =	\$ 91,655.42	\$ 62,530.13	\$ 99,803.58



EL VALOR DE $i = 35.2\%$ (FEB. de 1982)

ALT.	AÑO	CONCEPTO	COSTO	FACTOR ACTUALIZACION	COSTO ACTUALIZACION
A	0	Costo Adquisición	-155,468.00	1.0000	-155,468.00
	1	Mant. Alm. Cons. seg.	- 91,655.42	0.7396	- 67,788.55
	2	Mant. Alm. Cons. seg.	- 91,655.42	0.5471	- 50,144.68
	3	Mant. Alm. Cons. seg.	- 91,655.42	0.4046	- 37,083.78
	4	Mant. Alm. Cons. seg.	- 91,655.42	0.2993	- 27,452.47
	4	Valor Rescate	+ 15,546.80	0.2993	+ 4,655.16
				$\Sigma =$	-333,264.12
B	0	Costo Adquisición	-211,500.00	1.0000	-211,500.00
	1	Mant. Alm. Cons. seg.	- 62,530.13	0.7396	- 46,247.28
	2	Mant. Alm. Cons. seg.	- 62,530.13	0.5471	- 34,210.23
	3	Mant. Alm. Cons. seg.	- 62,530.13	0.4046	- 25,299.69
	4	Mant. Alm. Cons. seg.	- 62,530.13	0.2993	- 18,715.27
	4	Valor rescate	+ 21,150.00	0.2993	+ 6,330.20
				$\Sigma =$	-329,642.27
C	0	Costo adquisición	- 93,280.50	1.000	- 93,280.50
	1	Mant. Alm. Cons. seg.	- 99,803.58	0.7396	- 73,814.73
	2	Mant. Alm. Cons. seg.	- 99,803.58	0.5471	- 54,602.54
	3	Mant. Alm. Cons. seg.	- 99,803.58	0.4046	- 40,380.53
	4	Mant. Alm. Cons. seg.	- 99,803.58	0.2993	- 29,871.21
	4	Valor rescate	+ 9,328.05	0.2993	+ 2,791.89
				$\Sigma =$	-289,157.62

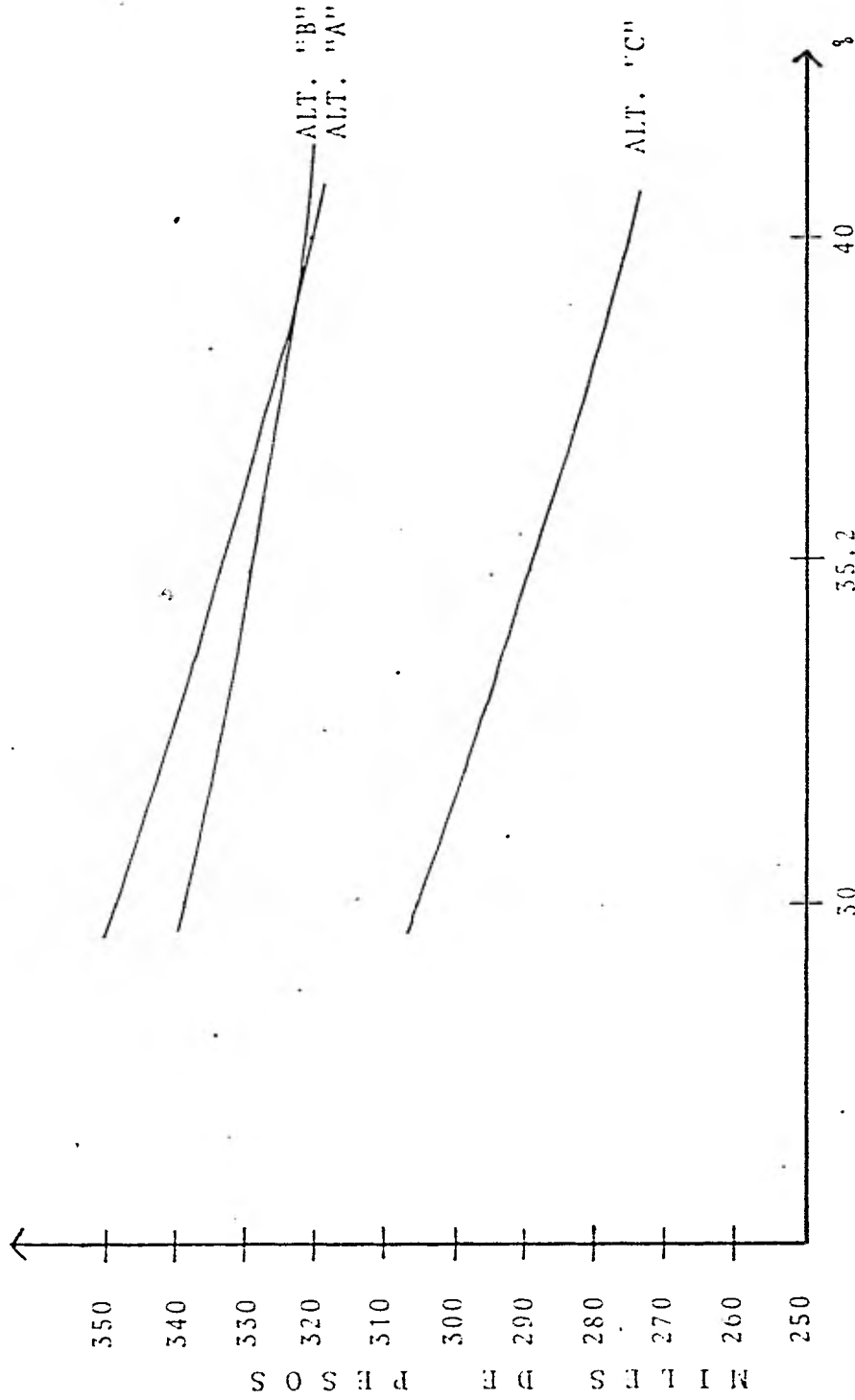
ANALIZANDO LA SUMA DE LOS COSTOS ACTUALIZADAS VEMOS QUE:

ALT "A"	\$ - 333,264.12
ALT "B"	\$ - 329,642.27
ALT "C"	\$ - 289,157.62

POR LO QUE NUESTRA SELECCIÓN SE INCLINA HACIA LA ALT "C" QUE QUE ES UNA BOMBA ELÉCTRICA DE SUMIDERO.

COMPLEMENTANDO EL ESTUDIO PROCEDIMOS A REALIZAR EL ANÁLISIS
DE SENSIBILIDAD

ALT	AÑO	CONCEPTO	COSTO	i = 30.0%		i = 40.0%	
				FACTOR ACTUALIZACION	COSTO ACTUALIZACION	FACTOR ACTUALIZACION	COSTO ACTUALIZACION
A	0	Adquisición	-155,468.00	1.0000	-155,468.00	1.0000	-155,468.00
	1	Mant. Alm. Cons. seg.	-91,655.42	0.7692	-70,501.35	0.7143	-65,469.47
	2	Mant. Alm. Cons. seg.	-91,655.42	0.5917	-54,232.51	0.5102	-46,762.60
	3	Mant. Alm. Cons. seg.	-91,655.42	0.4552	-41,721.55	0.3644	-33,399.24
	4	Mant. Alm. Cons. seg.	-91,655.42	0.3501	-32,088.56	0.2603	-25,857.91
	4	Valor rescate	+15,546.80	0.3501	+5,442.93	0.2603	+4,046.83
				Σ =	-348,569.04	Σ =	-320,910.39
B	0	Adquisición	-211,500.00	1.0000	-211,500.00	1.0000	-211,500.00
	1	Mant. Alm. Cons. seg.	-62,530.13	0.7692	-48,098.18	0.7143	-44,665.27
	2	Mant. Alm. Cons. seg.	-62,530.13	0.5917	-36,999.08	0.5102	-31,902.87
	3	Mant. Alm. Cons. seg.	-62,530.13	0.4552	-28,463.72	0.3644	-22,785.98
	4	Mant. Alm. Cons. seg.	-62,530.13	0.3501	-21,891.80	0.2603	-16,276.59
	4	Valor rescate	+21,150.00	0.3501	+7,404.62	0.2603	+5,505.35
				Σ =	-339,548.16	Σ =	-321,625.36
C	0	Adquisición	-93,280.50	1.0000	-93,280.50	1.0000	-93,280.50
	1	Mant. Alm. Cons. seg.	-99,803.58	0.7692	-76,768.91	0.7143	-71,289.70
	2	Mant. Alm. Cons. seg.	-99,803.58	0.5917	-59,053.78	0.5102	-50,919.79
	3	Mant. Alm. Cons. seg.	-99,803.58	0.4552	-45,430.58	0.3644	-36,368.42
	4	Mant. Alm. Cons. seg.	-99,803.58	0.3501	-34,941.23	0.2603	-25,978.87
	4	Valor rescate	+9,328.05	0.3501	+3,265.75	0.2603	+2,428.09
				Σ =	-306,209.25	Σ =	-275,409.19



CAPITULO IV

CONCLUSIONES

EL EQUIPO DE BOMBEO SELECCIONADO DEBERÁ TENER UNA CAPACIDAD SOB--
RADAMENTE SUFICIENTE PARA EN CUALQUIER CIRCUNSTANCIA SER CAPA--
CES DE BOMBLEAR EL MÁXIMO GASTO QUE SE PUEDA PRESENTAR EN LA ZONA
DE LOS TRABAJOS, MANTENIENDO A ÉSTA SECA.

PARA CONDICIONES DE PROYECTO EN QUE SE INDIQUE QUE LOS VOLÚMENES
A SER BOMBEADOS SEAN DE MAGNITUDES ELEVADAS, SIEMPRE SERÁ PREFE--
RIBLE QUE EL EQUIPO DE BOMBEO QUEDE INTEGRADO POR VARIAS BOMBAS,
YA QUE CON ÉSTO EN LOS PERÍODOS DE MÁXIMA DEMANDA TRABAJARÁ TO--
DO EL EQUIPO SIMULTÁNEAMENTE, EN TANTO QUE EN PERÍODOS DE POCA -
FLUENCIA DE AGUA, UNA O MÁS BOMBAS PUEDEN SER PARADAS, CON ESTO--
LA CONSECUENTE ECONOMÍA QUE ELLO IMPLICA.

LA FALLA PARCIAL O TOTAL DEL CUMPLIMIENTO DE SUS FUNCIONES DE UN
EQUIPO DE BOMBEO, PUEDE SER CAUSA DE MUY IMPORTANTES FRACASOS --
CONSTRUCTIVOS, ÉSTO SE DEBERÁ DE TENER EN CUENTA Y PENSAR SIEMPRE
EN LOS CONCEPTOS SIGUIENTES, ANTES DE SELECCIONAR CUALQUIER EQUI--
PO DE BOMBEO, ESTOS DEBERÁN SER:

- A) COMERCIALES Y FÁCILES DE REPARAR.
- B) DE FUNCIONAMIENTO SIMPLE QUE NO REQUIERA COMPLICADOS MECA--
NISMOS.
- C) QUE SE CUENTE CON LAS REFACCIONES NECESARIAS Y SUFICIENTES--
PARA HACER OPORTUNAMENTE LOS REEMPLAZOS QUE SE REQUIERAN.

D) NUNCA DEBERÁN OPERARSE CUANDO HAYAN SOBREPASADO EL PERÍODO DE SU VIDA ECONÓMICA ,

E) FÁCIL DE INSTALAR ,

B I B L I O G R A F I A

- 1.- BOMBAS, SU SELECCION Y APLICACION.
TYLER G. HICKS
EDITORIAL CECSA, 1981.
- 2.- METODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION
R.L. PEURIFOY
EDITORIAL DIANA 1976.
- 3.- MANUAL SOBRE EL CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS DE TRABAJOS
DE CONSTRUCCION
Tomo VI S.R.H. 1964.
- 4.- MEMORIA TECNICA DE LAS OBRAS DE DRENAJE PROFUNDO DEL D.F.
TÚNEL, S. A. DE C. V.
- 5.- APUNTES SOBRE EL CURSO "SELECCION Y OPERACION DE BOMBAS
DE AGUA Y SISTEMAS DE BOMBEO",
DIV. DE EDUC. CONST. FAC. DE ING. UNAM.
- 6.- "CONTROL DE FILTACIONES EN EXCAVACIONES BAJO EL NIVEL
FREATICO"
ENRIQUE TAMEZ GONZÁLEZ.
- 7.- APUNTES SOBRE LA MATERIA DE PLANEACION.
FAC. DE ING. UNAM.