

2ej.
149



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**Modificación del Sistema Actual de
Lavado Exterior de los Trenes del
S. T. C. Metro**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Miguel Angel Zavala Robles

MEXICO
1979.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

| | Página |
|---|--------|
| CAPITULO I. Sistema actual de lavado exterior de trenes del S.T.C. METRO | 1 |
| CAPITULO II. Proposición de modificación del sistema de lavado actual de trenes | 10 |
| CAPITULO III. Diseño y construcción de una máquina prototipo de lavado exterior de trenes | 16 |
| CAPITULO IV. Pruebas del proceso modificado de lavado exterior de trenes | 49 |
| CAPITULO V. Estudio económico comparativo | 56 |
| CONCLUSIONES | 63 |
| BIBLIOGRAFIA | 68 |

CAPITULO I

SISTEMA ACTUAL DE LAVADO EXTERIOR DE TRENES DEL
S.T.C. METRO

El Sistema de Transporte Colectivo METRO cuenta actualmente con dos máquinas de lavado de trenes, ubicadas en las vías destinadas para este fin en los talleres de Mantenimiento Menor de Tasqueña y - Zaragoza.

Las necesidades que actualmente tiene el S.T.C. requieren del lavado de 16 trenes diarios, repartidos en las dos máquinas existentes. Hay que tomar en cuenta la creciente expansión de las líneas del S.T.C. lo que da como resultado que esta cifra vaya en aumento de acuerdo con la instalación en línea de nuevos trenes en servicio. (1)

Actualmente el S.T.C. cuenta con tres líneas que dan servicio, que son:

| | | |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| Línea 1 | Zaragoza-Observatorio | (Subterránea) |
| Línea 2 | Tasqueña-Tacuba | (Parcialmente exterior) |
| Línea 3 | Centro Médico-La Raza | (Subterránea) |

(1) El promedio de pasajeros transportados en días laborables fue de 2,280,702 en el año de 1978, cifra que representa un incremento respecto año anterior de 12.97%.

La máxima afluencia diaria registrada fue de 2,631,417 usuarios el día 15 de diciembre de 1978.

En total, se transportaron 730,562,182 usuarios en el año de 1978.

Las cifras consignadas nos proporcionan una clara visión de la importancia que tiene el S.T.C. como medio de transporte urbano, así como de la buena presentación que deben tener los trenes en los andenes en todo momento, pese a que transportan tan gran número de usuarios diariamente.

El programa anual de limpieza exterior de los trenes para 1978, sólo pudo cumplirse en un 62%, debido, en su mayor parte, a la poca eficiencia de las máquinas de lavado con que actualmente se cuenta. (Ver Gráfica Anexo IX)

El convoy de un tren está constituido por 9 carros, de los cuales 2 son motrices con cabina, 3 remolques y 4 motrices sin cabina.

Las dimensiones del convoy son las siguientes:

151.96 mts. de longitud total de cabina a cabina.

2.50 mts. de ancho de costado a costado

3.60 mts. de altura desde la pista de rodamiento hasta el techo.

(Ver plano de referencia).

Las máquinas de lavado exterior de los trenes con que actualmente cuenta el S.T.C. fueron adquiridas e instaladas en el año de 1968 por la Whiting Corporation Harvey Illinois, por lo que a partir de la fecha en que fueron puestas en operación se computan 11 años de servicio diario.

Como se mencionó, existen 3 líneas en servicio del S.T.C., las cuales utilizan los trenes para dar servicio a los usuarios diariamente. Dicha líneas tienen la siguiente operación de trenes:

| | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Totales |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Trenes en operación | 30 | 33 | 7 | 70 |
| Reserva de operación | 2 | 1 | 1 | 4 |
| Mantenimiento Menor | 3 | 3 | 1 | 7 |
| Instalación Pilote Automático | 1 | 1 | - | 2 |
| Montaje | 1 | - | - | 1 |
| Pruebas | 1 | - | - | 1 |
| Revisión general (carros) | 24 | | - | 24 |
| Totales | 40 + 24 | 41 | 9 | 90 + 24 |

* Datos tomados de agosto de 1978.

Como puede observarse, se tienen 90 trenes en total más 24 carros, cifra que se debe manejar para el cómputo de trenes que se han de lavar semanalmente.

Dentro del programa de lavado exterior de los trenes establecido por el S.T.C. se tiene contemplado el lavado semanal de cada tren en línea. Para cumplir con dicha función se tienen en operación dos máquinas de lavado exterior de trenes, ubicadas en los talleres de Mantenimiento Menor Tasqueña y Zaragoza.

Estas dos máquinas se reparten el lavado de los trenes en If-

nea, correspondiéndoles 8 trenes diarios por máquina. Esta cifra va en aumento periódicamente, de acuerdo con la puesta en servicio de nuevos trenes.

Cabe hacer mención que existen dos tipos de trenes en operación en el S.T.C. y son el MP68 construido por Alstom y CIMT (Francia) y el NM73 construido por CNCF (México). Estos dos tipos de equipos tienen similares propiedades y su carrocería tiene iguales dimensiones y presencia.

Principio de funcionamiento de las máquinas de lavado con que actualmente cuenta el S.T.C. METRO.

El tipo de máquina lavadora de trenes con que cuenta actualmente el S.T.C. METRO tiene como fin lavar la carrocería exterior de los trenes, en forma automática. Para ello existe una vía llamada "Vía de Lavado" en cada Taller de Mantenimiento Menor del S.T.C., en la cual se lavan exteriormente los trenes mediante la máquina de lavado instalada al principio de dicha vía.

El tren, al empezar a entrar a la vía de lavado, pasa a través de un arco provisto de aspersores, los cuales impregnan agua con detergente a la superficie del tren. Posteriormente, sigue su paso conservando una velocidad máxima de 3 Km/Hr. hasta llegar al primer arco de agua, mismo que está provisto de aspersores con el fin de remojar la superficie del tren. A continuación, pasa por la acción de los cepillos cilíndricos superior y laterales, que actúan girando sobre la superficie del tren. Junto a los cepillos hay para cada uno de ellos un arco de agua dirigido a los mismos para que trabajen húmedos en la acción de tallar la carrocería del tren.

Todos los cepillos giran en contra de la circulación de entrada del tren, con el fin de oponer mayor resistencia a su paso y dar mayor eficiencia al lavado.

Los cepillos son de cerdas nylon de diferentes longitudes de acuerdo con la forma del tren; es decir, las partes más largas de las cerdas, son aplicadas en aquellos lugares donde la carrocería tiene algún quiebre en el perfil hacia dentro. Esto se constata en la parte inferior de los cepillos laterales que tienen la función de tallar las faldas del tren, donde existe un quiebre en el perfil de la carrocería. (Ver plano de referencia).

La acción de los cepillos girando sobre la carrocería del tren es complementada por la acción de un pistón neumático para cada cepillo, que hace que éste se adhiera a la superficie con cierta fuerza. Esto tiene como finalidad que en los espacios entre carros, en los cuales el cepillo tiende a meterse, mantenga la continuidad en su labor de tallado y no rebote hacia afuera al empezar a tallar el próximo carro.

Después de someterse al proceso de tallado, el tren pasa a través de varios arcos provistos de aspersores, que tienen la función de enjuagar con agua la superficie antes atacada por los cepillos.

Se calcula que el **g**asto de agua usada en cada lavado de tren es de 500 lts. aproximadamente, así como de 100 lts. de solución agua-detergente por tren, solución de la que 16,60 lts. son de detergente y 83,40 lts. son de agua. Esta solución contiene aproximadamente 1 parte de detergente por 5 partes de agua.

El tiempo aproximado de lavado por tren es de 3,75 minutos

Este tiempo se cuenta a partir de que el tren inicia la marcha en el arco de detergente ubicado a 35 mts. de la máquina sobre la vía de lavado hasta que la longitud total del tren, formado por 9 carros, que es de 151.96 mts. pasa por el último arco de agua, entrando a una velocidad constante de 3 Km/Hr.

Posteriormente, una cuadrilla de trabajadores realiza la labor de secado de cristales y secado y limpieza de los interiores del tren.

La energización del tren a su paso por la vía de lavado, se efectúa por medio de una barra lateral energizada a 720 volts. y el retorno de dicha corriente es a través del riel por el cual circula el tren por medio de las ruedas de seguridad con que cuenta.

El agua que ha sido utilizada en el lavado se recolecta por medio de un recolector de rejilla situado en la parte inferior y en medio de la vía de lavado.

Componentes principales de la máquina actual de lavado.

Las máquinas con que actualmente cuenta el Sistema de Transporte Colectivo METRO para el lavado exterior de trenes, son de la marca Whiting Corporation (Illinois Harvey), diseñadas y construidas en 1968 y tienen los siguientes componentes principales:

- Arco de jabón de 1/2" en fierro galvanizado provisto con 7 aspersores del tipo Binks a 60°. Estos aspersores están localizados de la siguiente forma: dos de cada lado del arco, uno en cada esquina del mismo y un último en la parte media superior.

El arco está alimentado por medio de una tubería del mismo material, conectada a una bomba SGAM de capacidad con 2900 RPM en el motor.

marca Goulas PUPMS, que a su vez está conectada para succión a un tanque de 260 lts. de capacidad. Este tanque, que es de material plástico, está soportado por una armazón metálica, y provisto de un mezclador de 1/4 de HP con 1725 RPM a 230/460 volts., 1.14 AMPS de la marca Whiting que tiene la función de hacer del agua-detergente, una solución homogénea.

La alimentación de agua al tanque se realiza por medio de una línea provista con una válvula, que descarga en la parte superior del tanque.

La máquina tiene cinco cepillos cilíndricos de cerdas nylon de longitud variable. Estos cepillos tienen en su parte interna una flecha de de diámetro, construída en fierro cola Rolled con una longitud total de acuerdo a cada cepillo. Las cerdas nylon están sujetas por placas rectangulares en forma de medio cilindro con base de aluminio, y éstas sujetas a la flecha por medio de adaptadores con cuñas de aluminio, lo que permite que sean recambiables todas las placas. (Ver Figs. 1 y 2)

El cepillo superior que talla el techo del tren tiene una longitud de 2.60 mts. y un diámetro de 50 cm. con la cerda abierta, misma que tiene una longitud de 5" desde la base de aluminio hasta la punta de la cerda. El cepillo es accionado por un juego de poleas de 3 bandas en V conectadas a un motor de 3 HP tipo Coo con 1200 RPM y 8.8 AMP marca Reulana Electric que hace que gire el cepillo a 265 RPM en contra de la circulación de entrada del tren a la vía de lavado.

El cepillo es empujado a la carrocería del tren mediante un pistón hidroneumático marca Scharder. La fuerza con que éste es acciona-

do, es regulada por una válvula selenoide tipo Clayton Automatic.

El sistema hidroneumático se puede apreciar en el diagrama adjunto.

El sistema del rodillo con sus dimensiones puede apreciarse en el diagrama adjunto, donde se observan también dos pesas colgadas del cepillo que tienen la finalidad de levantarlo cuando termina su acción sobre el tren y mantener su equilibrio dinámico.

Los cepillos laterales que están formados por pares, tienen como longitud total 3 mts. aproximadamente, y se encuentran separados por una distancia de 1.43 mts. cada par. Estos cepillos tienen la función de tallar el costado del tren, desde donde comienza la carrocería a 80 cm. del nivel del suelo hasta los 3.80 mts. donde termina. Tienen la misma construcción del cepillo superior y el mismo sistema hidroneumático y de movimiento, con la característica de que no poseen las pesas de equilibrio dinámico con que cuenta el cepillo superior que acciona sobre el techo del tren.

La máquina cuenta también con varios arcos provistos de aspersores, con el fin de remojar los cepillos en el momento de tallar sobre la superficie del tren. Estos arcos están ubicados a un costado de cada uno de los cepillos y son tres que se suman a uno que se localiza antes del primer par de cepillos, así como a otro ubicado antes del cepillo superior. Este último arco cuenta con 7 aspersores repartidos a lo largo del mismo, con el fin de remojar la superficie superior o techo del tren.

El arco situado junto al cepillo superior, consta de 4 aspersores distribuidos a lo largo del mismo y que como los aspersores que tiene

cada uno de los cepillos laterales, están dirigidos hacia el cepillo con el fin de humedecerlo cuando esté actuando sobre la superficie del tren.

También existen 3 arcos más ubicados después del último par de rodillos laterales. Estos arcos poseen 30 aspersores cada uno, con objeto de enjuagar el tren a su salida de la acción de los cepillos.

La alimentación del agua en los anteriores arcos se realiza por medio de una tubería de 4" de diámetro, proveniente del Cuarto de Máquinas del Taller, donde se encuentran dos bombas de 15 HP cada una, que se alternan en el trabajo de bombeo de agua a la máquina.

La presión de trabajo de dichas bombas es de 60 PSI y son alimentadas por medio de una tubería conectada a la cisterna ubicada a un costado del Cuarto de Máquinas, la que tiene una capacidad de 110 M3.

La instalación hidráulica mencionada se puede observar en el diagrama adjunto.

millones de usuarios

GRAFICA I

AFLUENCIA DE USUARIOS EN LA RED

1977-1978

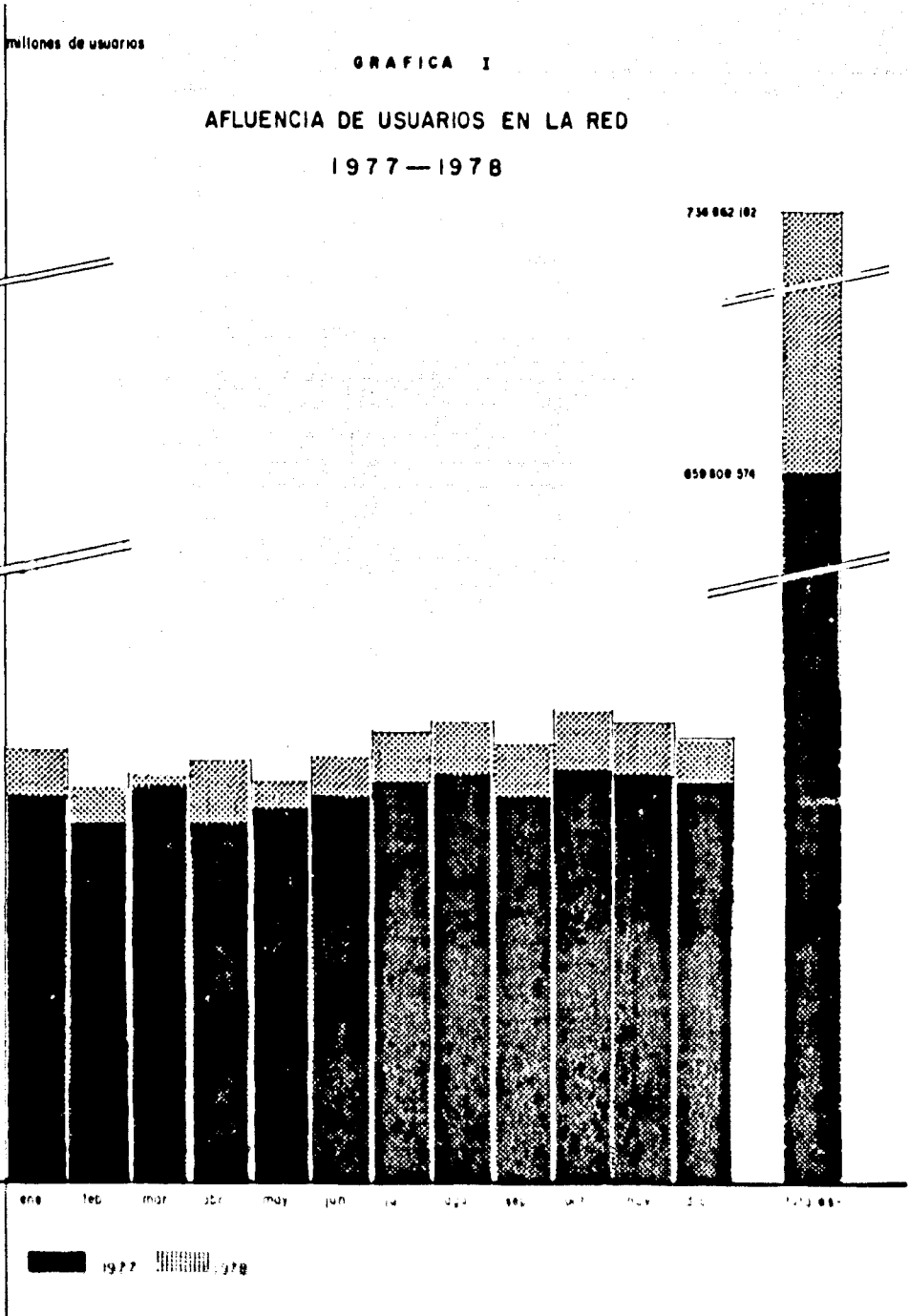
750
740
730
680
670
660
650
60
70
60
50
40
30
20
10

734 862 102

658 808 574

ene feb mar abr may jun jul ago sep oct nov dic 1977-1978

1977 1978

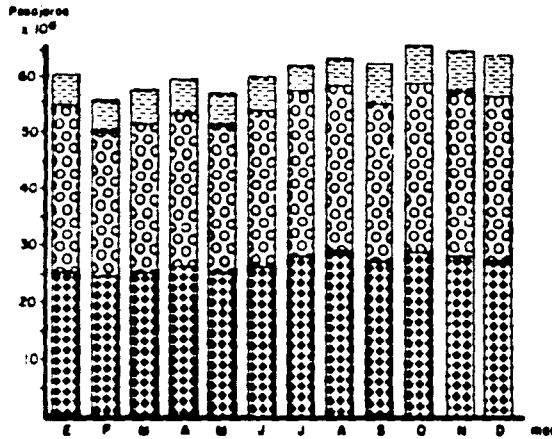


ANEXO (IX)

| S SERVICIO DE OPERACION | T | C | LIMPIEZA EXTERIOR TRENES | | SUBGCA. DE MATERIAL RODANTE DPTO MATERIAL RODANTE | | | |
|----------------------------|------|-----------|-----------------------------|------------|--|-----------|-------|--|
| | | | T A L L E R E S | | | | | |
| | | | ZARAGOZA | | TASQUENA | | TOTAL | |
| PROGRAMADO | | REALIZADO | | PROGRAMADO | | REALIZADO | | |
| AÑO 1978 | | | | | | | | |
| ENERO | 110 | 103 | 120 | 73 | 230 | 176 | | |
| FEBRERO | 100 | 80 | 100 | 103 | 200 | 183 | | |
| MARZO | 100 | 89 | 100 | 96 | 200 | 185 | | |
| ABRIL | 100 | 82 | 100 | 82 | 200 | 164 | | |
| MAYO | 105 | 9 | 105 | 42 | 210 | 51 | | |
| JUNIO | 110 | 0 | 110 | 54 | 220 | 54 | | |
| JULIO | 105 | 3 | 105 | 47 | 210 | 50 | | |
| AGOSTO | 115 | 94 | 115 | 52 | 230 | 146 | | |
| SEPTIEMBRE | 100 | 95 | 100 | 60 | 200 | 155 | | |
| OCTUBRE | 105 | 89 | 110 | 55 | 215 | 144 | | |
| NOVIEMBRE | 160 | 98 | 160 | 74 | 320 | 172 | | |
| DICIEMBRE | 160 | 71 | 160 | 81 | 320 | 152 | | |
| TOTAL | 1370 | 813 | 1385 | 819 | 2755 | 1632 | | |

movimiento de usuarios

afluencia anual

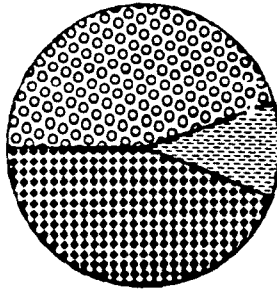


- ⊕ L-1 — 325'604,792
- ⊙ L-2 — 331'379,646
- ▨ L-3 — 79'877,744

en 1978 se transportaron
736'862,182 pasajeros.

que represente un 11.68 %
de incremento en relación
al año anterior.

distribución por línea



- Línea 1 44.19 %
- Línea 2 44.97 %
- Línea 3 10.84 %

pasajeros transportados por tipo de día

se transportaron en:
 250 días laborales
 51 días sabados
 66 días domingos y
 días festivos

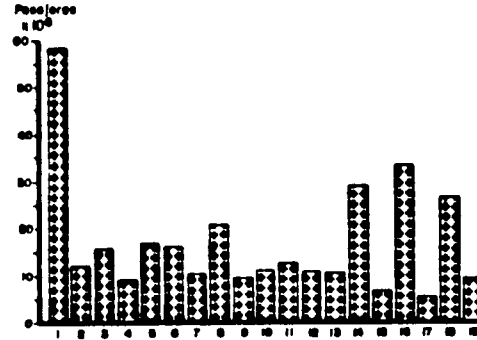
970 179 304 pasajeros
 90,624,704 pasajeros
 76,062,094 pasajeros

se transportó un promedio
 de 2,260,702 pasajeros
 en días laborales

pasajeros por estación

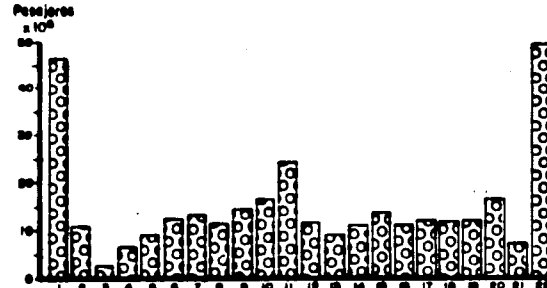
LINEA 1

| | | | |
|-----------------------|------------|-------------------|------------|
| 1—Zaragoza | 28,091,754 | 11—Salto del Agua | 12,820,664 |
| 2—Gómez Ferrás | 12,194,366 | 12—Balderas | 11,000,558 |
| 3—Aeropuerto | 12,088,702 | 13—Cuauhtémoc | 10,644,349 |
| 4—Balbuena | 8,903,108 | 14—Insurgentes | 28,903,761 |
| 5—Moctezuma | 10,000,329 | 15—Sevilla | 7,178,051 |
| 6—San Lázaro | 10,222,048 | 16—Chapultepec | 33,480,765 |
| 7—Candelaria | 10,208,614 | 17—Juanacatlán | 5,783,933 |
| 8—Merced | 20,750,733 | 18—Tacubaya | 26,381,258 |
| 9—Pino Suárez | 8,487,800 | 19—Observatorio | 9,410,073 |
| 10—Isabel la Católica | 11,829,010 | | |



LINEA 2

| | | | |
|--------------------|------------|---------------------|------------|
| 1—Tacuba | 48,074,989 | 12—Pino Suárez | 11,264,260 |
| 2—Cuifláhuac | 10,089,378 | 13—San Antonio Abad | 6,736,622 |
| 3—Popotla | 2,418,199 | 14—Chabacano | 10,933,401 |
| 4—Carrizal Militar | 6,432,336 | 15—Viaducto | 13,928,203 |
| 5—Normal | 6,934,038 | 16—Xola | 10,975,731 |
| 6—San Cosme | 12,390,473 | 17—Villa de Cortés | 11,705,434 |
| 7—Revolución | 13,832,930 | 18—Nativitas | 11,462,818 |
| 8—Hidalgo | 11,080,088 | 19—Portales | 11,644,315 |
| 9—Bellas Artes | 14,888,779 | 20—Ermita | 16,545,548 |
| 10—Allende | 16,397,943 | 21—General Anaya | 7,409,523 |
| 11—Zócalo | 64,889,837 | 22—Tasqueña | 49,256,792 |

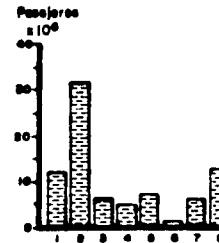


las estaciones con mayor
 afluencia fueron:

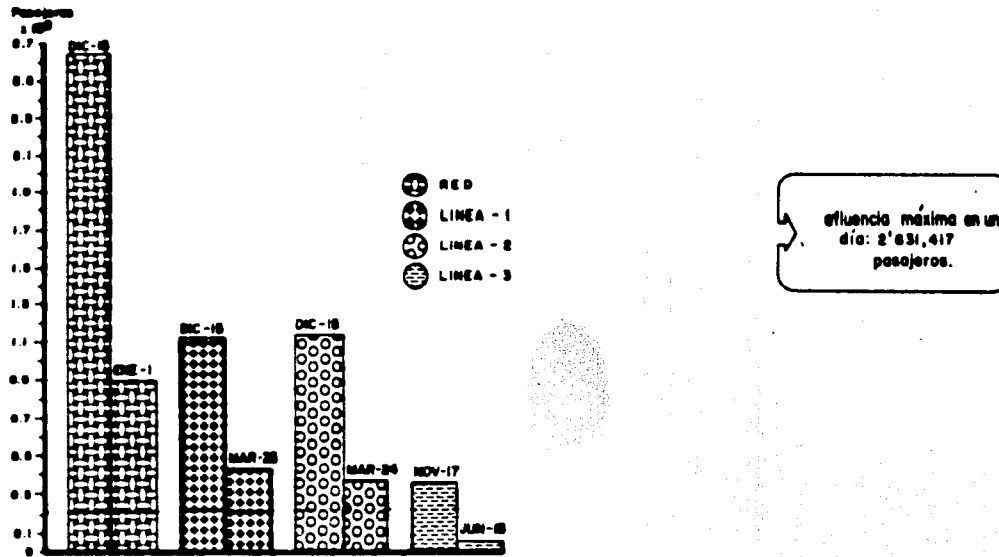
| | |
|----------------|------------|
| 1. Zaragoza | 28,091,754 |
| 2. Tasqueña | 49,256,792 |
| 3. Tacuba | 48,074,989 |
| 4. Chapultepec | 33,480,765 |
| 5. Tlatelolco | 34,708,799 |

LINEA 3

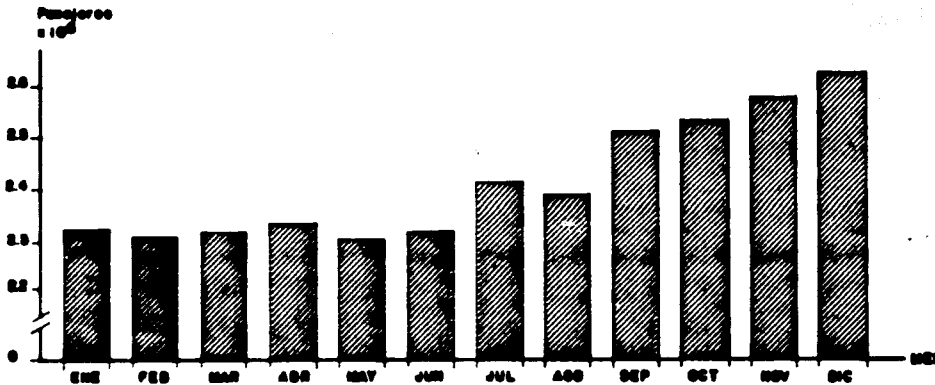
| | |
|--------------------|------------|
| 1—La Raza | 11,321,596 |
| 2—Tlatelolco | 31,705,729 |
| 3—Guerrero | 5,751,055 |
| 4—Hidalgo | 4,694,006 |
| 5—Júarez | 6,989,489 |
| 6—Balderas | 1,580,056 |
| 7—Niños Héroes | 5,907,289 |
| 8—Hospital General | 12,328,525 |



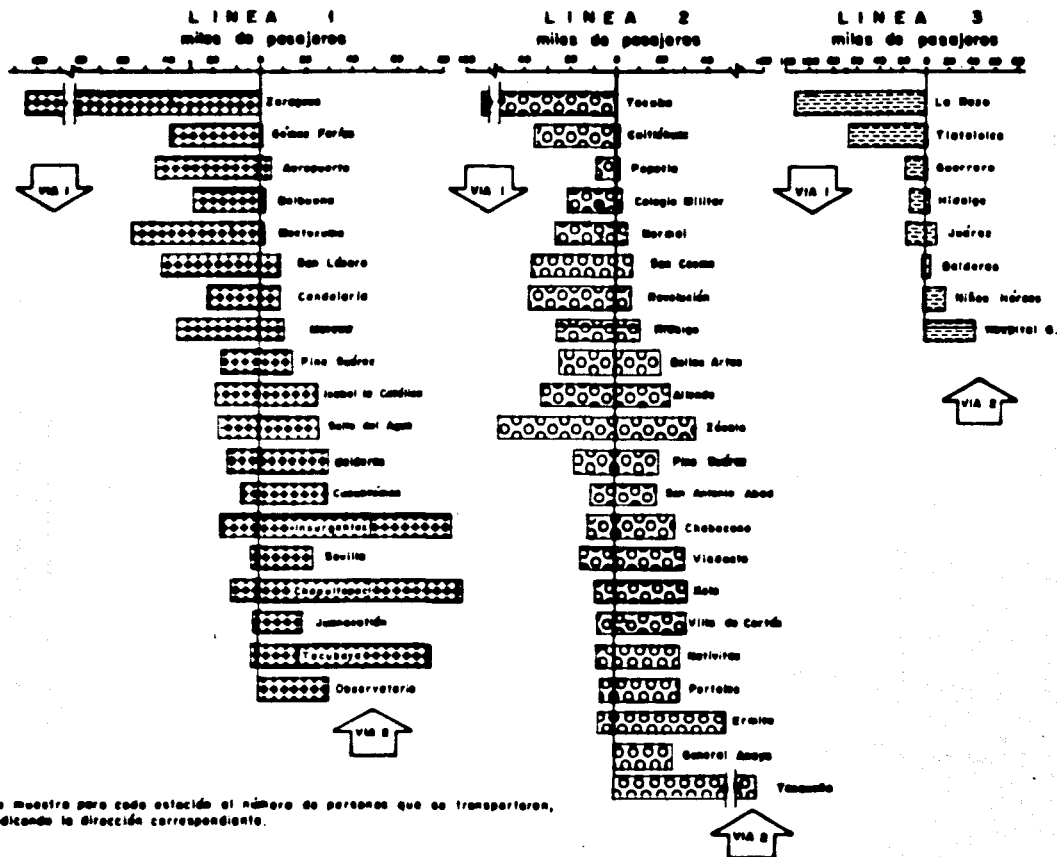
afluencias máximas y mínimas en 1978



afluencia máxima por día registrada mensualmente



distribución de la afluencia por vía



movimiento de usuarios en estaciones de transbordo

| | | LINEA 1 | | LINEA 2 | |
|---------|-------|---------|--------|---------|--------|
| | | VIA 1 | VIA 2 | VIA 1 | VIA 2 |
| LINEA 1 | VIA 1 | | | 76,401 | 94,583 |
| | VIA 2 | | | 60,187 | 31,457 |
| LINEA 2 | VIA 1 | 23,605 | 91,071 | | |
| | VIA 2 | 54,019 | 68,640 | | |
| TOTAL | | 237,415 | | 262,698 | |

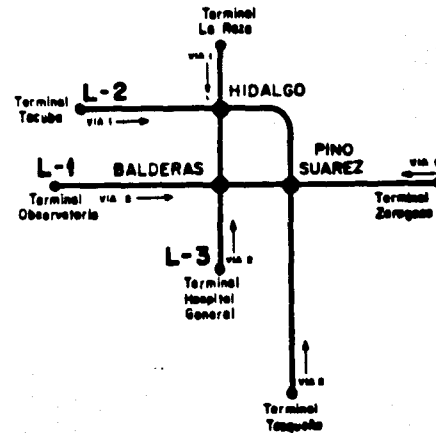
PINO SUAREZ

| | | LINEA 1 | | LINEA 3 | |
|---------|-------|---------|--------|---------|--------|
| | | VIA 1 | VIA 2 | VIA 1 | VIA 2 |
| LINEA 1 | VIA 1 | | | 33,325 | 73,925 |
| | VIA 2 | | | 12,028 | 91,125 |
| LINEA 3 | VIA 1 | 68,644 | 55,521 | | |
| | VIA 2 | 7,817 | 20,570 | | |
| TOTAL | | 182,962 | | 210,405 | |

BALDERAS

| | | LINEA 2 | | LINEA 3 | |
|---------|-------|---------|--------|---------|--------|
| | | VIA 1 | VIA 2 | VIA 1 | VIA 2 |
| LINEA 2 | VIA 1 | | | 44,563 | 26,559 |
| | VIA 2 | | | 24,134 | 46,082 |
| LINEA 3 | VIA 1 | 42,008 | 19,563 | | |
| | VIA 2 | 26,918 | 20,690 | | |
| TOTAL | | 180,878 | | 143,330 | |

HIDALGO



| | Usuarios |
|--------------|------------------|
| Pino Suárez | 800,113 |
| Balderas | 362,000 |
| Hidalgo | 271,616 |
| Total | 1,434,000 |

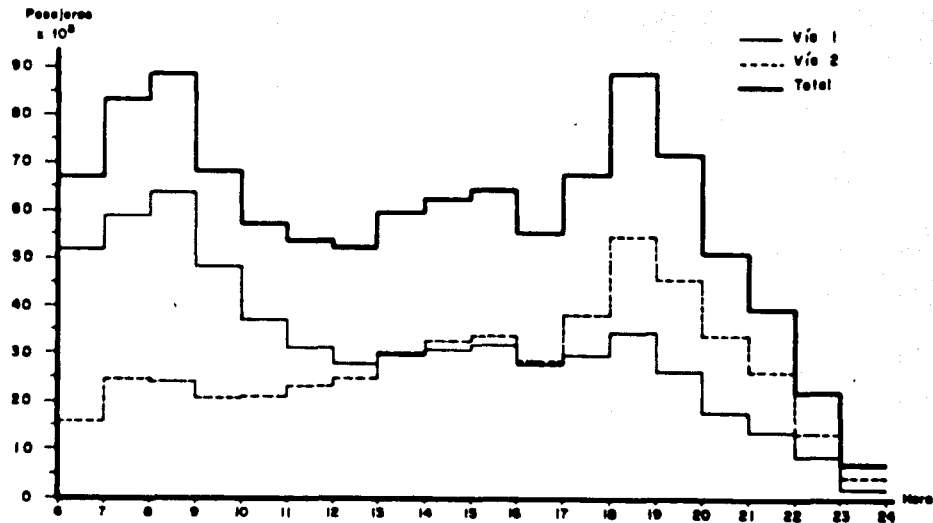
Los 1'04,004 usuarios que hacen transbordo representan un 42,7% de los pasajeros transportados en promedio en diez hábitats

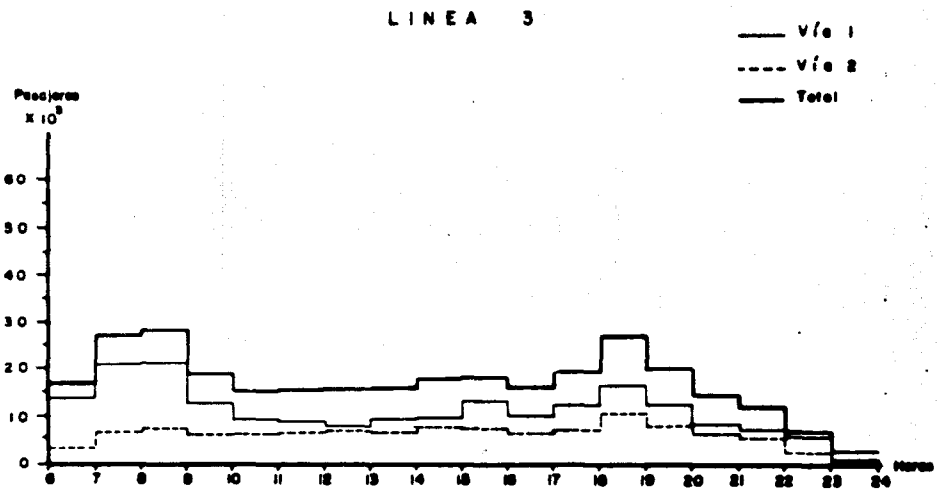
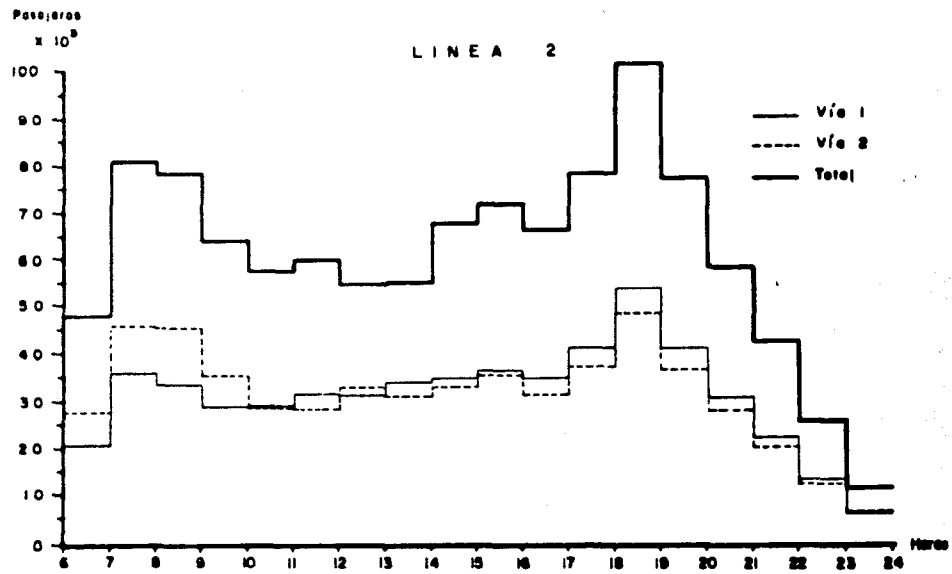
distribución horaria de la afluencia

en días laborales la afluencia se distribuye en cada línea de la siguiente manera

| | vía 1 | vía 2 | total |
|---------|---------|---------|-------|
| línea 1 | 53.90 % | 46.10 % | 100 % |
| línea 2 | 49.96 % | 50.04 % | 100 % |
| línea 3 | 64.92 % | 35.08 % | 100 % |

LINEA 1





características del servicio

velocidad comercial: 34.599 km/hr.

velocidad máxima: 80.00 km/hr.

eficiencia en la circulación de los trenes

las vueltas realizadas respecto a las programadas muestran una eficiencia del 96,95% en la circulación de los trenes.

| | número de vueltas | | | |
|--------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------------|
| | programadas | suplementarias | * reales | % reales programadas |
| enero | 26,042 | 3 0 | 25,821.45 | 99.15 |
| febrero | 23,640 | 0 25 | 23,440.40 | 99.16 |
| marzo | 25,065 | 7.45 | 24,873.75 | 99.23 |
| abril | 24,875 | 9.25 | 24,435.35 | 98.23 |
| mayo | 30,376 | 3.75 | 29,028.09 | 95.35 |
| junio | 29,893 | 1.75 | 28,398.79 | 95.00 |
| julio | 30,322 | 2.5 | 29,009.70 | 95.67 |
| agosto | 31,073 | 2 | 29,636.70 | 95.37 |
| septiembre | 29,883 | 0 | 29,029.00 | 97.20 |
| octubre | 30,944 | 10 | 29,825.24 | 96.73 |
| noviembre | 29,472 | 0 | 28,393.50 | 96.33 |
| diciembre | 30,400 | 26 | 29,515.53 | 97.09 |
| Total | 341,967 | 65.95 | 331,207.30 | 96.85 |

* Vueltas reales = Vueltas programadas - Vueltas no realizadas + Vueltas suplementarias

servicio ofrecido

| | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Red |
|---|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Intervalo mínimo | 2' 05" | 2' 10" | 4' 30" | 2' 05" |
| Intervalo máximo | 8' 00" | 8' 00" | 8' 00" | 8' 00" |
| Intervalo en hora valle (día laborable) | 2' 30" | 2' 40" | 4' 30" | — |
| No. de trenes en día laborable | 30 | 33 | 7 | 70 |
| No. de trenes en día sábado | 30 | 23 | 6 | 59 |
| No. de trenes en día festivo | 18 | 20 | 5 | 43 |
| Capacidad de transporte en hora punta por vía | 43, 200 | 41, 540 | 20, 000 | 104, 740 |
| Capacidad de transporte en hora valle por vía | 36, 000 | 33, 751 | 20, 000 | 89, 751 |
| Capacidad de transporte en día laborable por vía | 661,500 | 616,500 | 343,500 | 1'621, 500 |
| No. de vueltas en día laborable | 441 | 411 | 229 | 1,081 |
| No. de vueltas en día sábado | 385 | 327 | 216 | 928 |
| No. de vueltas en día festivo | 273 | 255 | 162 | 690 |
| Total anual de kilómetros a recorrer | 4' 630, 561 | 4' 833, 286 | 1' 069, 081 | 10' 532, 928 |
| Kilómetros a recorrer por tren-año | 112, 941 | 112, 402 | 118, 787 | 113, 257 |

con el aumento de trenes en 1978 la capacidad de transporte diario en la red se incrementó en un 18% con respecto a 1977.

Nota: este servicio se ofrece a partir del 25 de agosto de 1978.

marcha tipo práctica

LÍNEA 1

| vía 1 | estación | vía 2 | estacionamiento (Seg) | |
|--------------|-----------------|---------|-----------------------|-------|
| | | | vía 1 | vía 2 |
| 0 | Zaragoza | 26' 50" | — | — |
| | Gómez Farías | | 19 | 15 |
| | Aeropuerto | | 21 | 16 |
| 3' 55" | Belbuena | 2' 30" | 21 | 15 |
| | Mactezuma | | 22 | 17 |
| 6' 45" | San Lázaro | 19' 50" | 25 | 19 |
| | Candelaria | | 23 | 19 |
| | Merced | | 25 | 23 |
| 11' 50" | Pino Suárez | 14' 40" | 33 | 33 |
| | La Católica | | 17 | 21 |
| | Salto del Agua | | 18 | 23 |
| 15' 40" | Baldorás | 10' 45" | 24 | 25 |
| | Cuauhtémoc | | 18 | 19 |
| 18' 30" | Inauguradas | 8' 00" | 20 | 20 |
| | Savisa | | 15 | 17 |
| 21' 05" | Chapultepec | 5' 25" | 18 | 19 |
| | Juanacatlan | | 14 | 16 |
| | Tacubaya | | 16 | 28 |
| 26' 50" | Observatorio | 0 | — | — |
| Tiempo Total | vuelta completa | 59' 30" | 349 | 344 |

LÍNEA 2

| vía 1 | estación | vía 2 | estacionamiento (Seg) | |
|--------------|------------------|---------|-----------------------|-------|
| | | | vía 1 | vía 2 |
| 0 | Tacuba | 31' 05" | — | — |
| | Cuitlehuac | | 16 | 20 |
| | Popotla | | 11 | 17 |
| 3' 35" | Colegio Militar | 26' 45" | 20 | 18 |
| | Normal | | 18 | 15 |
| 6' 20" | San Cosme | 24' 05" | 18 | 18 |
| | Revolución | | 24 | 24 |
| 9' 05" | Hidalgo | 21' 15" | 24 | 24 |
| | Bellas Artes | | 24 | 24 |
| 11' 40" | Alianza | 18' 35" | 21 | 24 |
| | Zócalo | | 30 | 30 |
| 14' 55" | Pino Suárez | 19' 15" | 19 | 36 |
| | San Antonio Abad | | 19 | 15 |
| 18' 15" | Chabacano | 12' 10" | 19 | 15 |
| | Viaducto | | 15 | 15 |
| 21' 00" | zola | 9' 30" | 15 | 15 |
| | Villa de Cortés | | 15 | 15 |
| 23' 50" | Nativitas | 6' 40" | 15 | 15 |
| | Portales | | 20 | 20 |
| | Grimaldo | | 24 | 24 |
| | General Anaya | | 20 | 12 |
| 31' 15" | Tepic | 0 | — | — |
| Tiempo Total | vuelta completa | 66' 00" | 390 | 390 |

LÍNEA 3

| vía 1 | estación | vía 2 | estacionamiento (Seg) | |
|--------------|------------------|---------|-----------------------|-------|
| | | | vía 1 | vía 2 |
| 0 | La Raza | 10' 30" | — | — |
| | Tlatelolco | | 17 | 17 |
| | Guerrero | | 13 | 13 |
| 5' 10" | Hidalgo | 4' 55" | 23 | 23 |
| | Juárez | | 13 | 13 |
| 7' 35" | Baldorás | 2' 25" | 23 | 23 |
| | Miles Mésas | | 13 | 13 |
| 10' 30" | Hospital General | 0 | — | — |
| Tiempo Total | vuelta completa | 27' 00" | 102 | 102 |

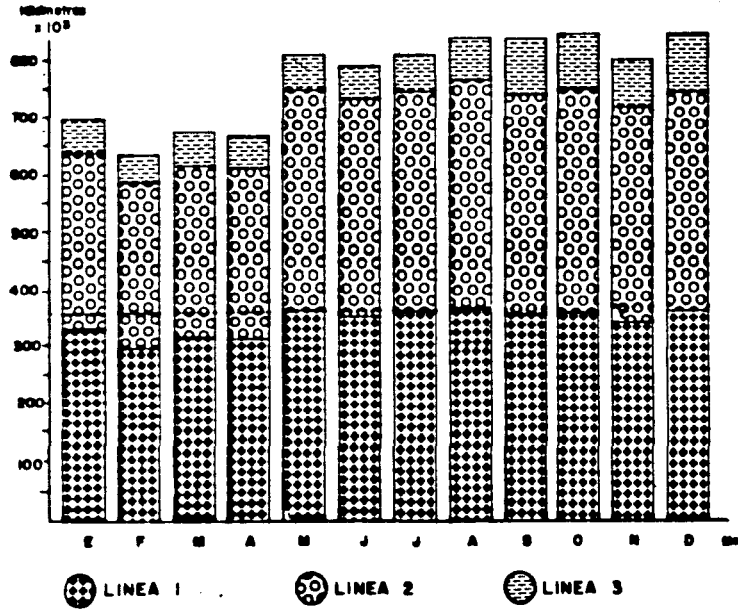
Para el recorrido de un tren en servicio normal, se indican los tiempos acumulados a la llegada a cada estación.

kilómetros recorridos

los 8,180,000 kms. recorridos en el año representan...

un 2132% de incremento en relación a 1977.

el número de carros disponibles se incrementó de 735 a 852 durante el año



El índice de carro-kilómetro fue de: 82,627,992

índices de operación:

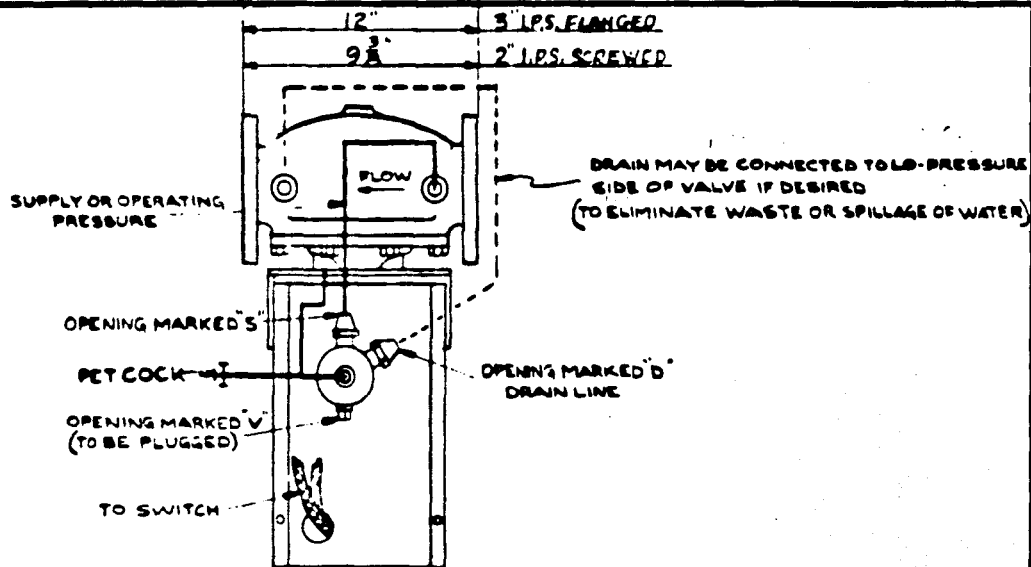
| concepto | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
|--|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| pasajeros transportados en la red | 389'54,438 | 437'222,460 | 492'356,479 | 551'348,156 | 604'790,333 | 659'808,574 | 736'662,82 |
| promedio de pasajeros por día laborable | 1'154,391 | 1'316,717 | 1'500,580 | 1'692,579 | 1'844,016 | 2'018,836 | 2'280,702 |
| afluencia máxima en un día | 1'398,895 diciembre 16 | 1'521,581 septiembre 4 | 1'722,322 septiembre 13 | 1'892,980 septiembre 29 | 2'100,225 noviembre 15 | 2'277,519 diciembre 15 | 2'631,417 diciembre 15 |
| pasajeros por kilómetro de líneas explotadas | 10'836,636 | 11'855,599 | 13'190,004 | 14'770,364 | 16'202,066 | 17'675,989 | 19'443,694 |
| kilómetros recorridos | 6'683,456 | 6'584,409 | 6'793,329 | 6'781,554 | 6'885,129 | 7'567,450 | 9'180,988 |
| pasajeros por kilómetro recorrido | 58.22 | 66.40 | 72.47 | 81.30 | 87.84 | 87.19 | 80.26 |
| total de carros | 537 | 537 | 537 | 537 | 591 | 735 | 852 |
| índice de pasajeros por carro-kilómetro | 6.4696 | 7.3780 | 8.0529 | 9.0335 | 9.7600 | 9.6878 | 8.9178 |
| pasajeros por carro-día | 724,692 | 814,194 | 916,865 | 1'044,523 | 1'023,333 | 897,699 | 864,862 |
| kilómetros recorridos por carro-día | 113,278 | 111,600 | 115,141 | 116,958 | 105,925 | 97,019 | 99,792 |
| energía consumida en k.w.h. | 246'613,651 | 252'223,000 | 262'931,000 | 260'816,000 | 256'506,000 | 281'978,200 | 339'631,680 |
| energía consumida en k.w.h. por pasajeros | 0.6337 | 0.5788 | 0.5340 | 0.4731 | 0.4241 | 0.4273 | 0.4608 |

indices de operación mensuales durante 1978

| concepto | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|--|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| pasajeros transportados en la red | 81,015,037 | 83,027,047 | 87,300,440 | 89,547,022 | 88,707,431 | 88,091,041 | 83,570,237 | 84,800,073 | 82,041,300 | 85,404,000 | 83,002,001 | 82,330,137 |
| pasajeros por kilómetro de línea explotada | 1,314,500 | 1,403,603 | 1,550,600 | 1,595,233 | 1,510,100 | 1,600,002 | 1,703,200 | 1,607,713 | 1,617,114 | 1,700,100 | 1,673,171 | 1,632,474 |
| promedio de pasajeros por día laborable | 2,100,000 | 2,215,400 | 2,187,000 | 2,239,305 | 2,223,011 | 2,210,000 | 2,300,000 | 2,200,000 | 2,300,000 | 2,420,000 | 2,400,000 | 2,307,020 |
| afluencia máxima en un día | LUNES - 10 2,327,000 | MIÉRCOLES - 20 2,303,233 | VIERNES - 31 2,328,700 | VIERNES - 20 2,341,510 | MARTES - 2 2,302,700 | VIERNES - 10 2,323,000 | LUNES - 31 2,400,301 | LUNES - 14 2,307,000 | LUNES - 4 2,327,070 | LUNES - 30 2,400,000 | VIERNES - 17 2,000,001 | VIERNES - 10 2,301,017 |
| kilómetros recorridos | 600,110 | 630,351 | 682,932 | 657,904 | 703,430 | 770,433 | 600,707 | 620,706 | 600,144 | 630,000 | 700,000 | 620,000 |
| total de carros | 753 ^(a) | 762 ^(b) | 771 ^(c) | 780 ^(d) | 789 ^(e) | 807 ^(f) | 810 ^(g) | 830 ^(h) | 843 ⁽ⁱ⁾ | 852 ^(j) | 859 ^(k) | 862 ^(l) |
| índice de pasajeros por carro-kilómetro | 0.75 | 0.70 | 0.53 | 10.00 | 7.00 | 0.00 | 0.02 | 0.73 | 0.47 | 0.05 | 0.00 | 0.53 |
| pasajeros por carro en servicio | 81,030.00 | 73,200.00 | 70,370.70 | 70,350.13 | 73,170.07 | 70,177.00 | 70,073.40 | 70,741 | 70,470 | 70,014 | 77,307 | 70,732 |
| kilómetros recorridos por carro | 0,300.00 | 7,011.32 | 0,030.02 | 7,041.00 | 0,010.30 | 0,701.40 | 0,007.74 | 0,100 | 0,070 | 0,000 | 0,550 | 0,000 |
| pasajeros por kilómetro recorrido | 87.05 | 87.31 | 84.03 | 80.00 | 71.40 | 77.41 | 70.30 | 70.51 | 70.10 | 70.01 | 81.00 | 70.73 |
| total de kwh consumidos | 27,000,000 | 24,001,000 | 26,044,000 | 25,320,400 | 29,010,000 | 20,010,000 | 20,000,000 | 20,030,000 | 20,002,000 | 20,201,000 | 20,723,000 | 20,230,000 |
| índice $\frac{kwh-pdc}{pasajero}$ | 0.4000 | 0.4433 | 0.4540 | 0.4000 | 0.5222 | 0.4000 | 0.4704 | 0.4472 | 0.4712 | 0.4540 | 0.4013 | 0.4700 |

(a) 2 CARROS FUERA DE SERVICIO
10 CARROS EN PRUEBA

(b) 2 CARROS FUERA DE SERVICIO
27 CARROS EN PRUEBA



VALVE TO BE INSTALLED IN THIS POSITION IF EXPOSED TO FREEZING

ALL MACHINE DIMENSIONS WHERE TOLERANCES ARE NOT GIVEN SHALL BE HELD TO PLUS OR MINUS 1/64"

NOTE!

SEE DRG. R-25514 FOR INSIDE INSTALLATION
IF IMPOSSIBLE TO PROTECT VALVE FROM FREEZING, ALL CONNECTIONS MUST BE BROKEN FOR DRAINING AT END OF OPERATION

| | | |
|--|---------|--|
| 1 | 9-16-67 | WHITING CORPORATION HARVEY, ILLINOIS |
| TITLE: INSTALLATION INSTRUCTIONS FOR CLAYTON SOLENOID CONTROLLED VALVE | | |
| DATE: 9-16-67 SCALE: N.T.S. ONE FT. | | |
| APPROVED: [Signature] | | |
| DR. E.J.D. | | |
| TR. | | |
| CH [Signature] | | R-25518 |

DISPOSABLE ALUMINUM CORE BRUSHES FOR WHITING TRAIN, TRUCK & BUS WASHERS

Disposable aluminum core brushes used on Whiting vehicle washers offer greater time and money savings in addition to better service and maintenance simplification. No separate cores or brush strips to assemble. No brush shaft arrangement is disturbed. Worn brushes are removed, discarded and replaced with new ready to use sections.

LOW EL CATALOG WITH IN

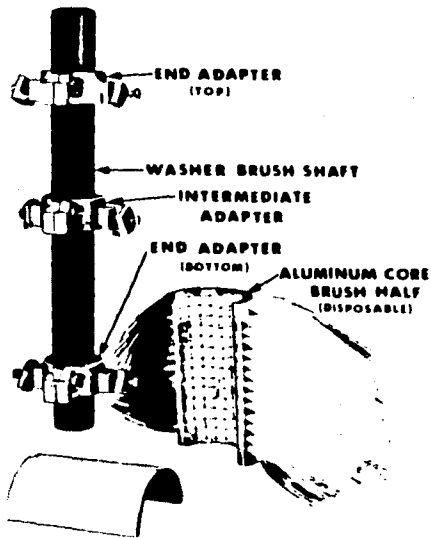


FIG. 1

FIG. 2 shows brush core halves in place on adapters with only two (2) cap screws required to hold each half under lugs. Brush cores can be removed and replaced individually in only a few minutes.

Brushes are available in natural and synthetic materials and in filament lengths for arrangement to fit vehicle silhouettes.

All materials used are corrosion resistant.

FIG. 1 shows cast aluminum shaft adapters clamped in place at proper brush core length spacing. End adapters (top and bottom of total brush length) are made with a slight variation from the intermediate adapters to assure brush containment. Brush core halves are aluminum with filament tufts securely held in place with stainless steel wires. Filaments are placed close to ends of cores to prevent streaking between adjacent cores.

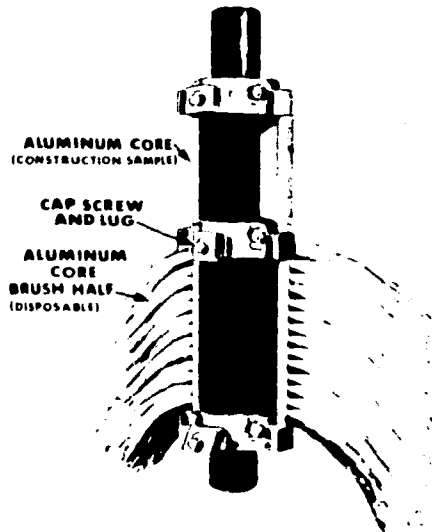


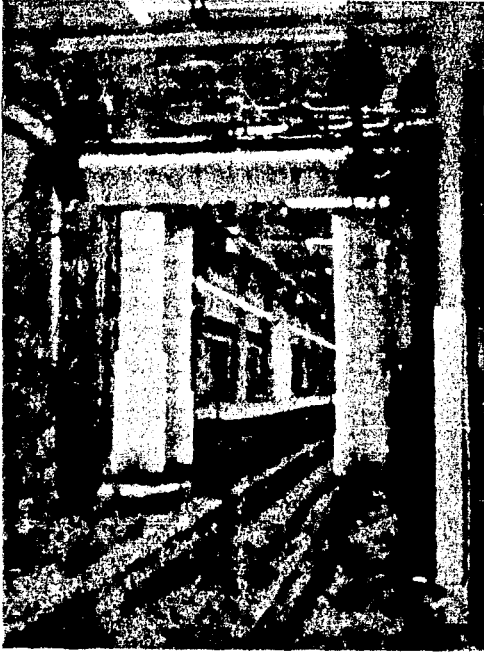
FIG. 2

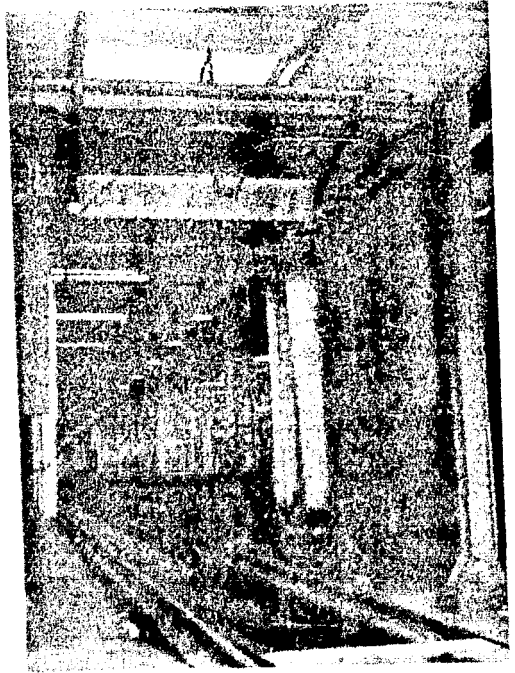
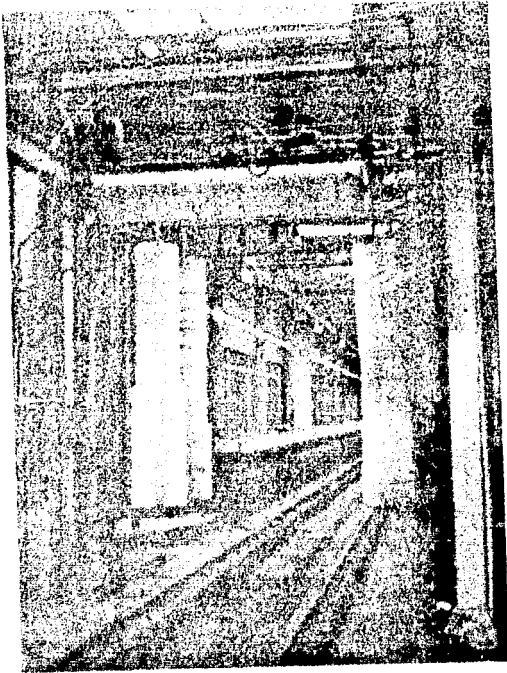
ROBERT V. MAQUIMARI
CORPORATION, S. A.
1000 N. W. 10th St.
MIAMI, FLA. 33136

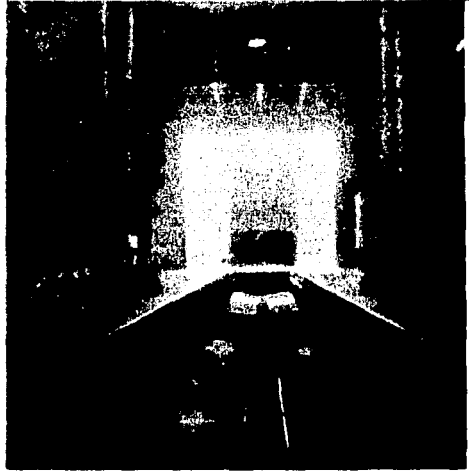
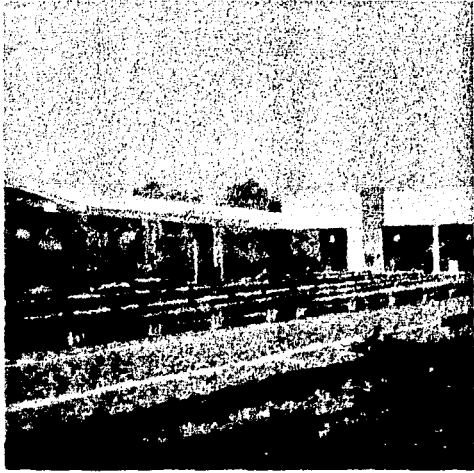
For additional information, write



WHITING CORPORATION
HARVEY, ILLINOIS 60426









CAPITULO II

PROPOSICION DE MODIFICACION DEL SISTEMA DE LAVADO ACTUAL DE TRENES.

Antecedentes

El problema que actualmente confronta el Sistema de Transporte Colectivo METRO para el lavado de trenes, deriva de que dicha operación se realiza con las dos máquinas de lavado que para tal objeto hay en sus Talleres de Mantenimiento Menor.

La presencia de los trenes en los andenes es fundamental, ya que como antes se expuso transporta diariamente gran cantidad de usuarios, que observan la calidad del lavado de las carrocerías de los trenes. Por otra parte, el METRO es un medio de transporte urbano de gran importancia para la Ciudad, por tal motivo la limpieza exterior de los trenes debe ser muy buena y eficaz

Cada tren en servicio recorre aproximadamente 10,000 Kms. al mes, en parte bajo túnel y en parte por el exterior, como en el caso de la Línea 2 que va de Tasqueña a Tacuba.

El grado de polución atmosférica que tiene la Ciudad de Mexico aunada al carbón y a las grasas expulsadas por los elementos que componen las partes internas del tren que por el uso van desprendiendo partículas que se adhieren a la superficie de la carrocería, provocan que la limpieza de un tren se deteriore rápidamente. A esto debe agregarse que en los trabajos de mantenimiento o reparación de averías se ensucian con grasa y otros elementos nocivos para la pintura.

Lo anterior da como resultado que el S.T.C. tenga que someter a los trenes a un proceso de lavado cada semana por lo mínimo.

Las máquinas para efectuar la labor de lavado exterior de los trenes, tienen un grado de eficiencia muy bajo, motivo por el cual el S.T.C. se ha visto en la necesidad de ocupar una cuadrilla de 9 trabajadores en cada vía de lavado de los Talleres, que efectúan la tarea de limpiar manualmente la carrocería de los trenes, por medio de cepillos de mango largo.

La labor de lavado manual, independientemente de ser costosa, es muy tardada, dando por resultado que de los 8 trenes programados diariamente para ser lavados por cada máquina, sólo se laven 4.

Este bajo índice de lavado de trenes provoca que la mayoría de ellos circulen en un estado de poca limpieza, hecho que contemplan a diario los usuarios y que se ha reflejado en los comentarios hechos por algunos medios de difusión, como la prensa, que ha presentado algunos artículos referentes a la falta de limpieza exterior de los trenes.

Este problema se atacó de inmediato por parte del S. T. C., pero sin lograr mejores resultados hasta el momento. (Ver cartas del S.T.C.)

Se exponen a continuación algunas fallas que hacen que el actual sistema de lavado sea poco eficaz:

- 1.- Tipo de detergente usado. - El detergente usado es de la marca Key tipo Key 1000, con un ph neutro, que no ataca la pintura del tren al ser aplicado por el arco destinado para tal fin. Dicho arco está ubicado a 35 mts. de la máquina de lavado, sobre la vía del mismo nombre. La distancia a que ha está colocado da lugar a que el detergente escurra sobre la carrocería del tren mientras éste, que va en movimiento, se desplaza hasta llegar propiamente a la máquina de lavado.

Este problema se agrava por la inyección de agua por medio de los arcos de la máquina, antes de que entre en acción el primer cepillo. Es decir, cuando el tren llega a los cepillos, el detergente aplicado ha escurrido y salido de la carrocería, por lo que los cepillos trabajan sobre la superficie del tren sin la acción o complemento del detergente.

- 2.- Desperdicio de agua .- Se desperdicia gran cantidad de agua en el proceso de lavado, ya que todos los arcos, que están provistos de aspersores, inyectan agua a la carrocería del tren que está en movimiento al pasar por ellos, y aunque los aspersores están dirigidos en una buena dirección hacia la carrocería, ello no impide que el agua aplicada pegue con fuerza en ella y rebote inmediatamente hacia afuera de la misma, lo que hace que los cepillos trabajen prácticamente en seco, aun cuando existe un arco para cada uno de ellos.
- 3.- Tipo de cerdas de los cepillos. - Las cerdas que actualmente tienen los cepillos son de nylon, material que es muy duro e independiente en el momento del tallado, dejando ciertas líneas de mugre sobre la pintura del tren.

Por todo ello se pensó en modificar el proceso de lavado, cambiando el principio de funcionamiento tanto de los cepillos como de los arcos: el tipo de cerda de los cepillos y el proceso en general de lavado, agregando dos cepillos circulares para que tallen las faldas o costados del tren con mayor eficiencia.

Descripción del proceso modificado de lavado de trenes.

El principio de funcionamiento de este nuevo sistema de lavado consiste en cambiar los pasos que se siguen actualmente para ello, con la ayuda de la inserción de algunos elementos, tales como:

- Más cepillos
- Aspersión de vapor y de agua caliente.
- Inyección de detergente por medio de los cepillos.
- Aplicación de cera.

A continuación se exponen, en forma general, los pasos del proceso modificado de lavado:

1.- Por medio de la tubería provista de aspersores que se encuentra a 35 mts. de la máquina de lavado sobre la vía, se procede a humedecer la superficie de la carrocería del tren con una solución a base de solvente y agua, con el fin de que **penetre** el solvente en la capa de grasa y carbón que cubre la **pintura** para que dicha capa pierda cohesión con la pintura del tren.

El tiempo de la acción del solvente sobre esta capa debe ser sólo el necesario para que **pierda** la cohesión con la pintura, sin que **penetre** en la misma **para no perjudicarla**.

2.- Preparado el tren con **esta** solución, se somete a un baño de vapor húmedo, proveniente de una caldera, con la ayuda de un arco provisto de aspersores, con el fin de remover la capa de mugre, haciéndola de consistencia pastosa para que sea más fácil de remover con la acción conjunta de los cepillos y el detergente aplicado por los mismos.

3.- El baño vapor, con circulación interna de agua con detergente

así como los cepillos circulares ubicados al costado de la máquina, accionan sobre la superficie del tren, quitando la capa de mugre con ayuda del agua y del detergente que circula dentro de ellos y que sale al exterior por medio de aspersores distribuidos a lo largo de los mismos. Esto es con el objeto de que el cepillo siempre actúe húmedo sobre la superficie del tren, ya que la acción centrífuga del mismo hace que las gotas de agua con detergente que emanan de los aspersores repartidas uniformemente sobre él, lleguen a la punta de la cerda del cepillo y ésta actúe en el proceso de tallado siempre húmeda y saturada del detergente, lo que motiva que se desperdicie menos detergente en el lavado, ya que éste no rebota en la carrocería del tren que está en movimiento.

- 4.- Los cepillos cilíndricos laterales actúan sobre las caras laterales del carro, restregando la superficie con agua y detergente que emana de los aspersores que contienen dichos cepillos a lo largo de sus ejes, complementando la acción de los cepillos anteriores.

Todos los cepillos deben girar en contra de la circulación del tren a su paso por la máquina de lavado, con el fin de ayudar al desprendimiento de la capa de mugre que se encuentra sobre la superficie del mismo.

La acción de los cepillos sobre el tren es auxiliada porque la fuerza con que los pistones hidroneumáticos que posee cada uno de ellos, hace que se peguen a la carrocería del tren.

- 5.- Se baña el convoy con agua caliente con ayuda de un arco provisto de aspersores, a efecto de enjuagar el jabón y escarrrir el agua que fueron aplicados, así como la mugre que fue removida de la carroce-

rfa del tren por medio de los cepillos.

6.- Con ayuda de una doble tubería final por medio de aspersores se impregna una solución en caliente de cera a base de silicones, diluída con agua (shampoo), para que la superficie pintada recobre su brillantez y quede protegida además contra la intemperie, ya que la cera cumple con el cometido de tapar los intersticios vacantes de la mugre removida.

Una de las ventajas del sistema modificado, consiste en que el tren sale de la vía de lavado no solamente limpio y brillante, sino protegido contra la intemperie y casi seco por la acción conjunta del vapor y del agua caliente.

Otras de las ventajas del sistema modificado son de orden económico, por el ahorro que representan en agua, detergente, tiempo y mano de obra, por lo que han merecido un estudio que se da a conocer más adelante.

CAPITULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA PROTOTIPO DE LAVADO EXTERIOR DE TRENES.

A. - Diseño.

El objeto de diseñar y construir una máquina prototipo de lavado exterior de trenes, es el de demostrar, mediante pruebas realizadas sobre la carrocería de los mismos, la eficiencia del sistema de cepillo provisto de aspersores, que a la vez talla e impregna de una solución de agua-detergente la superficie, dando como resultado un grado de eficiencia muy alto.

Asimismo, esta máquina permitirá efectuar pruebas con diferentes detergentes aplicados a la superficie del tren, así como con diferentes tipos de cepillos, para encontrar, a través de los resultados de las pruebas, los más óptimos elementos en el proceso de lavado.

En el diseño de las partes componentes de la máquina prototipo, se consideraron los siguientes conceptos:

- Motivo de su construcción, para que cumpla con el objetivo para el cual se diseña.
- Bajo costo de construcción, en virtud de que para el efecto se contaba con un presupuesto bajo, muy pequeña diversificación de máquinas herramientas que se emplearían y muy reducida mano de obra.
- Sencillez en el diseño, para observar fácilmente el principio de fun-

cionamiento de la máquina

- Fácil recambio de piezas componentes, para intercambiarlas cuando sea necesario, ya que esta máquina es experimental
- Fácil manejo y operación, que permitan efectuar pruebas de lavado de una manera fácil.
- Ser móvil, para realizar las pruebas en diferentes lugares.
- Alto grado de seguridad en su manejo y un grado reducido de sonoridad.

Bajo estas premisas, se dió comienzo a seleccionar los componentes que integrarían la máquina prototipo de lavado y a realizar los cálculos necesarios para diseñarla.

Componentes principales de la máquina prototipo de lavado

- Un cepillo circular con base de madera y cerdas naturales, provisto de aspersores distribuidos uniformemente en forma de cruz y al centro del cepillo, que son alimentados con una solución de agua-detergente que es transmitida a su vez por una flecha hueca que transmite el movimiento de un motor al cepillo mediante un juego de dos poleas y una banda. Esta flecha es alimentada con la solución de agua-detergente por medio de una junta Jhonson que permite el paso del líquido a la flecha en movimiento por medio de su carcasa fija sellada por un sello mecánico y dos contraseñales de bronce. La junta Jhonson, a su vez, es alimentada por una tubería provista de una válvula reguladora de flujo, conectada a una bomba centrífuga de flujo axial que extrae el agua con detergente de un tanque de almacenamiento.

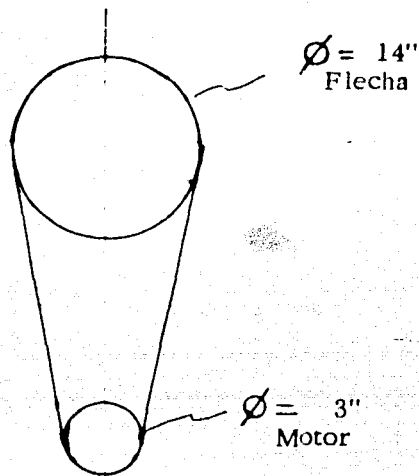
Habrán dos tramos de manguera flexible, uno entre la junta Jhonson y la bomba y otro entre la bomba y el tanque, con el fin de amortiguar, mediante la manguera, las vibraciones propias de los elementos sujetos a movimientos bruscos.

Asimismo, se tendrá un amortiguador de vibraciones (Neopreno) en las partes de apoyo de los brazos o travesaños donde se apoyan los soportes de piso o chumaceras de la flecha con la estructura de la máquina, y también en los apoyos de la junta Jhonson y la estructura. Ello con el fin de que no se propaguen las vibraciones propias de los elementos en movimiento a toda la máquina, produciendo un desbalanceo dinámico.

- Una estructura metálica lo suficientemente robusta para soportar las cargas por peso y movimiento, o sea estáticas y dinámicas, de cada elemento que la componen.
- Ruedas para apoyarse, ya que la máquina será móvil, que deberán ser capaces de girar en torno a su eje llevando a costas el peso de la máquina. Dichas ruedas tienen también como fin acercar la máquina a la superficie del tren en el momento de efectuar las pruebas de lavado.

Cálculo de poleas

Tenemos un motor de 1 HP con 1740 RPM y queremos que el cepillo gire a 100 RPM aproximadamente, para lo cual contamos con una polea de 14" de diámetro con una sola ranura para una banda en V



Sabemos que

$$w_1 r_1 = w_2 r_2 \quad \text{--- (1)}$$

Por lo que

$$r_1 = \frac{w_2 r_2}{w_1}$$

Donde $w = 2 \pi n$

$w = \text{vel. angular}$

$n = \text{No. de revoluciones.}$

$$r_1 = \frac{2 \pi \times 400 \times 7}{2 \pi \times 1740}$$

$$r_1 = 1.6''$$

Podemos escoger una polea de 3" de diámetro.

Torque del motor

Tenemos un motor de 1 HP y 1740 RPM con una polea de 3" de diámetro.

Sabemos que el par motor está dado por:

$$T = \frac{\text{HP} \times 63,000}{\text{RPM}} \quad \text{lb palg} \quad \text{--- (2)}$$

Substituyendo en (2) los valores tenemos:

$$T_m = \frac{(1) \times 63,000}{1740} = 36.20 \text{ lb - pulg.}$$

$$T_m = 41.80 \text{ Kg. -cm.}$$

Torque que entrega el motor a la flecha por medio de las poleas despreciando las pérdidas ocasionadas por el deslizamiento de la banda.

Tenemos:

De (2)

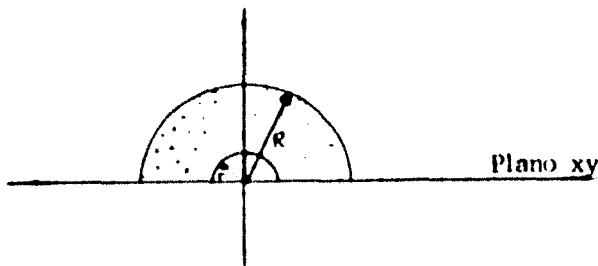
$$T_f = \frac{(1) \times 63,000}{400} = 157.5 \text{ lb-pulg.}$$

$$T_f = 181.83 \text{ Kg. -cm.}$$

Momento producido por la fricción del cepillo girando sobre la superficie del tren en movimiento

Primero calculamos los puntos del cepillo donde estará aplicado el par producido por la fricción.

Considerando la mitad del cepillo que tiene la parte central libre de cerdas, tenemos:



El punto donde se aplica la resultante de la fuerza de fricción

en la parte superior, es el centro de masa del cepillo (z)

El momento estático con respecto al plano xy del cepillo es:

$$M_{xy} = \rho e \left[\frac{\pi}{2} R^2 \right] \left[\frac{4R}{3\pi} \right] - \rho e \left[\frac{\pi}{2} r^2 \right] \left[\frac{4r}{3\pi} \right] = \frac{2}{3} \rho e (R^3 - r^3) \quad \text{--- (3)}$$

Donde ρ = Densidad

e = Espesor del cepillo

R = Radio Mayor

r = Radio menor

La masa del cepillo está dada por:

$$M = \rho e \left[\frac{\pi}{2} R^2 - \frac{\pi}{2} r^2 \right] = \frac{1}{2} \pi \rho e (R^2 - r^2) \quad \text{--- (4)}$$

El centro de gravedad () estará dado por:

$$Z = \frac{M_{xy}}{M} = \frac{\frac{2}{3} \rho e (R^3 - r^3)}{\frac{1}{2} \pi \rho e (R^2 - r^2)}$$

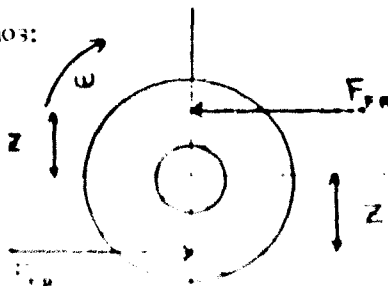
$$Z = \frac{4}{3\pi} \frac{(R^3 - r^3)}{(R^2 - r^2)} \quad \text{--- (5)}$$

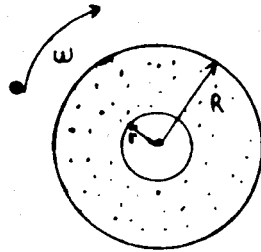
De (5) substituyendo los datos o medidas geométricas del cepillo tenemos que:

$$Z = \frac{4}{3\pi} = \frac{\left[\frac{(0.6)^3}{2} - \frac{(0.127)^3}{2} \right]}{\left[\frac{(0.6)^2}{2} - \frac{(0.127)^2}{2} \right]} = \frac{0.1069}{0.81022}$$

$$Z = 0.13 \text{ m}$$

Por lo que tenemos:





El par producido por las dos fuerzas de fricción multiplicado por el brazo de palanca que existe entre ellas (2) nos dá el momento o par producido por la fricción.

La fuerza de fricción será igual a

$$F_{fR} = \mu N \text{ ----- (6)}$$

Donde μ = Coef. de rozamiento entre el cepillo de cerdas de Unión
Basín y la carrocería del tren húmeda

$$\mu = 0.30$$

N = Normal o reacción de la superficie del tren al ser empujado el cepillo sobre ésta

$$n = 20 \text{ Kg.}$$

De (6) substituyendo valores tenemos :

$$F_{fR} = 0.30 \times 20 = 6 \text{ Kg.}$$

Tenemos que el momento producido por las fuerzas de fricción será:

$$M_{fR} = 2 \times F_{fR} \text{ ----- (7)}$$

Substituyendo valores tenemos:

$$M_{FR} = 0.13 \times 6 = 0.78 \text{ Kg.} - m$$

Sabemos que si tenemos las revoluciones por minuto constantes, tendremos la velocidad angular w igual a constante y se tendrá que la suma de momentos con respecto al centro del cepillo será:

$$\overline{M}_C = I_C \overline{\alpha} = M_{motor} - M_{FR} \text{ ----- (8)}$$

$$\text{Donde } \overline{\alpha} = \frac{dw}{dt} \quad \text{si } w = \text{cte} \Rightarrow \overline{\alpha} = 0$$

$$I_C = \frac{1}{2} M (R^2 - r^2) \text{ ----- (9)}$$

De (8) tenemos para $\overline{\alpha} = 0$

$$\overline{M}_C = 0 = M_{motor} - M_{FR} \text{ ----- (1)}$$

por lo que

$$M_{motor} = M_{FR} \text{ manteniendo } w = \text{cte}$$

El momento M_{FR} será aumentado para efecto de los cálculos de la flecha, debido al movimiento del tren, al ser accionado el cepillo sobre él.

El tren tiene una velocidad constante de 3 KM/Hr. cuando se somete al proceso de lavado.

Se considera para efectos de cálculo, que es la máquina prototipo la que se mueve a esa velocidad constante y no el tren, por lo que considerando su masa y velocidad, tenemos una energía cinética dada por

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \text{ -- (11) donde } v = 3 \text{ Km/Hr} = 0.833 \frac{m}{s} \quad m = \text{masa de la máquina.}$$

El peso estimado de la máquina es de

$$P = 200 \text{ Kg.}$$

Por lo que

$$m = \frac{P}{g} \text{ ----- (12)}$$

Substituyendo en (12) los valores tenemos que

$$m = 20.38 \text{ Kg.}$$

Teniendo en (11)

$$E_C = \frac{1}{2} (20.38)(0.833)^2 = 7.07 \text{ joules} = 0.73 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Por lo que podemos considerar para efectos del cálculo de la flecha como

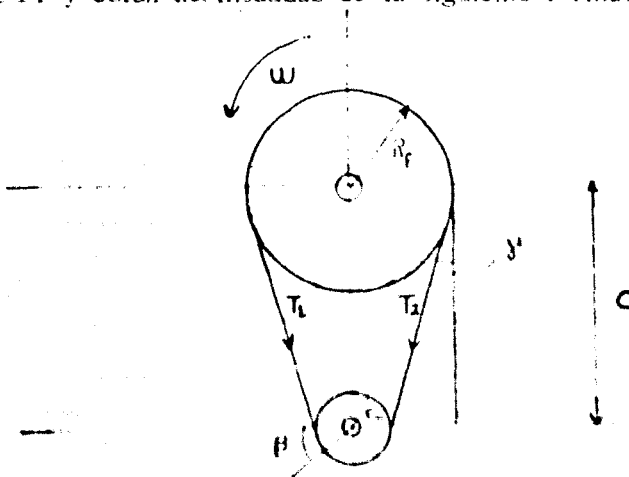
$$M_{FR} = 0.73 + 0.78 = 1.51 \text{ Kg.} \cdot \text{m}$$

y concluimos que

$T_f > M_{FR}$ por lo que el motor de 1 HP funciona .

Determinación de las tensiones T_1 y T_2 en la banda, por el par motor

Tenemos dos poleas con una sola ranura para banda en V. El diámetro de la polea motor es de 3" y el diámetro de la polea de la flecha es de 14" y están acomodadas de la siguiente forma:



Tenemos que el par en la flecha T_f es igual a:

$$T_f = R f (T_1 - T_2) \text{ ----- (13)}$$

o bien

$$\text{Potencia transmitida} = \frac{(T_1 - T_2) v}{550} \text{ [HP]} \text{ ----- (14)}$$

Donde v = velocidad de la banda en pies/seg.

así como para bandas en V se tiene

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{f\beta / \sin 1/2\Theta} \text{ ----- (15) despreciando el peso}$$

de la banda

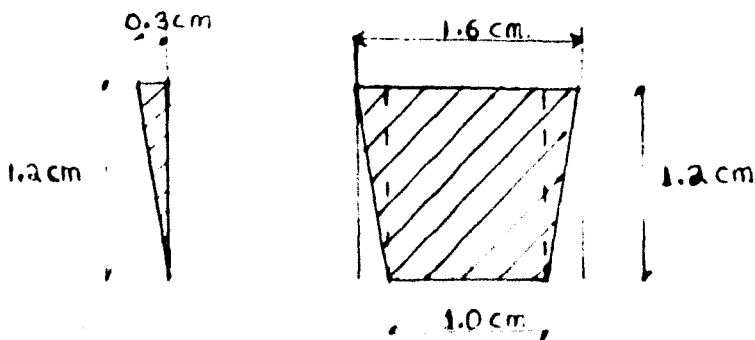
donde

f = coef. de rozamiento entre la polea y la banda

β = Angulo de abrazamiento

Θ = Angulo de la garganta de la banda

Teniendo una banda en V con las siguientes dimensiones en la sección



$$\sin \Theta = \frac{0.3}{1.236} \rightarrow \Theta = \sin^{-1} \frac{.3}{1.236} = 14.01^\circ = .2451 \text{ RAD}$$

tenemos que

$$\text{sen } \beta = \frac{R - r}{c} \quad \text{----- (16)}$$

de donde $c = 21''$ $R = 7''$ y $r = 1.5''$

$$\text{sen } \beta = \frac{7 - 1.5}{21} = 0.26$$

$$\beta = \text{sen}^{-1} 0.26 = 0.2649 \text{RAD}$$

De (15) substituyendo valores tenemos

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{0.56 \times 0.2649}{0.1218}}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = 3.380 \text{ lb.} \quad \text{----- (17)}$$

De (14) tenemos que

$$v = wR \text{ donde } w = 2\pi n$$

$$w = 2\pi \times 400 = 2513.27 \frac{\text{RAD}}{\text{Min}} = 41.88 \frac{\text{RAD}}{\text{sec}}$$

$$v = 41.88 \times 7 = 293.21 \text{ pulg./min.} = 24.43 \text{ ft/min.}$$

De (14) despejamos $(T_1 - T_2)$

$$(T_1 - T_2) = \frac{HP \times 550}{v}$$

de donde

$$(T_1 - T_2) = \frac{(1) \times 550}{24.43} = 22.51 \text{ lb.}$$

de donde

$$T_1 = 22.51 + T_2 \quad \text{----- (18)}$$

De (15) en (17)

$$3.380 T_2 = 22.51 + T_2$$

$$T_2 (2.380) = 22.51$$

$$T_2 = 9.457 \text{ lb.}$$

De (18)

$$T_1 = 31.96 \text{ lb.}$$

Conociendo las dos tensiones tenemos una fuerza resultante dada por

$$F_{RESUL} = T_1 y + T_2 y \text{ - - - - - (19)}$$

dónde $F_1 y$ y $F_2 y$ son las proyecciones de las fuerzas en el eje y
el ángulo γ es = 5.44°

$$\therefore T_1 y = T_1 \cos 5.44^\circ = 31.96 \times 0.995 = 31.81 \text{ lb.}$$

$$T_2 y = T_2 \cos 5.44^\circ = 9.457 \times 0.995 = 9.414 \text{ lb.}$$

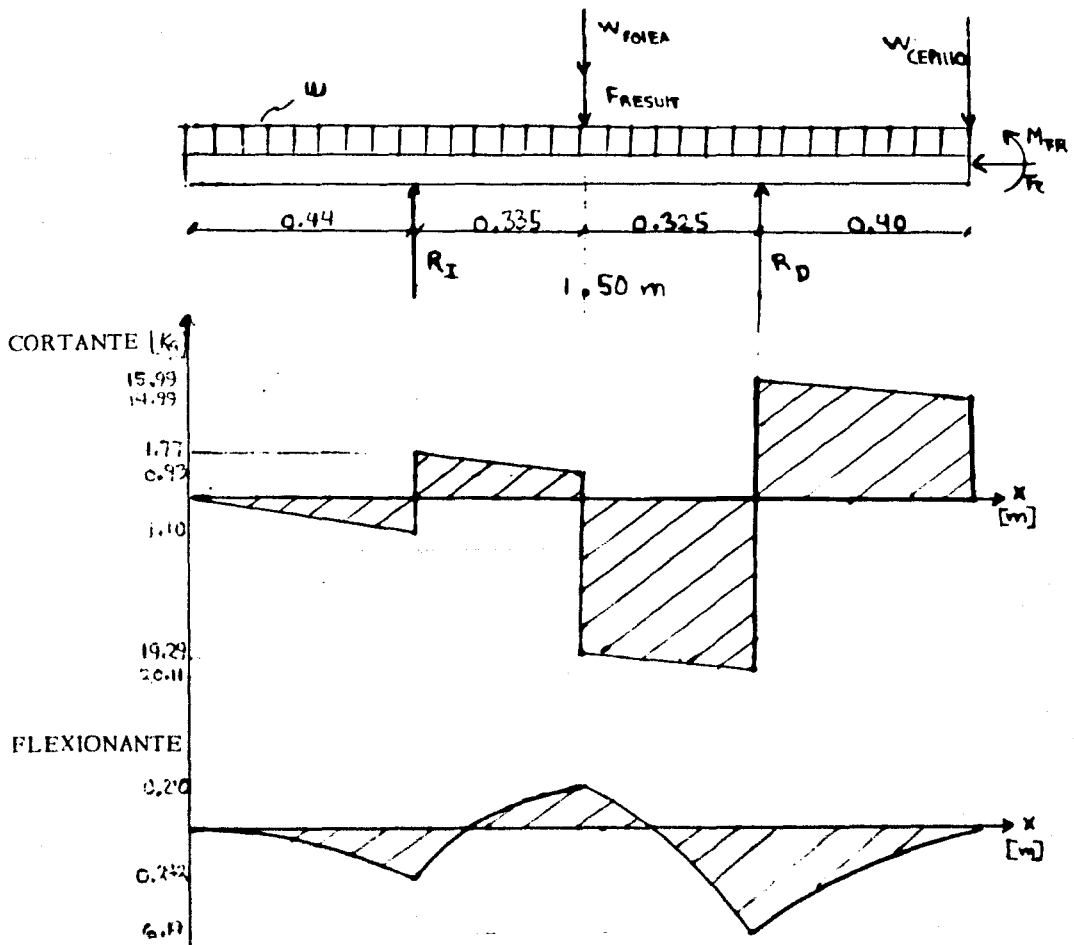
De (19)

$$\therefore F_{RES} = 9.414 + 31.81 = 41.224 \text{ lb.}$$

Fuerza que será aplicada a la flecha donde se encuentra la polea.

Cálculo de la Flecha

Proponemos una flecha hueca de Coll Rolled 10-35 AISI con una dureza 212 BHN y un peso de 2.5 Kg/m con $S_n = 85,000$ PSI y $S_y = 55,000$ PSI



F_e = Fuerza de empuje = 20 Kg.

F_{RES} = Fuerza resultante del par motor = 18.73 Kg.

W_{polea} = peso de la polea = 1.5 Kg.

Cepillos = Peso del cepillo = 15 Kg.

R_I = Reacción Izquierda en el soporte de piso

R_D = Reacción Derecha en el soporte de piso

W = peso de la flecha = 2.5 Kg/m

M_{FR} = Momento producido por fricción = 1.51 Kg. = m

Reacciones:

$$F_x = 0 \text{ - - - - - (20)}$$

$$F_y = 0 \text{ - - - - - (21)}$$

$$M_O = 0 \text{ - - - - - (22)}$$

De (21)

$$R_D + R_I - 1.5 - 18.73 - 2.5 (1.5) + 15 = 0$$

$$R_D + R_I = 38.98 \text{ Kg.}$$

De (22)

$$\begin{aligned} M_O = & - (2.5 \times 0.44) \frac{(0.44)}{2} + (2.5 \times 0.335) \frac{(0.335)}{2} \\ & + (18.73 + 1.5) (0.335) + (2.5 \times 0.325) \frac{(0.325 + 0.335)}{2} \\ & - R_D (0.335 + 0.325) + (2.5 \times 0.40) \frac{(0.40)}{2} + 0.335 + 0.325 \\ & + 15 (0.335 + 0.325 + 0.40) = 0 \end{aligned}$$

$$\sum M_I = 23.83 - 0.66 R_D = 0$$

$$R_D = 35.10 \text{ Kg}$$

$$\therefore R_I = 2.87 \text{ Kg.}$$

Por flexión y cortante

$$0 \leq x \leq 0.44 \text{ m}$$

$$- (2.5) (x) (x/2) = M_F$$

$$M_F = \frac{2.5}{2} x^2 = 1.25x^2$$

Para $x = 0$ $M_F = 0 \text{ KG} \cdot \text{m}$

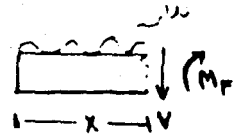
$x = 0.44$ $M_F = 0.242 \text{ Kg} \cdot \text{m}$

$$- x (2.5) - V = 0$$

$$V = -2.5 X$$

Para $X = 0$ $V = 0 \text{ Kg}$

$X = 0.44$ $V = -1.1 \text{ Kg}$.



$$0.44 \leq X \leq 0.775 \text{ m}$$

$$- 1.25 X^2 + 2.87 (X - 0.44) = M_F$$

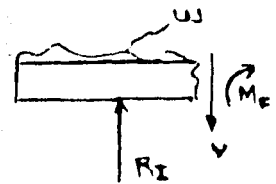
Para $X = 0.44$ $M_F = -0.242 \text{ Kg} \cdot \text{m}$

$X = 0.775$ $M_F = 0.210 \text{ Kg} \cdot \text{m}$

$$-2.5 X + 2.87 = V$$

Para $X = 0.44$ $V = 1.77 \text{ Kg}$.

$X = 0.775$ $V = 0.93 \text{ Kg}$.



$$0.775 \leq X \leq 1.10 \text{ m}$$

$$M_F = 1.25 X^2 + 2.87 (X - 0.44) - 20.23 (X - 0.775)$$

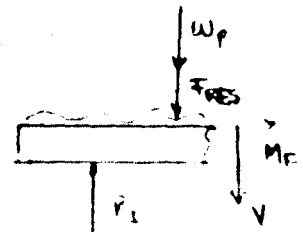
Para $X = 0.775$ $M_F = 0.210 \text{ Kg} \cdot \text{m}$

$X = 1.10$ $M_F = -6.19 \text{ Kg} \cdot \text{m}$

$$V = -2.5 x + 2.87 - 20.23$$

Para $X = 0.775$ $V = -19.29 \text{ Kg}$

$X = 1.10$ $V = -20.11 \text{ Kg}$.



$$1.10 \leq X \leq 1.50 \text{ m}$$

$$M_F = -1.25 X^2 + 2.87 (X - 0.44) - 20.23 (X - 0.775) + 36.10 (X - 1.10)$$

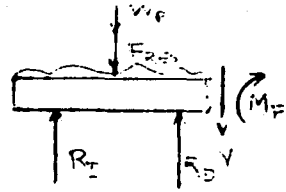
$$\text{Para } X = 1.10 \quad M_F = -6.19 \text{ Kg. m}$$

$$X = 1.50 \quad M_F = 0 \text{ Kg. m}$$

$$V = -2.5 X + 2.87 - 1.5 - 18.73 + 36.10$$

$$\text{Para } X = 1.10 \quad V = 15.99 \text{ Kg.}$$

$$X = 1.50. \quad V = 14.99 \text{ Kg.}$$



De los cálculos anteriores se desprende

$$M_{\text{máx}} = 6.19 \text{ Kg. m} = 619.00 \text{ Kg. m}$$

$$T_{\text{máx}} = 1.5 \text{ Kg. m}$$

Se tiene que el esfuerzo

$$G_{\text{máx}} = \frac{F}{A} + \frac{M_{\text{máx}}}{I}$$

$$m_{\text{áx}} = \frac{4 F_e}{\pi (d_o^2 - d_i^2)} + \frac{32 M_{\text{máx}} d_o}{\pi (d_o^4 - d_i^4)}$$

Substituyendo valores tenemos que

$$\sqrt{G}_{\text{máx}} = \frac{4 \times 20}{\pi (3.81^2 - 1.905^2)} + \frac{32 \times 619.0 \times 3.81}{\pi (3.81^4 - 1.905^4)}$$

$$\sqrt{G}_{\text{máx}} = 123.93 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 1759.17 \text{ lb./in}^2$$

Si $\sqrt{G}_t = 5497 \text{ Kg./cm}^2$ del acero SAE 10-35

$\sqrt{G}_{\text{máx}} < \sqrt{G}_t$ ∴ esto dentro del rango de trabajo de este material.

y así tenemos

$$Z_{\text{máx}} = \frac{16 d_o}{\pi (d_o^4 - d_i^4)} \sqrt{M_{\text{máx}}^2 + T_{\text{máx}}^2}$$

$$Z_{\text{máx}} = \frac{16 \times 3.81}{\pi (3.81^4 - 1.905^4)} \sqrt{619^2 + 150^2}$$

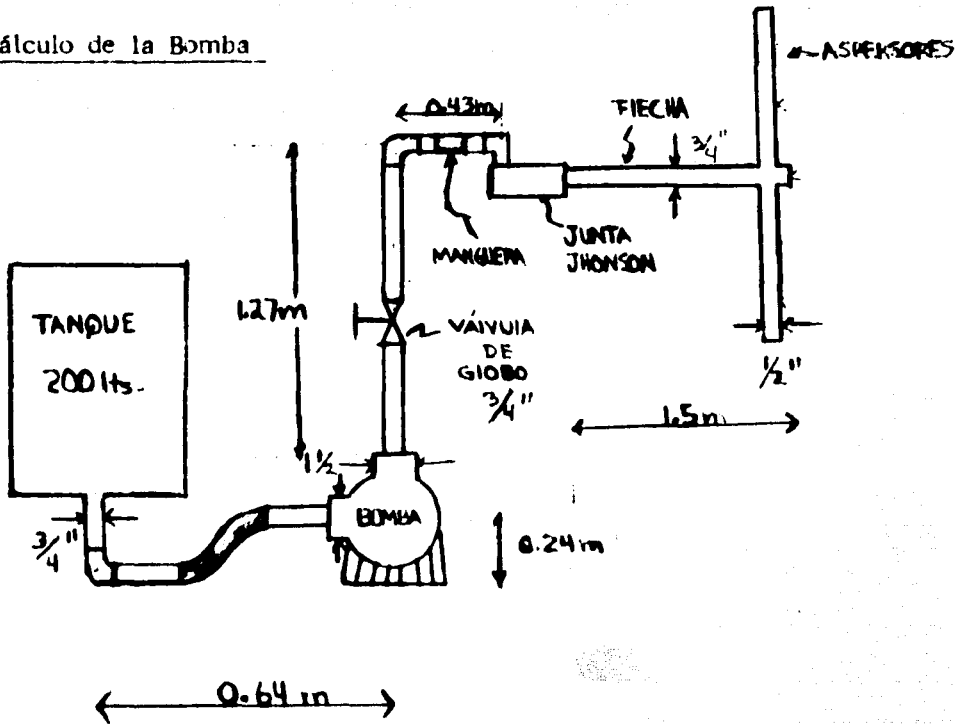
$$Z_{\text{máx}} = 62.56 \text{ Kg./cm}^2 = 891.83 \text{ lb./m}^2$$

$$Z_t = 62.56 \text{ Kg./cm}^2$$

$Z_{\text{máx}} < Z_t$ está dentro del rango de trabajo del material.

La flecha será escogida de 1 1/2 " de diámetro exterior y 3/4" de diámetro interior, por factores geométricos soportes de piso con diámetro de flecha comercial, así como para hacer la junta Jhonson que permite alimentar de agua y detergente a la flecha. Esta junta será hecha aprovechando un cilindro de freno de los trenes que tiene 5" de diámetro en la cámara de compresión y 1 1/2" de diámetro a la salida del eje del pistón.

Cálculo de la Bomba



Tenemos 9 aspersores con un gasto cada uno de

$$.46 \text{ GPM} = 2.90 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\therefore Q_{\text{total}} = 2.90 \times 10^{-5} \times 9 = 2.611 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

La velocidad del agua en la tubería será:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$D = 3/4" = 0.01905 \text{ m}$$

$$V = \frac{4 \times 2.611 \cdot 10^{-4}}{\pi \times 0.01905^2} = 0.916 \text{ m/seg.}$$

Cálculo de Pérdidas.

$$H_m = Z_2 - Z_1 + H_{ra} + H_{ri} + \frac{V_d^2}{2g}$$

Donde

H_m = Altura manométrica o carga total (9m)

$Z_2 - Z_1$ = Carga por la altura de succión

H_{ra} = Pérdida en la aspiración

H_{ri} = Pérdida en los accesorios y tubería

$\frac{V_d^2}{2g}$ = Pérdida secundaria en el desague del depósito

H_{ri} =

Por longitud equivalente (Ver figura 11.15 pág. 239 Mataix Claudio)

Para tubería de 3/4"

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Válvula de globo 1/2 cerrada | 3.5 m |
| Codo de 90° cm. escuadra | 1.25 m |
| Boca borda o salida | 0.50 m |
| Estrechamiento ($d/D = 0.5$) | 0.20 m |
| Codos redondeados a 90°(2) | 1.10 m |
| Entrada común | 0.35 m |
| Aspersores (9) y junta Jhonson | <u>135.00 m.</u> |
| | 141.40 m. |

Tenemos que:

$$H_{ri} = \frac{\lambda (L + \sum L_e)}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Donde

H_{ri} = Suma total de pérdidas primarias y secundarias

λ = Coeficiente de pérdidas (Del Diagrama de Moody)

$$\lambda = \frac{Hr}{\frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}}$$

L = Longitud total de tramos rectos de tubería

$\sum L_e$ = Suma de todas las longitudes equivalentes a los accesorios diversos.

V = Velocidad media del fluido en la tubería

g = 9.81 m/sec² = aceleración de la gravedad

De la tabla 9-2 (pág. 211 Mataix-Claudio)

La rugosidad absoluta de la tubería de hierro galvanizado es K = 0.15

La rugosidad relativa será:

$$\frac{K}{D} = \frac{0.15}{19.05} = 7.87 \cdot 10^{-3} = 0.00787$$

El número de Reynolds está dado por

$$R = \frac{VD}{\nu}$$

Donde ν es la viscosidad relativa del agua (de la tabla 2-1 pág. 24 Mataix C)

$$\nu = 1.01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$R = \frac{0.916 \text{ m/s} \times 1.905 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1.01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

R = 17,277.029 > 12,000 ∴ es régimen turbulento.

Es deseable que el fluido se comporte dentro del régimen turbulento ya que es una solución de agua-detergente que debe ser impregnada en la superficie del tren en forma homogénea.

Del Diagrama de Moody fig. 9.6 (pág. 209) tenemos

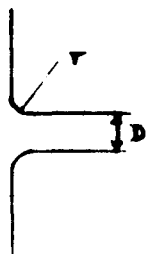
$$\lambda = 0.038$$

$$\therefore Hr = 0.038 \frac{(4.64 + 141.4)}{0.01905} \cdot \frac{(0.916)^2}{2 \times 9.81}$$

$H_r = 29.51$ m en accesorios y tubería

$$H_{ra} = \left(K_a^1 + K_a'' + \lambda_a \frac{L_a}{d_a} \right) \frac{v_a^2}{2g}$$

K_a^1 = coeficiente de rozamiento por la salida del tanque



se considera brusco

De la tabla 11-1 (pág. 227)

$$K_a'' = 0.5$$

K_a'' = coeficiente de rozamiento por ensanchamiento brusco a la entrada de la bomba (Reducción 3/4" → 1 1/2")

Tenemos

$$K_a'' = m \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^2$$

Donde m = Coeficiente adimensional

d = Diámetro tubería

D = Diámetro succión bomba

De la tabla 11-2 (pág. 223)

$$m = 0.18$$

$$K_a'' = 0.18 \left[1 - \left(\frac{0.75}{1.5} \right)^2 \right]^2 = 0.10125$$

$$H_{ra} = (0.5 + 0.10125 + 0.033 \left(\frac{0.64}{0.01905} \right)) \cdot \frac{(0.916)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{ra} = 0.080 \text{ m}$$

Finalmente tenemos:

$$H_m = 1.27 + 0.08 + 29.51 + \frac{(0.916)^2}{2 \times 9.81} = 30.912 \text{ m}$$

$$Z_2 - Z_1 = 1.27 \text{ m}$$

30.912 m es la carga total de la red hidraulica

$$\begin{aligned} \text{Suponiendo un rendimiento hiraualico} & \quad \eta_h = 70\% \\ \text{rendimiento volumétrico} & \quad \eta_v = 60\% \\ \text{rendimiento mecánico} & \quad \eta_m = 80\% \end{aligned}$$

Tenemos que la potencia necesaria para el motor de accionamiento de la bomba es:

$$N_a = \frac{Q \gamma H_m}{75 \eta_h \eta_v \eta_m}$$

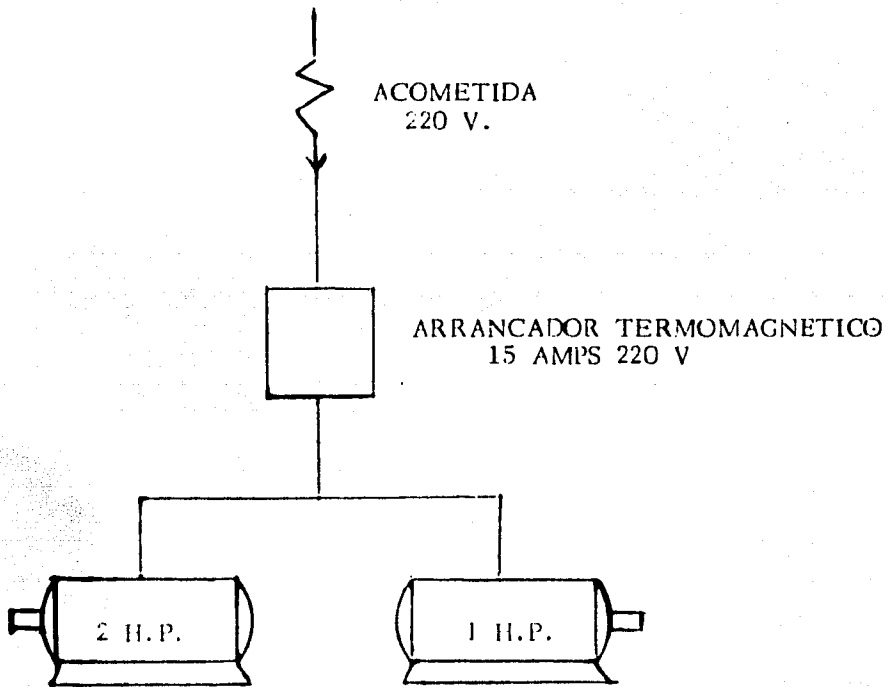
$$N_a = \frac{2.611 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 30.912 \text{ m}}{75 \times 0.7 \times 0.6 \times 0.8}$$

$$N_a = 0.3202 \text{ C.V} = 0.3158 \text{ HP}$$

Necesitamos una bomba de 1/2 HP (comercial)

(Se utilizó una bomba de 2 HP, que facilitó el S.T.C., en la máquina prototipo de lavado, usándola con la válvula reguladora casi cerrada, dando muy buenos resultados en las pruebas que se realizaron).

Diagrama de conexiones para arranque de los motores de inducción trifásica a tensión plena.



Tenemos dos motores conectados en paralelo.

De los datos del fabricante sacamos que para el motor de 1 HP tomará 3.52 AMPS por línea trabajando a plena carga y para el motor de 2 HP tomará 5.5 AMPS por línea trabajando a plena carga.

Si sabemos que son motores trifásicos a 220 volts y basándonos en su poca potencia, podemos poner un sistema de arranque a tensión plena, sabiendo que en el momento del arranque nos tomará cada motor de 5 a 6 veces su corriente nominal.

La corriente total será:

$$I_T = I_1 + I_2$$

Donde I_T es la corriente total que pasará por cada línea del interruptor termomagnético.

$$I_T = 3.52 + 5.5 = 9.02 \text{ AMP}$$

Esta corriente será afectada por un factor igual a 1.25, debido a que las oscilaciones naturales de estos tipos de motor hacen que la corriente fluctúe en un rango no mayor del 25%

$$I_T = 9.02 \times 1.25 = 11.275 \text{ AMP. por línea}$$

Por consiguiente se podrá escoger un interruptor termomagnético de 15 AMP por línea

Sabemos que:

$$I = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} E \cos \phi \times \eta}$$

Donde I es la corriente por línea

HP es la potencia del motor

E voltaje entre líneas

$\cos \phi$ el factor de potencia o defasamiento entre la corriente y el voltaje

η eficiencia del motor.

Tenemos entonces para el motor de 2 HP y $\eta = 80\%$

$$E.P. = \frac{2 \times 746}{220 \times 0.80 \times 5.5 \times \sqrt{3}}$$

$$E.P. = 0.889$$

y para el motor de 1 HP y $\eta = 70\%$

$$F.P = \frac{1 \times 746}{220 \times 0.70 \times 3.52 \times \sqrt{3}}$$

$$F.P = 0.794$$

B. - Selección de componentes y accesorios

Para seleccionar los componentes y accesorios de esta máquina, se siguió este criterio:

- Utilizar de una manera racional y apropiada las piezas o equipos que se tenían en existencia en el S.T.C., el que facilitó una gran parte de componentes para ser empleados en la construcción de la máquina prototipo de lavado, reduciéndose el costo de la inversión inicial del proyecto.
- Adquirir las piezas o equipos faltantes, tomando en cuenta el bajo presupuesto destinado para este fin por parte del S.T. C.

Con base en lo anterior, se recibieron las siguientes partes y equipos:

- Un motor de 1HP con 1740 RPM mca. Siemens M que fue usado para producir el movimiento en la flecha.
- Una motobomba horizontal de flujo axial con 1 1/2 pulgadas en la succión y en la descarga con 2 HP y 3420 RPM en el motor, marca Fairbank Morse. Esta bomba fue utilizada para succionar del tanque el agua con detergente y enviarla hasta el cepillo mediante la flecha y la tubería ya mencionadas.
- 15 mts. de ángulo metálico de 1 1/2" de perfil, que fueron empleados en la fabricación de la estructura de la máquina.
- Dos placas de acero con 1/4" de espesor que fueron empleadas para fabricar las bases superior e inferior de la máquina.
- Un cilindro de freno de 5" de diámetro fabricado en fundición gris,

- que fue empleado, con una modificación previa, como junta Jhonson.
- Un tanque cilíndrico metálico con 57.6 cm. de diámetro, que fue empleado como tanque de almacenamiento de la solución de agua-de tergente. Este tanque tiene una capacidad de 200 lts.
 - Una banda en V mca. Gates de 49.85" de longitud que fue utilizada para transmitir el par del motor a la flecha, por medio del juego de polea.
 - Un interruptor termomagnético de 15 Amps. por línea, mca. Squerdi, que fue usado en los controles eléctricos de la máquina.
 - Una llave de doble tiro mca. Squerdi, que fue utilizada como inversor del giro del motor, invirtiendo dos líneas de corriente del mismo.
 - Dos cajas de aluminio para enchufe que fueron empleadas para colocar dentro de ellas y fijar a la estructura de la máquina el contacto trifásico y la llave de doble tiro.
 - Una caja metálica de arrancador Squerdi, para sujetar y contener el interruptor termomagnético.
 - Dos focos piloto, uno verde y uno rojo, que fueron colocados en la caja del interruptor termomagnético, con el fin de que enciendan: el rojo cuando se energiza la máquina por medio del contacto trifásico y el verde, cuando se ponen en marcha los motores de tracción y de la bomba simultáneamente.
 - 9 mts. de cable de cobre calibre #12, que fueron empleados en el cableado eléctrico de la máquina.
 - 2 mts. de tubo flexible Liquatex, para revestir y conducir el ca-

bleado eléctrico.

- Un enchufe trifásico a cuatro hilos para energizar la máquina.
- Tres metros de tubo galvanizado de 3/4" de diámetro usado en la conducción del fluido desde el tanque hasta la junta Jhonson.
- Un metro de manguera flexible de 3/4" de diámetro entre la junta Jhonson y la tubería rígida, así como entre la bomba y el tanque de almacenamiento.
- 9 Aspersores tipo Binks 40-30 a 60 que fueron repartidos en la superficie del cepillo, con el fin de impregnar homogéneamente el agua y detergente sobre la superficie del tren.
- Una válvula de globo de 3/4" usada para regular el flujo de la solución agua-detergente que es descargada hacia la junta Jhonson por la bomba de flujo axial.
- Una polea con buje de 14" de diámetro con una sola ranura para banda en V mca. IBSA, usada en la flecha para recibir y transmitir a la misma el par motor.
- Dos soportes de piso con 1 1/2 de diámetro de flecha mca. L.K.S. como soportes de la flecha, sujetos a la estructura de la máquina.
- Cuatro ruedas de material plástico con soporte metálico para 350 Kgs. mca. Rodanex que fueron utilizadas para proporcionarle movilidad a la máquina.
- Dos metros de tubo PVC de pared gruesa de 1/2" de diámetro exterior, empleados para la transmisión de la solución agua-detergente de la flecha a los aspersores repartidos en el cepillo.
- Un sello mecánico de 1 1/2" de diámetro de flecha puesto dentro

de la junta Jhonson para evitar fugas de solución agua-detergente.

- Además, se mandó fabricar a la empresa Arca!, S.A. un cepillo de cerdas naturales de 5 1/2" de longitud, cosidas a una base circular de madera con 60 cm. de diámetro

El tipo de cerdas de este cepillo es el llamado Unión Basin, que está compuesto en un 50% de fibra de lechuguilla y en el otro 50% de una fibra llamada Basin. La lechuguilla es una fibra muy suave, en tanto que la Basin es muy dura, por lo que se tiene mediada la dureza del cepillo.

- Se fabricó en los talleres del S. T. C. la flecha hueca de 1 1/2" de diámetro exterior y 3/4" de diámetro interior, en material de Coll Rolled SAE-1035. Se fabricó asimismo, el mamelón con cuatro avellanados roscados de 1/2" en cuerda STD que permite la salida de la solución agua-detergente hacia los tubos de PVC que contienen los aspersores. Este mamelón tiene también la función de sujetar el cepillo con la flecha, teniendo un contra disco (Ver plano).
- También se fabricó la polea motor de 3" de diámetro en material de bronce, para transmitir el par motor mediante una banda de la polea motor.
- Por último, se fabricaron dos contra topes circulares de bronce, para fijar la junta Jhonson y dar presión al sello mecánico dentro de la misma.

C.- Construcción de la máquina prototipo de lavado.

La construcción de la máquina prototipo de lavado fue llevada a cabo en el Taller de Mantenimiento Menor Tasqueña del S.T.C., con ayuda de dos trabajadores de dicho Organismo.

Primero se procedió a requisar los elementos que se utilizarían en la construcción de dicha máquina, para lo cual se efectuaron visitas a los almacenes y talleres del S. T.C., donde se encontraron algunos elementos que fueron de gran utilidad, razón por la que se redujeron al máximo las compras de equipo y de piezas.

Reunidos todos los materiales que constituirían la máquina, se procedió a acondicionarlos para su ensamble posterior en la estructura, misma que fue fabricada en perfil de ángulo de 1 1/2".

El proceso de fabricación de la máquina se inició el día 29 de marzo de 1979 y concluyó el día 7 de mayo del mismo año, lo que arrojó un total de 28 días laborables en dicho proceso.

Hubo necesidad de fabricar, como ya se dijo, la flecha hueca, la polea motor y el acoplamiento de la flecha con el cepillo. Dichas piezas fueron maquinadas en el Taller Zaragoza del S. T. C., donde se tienen máquinas herramientas tales como: torno, cepillo, fresa y taladro, que fueron empleadas para fabricar estas piezas.

En el Taller de Mantenimiento Tasqueña se ensamblaron todas las partes componentes de la máquina, con ayuda de las herramientas y equipos propios del taller, como son: tornillos de -

banco, taladros eléctrico y neumático, planta de soldadura eléctrica y autógena, así como herramientas menores.

La máquina prototipo de lavado posee elementos que amortiguan la vibración, como el Neopreno que fue utilizado en los apoyos de los elementos móviles que podrían producir cierta vibración sobre la estructura, como en el caso de los brazos donde se sujetan los soportes de piso o chumaceras que dirigen y sujetan a la flecha. También se utilizó este elemento amortiguador en la junta Jhonson, ya que está sujeta a la vibración producto del movimiento de la flecha.

Terminado el ensamble de las piezas componentes, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento, corrigiendo las fallas que se registraron, tales como fugas en la tubería, tensión en bandas y torque en tornillos sujetadores de soportes.

Por último, se sometió a la máquina a un proceso de pintura y sellado de los elementos, siguiendo el código de colores establecido para los elementos eléctricos y mecánicos.

Cabe mencionar que la estructura metálica, como todos los elementos metálicos de la máquina, fueron primeramente sometidos a un baño de pintura anticorrosiva, con el fin de evitar la corrosión y el desgaste de estas piezas que están sometidas a la acción del agua y del detergente.

Los soportes de piso que fueron empleados en la sujeción de la flecha poseen graseras que permiten lubricar sus cojinetes, siendo éstos los únicos elementos que requieren de una lubricación periódica.

Pruebas de funcionamiento de la máquina.

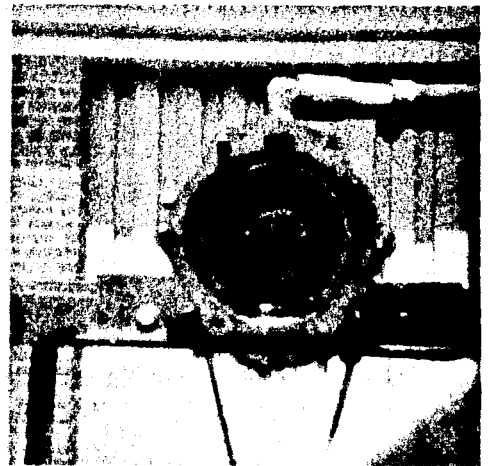
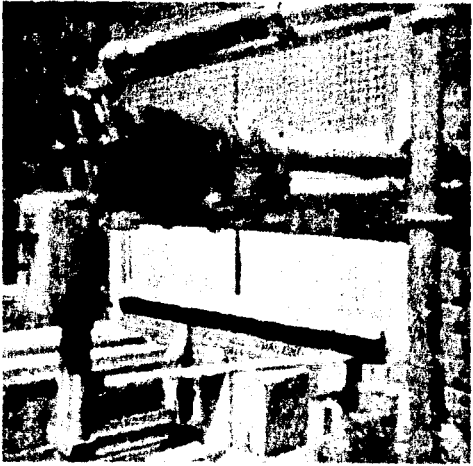
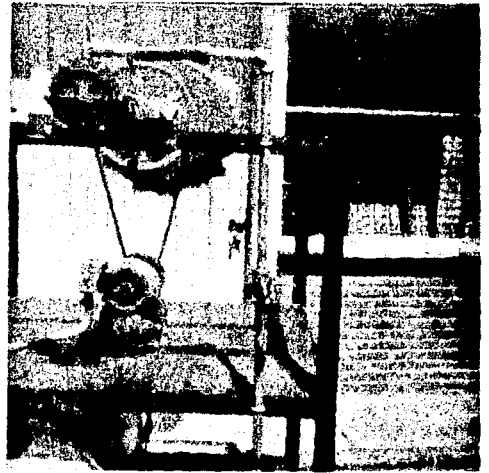
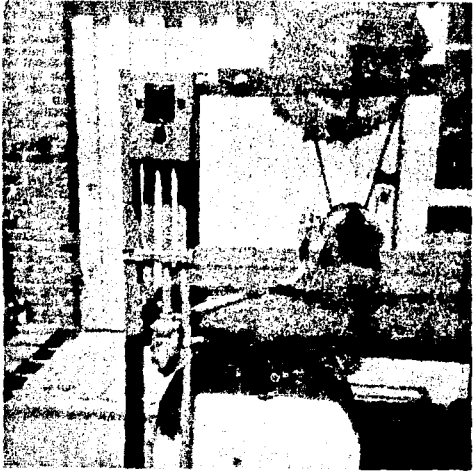
Las pruebas de funcionamiento de la máquina prototipo de lavado fueron mecánicas, eléctricas e hidráulicas, llevándose a cabo con la secuencia que se enumera:

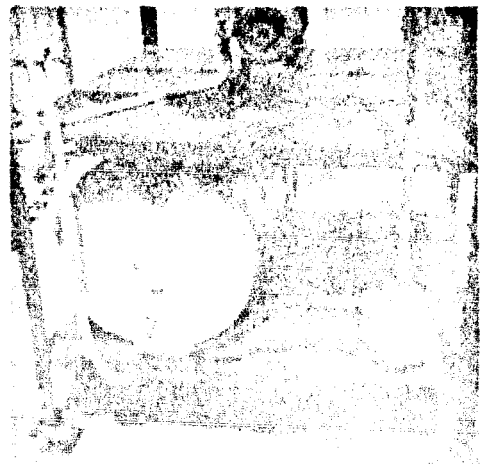
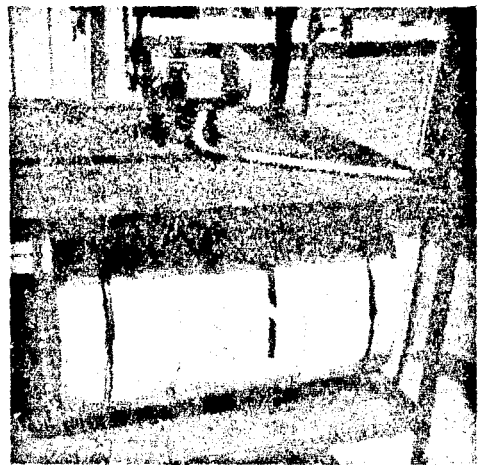
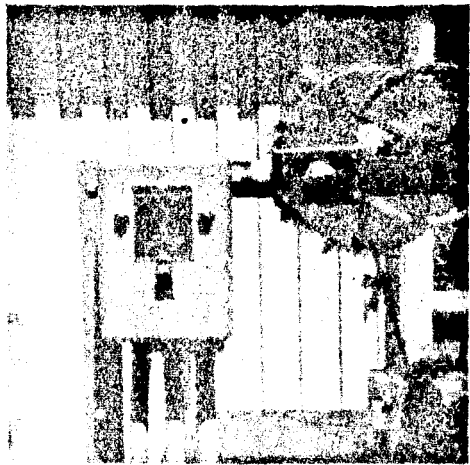
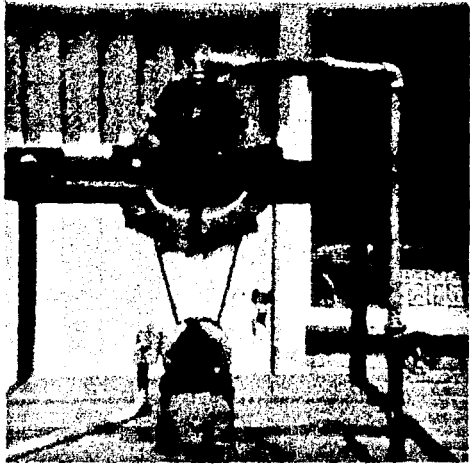
- Se verificó el funcionamiento mecánico, consistente en la sujeción de las partes componentes de la máquina, tales como: soportes de piso; brazos de sujeción; acoplamiento del cepillo; sujeción de los brazos estructurales; sujeción de ruedas; verificación de fisuras en el cordón de soldadura entre placa portadora de ruedas y estructura, mediante el método de líquidos penetrantes Dy-Check y revelador; sujeción del motor mediante soportes; tensión en bandas; sujeción de poleas; sujeción de tanque de almacenamiento y bomba; así como sujeción o anclamiento de junta Jhonson.
- Conjuntamente con esta inspección, se realizó un análisis vibracional de la máquina, llegando a la conclusión de que las vibraciones producidas por los elementos en movimiento son muy pequeñas y aceptables para el uso de la máquina, ya que la mayor parte de las vibraciones es absorbida por los elementos amortiguadores empleados para tal fin.
- Se tomó lectura de las RPM de la flecha, encontrándose 400 RPM aproximadamente, lectura que se encuentra en el rango deseado de operación de la flecha.
- El análisis eléctrico consistió en verificar el buen aislamiento de los conductores, así como el voltaje y amperaje recibidos por los

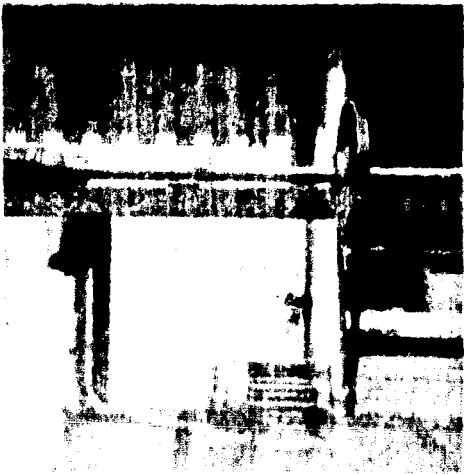
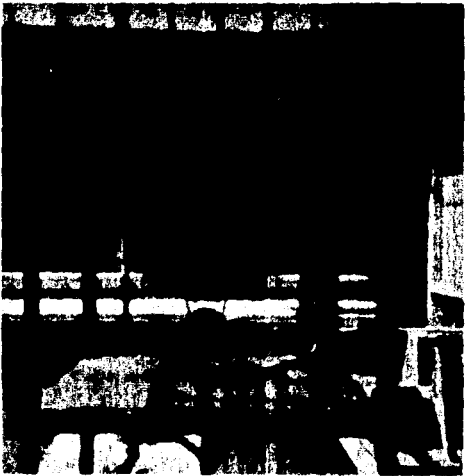
motores, quedando dentro de los rangos establecidos por el fabricante de los mismos.

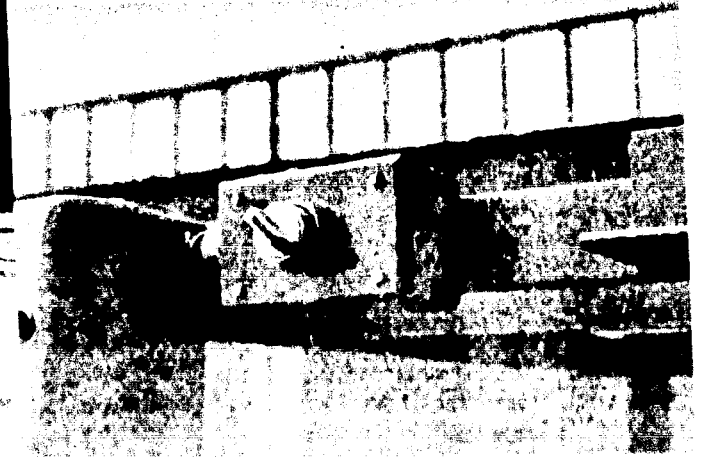
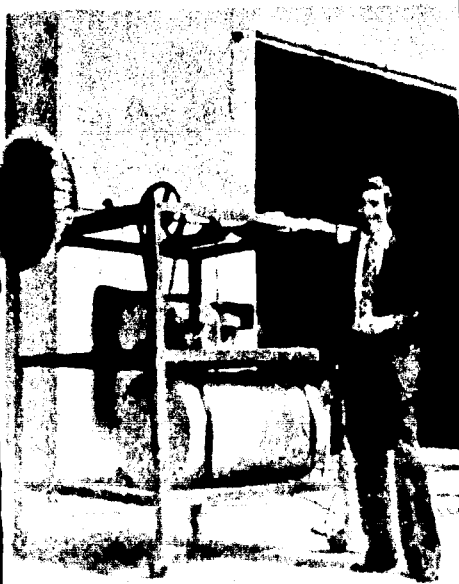
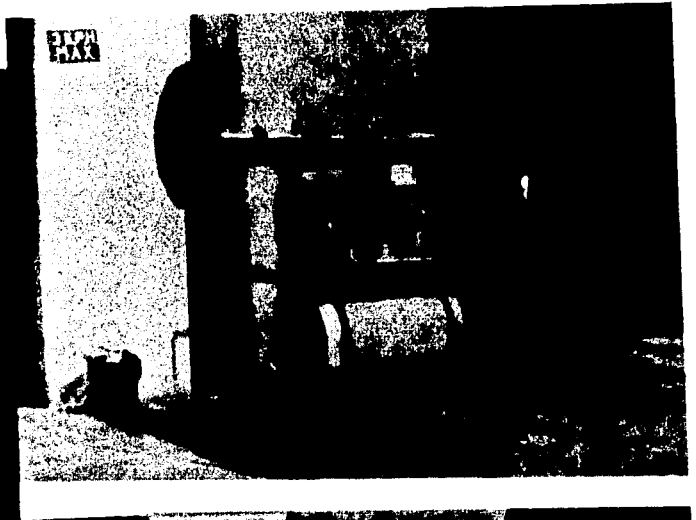
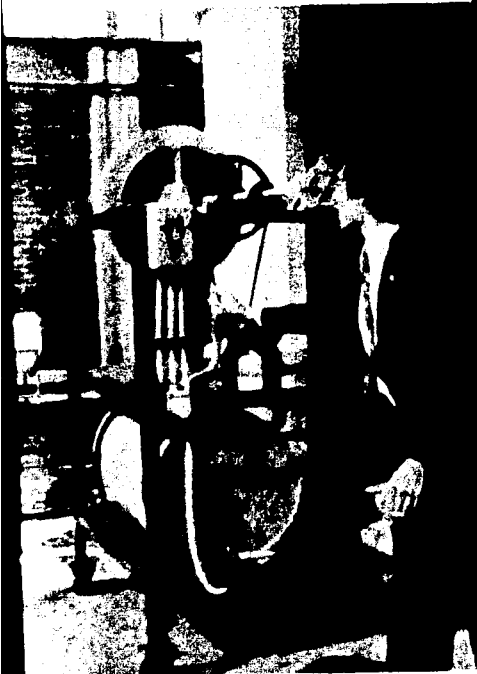
- Se verificó el sistema hidráulico, encontrando pequeñas fugas de agua que fueron corregidas inmediatamente. Se observó el radio de operación y la presión en los aspersores, obteniendo un resultado satisfactorio.
- Las pruebas de funcionamiento de la máquina dieron un resultado satisfactorio, dentro de un rango de seguridad aceptable para su uso o empleo posterior en las pruebas de lavado sobre la carrocería de los trenes.

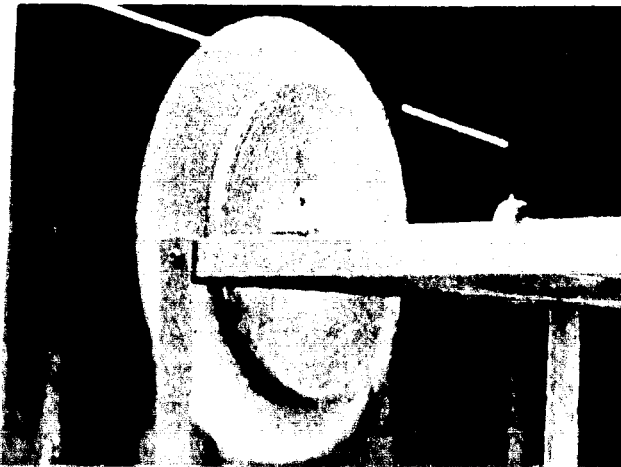
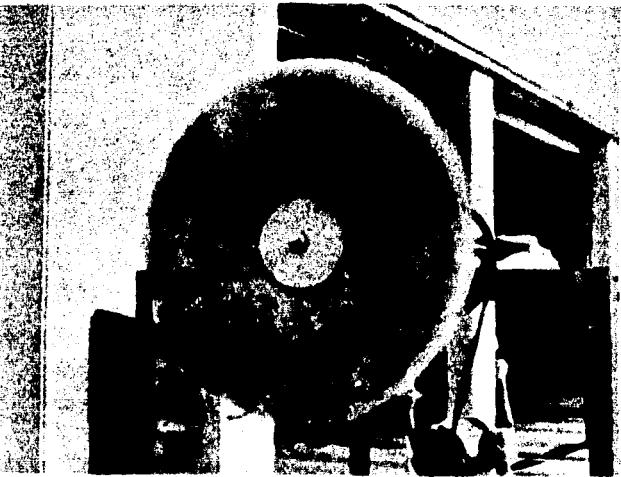
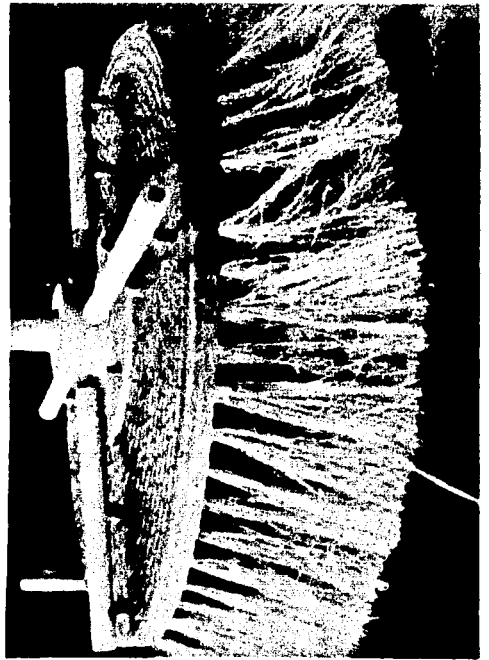
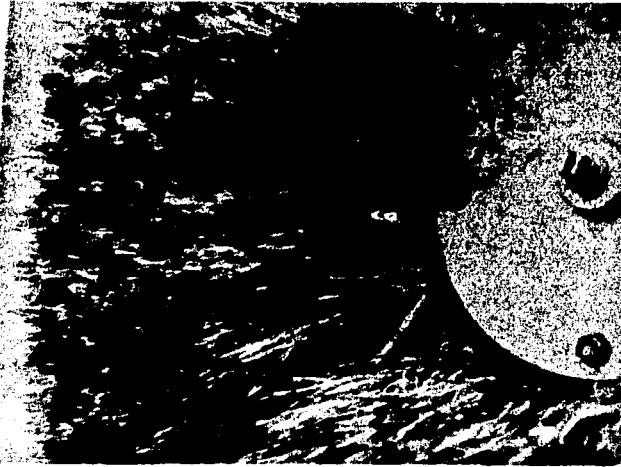
A continuación se anexan algunas fotografías que muestran una secuencia gráfica del proceso de fabricación de la máquina prototipo de lavado.

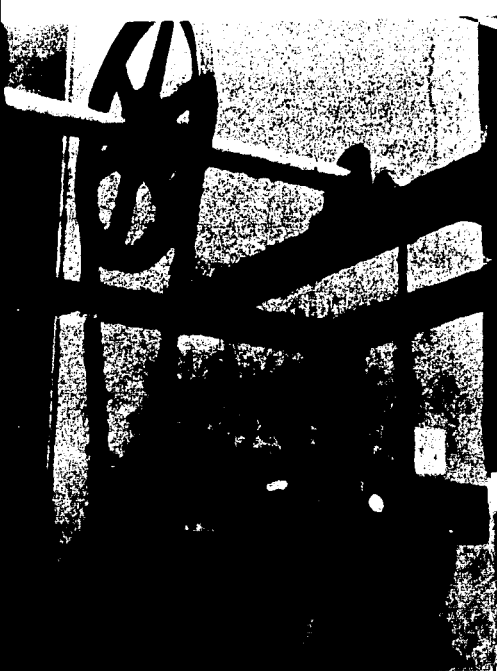


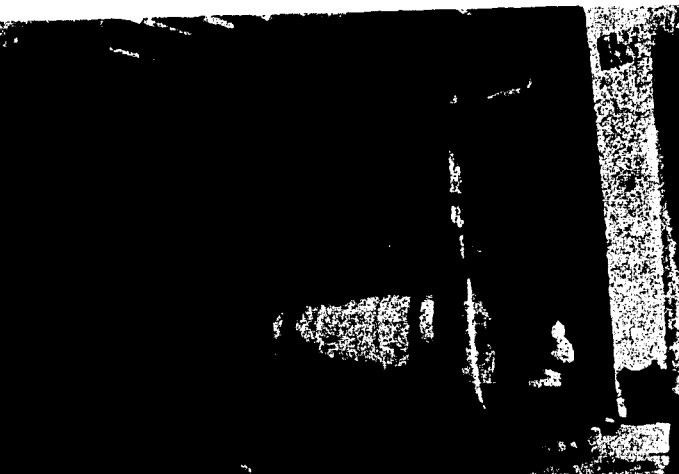




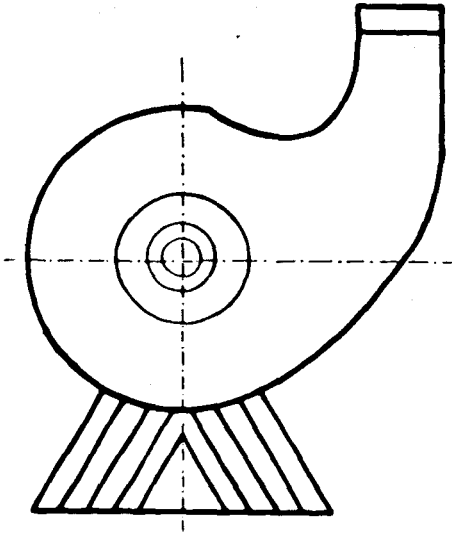








BOMBA



MARCA: JACCUZZI UNIVERSAL
SERIE D: DE UN SOLO PASO
POTENCIA: 1/2" HP
MODELO : 70H11/2"
MEDIDA DE LA DESCARGA: 1 1/2"
MEDIDA DE LA SUCCION: 2"
CAPACIDAD : 117.5 G.R.M.
CARGA DINAMICA : 76 METROS
TOTAL: 25 PIES

POLEAS

(CON BUJE)

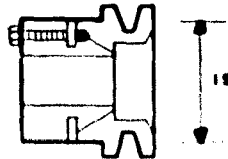
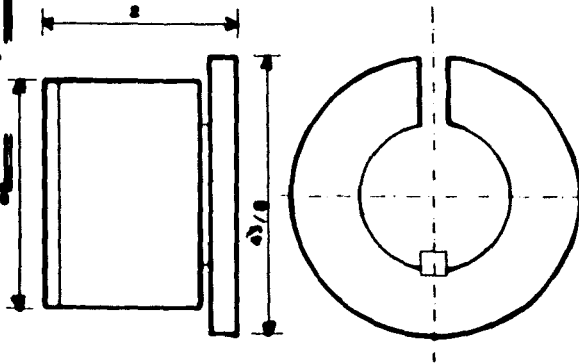
BUJE 188A ESTANDAR

TIPO W6
BARRERO MAXIMO C/STD 1 3/8"

POLEA

DIAMETRO EXTERIOR 15.75"
D-P 15-0 - 15-4
TIPO 1 UNA SOLA RAMPA

2 1/16"



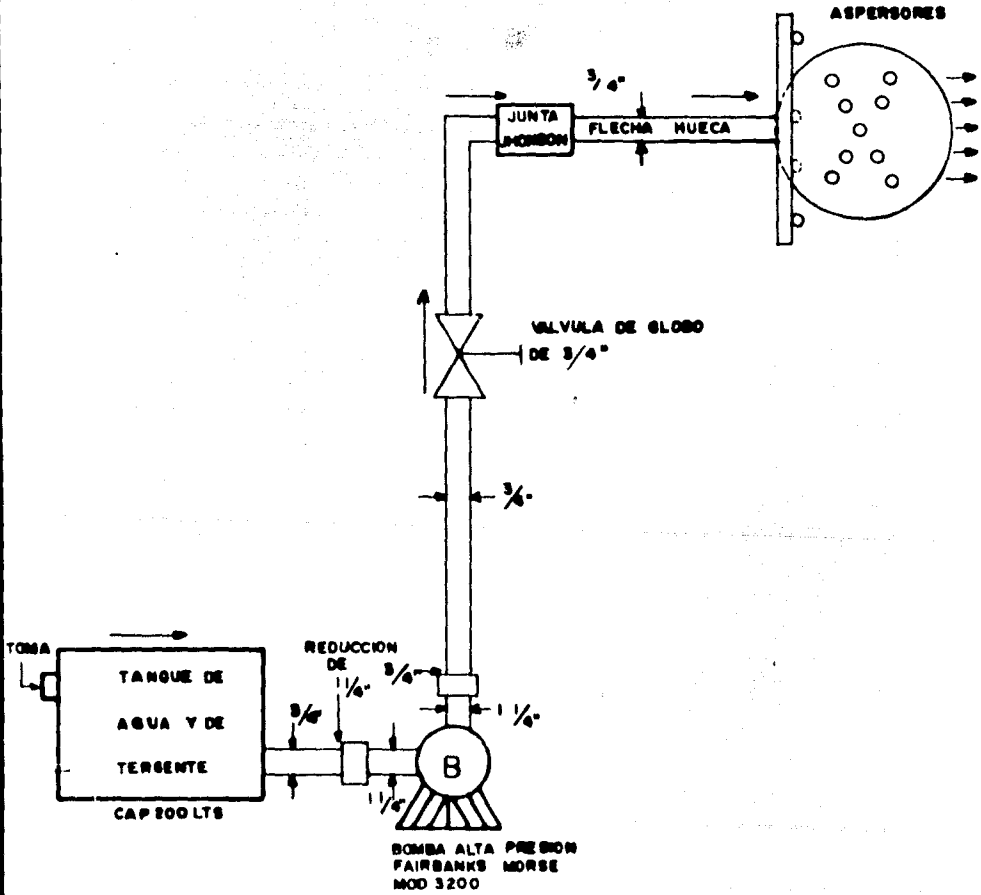
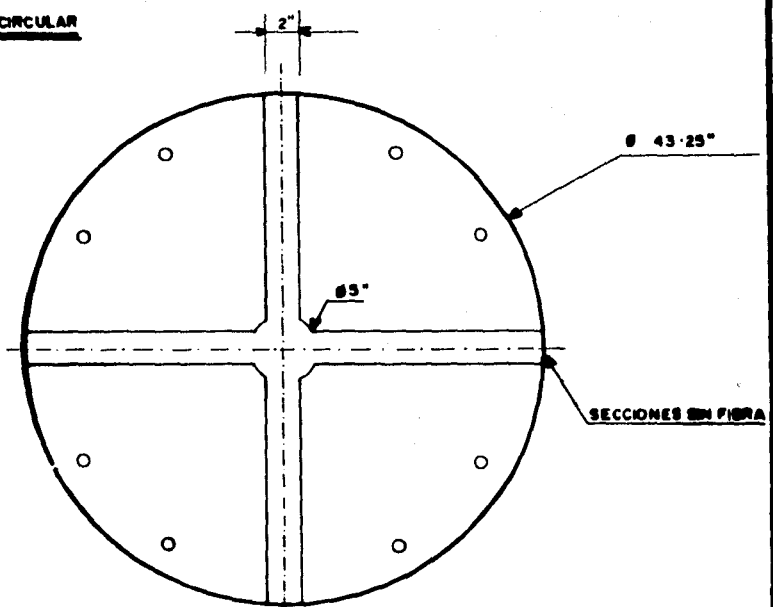


DIAGRAMA HIDRAULICO

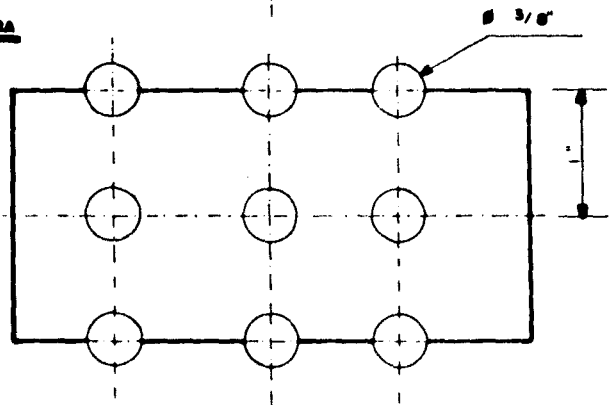
BASE DEL CEPILLO CIRCULAR

(SIN ESCALA)



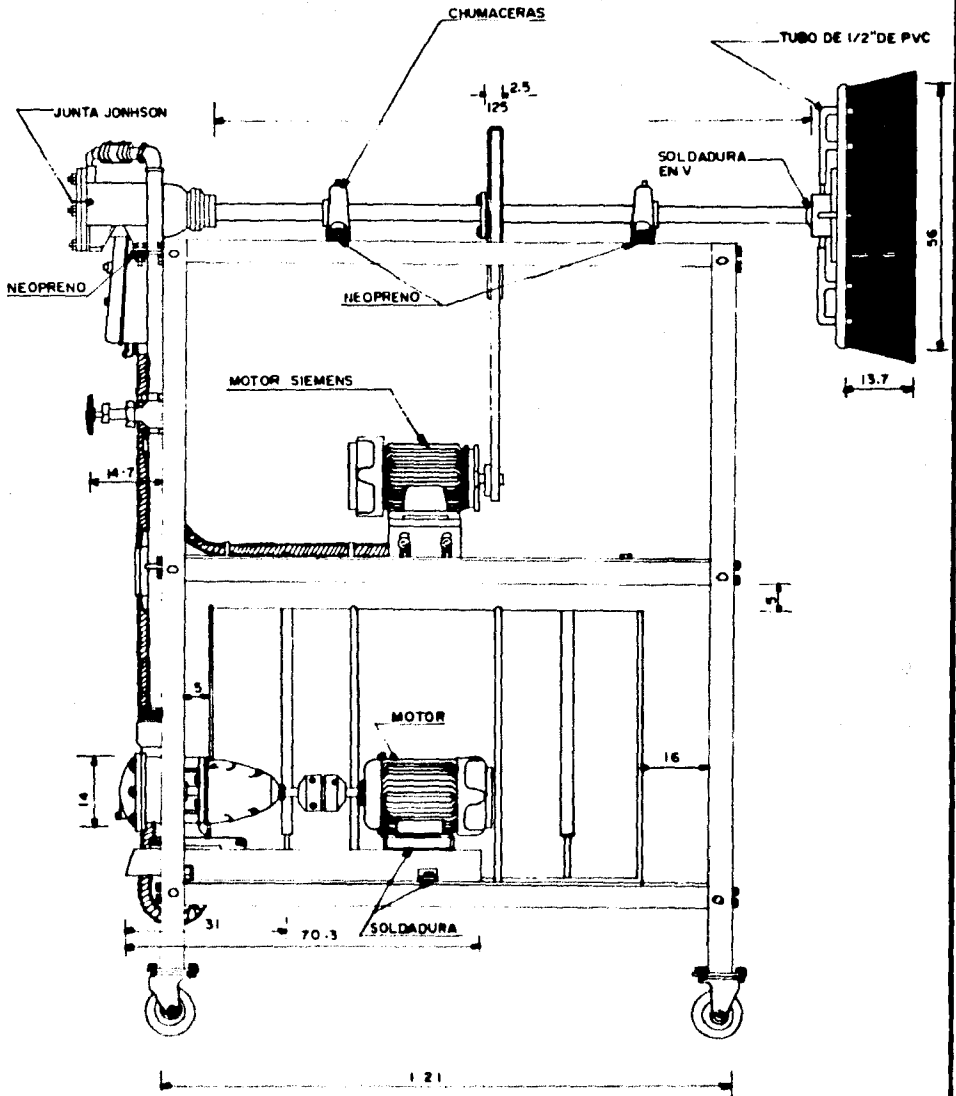
DENSIDAD DE FIBRA

ESCALA 1:1



MATERIAL DE LA BASE: TRIPLAY DE 2 1/4" DE ESPESOR
FIBRA: UNION BASSE 300, ALTURA DE TRABAJO 6"
RECUBRIMIENTO: PINTURA ANTICORROSIVO
HILO DE COSTURA: NYLON N° 25

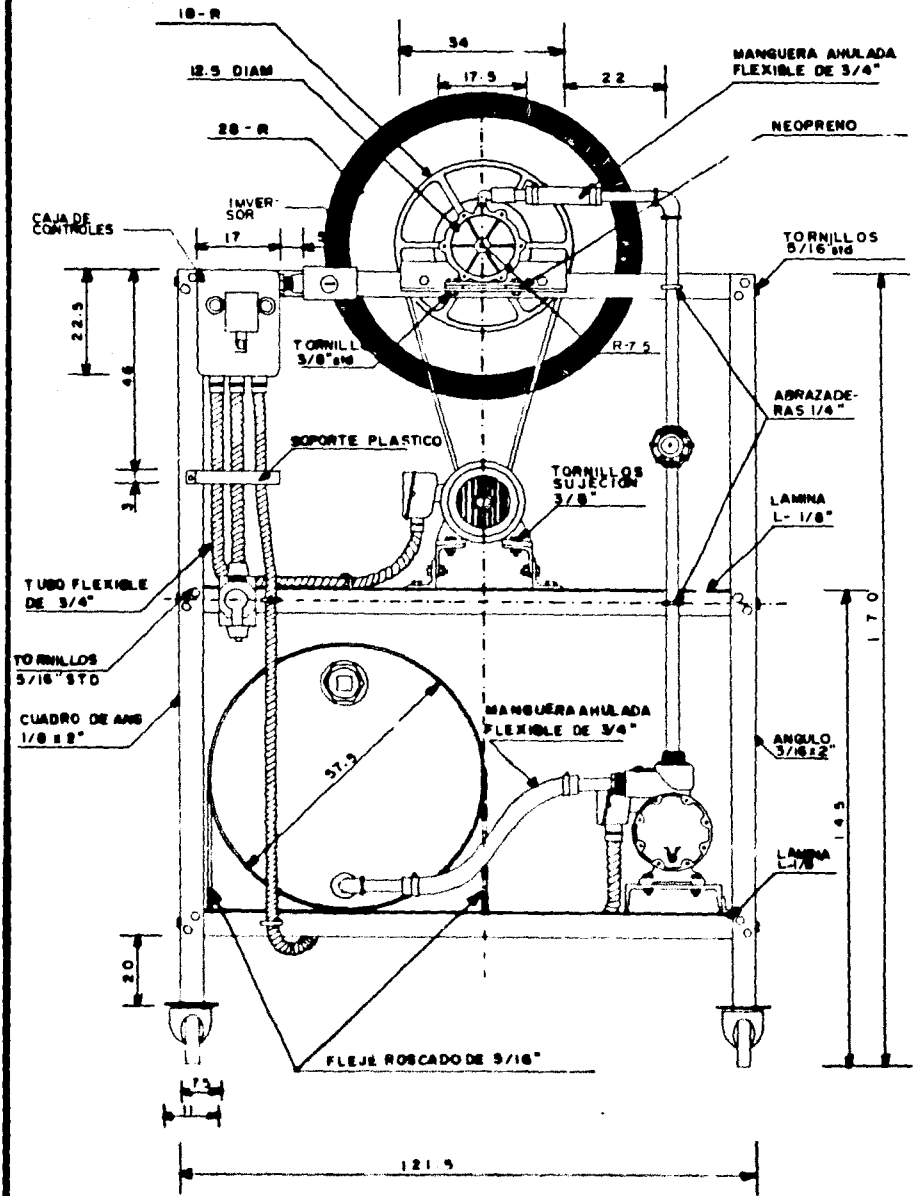
VISTA-C



| DIAMETRO DEL EJE | CHUMACERAS | RODAMIENTO | DIMENSIONES (mm) | DIAMETRO DEL EJE (mm) |
|------------------|------------|------------|------------------|-----------------------|
| 27/16 | 207-8 | 479212 207 | 25 4,65 1 | 61.9 |

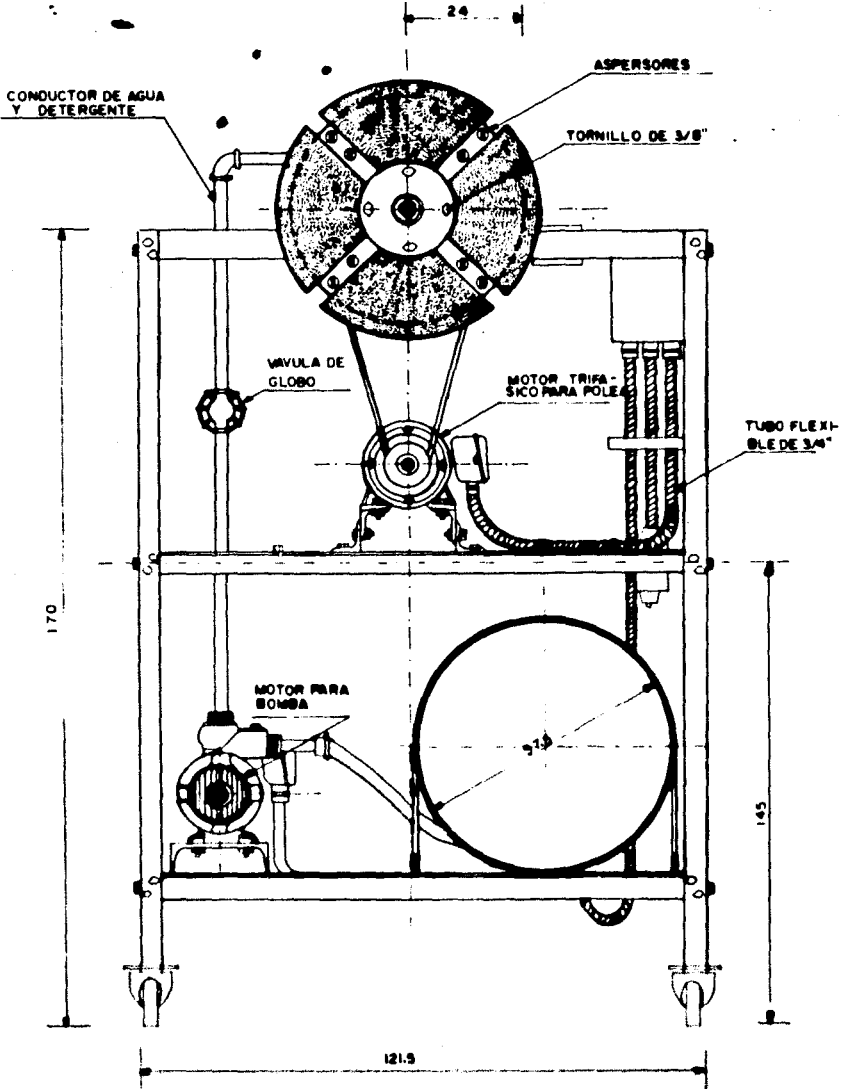
VISTA-LATERAL-D

VISTA-A



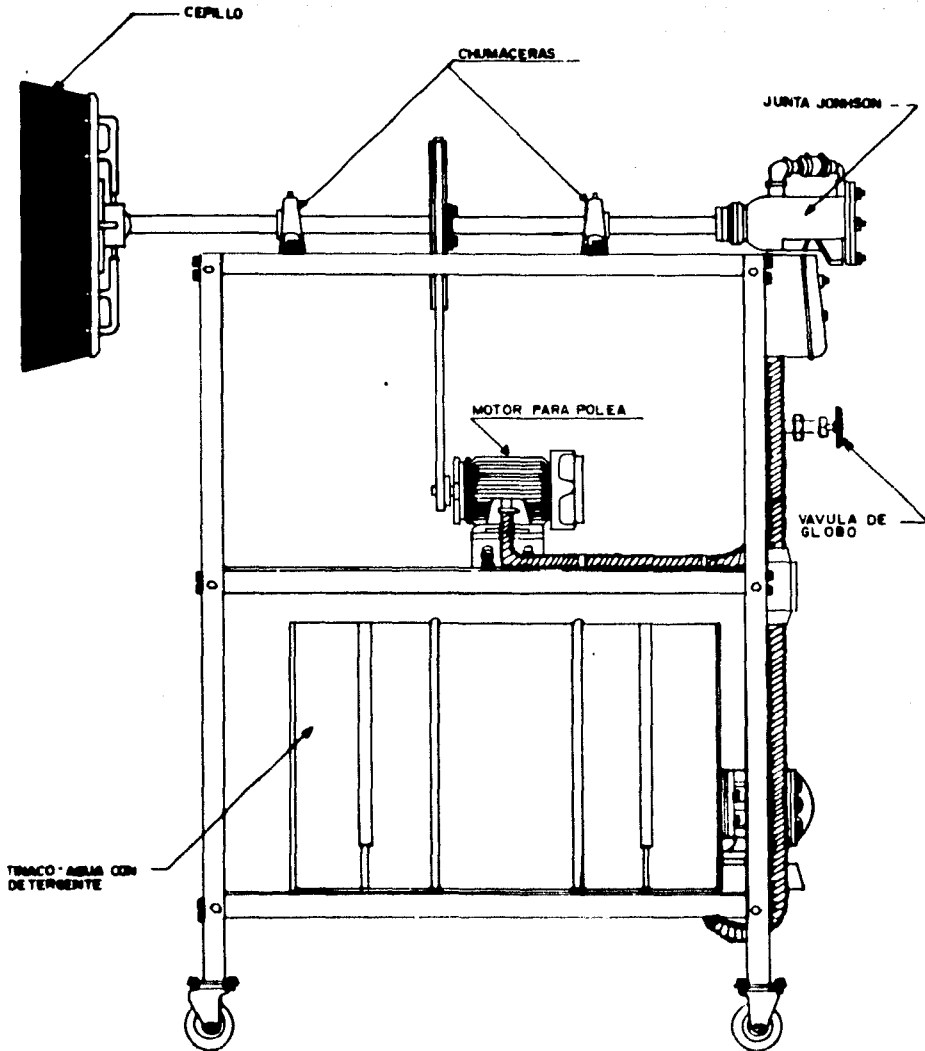
VISTA-POSTERIOR

VISTA-B



VISTA-FRONTAL

VISTA-D

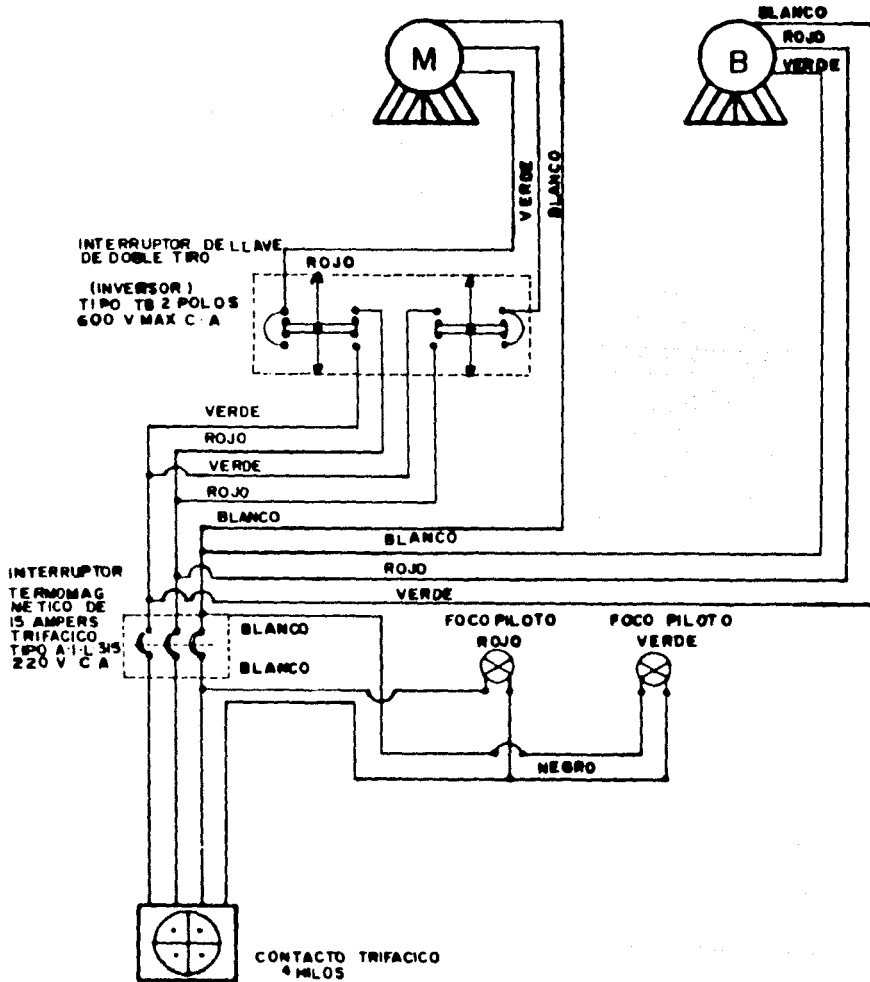


| | | | | | | | |
|--|---|----------------|---------|------------|--------------------|------------------|------------------------|
| CABA METALICA TIPO B V.C. TAM 0:119 HMMI CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TIPO A-1L 35 15 A 220 V.C.A. | BOMBAS CENTRIFUGAS MODELO 35 21-A-4" IMPULSOR E 4 BIA RPM 1750 CPS 60 | MOTOR POLEA | HP 1 | POLOS 4 | CTL-Nº 890042-6 | ARMAZON 143-T | TIPO 1LA2048-4YK-30 |
| | | MOTOR BOMBA | 2 | 4 | 890044-4 | 145-T | 1LA2045-4YK-30 |

VISTA-LATERAL-I

MOTOR SIEMENS 4 POLOS 1HP 1740 RPM
 35 AMP 220/440 VOLTS 60 HZ ARMAZON
 145T

BOMBA AP FARBEANKS MORSE MOD 32 00
 2 HP 3420 RPM 5.5 AMP 220/440 VOLTS
 ARMAZON 60 HZ 145T



CIRCUITO

ELECTRICO

CAPITULO IV

PRUEBAS DEL PROCESO MODIFICADO DE LAVADO EXTERIOR.

Para demostrar, en la práctica, que un proceso de lavado exterior de los trenes a base de solvente, vapor, detergente aplicado por los cepillos, agua caliente y cera es más eficiente que el sistema actual de lavado, fue necesario realizar algunas pruebas con ayuda de la máquina prototipo de lavado y de arcos provistos con aspersores.

En las pruebas realizadas se emplearon diferentes tipos de solventes, detergentes y ceras, con el fin de escoger un tipo específico que se adapte a las necesidades y requerimientos que se tienen para efectuar un buen lavado de la carrocería de los trenes.

1.- Análisis químico de los productos utilizados en el proceso de lavado.

Para definir la acción de cada producto aplicado en la superficie del tren, se recopilaron primeramente las fichas técnicas de los productos, las que fueron facilitadas por su fabricante; asimismo, se enviaron para su análisis químico algunas probetas conteniendo los productos al Laboratorio del S.T.C., el que realizó este estudio bajo las normas establecidas, mismas que a continuación se anexan, así como las fichas técnicas del fabricante.



LABORATORIO DE INVESTIGACION
SERVICIO Y CONTROL DE CALIDAD
RESULTADO DE SERVICIO

017/040/79.

FECHA: ENERO 12, 1979.

A: DEPARTAMENTO DE ELECTROMECANICA.

ME PERMITO INFORMARLE A UD(S) EL RESULTADO DE -
PRUEBAS REALIZADAS A(L) MUESTRAS DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA DENOMINA
DOS CLOFOSOLVENT, SOLVENTE TR, CARKLIN, FLOPKLIN, FLOORWAX.
MISMAS QUE NOS FUERON SOLICITADAS CON FECHA 6-XII-78.
SEGUN OFICIO S/N.

VER ANEXOS.

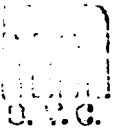
OBSERVACIONES _____

REALIZO ING. RUBEN A. MARTINEZ POIZ.
SECCION FISICO-QUIMICA.

C. C. Corredor de Ejecución,
Fiduciaria de Ejecución,
Subgerente de Ejecución,
Laboratorio de Investigación,
Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Cartago.

[Handwritten signature]
ING. BERNARDO J. ESPINOZA J.
LABORATORIO DE I. Q. C.

INSTITUTO DE INVESTIGACION, CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE PRUEBAS

NORMA 1 DE 6

FECHA 12/11/79

PRUEBA No. 280

SOLICITANTE DEPARTAMENTO DE ELECTROMECANICA.

ASUNTO: PRUEBAS A CINCO MUESTRAS DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA DENOMINADOS "CLOROSOLVENT", "SOLVENTE TR", "CARLIN", "FLOORKLIN", "FLOORWAX"

DESCRIPCION DEL MATERIAL A PRUEBA: CLOROSOLVENT LIQUIDO COLOR AMBAR, SOLVENTE TR LIQUIDO COLOR AMBAR, CARLIN LIQUIDO COLOR AMBAR, FLOORKLIN LIQUIDO DE COLOR BLANCO, FLOORWAX LIQUIDO DE COLOR BLANCO.

CONDICIONES DE LA PRUEBA: TEMPERATURA AMBIENTE 25°C, DURACION DE LA PRUEBA 28 HORAS, TEMPERATURA CÉLULA DE PRUEBA, PRESION ATMOSFERICA 585 mmHg, HUMEDAD RELATIVA 31%, FECHA 6-DIC-1979, VOLTAJE APLICADO, OTROS

DESCRIPCION DEL METODO DE PRUEBA Y EQUIPO UTILIZADO SON LOS QUE DESCRIBEN LAS NORMAS IME-DIM-003; ASTM-G-31; ASTM-D-93; ASTM-D-86; NFPA-321, LA TOXICIDAD DEL PRODUCTO SE LLEVO A CABO POR MEDIO DEL CROMATOGRFO DE GASES.

NOTAS:

PRUEBA No. 280

DATOS OBTENIDOS Y/O RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO REALIZADO AL PRODUCTO

DENOMINADO "SOLVENTE TR"

| | |
|--|-----------|
| % DE REMOCION DE MUGRE (CONCENTRADO) | 91.06 |
| ATAQUE A METALES (mgr) | 0.0 |
| TEMPERATURA DE INFLAMACION (°C) | 75 |
| NUMERO KAURI BUTANOL | 62 |
| PERDIDAS POR EVAPORACION EN 30 MINUTOS (%) | 30 |
| MATERIA NO VOLATIL A 100°C (%) | 0 |
| PUNTO DE EBULLICION | 68 |
| CLASIFICACION NF-PA-321 | CLASE III |
| TOXICIDAD DEL PRODUCTO (MCA) | 154.32 |
| - PERCLOROETILENO | 63.86 % |
| - TETRACLORURO DE CARBONO | 35.97 % |
| - ADITIVOS AMINOS | 0.17 % |

CONCLUSIONES

OBSERVACIONES LAS UNIDADES DE MCA (mgr/m^3) Y LAS SIGLAS MCA = CONCENTRACION --
MAXIMA ADMISIBLE.

REALIZO ING. HERNANDEZ GONZALEZ
 SOCIEDAD FISIQUIMICA
 INC/JAN/1978
 15/1/78

ING. HERNANDEZ GONZALEZ
 SOCIEDAD FISIQUIMICA
 INC/JAN/1978

PRUEBA No. 280

| DATOS OBTENIDOS Y/O RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO REALIZADO AL PRODUCTO DENOMINADO "CLOROSOLVENT" | |
|---|----------|
| % DE REMOCION DE MUGRE (CONCENTRADO) | 90.25 |
| ATAQUE A METALES (mgr) | 0.0 |
| TEMPERATURA DE INFLAMACION (°C) | 75 |
| NUMERO KAURI BUTANOL | 61 |
| PERDIDAS POR EVAPORACION EN 30 MINUTOS (%) | 38 |
| MATERIA NO VOLATIL A 100°C (%) | 0 |
| PUNTO DE EBULLICION | 68 |
| CLASIFICACION NF-PA-321 | CLASE II |
| TOXICIDAD DEL PRODUCTO (MCA) | 270.27 |
| - PERCLOROETILENO | 78.37 % |
| - TETRACLORURO DE CARBONO | 16.55 % |
| - ADITIVOS AMINOS | 5.08 % |

CONCLUSIONES

OBSERVACIONES

MCA = CONCENTRACION MAXIMA ADMISIBLE Y SUS UNIDADES SON mgr/m³

REALIZO ING. HENRI GARCIA GONZALEZ
 SECCION QUIMICO-ANALITICA

ING. HENRI GARCIA GONZALEZ
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES, SERVICIOS Y CONTROL DE CALIDAD

PRUEBA No. 289

DATOS OBTENIDOS Y/O RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO REALIZADO AL PRODUCTO DENOMINADO "FLOO-WAX"

| | |
|--------------------------------|-------|
| % DE SOLIDOS (ACRILATOS) | 18.27 |
| % DE HUMEDAD Y MATERIA VOLATIL | 81.73 |
| PH (POTENCIAL HIDROGENO) | 8.50 |

CONCLUSIONES

OBSERVACIONES

ESTE PRODUCTO SE SUGIERE SE EMPLEE EN FORMA CONCENTRADA.

REALIZO ING. ...
DICCION ...
HOC/JAV/...

APR 11 1974
ING. ...
LABORATORIO ...

LABORATORIO DE INVESTIGACION, SERVICIOS Y CONTROL DE CALIDAD

REGISTRO DE PRUEBAS

HOJA 5 DE 6

PRUEBA No. 280

DATOS OBTENIDOS Y/O RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO REALIZADO AL PRODUCTO

DENOMINADO "FLOOR-KLIN"

| | |
|----------------------------------|-----------|
| % DE REMOCION DE HUELO (1:20) | 92.15 |
| PH (POTENCIAL HIDROGENO) | 7.9 |
| ATAQUE A METALES Y PINTURA (mgr) | 0 |
| TEMPERATURA DE INFLAMACION (°C) | NO TIENE |
| CLASIFICACION NFPA-321 | CLASE III |
| * TOXICIDAD, | |

CONCLUSIONES

CONSERVACIONES * EN EL CASO DE LOS DETERGENTES ESTE PARAMETRO NO SE DETERMINA.

REALIZO ING. ENRIQUE BENIGNO CEDINA
COORD. FÍSICO-QUÍMICA.

ING./JAN/1987.

ING. ENRIQUE C. F. J. JOAQUÍN
LABORATORIO DE INVESTIGACION, SERVICIOS Y CONTROL DE CALIDAD

INSTITUTO DE INVESTIGACION, SERVICIOS Y CONTROL DE CALIDAD

REPORTE DE PRUEBAS

HOJA 6 DE 6

PRUEBA No. 280

DATOS OBTENIDOS Y/O RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO REALIZADO AL PRODUCTO

DENOMINADO "CAR-KLIN"

% DE REMOCION DE MUGRE (1:20) 92.05

PH (POTENCIAL HIDROGENO) 7.4

ATAQUE A METALES Y PINTURA (mgr) 0

TEMPERATURA DE INFLAMACION (°C) NO TIENE

CLASIFICACION NFPA-321 CLASE III

* TOXICIDAD

CONCLUSIONES

OBSERVACIONES

* EN EL CASO DE LOS DETERGENTES ESTE PARAMETRO NO SE DETERMINA.

REALIZO ING. ENRIQUE MORALES
SECCION DE INVESTIGACION
HOJA 6 DE 6

ING. ENRIQUE MORALES
LABORATORIO DE INVESTIGACION
I. S. Y. C. C.

1979 Ing. José. Berlanga. Jefe de departamento
117

DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

RESULTADO DE SERVICIO 083200/673/79

FECHA: 17 AGOSTO 1979



S. T. C.

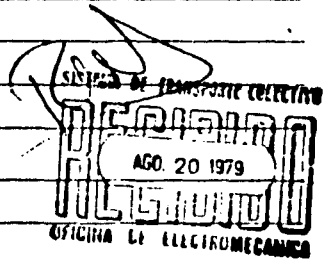
A: DEPTO. DE ELECTROMECHANICA PRUEBA: 345

ME PERMITO INFORMARLE A UD(S) EL RESULTADO DE PRUEBAS REALIZADAS A(L) PRODUCTO DE LIMPIEZA DENOMINADO "AUTO SHAMPOO".

MISMAS QUE NOS FUERON SOLICITADAS CON FECHA 9 DE AGOSTO 1979 SEGUN OFICIO S/N

VER ANEXOS

OBSERVACIONES



REALIZO: ING. JUAN A. MARTINEZ RUIZ

CC. GERENCIA DE OPERACION
SUBGERENCIA DE SERVICIO
SECCION FISICO QUIMICA
ARCHIVO
HOC:ac1. 17/08/79

P.A. Berlanga
ING. MANUEL G. BERLANGA JUAREZ
JEFE DE DEPARTAMENTO



DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

REPORTE DE PRUEBAS

HOJA 1 DE 2

S. T. C.

345

FECHA

17 08 79
DIA MES AÑO

PRUEBA No. _____

SOLICITANTE DEPTO. DE ELECTROMECHANICA

ASUNTO: ANALISIS DEL PRODUCTO DENOMINADO "AUTO SHAMPOO".

DESCRIPCION DEL MATERIAL A PRUEBA: LIQUIDO AMBARINO.

CONDICIONES DE LA PRUEBA

FECHA 15 AGOSTO 1979

Temperatura ambiente

26°C

Duración de la prueba _____

Temperatura de la cámara de prueba

Voltaje aplicado _____

Presión atmosférica

585 mmHg

Otros _____

Humedad relativa

34%

DESCRIPCION DEL METODO DE PRUEBA Y EQUIPO UTILIZADO LOS QUE DESCRIBEN LAS

NORMAS IMP -DTM- 003; IMP-DTM-005; ASTM-G-31.

NOTAS:

S.T.C.

DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

HOJA 2 DE 2

REPORTE DE PRUEBAS

PRUEBA No. 345

SOLICITANTE DEPTO. DE ELECTROMECANICA.

DATOS OBTENIDOS Y/O RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO REALIZADO AL
PRODUCTO DENOMINADO "AUTO SHAMPOO".

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| a).- MAXIMA CONCENTRACION ADMISIBLE. | 1:20 |
| b).- ATAQUE A PINTURA Y METALES. | |
| c).- REMOCION DE MUGRE. | 84% |
| d).- TOXICIDAD. | NO SE DETERMINA |
| e).- TEMPERATURA DE INFLAMACION. | " " " |
| f).- P.H. | 9.45 |
| g).- PERDIDAS POR EVAPORACION | 7.49 % |
| h).- PUNTO DE EBULLICION. | 17.53% |

INDICADO COMO "NO SE DETERMINO" ES DEBIDO A QUE EL MEDIO SOLUBLE
ES AGUA.

REALIZO: ING. MANUEL DEHESA G.
SECCION: FISICO QUINICA
HOC' ac1. 17/08/79

ING. MANUEL G. BERLAGA JUAREZ
JEFE DEL DEPTO. DE LABORATORIO

Carretera Federal de Toluca No. 4
Calle 5, D.F.
Tel: 551-82-83 y
559-0144 (Ext. 100)

Carretera Federal de los Granjes 535
Calle 5
México 10, D.F.
Tel: 551-82-83

Fabricante
Control de las

protección

- Ant...
- Ant...
- Ant...
- Carnic...
- Desengra...
- Detoxidante...
- In...

- Fosfatizantes
- Productos especiales sobre especificaciones
- Distribución en Argentina 100 y 150
- Cloruro de Mercurio
- Paracetamol
- ...



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 538 Despacho 303
México 5, D. F.

Tel: 531-50-68
250-01-44
con 3 líneas

CONFIDENCIAL

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
AT'N.:
ING. JOSE BELTRAN

"CARACTERISTICAS QUIMICAS"

1.- DEXOMET.-

Producto elaborado a base de Acido Fosfórico, sales derivadas del Acido Fosfórico, emulsificantes del tipo Poliol. Detergente del tipo Nonil Fenol Etoxilados, inhibidores a la oxidación del Tipo Amina y Agua. No es inflamable, ni tóxico.

2.- ANTICORROSIVO "0".-

Producto elaborado a partir de Asfalto Oxidado y Emulsificado con solventes de tipo nafténico y en menor grado de tipo clorado. No es inflamable, ni tóxico.

3.- REMOVEDOR DE CONTACTO.-

Producto elaborado a base de Cloruro de Metileno como ingrediente activo, ceras, alcoholes. Detergente del tipo Dodecil Benceno, Glicoothers, Metil Celulosa y Agua. No es inflamable, ni tóxico.



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 538 Despacho 303

México S. D. F.

Tel: 531-59-60
250-01-44
con 3 líneas

.2

4.- THINNER T.U.-

Producto elaborado a base de cetonas, naftas alifáticas, hidrocarburos aromáticos, ésteres, alcoholes, glicóetheres y glicóesteres. No contiene Benceno, ni Methanol.

5.- SOLVENTE TR.-

Producto elaborado a base de solventes clorados de muy baja toxicidad como (el Cloruro de Metileno), inhibidores de tipo Aminado y emulsificante de tipo Nonil Fenol. No es inflamable.

Toxicidad permitible: 450 ppm
Por volúmen de aire se considera nó tóxico.

6.- CLOROSOLVENT.-

Solvente de seguridad, de baja volatilidad, elaborado con solventes clorados no inflamables de baja toxicidad -- como (Cloruro de Metileno), naftas alifáticas e inhibidores contra la corrosión. No es inflamable, ni tóxico.

7.- SOLVENTE DIELECTRICO-400.-

Elaborado con solventes nafténicos y clorados, nó tóxicos de alto punto de ebullición. Constantes dieléctricas elevadas para proteger circuitos eléctricos, contiene inhibidores a la corrosión.



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 338 Despacho 393

México S. D. E.

Tel: 5 31-59-68
2 50-01-44
con 3 líneas

.3

8.- FLOOR-KLIN.-

Detergente elaborado con bases Nonil Fenol, Dodecil-benzensulfonato y jabones naturales biodegradables.

Contiene solventes desengrasantes del tipo Glicoether, emulsificantes, antiespumantes y Agua. No es tóxico.

9.- CAR-KLIN (Shampoo).-

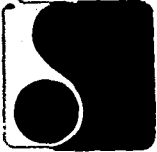
Elaborado a base de amidas, aminos, sulfato laurílicos y agua. Colorante ambar, no tóxico.

10.- SOLV-WAX.-

Cera pulimento elaborada con ceras vegetales y minerales. Solvente nafténico, abrasivo blando de tipo Talco, no afecta la pintura.

11.- CARBO-SOLV.-

Producto elaborado a base de mezcla de Acidos Cre silicos de baja concentración, solventes alifáticos de alto punto de ebullición e inhibidores a la corrosión. Olor característico. No inflamable, ni tóxico.



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 338 Despacho 303
México 3, D. F.

Tel: 531-59-68
950-01-44
con 3 líneas

México, D.F., 30 de octubre de 1978.

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
DELICIAS #67 6º PISO-PCC
MEXICO 1, D.F.

AT'N. ING. MIGUEL A. ZAVALA
DEPTO. DE ELECTROMECANICO

Muy señores nuestros:

De acuerdo con las pruebas que se efectuaron en su Estación de Servicio Taxqueña, con los productos de limpieza que a continuación se mencionan y según sus deseos, nos permitimos presentar la siguiente información:

Productos probados:

- Clorosolvent-E
- Floor-Klin
- Car-Wax
- Car-Klin

Composición aproximada (CONFIDENCIAL):

Clorosolvent-E .-

Solvente de seguridad, de baja volatilidad, elaborado con solventes clorados no inflamables, de baja toxicidad como (Cloruro de Metileno), naftas alifáticas e inhibidores contra la corrosión. No es inflamable, ni tóxico; emulsificable en agua.



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 938 Despacho 303
Mexico 9, D. F.

Tel: 531-59-68
950-01-44
con 3 líneas

.2

PH :

Dilución recomendada : 1 a 10 hasta 1 a 20

Floor-Klin.-

Detergente elaborado con bases Nonilfenol, Dodecil--
bencen Sulfonato y jabones naturales biodegradables.
Contiene solventes desengrasantes del tipo Glicóether, emulsifi-
cantes, antiespumantes y agua. No es tóxico.

PH : 8.0

Dilución recomendada : 1 a 20 hasta 1 a 30

Car-Wax.-

Cera líquida que no hace espuma, a base de emulsiones -
acrílicas, ceras de polietileno y resinas endurecedoras y abri--
llantadoras a base de silicones.

PH : 10.0

Dilución recomendada : 1 a 20 hasta 1 a 30

Car-Klin.- (Sampoo)

Detergente elaborado a base de amidas, aminas,
sulfato laurílico y agua. Colorante ambar 100% miscible en agua,
no tóxico.

PH : 5.0

Diluciones recomendadas: 1 a 20 hasta 1 a 50



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Memero No. 938 Despacho 303
México 9, D. F.

Tel: 5 31 - 59 - 08
2 50 - 01 - 44
con 3 líneas

.3

PRECAUCIONES DE USO.-

Clorosolvent-E:

Es bastante fuerte si se usa directo; puede deshidratar la piel en caso de contacto prolongado produciendo rese--
quedad en la misma, inconveniente que se corrige con la aplica--
ción de vaselina blanca. Si se usa diluido no presenta ésta ca--
racterística; en caso de caer en la vista ya sea directo ó dilu--
ido, lavar con abundante agua y ver al médico.

Floor Klin.-

Directo provoca un poco de sequedad en la piel. --
Diluido no presenta ningún inconveniente.

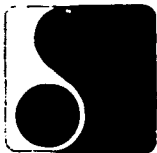
Car-Wax.-

No presenta ninguna molestia; ni directo, ni diluido

Car-Klin.-

No presenta molestias ó inconvenientes; ni directo, ni diluido.

| | |
|--------------|---|
| I.- Producto | CLOROSOLVENT-E |
| Presentación | Tambores de 250 kgs. (envase incluido) |
| Precio | \$23.70/KG. Neto |



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 538 Despacho 303
Mexico 5, D. F.

Tel: 531-59-08
850-01-44
con 3 lineas

.4

II.- Producto FLOOR-KLIN
Presentación Tambor de 200 lts.
(envase incluido)
Precio \$ 15.45/lit. Neto


III.- Producto CAR-KLIN
Presentación Tambor de 200 lts.
(envase incluido)
Precio \$ 23.70/lit. Neto

IV.- Producto CAR-WAX
Presentación Tambor de 200 lts.
(envase incluido)
Precio \$ 46.35/lit. Neto

Los precios son: L.A.B. D.F.
Formas de pago 2% de desc. por p.p. ó
30 días Neto
Tiempo de entrega Dos ó tres días después
de recibir su orden de
envío ó según sus progra
mas de entregas.

Esperando servirles como ustedes lo merecen, quedamos como
sus Attos. y Ss. Ss.

A T E N T A M E N T E .


ING. LUCIO PLATA PAVON
DEPTO. DE VENTAS



SOLVENTES Y DERIVADOS, S. A.

Numero No. 938 Despacho 303
Mexico S. D. F.

Tel: 531-59-08
950-01-44
con 3 líneas

México D.F., 7 de noviembre de 1978.

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
LÍNEAS # 67 60. FISO - FCC
MEXICO 1, D.F.

MR. ING. MIGUEL A. GAVIÑA
DEPTO. DE ELECTROMECANICO

Muy señores nuestros:

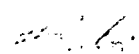
Como consecuencia de nuestra plática, motivada por nuestra - carta de fecha 30 del mes próximo pasado, en que les proporcionamos características y precios de los productos, en ella mencionados, les informamos por la presente, que estamos en posibilidades de darles los siguientes descuentos:

| Producto | Precio cotizado anteriormente | Precio descontado |
|------------------|-------------------------------|---------------------|
| Clorosolvent - E | \$ 23.70 Kg. Neto | \$ 16.00 Kg. Neto |
| Floor- Klin | 15.45 litro. Neto | \$ 10.50 litro Neto |
| Car-Wax | 46.35 litro. Neto | \$ 40.00 litro Neto |

Estamos fijando estos precios al mínimo posible, por una parte, dado el alto volumen de que hemos hablado, y por otra, siempre que se nos permita continuar con las pruebas de materiales para mantenimiento.

Sin más por el momento, y esperando que esta reconsideración de precios, se de su agrado, nos repetimos sus Attos y c.b.

A T E N T A M E N T E .


ING. MIGUEL A. GAVIÑA
DIRECTOR GENERAL

Como se puede observar, los productos empleados en las pruebas de lavado no atacan la pintura ni los metales y son en algunos casos, de baja toxicidad, dando como resultado que se puedan emplear sin riesgo para los trabajadores o para que sufra deterioro la pintura del tren.

2.- Realización de pruebas del proceso de lavado

Tanto las dos primeras pruebas del proceso de lavado mediante solvente, vapor, detergente, agua caliente y cera, como las subsiguientes pruebas, se llevaron a cabo en la vía de lavado del Taller de Mantenimiento Menor Tasqueña del S.T.C. Se anexan a continuación los reportes de dichas pruebas.

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
Organismo Público Descentralizado

DELICIAS 67 Tel. 521-96-20

México 1, D. F.

REPORTE DE LA PRUEBA DE LAVADO DE TRENES REALIZADA EN EL
TALLER DE MANTENIMIENTO TASQUEÑA.

La prueba fué realizada con el fin de saber la eficiencia del proceso de lavado de trenes mediante la - aplicación sucesiva de solvente, vapor húmedo, detergente y finalmente una solución de cera líquida a base de silicón, en la carrocería del tren.

La secuencia de los pasos seguidos en esta - - prueba son los siguientes:

1. Aplicación directa de solvente diluído en agua (1 a 5 partes de solvente en agua).
2. Aplicación de vapor por medio del tubo de salida de - una máquina generadora de vapor marca Clayton.
3. Aplicación conjunta de agua y detergente (solución 1- a 10 partes de detergente en agua) mediante un cepillo de mango largo provisto de aspersores.
4. Aplicación directa de cera líquida diluída en agua ca liente, mediante un generador de vapor marca Clayton- (solución 1 a 5 partes de cera en agua).

Los solventes, detergentes y ceras utilizados- fueron proporcionados por "Solventes y Derivados, S.A." y son los siguientes:

Cloro Solvent emulsificado.

Solvente TB Emulsificado.

Floor Klin.

Floor Wax

Car Klin.



SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
Organismo Público Descentralizado

DELICIAS 67 Tel. 521-86-20

México 1, D. F.

El Cloro Solvent se utilizó como solvente en solución de 1 a 5 partes de Cloro Solvent en agua, para quitar mediante su aplicación directa cohesión de la grasa y mugre en la pintura.

El resultado fué satisfactorio pero se vió la posibilidad de tenerlo con mayor grado de concentración y por consiguiente, acción sobre la pintura.

El proveedor se comprometió a proporcionar a la mayor brevedad posible el solvente más concentrado.

Floor Klin se utilizó como detergente en solución de 1 a 10 partes de Floor Klin en agua, y fué aplicado mediante un cepillo provisto con aspersores y con inyección del líquido, dando buenos resultados.

Floor Wax se utilizó como cera líquida aplicada en caliente con una solución de 1 a 5 partes de cera en agua y fué aplicada en la superficie del tren mediante la tubería de salida de la máquina generadora de vapor marca Clayton, dando buenos resultados como cera protectora y abrillantadora de la pintura.

Los demás tipos de solventes y detergentes empleados han sido rechazados dado su bajo nivel de eficiencia en este proceso.

Para la realización de esta prueba se contó con la eficiente labor de los señores:

| | |
|------------------|----------------------|
| RAUL SANDOVAL | SOBRESTANTE |
| DONACIANO MUT H. | MEC. ELECTRICISTA I |
| JORGE SEGURA C. | MEC. ELECTRICISTA I. |

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
Organismo Público Descentralizado

DELICIAS 67 Tel. 521-86-20

México 1, D. F.

que laboramos desde las 11:00 hasta las 14:30 horas en la realización de la prueba.

Asimismo, se contó con la asistencia y asesoramiento del Ing. Luis E. Vasco Sánchez, Jefe del Taller de Mantenimiento Tasqueña, el equipo de lavado del mismo y el Ing. Plata, representante del proveedor de los detergentes empleados "Solventes y Derivados, S.A.".

A T E N T A M E N T E .



ING. M.A. ZAVALA ROBLES.
ASESOR INSTALACIONES MECANICAS

25/SEPTIEMBRE/78

MAZR'log.

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
Organismo Público Descentralizado

DELICIAS 67 Tel. 521-96-20
México 1, D. F.

México, D. F., a

DE: ING. MIGUEL A. ZAVALA R.

A : ING. FEDERICO HERNANDEZ GARCIA

ASUNTO: Segunda prueba de lavado de -
trenes.

Siendo las 10:30 am. del 26 de octubre del año en curso, y estando en la vía 6 del Taller de Mantenimiento Tasqueña, se realizó la segunda prueba de lavado exterior de trenes, teniendo para ello al tren 63-66 de la línea dos.

La prueba fué realizada en el costado izquierdo del remolque R 3011, teniendo como pasos de la misma los siguientes:

1.- Aplicación directa de solvente TR concentrado diluido en agua con una solución de 1 a 10 partes de solvente en agua.

Para ello se utilizó una armazón metálica provista con aspersores y con inyección conjunta de aire y solvente. Al efecto del solvente TR sobre la superficie del tren se dejó durante 30 segundos, dando como resultado que se quitó casi en su totalidad la cohesión de capa de grasa, carbón, polvo y mugre sobre la superficie del tren.

Cabe hacer notar que en la primera prueba realizada sobre la carrocería del tren se usó un solvente con menor grado de concentración dando bajos resultados, por cuyo motivo se contempló la necesidad de usar un solvente más concentrado con mayor grado de penetración en la capa de mugre a remover.

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
Organismo Público Descentralizado

DELICIAS 67 Tel. 521-86-20
México 1, D. F.

...2

- 2.- Aplicación directa de vapor mediante una máquina generadora de vapor mca. Clayton.
- 3.- Aplicación de detergente mediante un cepillo de mango largo con alimentación interna de agua con detergente Floor-Klin en solución de 1 a 10 partes de detergente en agua.
- 4.- Enjuague con agua mediante manguera.
- 5.- Aplicación directa de cera en caliente proveniente de una máquina generadora de vapor marca Clayton previamente preparada con una solución de cera Floor-Wax y agua (1 a 10).

La aplicación de la cera en caliente se hace con el fin de que la cera adquiera mayor cohesión con la pintura del tren, protegiéndola, dando brillo y tapando los intersticios dejados por la mugre quitada.

Después de haber realizado esta prueba se sacaron las siguientes conclusiones:

El proceso tiene un alto grado de eficiencia ya que la carrocería después de haber sido sometida a este proceso de lavado queda limpia seca y protegida contra la intemperie.

También se debe hacer notar que el tipo de solventes, detergente y cera utilizada mca. "Solventes y Derivados, S. A." tienen un alto grado de eficiencia en este proceso para lo cual se recomienda su uso.

...3

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
Organismo Público Descentralizado

DELICIAS 67 Tel. 521-86-20
México 1, D. F.

..3

Para la realización de la prueba fué necesaria la valiosa y eficiente colaboración de los señores:

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Jorge Segura Cedillo | Mec. Electricista "I" |
| Leonardo Cruz Pacheco | Mec. Electricista "G" |

Así como la asesoría del Ing. Plata, representante de la Compañía "Solventes y Derivados, S. A.".

A T E N T A M E N T E


ING. MIGUEL ANGEL ZAVALA ROBLES
ASESOR TECNICO DE INST. MECANICAS

c.c.p. Depto. Electromecánica Op.
Archivo.

mng.

Del contexto de los reportes, se deriva que en las dos primeras pruebas de lavado no se tenía todavía fabricada la máquina prototipo de lavado y sus accesorios, por lo que se realizaron bajo un proceso en el que no se contaba con equipo que ayudara a obtener resultados óptimos.

La tercera prueba de lavado fue realizada el 6 de junio del presente año. Para entonces se contaba ya con la máquina prototipo de lavado, dando por ello resultados de mucho mejor calidad y más veraces que las pruebas anteriores.

En esta prueba se aplicaron los siguientes productos:

- Solvente TR Emulsificado
- Vapor Húmedo
- Car Klin
- Agua caliente
- Floor Wax

Todos los productos químicos fueron aplicados a la superficie del tren con una solución de 1 parte de producto por 20 partes de agua, dando un buen resultado, aunque no el esperado.

La cuarta prueba de lavado se realizó el 2 de julio del propio año en la que se emplearon los siguientes productos en una solución de 1 a 10:

- Cloro solvent
- Vapor
- Floor Klin
- Agua caliente

- Floor Wax

En esta prueba se obtuvo un mejor resultado que en las precedentes, sin llegar al punto deseado.

La solución empleada de los productos, como se ha dicho, fue de una parte del producto por 10 partes de agua, dando resultados satisfactorios, pero en contraposición de un buen resultado económico, ya que se comprobó que de esta forma resultaría más costoso el lavado de cada tren.

En la quinta prueba, fueron aplicados sobre la superficie del tren los mismos productos usados en la prueba anterior, pero en un grado de mayor concentración que el dado por el fabricante de los productos, obteniendo para una solución de 1 a 20, muy buenos resultados.

Esta prueba fue realizada el 4 de julio y en ella se pudo observar que el producto denominado Floor Klin, usado como detergente, el cual se aplicó mediante el cepillo de la máquina prototipo de lavado, era en la remoción de mugre del tren, de una eficiencia que podría ser mejorada. Por tal motivo, se solicitó al fabricante otro tipo de detergente con un mayor grado de eficiencia.

En la sexta prueba de lavado efectuada el 18 de julio, se utilizó únicamente la máquina prototipo de lavado sin los accesorios (arcos), con el fin de realizar una prueba del producto denominado auto-Sahmpoo, con el cual se obtuvo una gran eficiencia en el lavado, al ser aplicado sobre la superficie del tren mediante el cepillo circular de la máquina; dando después un enjuague con agua a la superficie lava-

da y obteniendo una limpieza total, con un grado de brillantez considerado muy bueno.

El producto denominado Auto-Shampoo, está compuesto por detergentes y ceras a base de silicon, por lo que resulta de gran utilidad.

La septima y ultima prueba de lavado, fue llevada a cabo el 10 de agosto, empleandose para ello los siguientes productos:

- Solvente TR emulsificado
- Vapor
- Auto-Shampoo
- Agua caliente
- Floor Wax

Esta prueba arrojó los mejores resultados obtenidos, ya que la superficie lavada mediante este proceso, complementado por la máquina prototipo de lavado con el cepillo circular de cerdas de fibra tipo Union Basin, quedó limpia, seca y brillante.

3. - Conclusiones.

Después de haber realizado las pruebas del proceso modificado de lavado exterior de los trenes, se ha llegado a la conclusión de que este nuevo proceso cumple con los requerimientos necesarios para hacer que el sistema de lavado sea lo suficientemente eficaz, rápido y económico, dando como resultado que los trenes tengan una imagen muy buena cuando estén en servicio.

Como ya se mencionó, el S.T.C. requiere de un lavado por máquina de 8 trenes al día, cosa que actualmente no se logra debido a que los trenes se lavan manualmente, obteniendo a lo sumo 4 trenes por vía de lavado diariamente.

Modificar las máquinas existentes y planear las que en un futuro no lejano se tendrán que utilizar en los talleres de las ampliaciones, es un proceso que se tiene que adoptar, tomando en cuenta el anterior proyecto de modificación del sistema de lavado. De no ser así el S.T.C. soportaría, como hasta ahora, una pérdida considerable tanto en lo económico como en su prestigio como servicio público urbano.

Uno de los objetivos fundamentales de la modificación del sistema de lavado, es mexicanizar el equipo existente y utilizar los elementos que produzca la industria mexicana, para evitar con ello una fuga de divisas al extranjero. Otro objetivo no menos importante es proporcionar trabajo a empresas nacionales que son capaces de realizar la construcción de todos y cada uno de los elementos integran-

tes de las máquinas de lavado.

Otro factor que se lograría es el de facilitar la adquisición de las refacciones para las máquinas, evitando la importación de las mismas y la tardanza que provocan siempre los mecanismos para lograr su importación.

CAPITULO V

Estudio Económico Comparativo.

Un análisis económico del presente proyecto de modificación del proceso de lavado de trenes, es necesario para determinar los costos que se tuvieron en la realización del proyecto así como los costos derivados de la modificación, mantenimiento y operación de la actual máquina de lavado.

El estudio económico comparativo se basa propiamente en los costos de mantenimiento y operación, considerando el de la modificación como un costo que se amortizaría a 10 años.

Para evaluar los costos del presente proyecto, se tomaron en cuenta solamente los costos de construcción de la máquina prototipo de lavado, en la que aun cuando la mayor parte de las piezas usadas en su fabricación fueron materiales en existencia en el S. T. C., algunos elementos fueron fabricados o bien, adquiridos por su diseño especial, dando lugar a un costo.

Los materiales como solventes, detergentes y ceras, fueron facilitados por los proveedores sin costo alguno para el S.T.C. con lo que el Organismo obtuvo un gran ahorro.

A) Costos de fabricación de la máquina prototipo de lavado.

El proceso de fabricación de la máquina prototipo tuvo una duración de 40 días, comprendidos en el período del 29 de marzo al 7 de mayo del presente año.

Tomando en cuenta las labores desarrolladas por dos trabaja-

dores técnicos del S.T.C., el costo de la mano de obra (horas hombre-máquina) empleada en la fabricación de la máquina prototipo de lavado y de sus accesorios (arcos de vapor, solvente y cera) asciende a - - \$29,360.00 en total. Esta cifra no comprende el factor de sobresueldos y prestaciones (0.7 o 70%), en virtud de que los trabajadores realizaron conjuntamente con sus labores cotidianas la fabricación de la máquina prototipo, no empleando todo su tiempo en esta última labor.

El costo de los materiales empleados, así como el del equipo utilizado en la construcción de la máquina prototipo suman un total de \$11,765.00

Sumando los costos anteriores, el costo total de la máquina prototipo de lavado es de \$41,125.00.

B) Costos de mantenimiento y operación de la máquina actual de lavado.

La actual máquina de lavado exterior de trenes, requiere de un mantenimiento periódico que permite mantenerla en funciones para efectuar su cometido.

El mantenimiento periódico va desde un mantenimiento predictivo hasta uno correctivo.

Después de 11 años de servicio los mantenimientos que se realizan a esta máquina van aumentando, es decir, van siendo cada vez más minuciosos, provocando que los costos de mantenimiento vayan en aumento y la eficiencia total de máquina vaya decreciendo debido al desgaste natural de las piezas, las que en ocasiones no son de fácil adquisición por ser material de importación.

Para evaluar el costo de mantenimiento de la actual máquina

de lavado, nos hemos basado en el mantenimiento efectuado en el período comprendido entre los meses de junio a julio de 1979.

Los trabajos realizados en la máquina comprendieron, desde la labor de engrasar las partes articuladas, hasta el recambio de algunas piezas como: cepillos, baleros, flechas, aspersores, bandas, etc.

El costo total de este mantenimiento, tomando en cuenta el costo de la mano de obra y los materiales empleados, ascendió a la cantidad de \$87,500.00, cifra que es muy representativa de su elevado costo de mantenimiento.

Dentro del costo de operación de la máquina, debe tomarse en cuenta el de la mano de obra que es empleada para complementar la acción de la máquina de lavado sobre los trenes, ya que se ha tenido la necesidad de emplear 9 trabajadores que complementan manualmente, con cepillos de mango largo, la acción de la citada máquina, por lo que el costo de operación ha aumentado de manera considerable, tanto por la mano de obra empleada en el lavado de los trenes, como por la cantidad reducida de trenes que logran lavarse mediante este proceso. Normalmente se realizan los trabajos de lavado sólo a 4 trenes diarios por máquina, con un consumo aproximado de agua y detergentes que representan las siguientes cifras:

Solución agua-detergente. (5 partes de agua por una de detergente).

Tanque: capacidad 800 lts. solución agua-detergente.

Gasto por tren: 100 lts.

De lo anterior se desprende que 16.61 lts./tren son de detergente y 83.4 lts./tren son de agua.

El consumo de agua en el enjuague asciende a 500 lts./tren y el tiempo aproximado de lavado es de 7 min./tren en la máquina, los que sumados a los 90 min./tren que son empleados por los trabajadores que complementan su acción sobre el tren, nos da un total de 97 min./tren.

El costo de los materiales empleados en el proceso actual de lavado es de \$322.00 por tren y el costo de la mano de obra complementaria es de \$879.75 por tren (considerando el factor de sobresueldos y prestaciones de los trabajadores), lo que sumado nos da un total de \$1,201.75 por lavado de cada tren.

C) Costos de operación de la máquina modificada.

Disponer de la máquina modificada de lavado de tal forma que el proceso de lavado sea el que se ha descrito en este trabajo, representa el ahorro de 8 trabajadores de los 9 que actualmente complementan la acción de la máquina, dejando un sólo operador, asimismo un ahorro considerable en los costos de mantenimiento.

A continuación se anexan los consumos de la máquina lavadora de trenes modificada :

CONSUMOS DE LA MAQUINA LAVADORA DE TRENES MODIFICADA.SOLUCION AGUA-SOLVENTE (20 a 1)

| | |
|---------------------------------|---------------|
| No. de aspersores | 8 |
| Gasto por aspersor | 1.52 Lt/min. |
| Tiempo de lavado | 4.35 min. |
| Gasto de solución agua-solvente | 57.89 Lt/tren |
| Gasto de solvente | 2.64 Lt/tren |
| Precio por litro de solvente | \$ 16.00 |
| Precio total consumo por tren | \$ 42.24 |

SOLUCION AGUA-DETERGENTE. (30 a 1)

| | |
|---------------------------------|----------------|
| No. de aspersores | 12 + 20 = 32 |
| Gasto por aspersor | 1.52 Lt/min |
| Tiempo de lavado | 4.35 min. |
| Gasto solución agua-detergente | 211.58 Lt/tren |
| Precio por litro de detergente | \$ 10.50 Lt |
| Precio total consumo detergente | \$ 74.025 |

SOLUCION AGUA- CERA (30 a 1)

| | |
|---|---------------|
| No. de aspersores | 8 |
| Gasto por aspersor | 1.52 Lt/min. |
| Tiempo de lavado | 4.35 min. |
| Gasto de solución agua-cera | 52.89 Lt/tren |
| Gasto de cera | 1.76 Lt/tren |
| Precio por litro de cera | \$ 40.00 |
| Precio total consumo de cera | \$ 70.4 |
| Precio total de solventes usados por tren | \$ 186.665 |

Consumo total de agua en el lavado de cada tren.

| | | | |
|---|---------------|---------|-------------|
| | 305.91 | Lt/tren | en solución |
| + | 300.00 | Lt/tren | en enjuague |
| | <u>350.00</u> | Lt/tren | vapor |

955.91 Lt/tren

Aproximadamente 1 m^3

El costo total de los productos empleados mediante el proceso modificado de lavado, así como el costo de la mano de obra empleada en el lavado de cada tren, nos da un total de \$223.548, tomando en consideración que la máquina modificada es capaz de cumplir con el programa de lavado de trenes que comprende 8 trenes lavados diariamente.

CONCLUSIONES.

El Sistema de Transporte Colectivo METRO, es el medio de transporte masivo urbano de la Ciudad de México. Transporta más de dos millones y medio de personas diariamente, por lo que es un servicio esencial para la gran urbe. Su buen funcionamiento y buena presencia, son factores de suma importancia, ya que de ellos depende su utilidad.

La buena presencia de los trenes se basa, fundamentalmente, en la limpieza tanto interna como externa que presenten. El proceso modificado de la limpieza externa es el tema fundamental de esta tesis.

Actualmente los trenes son lavados por máquinas lavadoras que se encuentran ubicadas en las vías de lavado de cada uno de los dos Talleres de Mantenimiento con que cuenta el Sistema de Transporte Colectivo. Dichas máquinas han demostrado muy poca eficiencia. Su funcionamiento se basa en la acción de un detergente aplicado por arcos provistos de aspersores y 5 cepillos cilíndricos de cerdas nylon.

Debido a la baja eficiencia de estas máquinas, el Sistema de Transporte Colectivo ha tenido necesidad de complementar el lavado automático con la mano de obra de nueve trabajadores por vía de lavado, quienes con cepillos de mango largo, agua y detergente terminan el lavado de las carrocerías de los trenes, en

forma manual.

Esta situación ha provocado que los programas de lavado exterior de trenes no se cumplan satisfactoriamente, ya que en dichos programas se contempla el lavado diario de 8 trenes por máquina, es decir, el total de carros lavados diariamente debería ser de 16, siendo actualmente únicamente de 8. De ello ha derivado el incremento considerable del costo de lavado por tren, que asciende a \$1,201.75 por unidad.

El proceso modificado que se propone tiene las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia en el lavado
- Menor costo por tren lavado. (Su costo ascendería únicamente a \$223.548).
- Menor cantidad de mano de obra empleada. Lo que también contribuye a abatir el costo.
- Mayor capacidad de lavados diarios por máquina.
- Aumento en la durabilidad de la capa de pintura de los trenes.

El proceso modificado de lavado exterior de trenes se probó mediante una máquina prototipo que fue diseñada y fabricada por el autor de esta tesis, con el fin de conocer la eficiencia de un cepillo circular de cerdas naturales, alimentado internamente por una solución de agua y detergente que se aplica a la superficie del tren a través de aspersores repartidos uniformemente en la base del cepillo cuando éste está actuando sobre dicha superficie.

Esta modificación, así como la adaptación de arcos pro-

vistos de aspersores, forman parte de los pasos de lavado modificado que consiste en:

- Aplicación de solvente diluido en agua, sobre la carrocería del tren, por medio de un arco provisto de aspersores, que permite quitarle cohesión con la pintura a la capa formada por grasa, carbón y mugre.
- Vapor, aplicado de igual manera, que hace que la capa ya sin cohesión con la pintura adquiera una consistencia pastosa y sea de fácil remoción por los cepillos.
- Detergente aplicado por los aspersores de que van provistos los cepillos, cuando éstos actúan sobre la carrocería del tren.
- Agua caliente aplicada de igual forma que el solvente, que enjuaga los productos empleados y la mugre, permitiendo que éstos escurran libremente de la superficie del tren.
- Cera líquida a base de silicones, diluida en agua, que deja una capa plástica protectora de la superficie pintada del tren, cubriendo los intersticios libres dejados por la capa de mugre, grasa y carbón que antes los ocupaban.

DE LO QUE SE CONCLUYE:

- I. Mediante este proceso se obtiene que el tren salga de la vía de lavado limpio, seco, brillante, protegido en su pintura y con una buena presencia.
- II. Este proceso proporciona un mayor número de trenes limpios en servicio, en virtud de que aumenta la capacidad de lavados

diarios por máquina, incrementando la eficiencia en el lavado y disminuyendo el costo de la mano de obra empleada, ya que no será necesario más que un sólo trabajador para su operación.

- III. El costo total del lavado por tren, con este proceso, asciende a \$223.548, obteniéndose un ahorro por tren de \$978.202.
- IV. El ahorro que se obtendría, sabiendo que el Programa Anual de Lavado Exterior de Trenes contempla el lavado diario de 16 - trenes actualmente, sería aproximadamente de \$4'069,320.30 anuales. A lo que se podrá agregar el ahorro que se tendrá por el mismo motivo en los otros talleres del S.T.C. que se inaugurarán próximamente.
- V. El costo de la modificación de cada máquina de lavado, puede recuperarse rápidamente a través del ahorro que se obtendrá en el programa anual de lavado exterior de trenes, amortizando la máquina a los 10 años de servicio.
- VI. Esta modificación permitirá fabricar en México máquinas de lavado que se adapten a las necesidades de la industria del país, considerando no sólo los actuales y los nuevos Talleres que tendrá el S.T.C. y donde habrán también vías de lavado de trenes, sino la gran cantidad de vehículos como los autotransportes urbanos y de carga que requieren de lavado automatizado perfecto y que obtendrán las mismas ventajas que el Sistema de -

Transporte Colectivo si adoptan el proceso modificado de lavado.

- VII. Esta modificación permitirá, asimismo, mexicanizar el equipo existente y utilizar los elementos que produce la industria mexicana, para evitar fuga de divisas al extranjero.**
- VIII. Proporcionará trabajo a empresas nacionales que son capaces de construir todos y cada uno de los elementos integrantes de la máquina de lavado.**
- IX. Facilitará la adquisición de refacciones para las máquinas de lavado, evitando su importación y la tardanza que provocan siempre los mecanismos para lograrlo.**

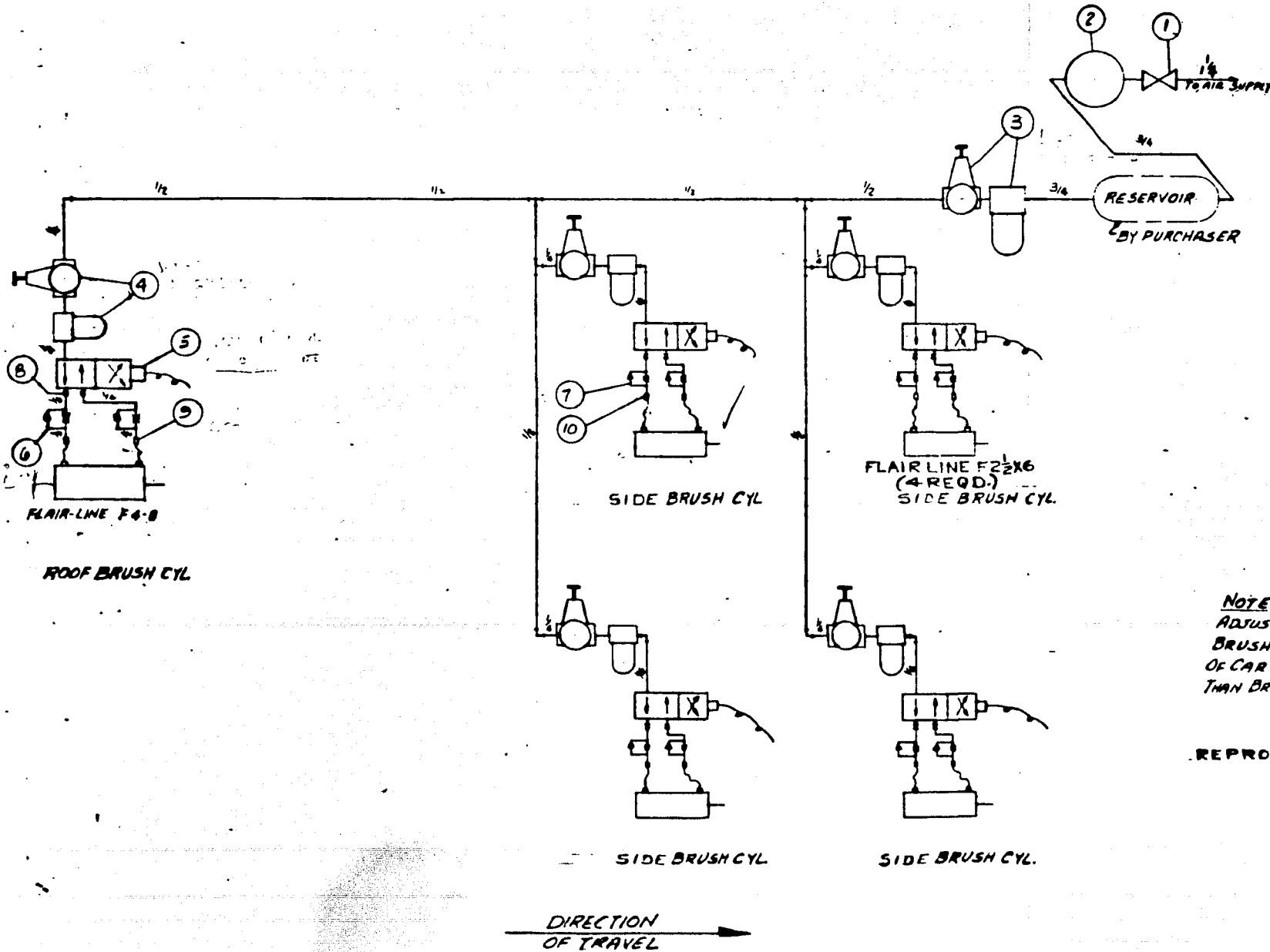
BIBLIOGRAFIA.

- | | |
|---|----------------------------------|
| Diseño de máquinas Ed. Mc. Graw Hill 1974 | Hall, Holowenko, Laughlin |
| Resistencia de materiales Ed. Mc. Graw Hill 1977 | William A. Nash |
| Machine Design | Black & Adams |
| Mecánica para Ingenieros Tomos I y II Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. 1975 | T. C. Huang |
| Handbook of Chemistry and Physics Ed. Chemical Rubber Publishing Co. 1944 | Charles D. Hodgman, M.S. |
| Manual de Aceros de Fabricación Nacional Ed. Offset, S.A. 1973 | Aceros Fortuna |
| Informe Anual de Actividades del S.T.C. METRO 1978 | S.T.C. METRO |
| Manual de la Máquina Lavadora del S.T. C. METRO 1969 | Whiting Corporation |
| Manual para motores de C.A. 1978 | Siemens |
| Manual para bombas centrífugas 1978 | Jacuzzi |
| Manual de Poleas con buje 1976 | IBSA |

Manual de Mangueras y conexiones Aeroquip
1979

Manual de Equipos y accesorios Squerdi
eléctricos
1978

Manual de Baleros o Chumaceras L.K.S.
1977



| ITEM | NO REQ'D | DESCRIPTION |
|------|----------|--|
| 1 | 1 | 1 1/4" CUT OFF COCK W/REG. #35570 |
| 2 | 1 | ANTIFREEZER MARCA #510333 |
| 3 | 1 | SCHRAMMER 1/2 NPT REG., FILTER COMB. 1/2 NPT MOD. 34414 FILTER 1/2 NPT MOD. 34416 REGULATOR W/GAUGE |
| 4 | 5 | SCHRAMMER 1/4 NPT REG., LUBRICATOR COMB. 1/4 NPT MOD. 34414 REG. W/GAUGE 1/4 NPT MOD. 34422 LUBRICATOR |
| 5 | 5 | VERSA 4 WAY AIR VALVE MODEL #ASG-4822-BI-70 SINGLE SOLENOID, SPRING RETURN |
| 6 | 2 | JACO FLOW CONTROL VALVE MODEL AV-1321-4 1/2 NPT PORTS |
| 7 | 8 | JACO FLOW CONTROL VALVE MODEL AV-1321-2 1/4 NPT PORTS |
| 8 | 10 | 1/4 BRASS GLOBE VALVE CAME #1 |
| 9 | 2 | 1/2 PIPE COUPLING |
| 10 | 8 | 1/4 PIPE COUPLING |

NOTE
 ADJUST AIR PRESSURE TO SUIT
 BRUSHES ROTATING AGAINST TRAVEL
 OF CAR WILL REQUIRE GREATER PRESSURE
 THAN BRUSHES ROTATING WITH TRAVEL

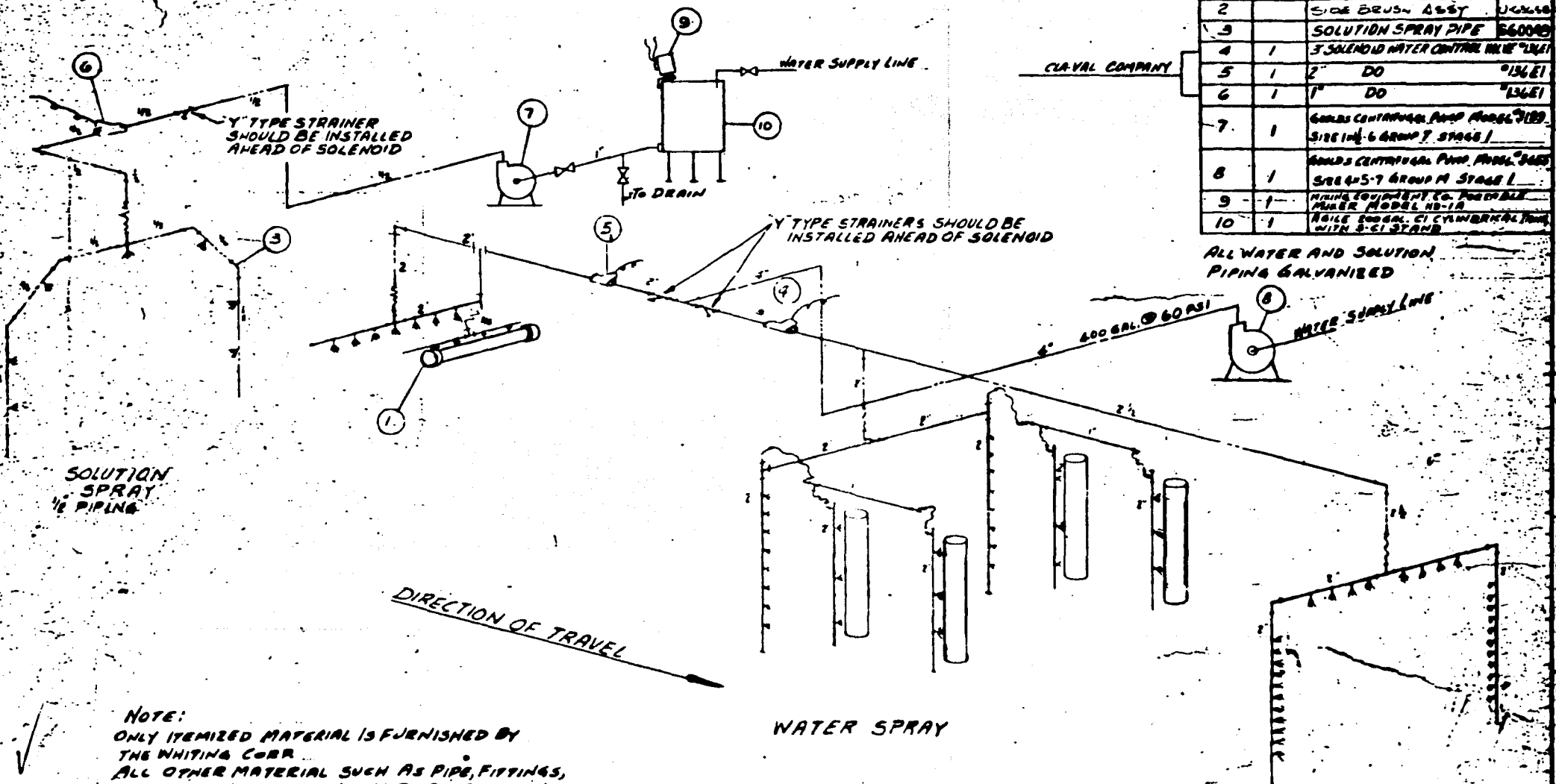
REPRODUCED FROM T43497

GEN'L ARRGT U-63587
 FOUNDATION U-63352

SHOW ALL DIMENSIONS - USE THE CORRECT
 ALL DIMENSIONS SHOWN TO THREE DEC
 ALL DIMENSIONS SHALL BE UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

| | |
|---|---|
| 14-16-70 | THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF THE DRAWING ORGANIZATION AND IS NOT TO BE REPRODUCED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE DRAWING ORGANIZATION. THIS DRAWING IS SUBJECT TO RECALL. |
| WHITING CORPORATION | |
| TITLE SCHEMATIC AIR LINE DIAGRAM FOR CAR WASHER | |
| DATE | SCALE |
| APPROVED | CHK |
| BY | 1-50912 |

0160S L



| ITEM | NO. REQ'D | DESCRIPTION | QTY. REQ'D |
|------|-----------|---|------------|
| 1 | | ROOF BRUSH ASS'Y | 1 EACH |
| 2 | | SIDE BRUSH ASS'Y | 1 EACH |
| 3 | | SOLUTION SPRAY PIPE | 560000 |
| 4 | 1 | 3 SOLENOID WATER CONTROL VALVE | 1341 |
| 5 | 1 | 2" DO | 136E1 |
| 6 | 1 | 1" DO | 136E1 |
| 7 | 1 | 600 GAL CENTRIFUGAL PUMP MODEL 7119, SIZE 1 1/2" GROUP 7 STAGE 1 | |
| 8 | 1 | 600 GAL CENTRIFUGAL PUMP MODEL 7119, SIZE 1 1/2" GROUP 7 STAGE 1 | |
| 9 | 1 | WELLS EQUIPMENT CO. PORTABLE HOSE REEL MODEL 1111 | |
| 10 | 1 | WELLS EQUIPMENT CO. PORTABLE HOSE REEL MODEL 1111 WITH 5-61 STAGE | |

ALL WATER AND SOLUTION PIPING GALVANIZED

NOTE:
 ONLY ITEMIZED MATERIAL IS FURNISHED BY THE WHITING CORP.
 ALL OTHER MATERIAL SUCH AS PIPE, FITTINGS, VALVES, COCKS AND WIRING TO BE FURNISHED BY PURCHASER.
 DRAINAGE SHOULD BE PROVIDED IN PIPE LINES

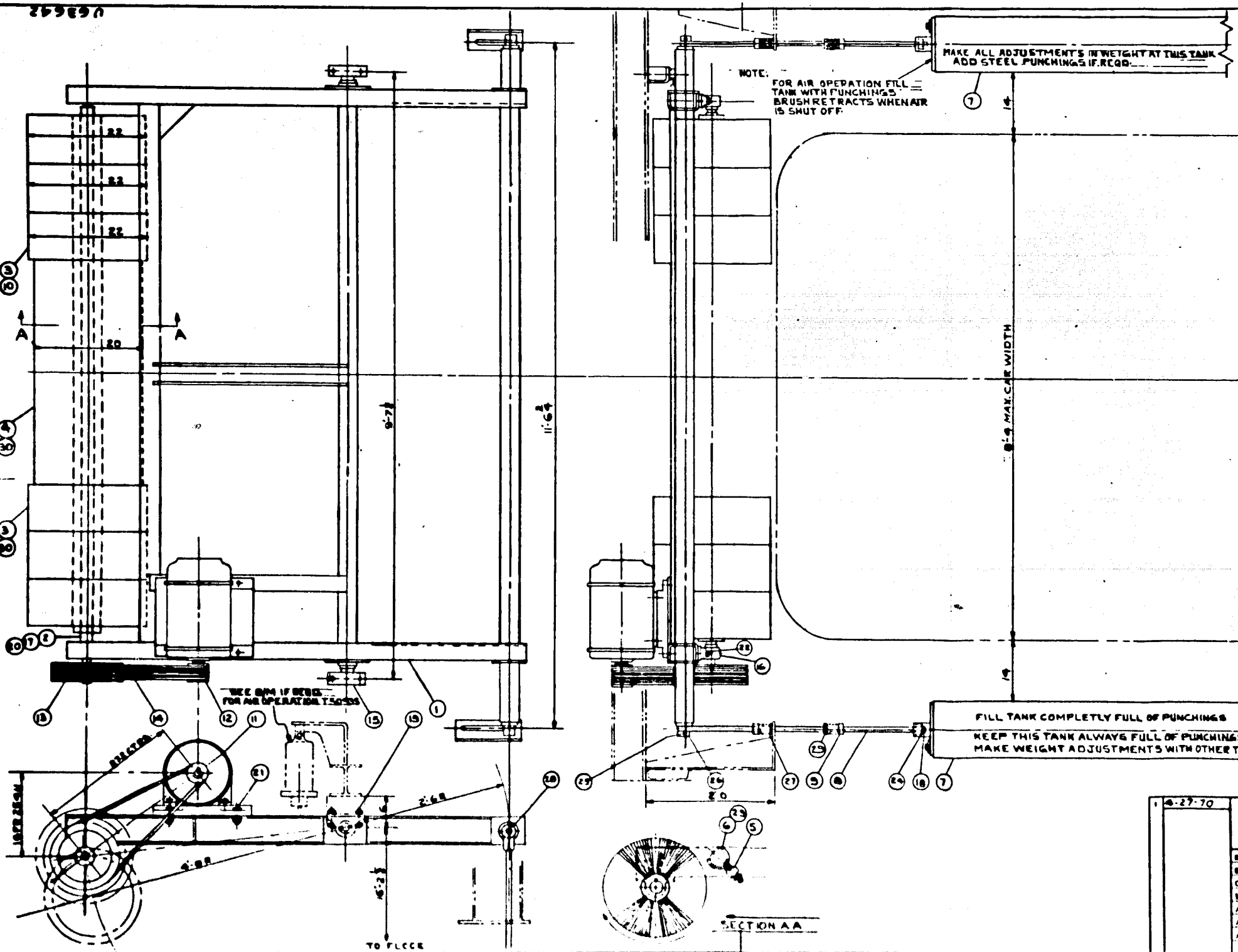
INSTALLATION INSTRUCTIONS FOR CLAYTON VALVES SEE R25518 DRAIN ALL PIPING

GENL ARRGT. U-65587 FOUNDATION U-65552

REPRODUCED FROM T48410

| | |
|---------|----------------------------------|
| 4-16-70 | WHITING CORPORATION |
| | SCHEMATIC WATER SOLUTION DIAGRAM |
| | 11-50910 |

U63642



| ITEM | QTY | DESCRIPTION | REF |
|------|-----|--|--------|
| 1 | 1 | ROOF BRUSH FRAME | U63641 |
| 2 | 1 | 3/4 DIA BRUSH SHAFT | U62835 |
| 3 | 5 | 1/4 X 3/16 DIMENSIONAL LOCK W/ALUMINUM BRKT | |
| 4 | 6 | BRZ 60 | |
| 5 | 1 | SPRAY PIPE ASSEMBLY | U65672 |
| 6 | 4 | PIPE CLAMPS | R22635 |
| 7 | 2 | BALLAST TANK ASSEM. | U63588 |
| 8 | 2 | BALLAST HANGER | U63488 |
| 9 | 4 | SET COLLAR 1/2 BORE | U63442 |
| 10 | 2 | 225-ACEND ADAPTOR ASSY | U63488 |
| 11 | 1 | 3HP MOTOR 1200 RPM FK2540 WITH SLIDE RAIL BASE | |
| 12 | 1 | 1/2 X 3/8 X 1/2 BRUSH KEY | |
| 13 | 1 | 1/2 X 3/8 X 1/2 BRUSH KEY | |
| 14 | 5 | 5/8 S5 MATCHED BELTS | U63442 |
| 15 | 2 | 1/2 B ROLLER BRG-P2-413 1/2 BORE | |
| 16 | 2 | 1/2 B ROLLER BRG-P2-413 1/2 BORE | |
| 17 | 1 | 1/2 X 3 LG KEY | |
| 18 | 2 | 1/2 X 2 COTTER | |
| 19 | 4 | 1/2 X 2 BOLT, NUT & LW | |
| 20 | 2 | 1/2 X 3/8-3/4 BRUSH KEY | |
| 21 | 4 | 1/2 X 2 B-N-ELW | |
| 22 | 4 | 1/2 X 3/8 B-N-ELW | |
| 23 | 2 | 1/2 X 1/2 B-N-ELW | |
| 24 | 2 | 1 STD. HEX NUTS | |
| 25 | 6 | 1/2 X 1/2 HOL. HD. S5 CUP PT. | |
| 26 | 2 | SET COLLAR 1/2 BORE | U63442 |
| 27 | 4 | COMPRESSION SPRING R10371 | |
| 28 | 2 | 1/2-67 ALEMITE FITTING #1012 | |
| 29 | 4 | 1 STD. CUT WASHERS | |
| 30 | 10 | 225-B INTERADAPTOR ASSY | U63488 |

FILL TANK COMPLETELY FULL OF PUNCHINGS
KEEP THIS TANK ALWAYS FULL OF PUNCHINGS
MAKE WEIGHT ADJUSTMENTS WITH OTHER TANK

APPROX. 10 MINIMUM
IN LOWEST POSITION

GEN. ARR. U63587

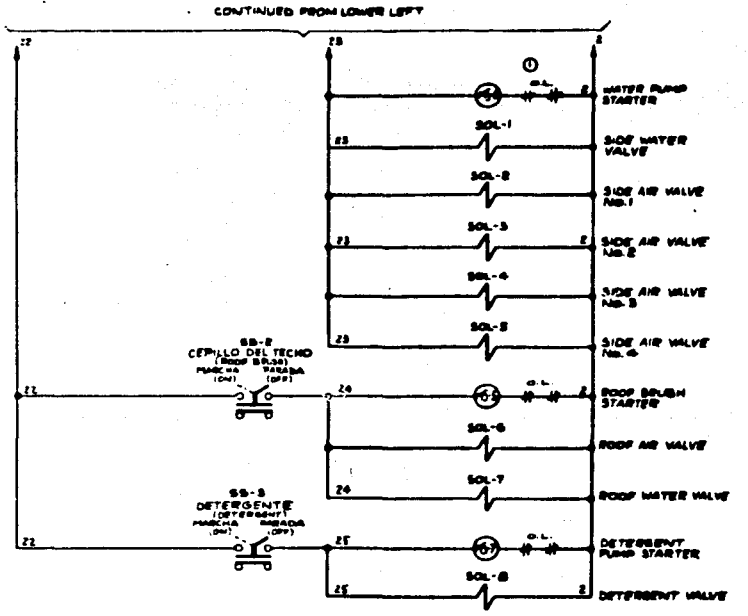
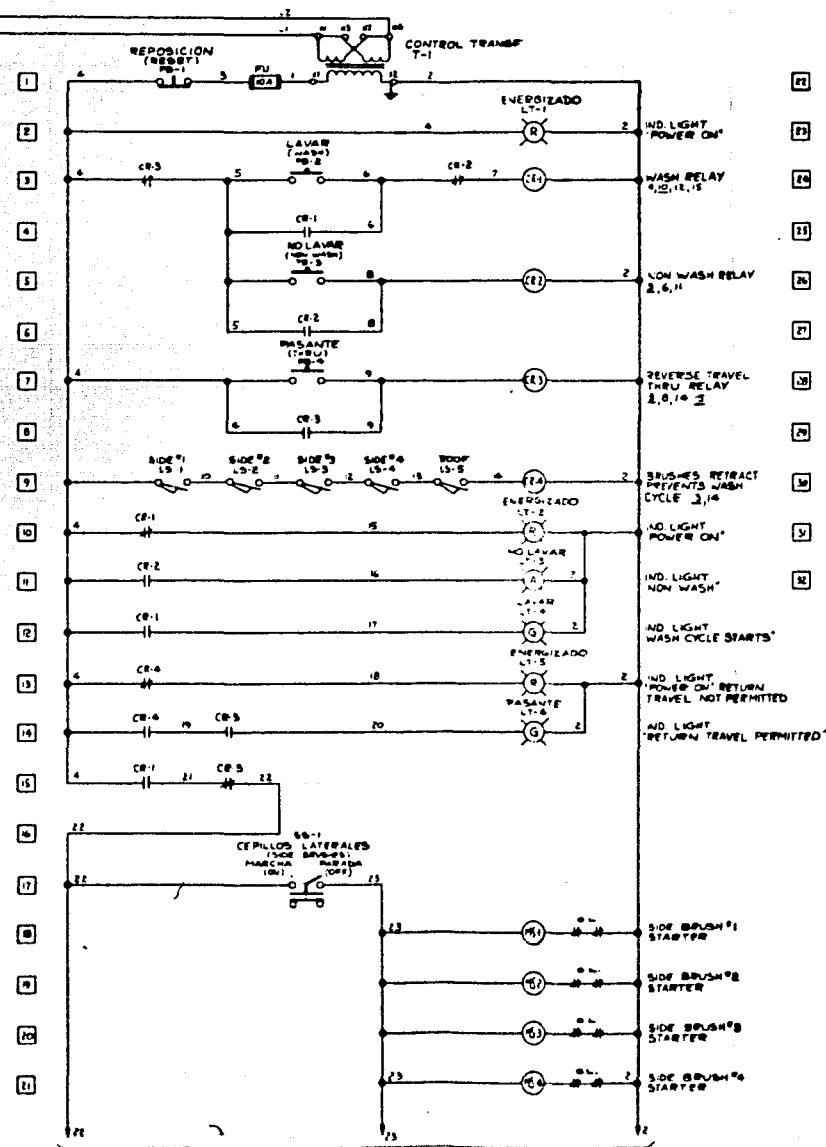
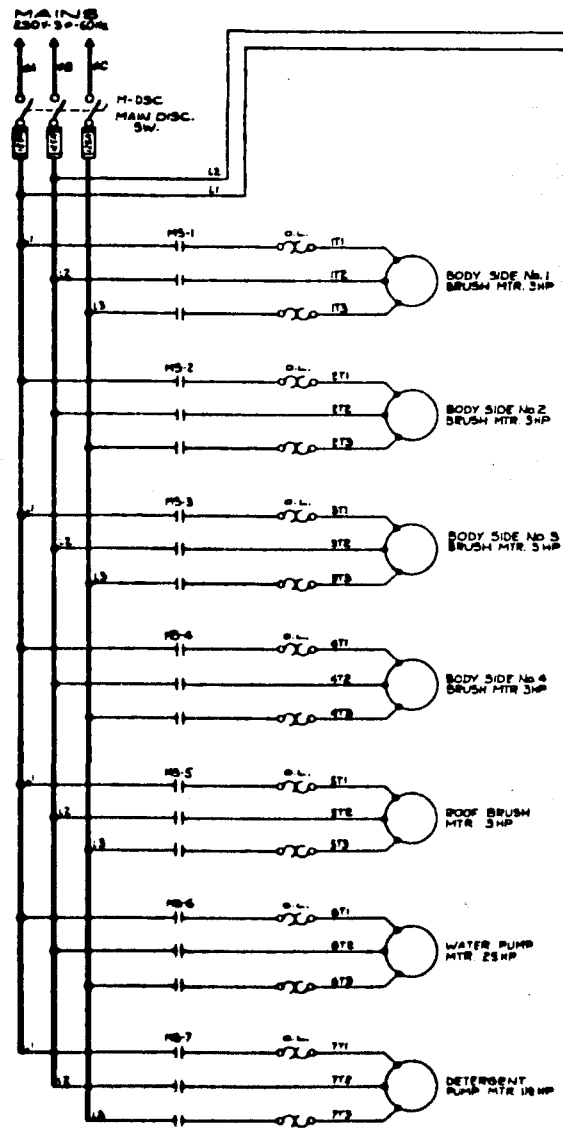
6-27-70

WHITING CORPORATION

No. U63642 No. ROOF BRUSH ARRG'T.

FOR CAR WASHER

U63642



REF. DES: INTERCOMM. DIAGRAM U-63700

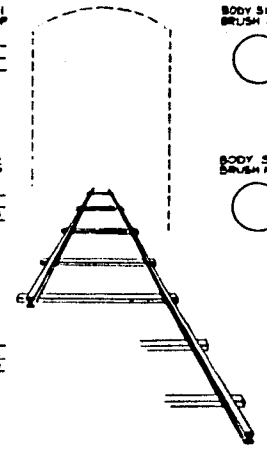
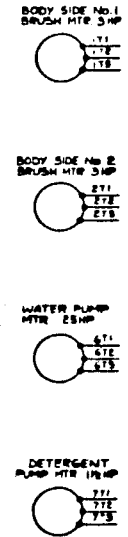
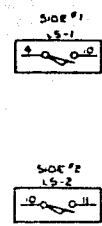
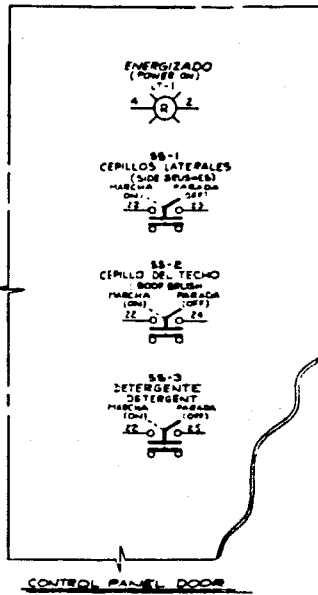
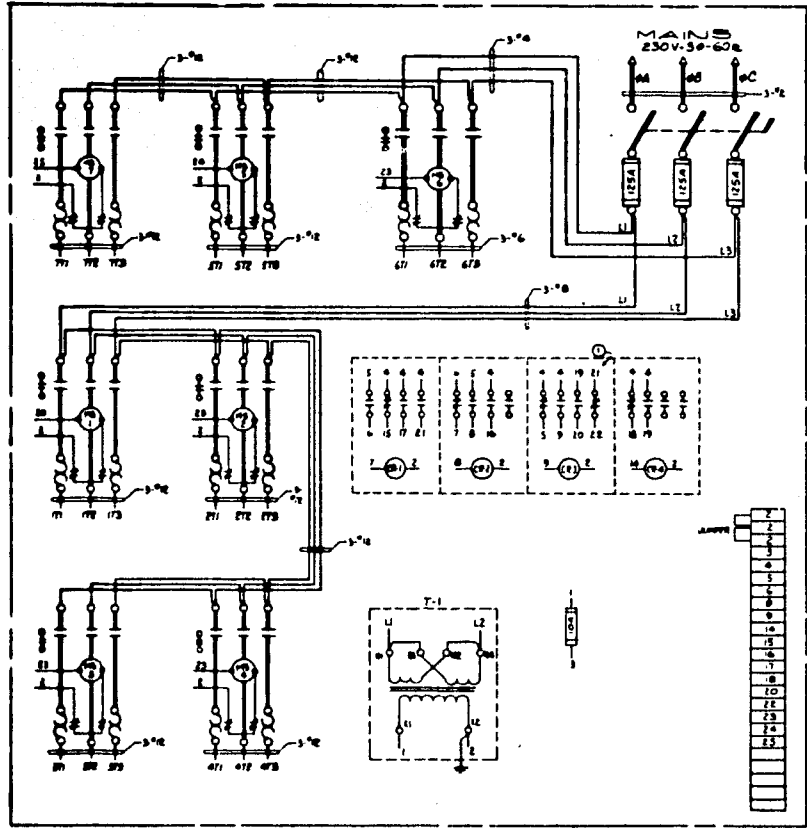
5-6-70
U-63699

WHITING CORPORATION

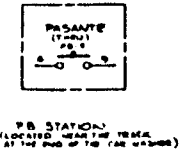
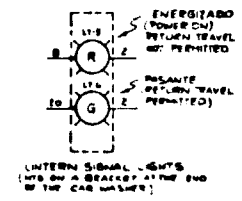
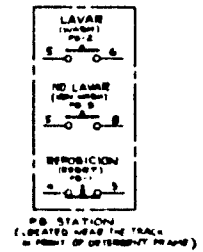
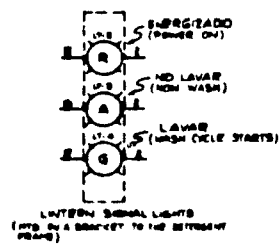
Rev. P. 86344
D. M. E. L.
Rev. 8. 7. 70
App. 1/68
App.

Rev. SCHEMATIC DIAGRAM
FOR 'CBA' CAR WASHER
Copy
No. 518714 DE
TRANSPORTE COLECTIVO

U-63699

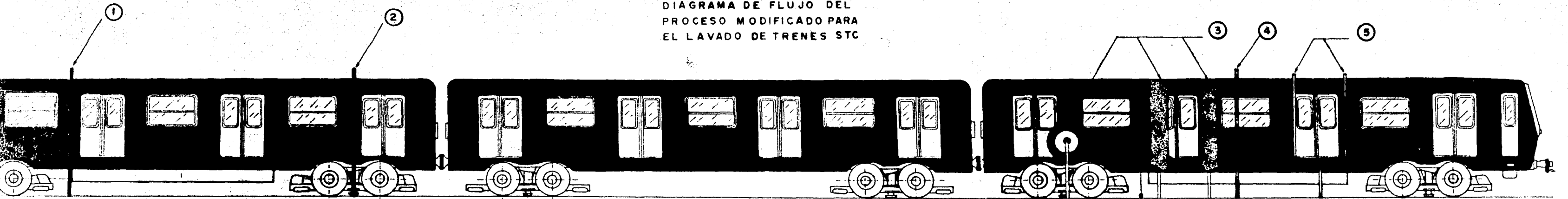


REF DWG SCHEMATIC DIAG U-63699



| | | |
|--|--------|---|
| 1 | 5-7-70 | WHITING CORPORATION |
| 2 | | |
| Rep. F. P. 540 D. M. S. 5 Rep. S. 10 Rep. S. 10 Rep. S. 10 Rep. S. 10 | | Rep. INTERCOM DIAGRAM FOR 'ORA' CAR WASHES Rep. SYSTEMA DE TRANSMISOR COLECTIVO U-63700 |

DIAGRAMA DE FLUJO DEL
PROCESO MODIFICADO PARA
EL LAVADO DE TRENES STC



→
CIRCULACION DEL
TREN

8.50 m.

21.50 m

2.70m

1.50m

.80

1.68m

1.60m

PASOS PARA EL LAVADO DEL TREN

① ARCO SOLVENTE

② ARCO VAPOR

③ CEPILLOS Y DETERGENTES

④ ARCO AGUA CALIENTE

⑤ ARCO CERA LIQUIDA

ESCALA 1:50