

300617

5,
2^{eg}



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**DISEÑO DE UN SISTEMA MOVIL DE
CLASIFICACION DE AGREGADOS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA PRINCIPAL EN INGENIERIA MECANICA
P R E S E N T A:
FEDERICO BERNAL SORIA

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1989



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.

• INDICE .

Página

I	INTRODUCCION	1
II	DESCRIPCION, OPERACION Y CLASIFICACION DE UN SISTEMA DE CRIBADO	3
II.1	CRIBAS	3
II.2	OPERACION	6
II.2.a	MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO	6
II.2.b	CAPACIDAD	8
II.3.	CLASIFICACION	9
II.3.a	SEPARADORES PRIMARIOS	9
II.3.b	CRIBAS DE TABLEROS	9
II.3.c	CRIBAS VIBRATORIAS	10
II.3.d	CRIBAS GIRATORIAS	10
II.3.e	CRIBAS CON MOVIMIENTO VAIVEN	11
II.4	EL CONCRETO Y LOS AGREGADOS	12
II.4.a	EL CONCRETO	12
II.4.b	LOS AGREGADOS PETREOS	13
III	ANALISIS DEL PROCESO REQUERIDO	17
IV	ANALISIS ECONOMICO	23
IV.1	LOS EQUIPOS EXISTENTES EN EL MERCADO MEXICANO	23
IV.2	COSTO DEL SISTEMA DE CLASIFICACION DE AGREGADOS EN CUESTION	26
V	DISENO	47
V.1	CARACTERISTICAS Y MODIFICACIONES AL CHASIS DEL VEHICULO	48
V.1.a	REVISION ESTRUCTURAL DEL CHASIS	50
V.1.b	DISENO DE LOS ESTABILIZADORES	59
V.1.b.1	ESTABILIZADOR CENTRAL	60

V.1.b.2	ESTABILIZADOR TRASERO	84
V.2	CRIBA	95
V.2.a	CUERPO	95
V.2.b	AMORTIGUACION Y UNIDAD DE VIBRACION	105
V.2.b.1	AMORTIGUACION	105
V.2.b.2	UNIDAD DE VIBRACION	107
V.2.c	BASTIDOR DE LA CRIBA, MONTAJE AL CHASIS Y TOLVAS	122
V.2.c.1	BASTIDOR Y MONTAJE AL CHASIS	122
V.2.c.2	TOLVAS	128
V.3	TRANSPORTADOR DE CANGILONES Y CANALONES DE DESCARGA	132
V.3.a	ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR	132
V.3.b	CANGILONES DE CARGA Y CADENA DE TRANSMISION	137
V.3.c	CANALONES DE DESCARGA Y VOLUMEN ALMACENADO	148
V.3.d	CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR (De la Criba)	150
V.4	SISTEMA HIDRAULICO Y TOMA DE FUERZA	152
V.4.a	LOS SISTEMAS HIDRAULICOS	152
V.4.b	SISTEMA HIDRAULICO PARA EL SISTEMA DE CLASIFICACION DE AGREGADOS	154
V.4.b.1	CONFIGURACION DEL SISTEMA Y ANALISIS DE SUS ELEMENTOS (Ensamble, Cálculo de caldas de presión, gasto, dimensionamiento y Montaje)	154
V.4.c	TOMA DE FUERZA	169
V.4.d	SISTEMA DE LAVADO A PRESION Y AUXILIARES DE AIRE Y AGUA	172
VI	OPERACION Y MANTENIMIENTO	174
VI.1	OPERACION	174
VI.1.a	INSTALACION Y MONTAJE DEL EQUIPO, ALIMENTACION Y ALMACENAMIENTO	174
VI.1.b	SISTEMA DE CRIBADO	175
VI.1.c	SISTEMA MOTRIZ E HIDRAULICO	177
VI.1.d	INICIO DE TRABAJO	178
VI.2	MANTENIMIENTO	179

		Página
VII	SEGURIDAD	185
VII.1	SEGURIDAD INDUSTRIAL	185
VII.2	SEGURIDAD NECESARIA EN EL SISTEMA DE CLASIFICACION	187
VII.3	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	191
VIII	CONCLUSIONES	193
•	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA	199

CAPITULO I.- INTRODUCCION.

I.- INTRODUCCION .

En la actualidad es muy importante el impulso que se le pueda proporcionar a la Industria en nuestro país. Para ello, es necesario trabajar con entusiasmo y energía, buscar las mejores soluciones, utilizar todos los elementos existentes en el mercado, basarse en el apoyo que ofrecen la Ciencia y la Tecnología y conjugar todo esto con el ingenio de cada hombre, para obtener los mecanismos necesarios para el progreso.

El objetivo principal de este trabajo de tesis es colocar un granito de arena en la continua lucha por el desarrollo industrial del país. Es un diseño que pretende solucionar una problemática, a partir de la aplicación de los fundamentos de la Ingeniería, de elementos y mecanismos que el hombre tiene ya estudiados, y de imaginación, ingenio y experiencia, para lograr obtener un sistema que llegue a ser de utilidad al hombre, a la industria y a nuestro país.

Es el diseño de un sistema que no existe en el mercado nacional, debido a su versatilidad, tamaño y funcionamiento. Así como también es un sistema de fácil reparación, operación y mantenimiento. Lo cual nos da como resultado un sistema sencillo y práctico, que es ideal para el trabajo en el campo o en la ciudad, ya que puede trabajar en cualquier lugar y, a que será operado por el personal directamente relacionado con los agregados para el concreto, es decir, personal no calificado.

El presentar este tipo de sistema, es en razón a que siempre ha sido un problema la clasificación de agregados para el concreto en el campo (obra), haciéndose este proceso la mayoría de las veces a mano; debido a que las cribas existentes en el mercado, son de gran tamaño, son estacionarias y manejan grandes volúmenes; no justificándose, por los volúmenes de obra generalmente por ejecutar, su inversión.

Es un sistema de clasificación de agregados, de fácil manejo, pequeño, de operación sencilla y con una producción adecuada a las necesidades de la mayoría de las obras de construcción en nuestro país. Consta de una unidad de cribado, montada sobre un chasis de camioneta con capacidad de tres toneladas, la cual tendrá un mecanismo de movimiento y alimentación propios, lográndose esto con el diseño de un sistema hidráulico y de distintos mecanismos que se conjugaron para

lograr su correcto funcionamiento.

Es capaz de proporcionar al usuario, a partir del material recibido en obra, denominado "a granel" , ó de la explotación de un banco de río; la cantidad suficiente de arena y distintos tamaños de piedra (grava), para la dosificación del concreto que se requiera.

Fue necesario determinar los metros cúbicos de producción del sistema, la velocidad de alimentación, la estructura , el montaje, la instalación, la velocidad y cantidad de almacenamiento, su sistema motoriz, la velocidad de la unidad de vibración de la criba, los materiales necesarios, su fabricación y mantenimiento, así como un análisis de los tipos de cribas en el mercado.

Se buscó utilizar los recursos humanos, los materiales, herramientas y equipos existentes en nuestro país, evitando recurrir al extranjero, para lograr desarrollar un sistema práctico, que sea funcional. De esta forma se utilizaron los recursos existentes en el mercado como herramientas para lograr el objetivo, con bases reales y no caer en lo diseñado anteriormente. Sino buscando, un sistema que solucionara el problema y que proporcionara a la industria mexicana, un carácter propio, una identidad y un mecanismo de progreso .

**CAPITULO II.- DESCRIPCION, OPERACION Y CLASIFICACION
DE UN SISTEMA DE CRIBADO.**

II.- DESCRIPCIÓN, OPERACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE CRIBADO .

II.1.- CRIBAS .

Acerca de este tipo de equipo, se puede mencionar, que el principio en el que se basa, ha sido utilizado durante muchos años; es decir, desde antiguas civilizaciones usaban una tela, una malla ó una rejilla , para de esta forma lograr la separación de distintos materiales, los cuales podían ser piedras ó pepitas de oro; desarrollando este trabajo gracias a estas herramientas, al fenómeno de atracción terrestre y, en ocasiones a una vibración forzada.

Una criba es un equipo mecánico, que sirve para clasificar en distintos tamaños el material pletreo que después será utilizado en la fabricación de concretos hidráulicos, en la pavimentación, ó en terraplenes; separando las piedras de gran tamaño, fuera de estipulaciones ó requerimientos; de las partículas cuyos tamaños son uniformes y utilizables, en otras palabras obteniendo el material producto de este equipo.

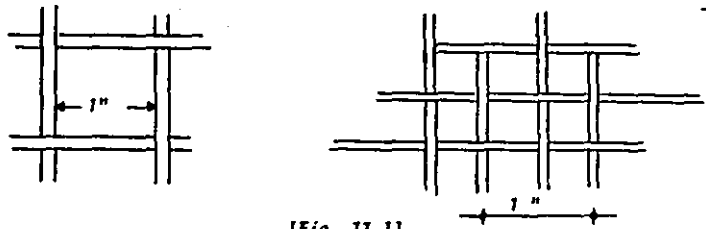
La separación del material se lleva a cabo gracias a que la superficie de la criba se sacude ó se mueve. Cuando se trabaja con materiales mojados ó pegajosos, se requiere de una mayor cantidad de movimiento.

Las rejillas ó mallas que son utilizadas en este equipo, pueden hacerse ya sea de barras soldadas, de placas de acero perforadas con agujeros redondos, cuadrados ó octagonales, ó de tela de alambre.

La tela de alambre es la más utilizada y puede designarse en función de su abertura ó de su malla; es decir, la abertura es la dimensión real de la abertura entre dos alambres adyacentes paralelos, y la malla es el número de aberturas por pulgada, medida de centro a centro de los alambres paralelos. [Fig. II.1]

Cuando se trabaja con aberturas cuadradas, se permite el paso de un material de mayor tamaño que el que pasaría por un agujero redondo del mismo diámetro. En la [Fig. II.2] aparece una tabla en la que se presentan los tamaños equivalentes de las aberturas cuadradas y redondas.

Cuando llegan a utilizarse aberturas rectangulares, se permite



[Fig. II.1]

el paso de materiales de mayor dimensión que la suya, pero menores que el cuadrado de la dimensión mayor. Este tipo de aberturas se utilizan cuando la inclinación de la criba es considerable, y reduce la longitud efectiva de los cuadrados.

DIAMETRO DEL AGUJERO REDONDO	TAMANO DE LA ABERTURA CUADRADA	DIAMETRO DEL AGUJERO REDONDO	TAMANO DE LA ABERTURA CUADRADA
1/8	3/32	2 1/4	1 7/8
3/16	5/32	2 3/8	2
1/4	3/16	2 1/2	2 1/8
5/16	1/4	2 3/4	2 1/4
3/8	5/16	3	2 1/2
1/2	3/8	3 1/4	2 3/4
5/8	1/2	3 1/2	3
3/4	5/8	3 3/4	3 1/8
7/8	3/4	4	3 5/16
1	7/8	4 1/4	3 1/2
1 1/4	1	4 1/2	3 3/4
1 3/8	1 1/8	4 3/4	4
1 1/2	1 1/4	5	4 1/4
1 5/8	1 3/8	5 1/4	4 1/2
1 3/4	1 1/2	5 1/2	4 3/4
1 7/8	1 5/8	5 3/4	4 7/8
2	1 3/4	6	5
-----	-----	7	5 3/4
-----	-----	8	6 3/4
-----	-----	-----	-----

[Fig. II.2]

CALIBRE DEL ALAMBRE *	DECIMALES DE PULGADA *	CALIBRE DEL ALAMBRE *	DECIMALES DE PULGADA *
00	.331	12	.105
0	.307	13	.092
1	.283	14	.080
2	.263	15	.072
3	.244	16	.063
4	.225	17	.054
5	.207	18	.047
6	.192	19	.041
7	.177	20	.035
8	.152	21	.032
9	.148	22	.029
10	.135	23	.026
11	.120	24	.023

[Fig. II.3]

En la [Fig. II.3] se presenta otra tabla que contiene algunos de los diámetros de alambres que se utilizan para tejer las telas de alambre, los datos se encuentran en decimales de pulgada y con el número de calibre que les corresponde. [*]

Los alambres que se utilizan para la fabricación de telas, deben de trabarse para que no se corran, variando así su abertura. Esto se lleva a cabo efectuando dobleces a presión en todos los alambres o alternados. Cuando la malla de alambre se tapa o sufre de un atascamiento parcial o total de material inerte, se le llama "cegamiento", esto es siempre indeseable.

*Los números con asterisco indican referencias.

11.2.- OPERACION .

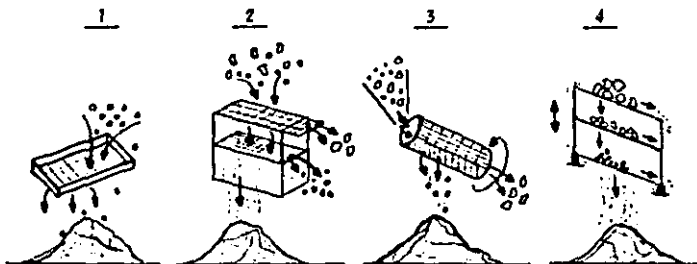
11.2.a.- MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO .

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo de una criba es el de separar, los distintos tamaños de material a utilizar. El funcionamiento de una criba es sencillo, debido a que en realidad, es un "colador" de materiales, el cual fundamenta principalmente su operación - en la Ley de la Gravitación Universal.

Entonces, igual que Newton comenzó a pensar y descubrió la gravedad, al observar como una manzana cayó de un árbol ya que era atraída por la tierra; en la separación de los fragmentos de roca, se dice que - tienden a colarse, a través de los orificios o mallas de una criba, debido a la atracción de la tierra.

En ocasiones, el Hombre, en su afán de buscar mayor eficiencia y productividad, utiliza para separar, además de la gratuita gravitación; para lograr que su sistema funcione mejor, elementos adicionales tales - como una rotación, un vaivén o una vibración.

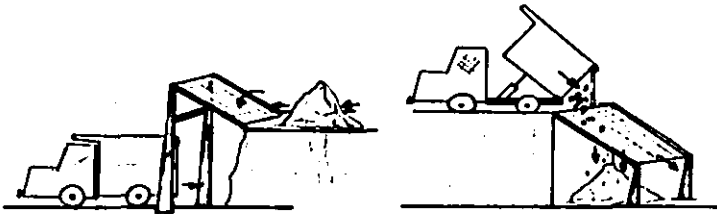
A continuación se presenta una secuencia de figuras, las cuales ejemplifican como puede llevarse a cabo la operación para separar materiales, mediante distintas herramientas o mecanismos, desde la forma más sencilla de obtenerlos. [Fig. 11. 4]



[Fig. 11.4]

Trabajando únicamente gracias a la fuerza de gravedad, las rejillas son comúnmente cribas primarias y se colocan en la parte superior de un sistema de separación ó se utilizan solas como el primer paso de un cribado, debido a que cuentan con aberturas relativamente grandes, que evitan el paso de las piedras grandes ó fragmentos del material obtenido - directamente de los bancos.

Existen entonces muchas formas de utilizar rejillas, como el caso de las rejillas portátiles que se colocan sobre la caja de los camiones - antes de cargarlos, estas, evidentemente son muy ligeras y son colocadas - con una estructura que las mantiene inclinadas. La tierra o la grava es depositada en la parte superior del plano inclinado, corriendo ó rodando a lo largo de la superficie. Los fragmentos de menor tamaño que las aberturas, - pasan a la caja y los de mayor tamaño ruedan al piso. Posteriormente es desmontada la rejilla y se coloca en otro camión, para continuar el proceso. - También encontramos el caso de las rejillas de instalación fija, las cuales se encuentran situadas en el área destinada a carga de materiales, y a donde llegan los camiones y se colocan debajo de ellas para recibir el material, ó como segunda función, pueden ser utilizadas para efectuar otra separación; esto se hace en instalaciones donde el camión se acerca y descarga su caja forzando al material a pasar através de la rejilla. [Fig. 11.5]



[Fig. 11.5]

Después de este paso, el material de tamaño excedente pasará a ser triturado, y el material que queda dentro de especificaciones será enviado a una unidad de separación de material por tamaños ó cribadora.

Para determinados materiales, el cribado tiene ligeras variaciones, en otras palabras, por ejemplo, para un determinado tipo de barras y de material, será conveniente alargar la criba o reducir su inclinación para lograr que pase por el sistema una mayor cantidad de material aprovechable. Una inclinación muy pequeña hace que el material se quede y obstruya las ranuras, así como también una criba muy corta o inclinada impedirá que pase todo el material de tamaño menor.

Se recomienda para tierra seca una inclinación de 30° a 40° y para grava mojada o migajón húmedo hasta de 50°, debido a que los materiales pegajosos o mojados no pueden cribarse satisfactoriamente. Cuando el sistema de cribado cuenta con algún mecanismo que le proporcione una vibración forzada, la inclinación de la criba puede variar desde 15° hasta 35°.

11.2.b.- CAPACIDAD.

La capacidad de cualquier tipo de criba, está en función del material que se quiera cribar, es decir, de su tamaño o granulometría, de sus características químicas y físicas, del % de humedad que presente, y de su método de obtención. También depende la capacidad de factores como el porcentaje de grandes (retorno) y porcentaje de chicos o finos (desperdicio), como de la superficie de la criba, del tipo de criba (vibratoria, giratoria, vaivén o fija), de la pendiente de la criba, del número de pisos o mallas, y de muchas distintas variables debido a las diferentes opciones de trabajo, materiales y arreglos del sistema. (12)

Como se puede apreciar son tantos los factores que definen la capacidad de una criba, que es materialmente imposible calcularla exactamente; de ahí, que las capacidades deban tomarse en forma aproximada o por lectura de tablas, establecidas por experimentación, generalmente de los grandes fabricantes de sistemas de trituración y cribado, en toneladas por hora, por pie cuadrado de criba.

Debido a lo anterior se puede presentar el caso en el que un determinado equipo, realice en ocasiones una producción más elevada que en otras, o quizás menor; variando así su eficiencia.

II.3.- CLASIFICACION .

II.3.a.- SEPARADORES PRIMARIOS .

Como su nombre lo indica, en el proceso de obtención de tamaños específicos de piedra, este tipo de separadores son los que tienen la primera participación .

Se encargan de separar los materiales demasiado grandes, son de construcción robusta y manejan por primera vez el material que proviene de los bancos. En ocasiones están protegidas por barras de rejilla muy separadas o por rejillas portátiles o fijas como se ha descrito anteriormente .

Son cribas de malla muy grande, en ocasiones vibratorias, las aberturas máximas son de cuadros de 11 pulg. y su inclinación puede ser de 12° a 18° .

II.3.b.- CRIBAS DE TABLEROS .

Dentro de esta clasificación se hace mención al arreglo de un conjunto de cribas que se podría decir se encuentran "en serie". Constan de dos o más cribas vibratorias o no vibratorias, colocadas unas sobre otras .

En la mayoría de este tipo de arreglos, la vibración se consigue por medio del bastidor, de manera que se consigue una unidad y el mantenimiento es el mismo en cada tablero.

El tablero superior o primera criba, es el que tiene la malla de mayor tamaño. El material que pasa por ella, se vuelve a separar en diferentes tamaños en cada uno de los siguientes tableros. Los materiales que no pasan por las mallas, se deslizan hacia abajo sobre la superficie de las cribas, canaletas y transportadores.

Este tipo de arreglos son utilizados en el campo, en las minas o en los bancos de materiales, de esta forma con frecuencia se puede modificar el número de tableros, añadiendo o quitando una o más cribas, según el tipo de material que se necesite en la producción.

II.3.c.- CRIBAS VIBRATORIAS .

Este tipo de cribas, es el más utilizado, debido a que en ellas existe una mayor eficiencia por la combinación de la fuerza de gravedad y de una vibración forzada.

Estas pueden vibrarse ya sea mediante un motor de combustión, un sistema eléctrico u otro tipo de fuerza aplicada mediante un mecanismo. Dicha mecánica tendrá como función agitar el material que se encuentra sobre las mallas, aumentando así la cantidad de material que pasa por los orificios, separando las partículas pegadas y removiendo el material que no pasa hacia la descarga.

El sistema de cribas vibratorias se compone primeramente de un bastidor, en el cual se colocan muelles o cojinetes que sostienen la criba (en ocasiones se utilizan resortes), o se suspenden en cables. Esto es debido a que si la criba estuviera en contacto directo con la estructura, la obligaría a vibrar junto con ella, ocasionándole posibles fracturas y fallas.

Los elementos de vibración mecánica incluyen levas, flechas -- excéntricas, topes, contrapesos y volantes desequilibrados. Existen vibradores eléctricos que trabajan con electroimanes. A este tipo de cribas, se les pueden aplicar movimientos recíprocos o giratorios, variando las frecuencias desde 600 hasta 3,600/min y las carreras hasta de 1/2 pulg. Su inclinación puede variar con respecto a la horizontal hasta 40°, el ancho ordinario es de 1 a 6 pies y sus longitudes desde 2½ hasta 16 pies.

Para obtener mayor eficiencia, es común utilizar chorros de -- agua a presión, para que esta ayude y obligue al material a pasar por los orificios o a continuar el camino de salida. Este tipo de cribas se pueden componer de una o varias camas, pisos o mallas, es decir de varios pasos de separación mediante la misma vibración.

II.3.d.- CRIBAS GIRATORIAS .

Estas son generalmente cilindros de tela de alambre o de placas perforadas, colocados con una inclinación de 5° a 7° y girando a una velocidad de 15 a 20 RPM.

Se coloca el material en el interior del extremo superior del

cilindro, el cual es arrastrado por el costado de la criba, hasta que su peso vence la adherencia y la fuerza centrífuga y cae al fondo.

Lo que sube el material está afectado por lo pegajoso y la velocidad de las partículas. Los fragmentos pegajosos en una criba que gira velozmente, seguirán a la misma durante revoluciones completas, tapando u obstruyendo los agujeros, mientras que las partículas duras lisas en una criba lenta parecerán moverse directamente al fondo.

En general, la velocidad se debe ajustar de manera que la carga recorra menos de la tercera parte de la altura de la criba. La parte superior tiene malla fina y las secciones interiores van siendo sucesivamente de mayor abertura. Al moverse la carga hacia abajo, pierde primero sus partículas finas, luego sucesivamente las de tamaño cada vez mayor.

Las piedras que resultan ser de un tamaño mayor que cualquiera de las mallas, caen por el extremo inferior. El material cribado en cada sección cae en canaletas separadas que lo llevan a tolvas o transportadores, de la misma forma que sucede en las cribas vibratorias.

II.3.e.- CRIBAS CON MOVIMIENTO DE VAIVEN .

Este tipo de cribas, al igual que las vibratorias son de forma rectangular, suspendidas en apoyos sueltos o flexibles, y en su caso particular, se mueven longitudinalmente conectándole varillas á otros excéntricos.

Pueden tener hasta un pil de carrera del movimiento y una inclinación de alrededor de 16° a 18°. El número de carreras por minuto es generalmente el cociente de seis cientos divididos por la longitud de la carrera en pulgadas. (1°3)

El material que es colocado en el extremo superior va a caminar hacia abajo, produciéndose la mayor parte del movimiento en la carrera - hacia atrás o hacia arriba. Las pequeñas caen através de la criba y las que no pasan van hasta el extremo.

Este tipo de cribas, debido a su mecanismo de funcionamiento, producen intensas vibraciones, las cuales se pueden disminuir utilizando las cribas en pares, con movimientos en direcciones opuestas, y por último para que esto sea lo más efectivo, ambas se deben cargar de igual - forma.

II.4.- EL CONCRETO Y LOS AGREGADOS .

II.4.a.- EL CONCRETO .

De alguna o de otra forma, en la vida diaria, se ha podido observar que es y para que sirve el Concreto . También conocido como Hormigón , es un material de gran utilidad y resistencia para todas las construcciones; ya sea en edificación, en construcción pesada ó en cualquier tipo de vivienda.

El concreto es un conglomerado pétreo artificial, el cual se prepara a partir de una mezcla de agua y cemento, con arena y piedra triturada, grava u otro material inerte. La substancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, el cual se une química y físicamente con el agua y , al endurecerse, liga los agregados. para formar una masa sólida semejante a una piedra.

Como propiedad particular del concreto es que puede adoptar cualquier forma, debido a que su mezcla húmeda se coloca en estado plástico en distintos moldes, formas ó cimbras de madera, plástico, metal o cartón ; dentro de las cuales se endurece o fragua . Este material es muy resistente a fuerzas de compresión , pero quebradizo, y casi inútil para resistir fuerzas de tensión. Debido a esta característica, en miembros estructurales sometidos a tensión y compresión, se le agrega un refuerzo de acero, que se introduce en el molde antes de vaciar el concreto, y queda ligado al material al endurecerse. Este se le agrega principalmente, para soportar los esfuerzos de tensión y corte .

En el caso de las estructuras donde la mayoría de los esfuerzos son de compresión, como presas, muelles o ciertos tipos de zapatas, puede utilizarse concreto sin reforzarse; el cual se conoce como concreto simple o masivo. De esta forma existen distintos tipos de concretos y de agregados. Se conoce como "Agregados Boleos", cuando se aplica al concreto piedras duras y durables, cuyo peso individual de cada una no sea mayor de 45 Kgs.; si en un momento dado exceden dicho peso, el agregado se denomina "Agregado Ciclópico".

El agua utilizada para su fabricación debe estar limpia y sin cantidades nocivas de aceites, ácidos, alcalis, materias orgánicas, agua salada, u otras substancias perjudiciales. Ya que si no se tiene cuidado

con esto, la mezcla da como resultado un concreto de resistencia, impermeabilidad y durabilidad reducidas.

El cemento Portland normal es el que se utiliza más ampliamente en la construcción, se fabrica mezclando y sometiendo dos materiales a fusión incipiente; uno de ellos compuesto principalmente de cal y, el otro, un material arcilloso con contenido de silicio, aluminio y hierro. Posteriormente se produce la fusión, se pulveriza el material resultante o escoria de cemento, llamado "clinker". El cemento Portland es mucho más resistente y de calidad más uniforme que el cemento natural.

Además del concreto fabricado con agregados pétreos, existe también el concreto de Cenizas sinterizadas, utilizado a veces en losas reforzadas de piso o de techos de claros cortos, o para protección contra el fuego. Es un material poroso, que nunca debe utilizarse como protección del acero en exteriores, ni debajo del nivel de piso cuando existe humedad. Otro tipo de agregado puede ser con Escorias de altos hornos, produciendo un concreto ligero y adecuado. También existen agregados ligeros como la *Haydita*, que produce un concreto de resistencia adecuada que reduce bastante la carga muerta. (°4)

Para lograr otras características en el concreto, se utilizan los aditivos; compuestos formados por cal hidratada, cloruro de calcio y caolín, los cuales mejoran al concreto en su trabajabilidad, aceleran su fraguado, endurecen su superficie o aumentan sus propiedades de impermeabilidad, resistencia y durabilidad.

II.4.b.- LOS AGREGADOS PETREOS .

Se le denomina Agregados, a los materiales que se unen entre sí por la pasta de cemento y agua; estos son materiales inertes, como arena natural, piedra triturada o guijarro.

Se pueden encontrar dos grupos de agregados; el primero son los agregados para el mortero, los cuales deben de ser arena natural, triturada o una combinación de ambas. La triturada es el producto que se obtiene de la trituración de piedra o grava. El material que constituye el agregado fino para mortero debe cumplir con requisitos físicos, como por ejemplo con una determinada granulometría, finura y sanidad. En la siguiente tabla se presentan los requisitos de granulometría para agregado de mortero.

[Fig. II.6]

Requisitos para la Granulometría
de Agregado para Mortero. (arena)

MALLA.	•	Límite de Porcentaje que pasa.
4.76 mm. , 0.19"= 3/16"	(No.4)	100
2.38 mm. , 0.09"= 3/32"	(no.8)	95 a 100
149 μ.	(No.100)	25 [máx.]
74 μ.	(No.200)	10 [máx.]
Módulo de finura		1.6 a 2.5
Demanda de agua, relación en peso		0.65 [máx.]

[Fig.II.6]

El segundo grupo es el compuesto de los agregados para el concreto. Los materiales con diámetros menores de 3/8" (1cm.aprox.) se les denomina "Agregados Finos"; deben consistir de arena natural o de materiales inertes con características similares, con granos limpios, duros y durables, libres de materia orgánica o todos. El tamaño o graduación de los agregados finos se determina mediante cribas de alambre estándar y es conveniente contar con una mezcla de granos finos y gruesos, ya que un agregado bien graduado producirá un concreto más compacto y, por lo tanto, más fuerte. La granulometría del agregado fino estará comprendida dentro de los límites de la tabla siguiente. [Fig.II.7]

Requisitos para la Granulometría
del Agregado Fino para Concreto.

MALLA.	•	Agregado Fino que pasa, en porcentaje.
9.51 mm. , 3/8 pulg.		100
4.76 mm. , 0.19"= 3/16"	(No.4)	95 a 100
2.38 mm. , 0.09"= 3/32"	(No.8)	80 a 100
1.19 mm. , 0.05"= 1/20"	(No.16)	50 a 85
595 μ.	(No.30)	25 a 60
297 μ.	(No.50)	10 a 30
149 μ.	(No.100)	2 a 10

[Fig.II.7]

Todo el material mayor de 3/8 de pulgada de diámetro, se le denomina "Agregado Grueso"; este incluye piedra Triturada, grava u otros materiales inertes. Como el agregado fino, el grueso debe variar también de tamaños; en general, los tamaños varían desde 1/4 hasta 3 pulgadas (6mm a 7.6cm), siendo el máximo para concreto reforzado de 1 o 1 1/2 pulgadas (2.5 o 3.8cm.). Puede utilizarse como agregado grueso cualquier roca triturada o de banco, de calidad durable y fuerte, o bien grava limpia y dura. Los cantos rodados son de los mejores agregados; el granito y la piedra caliza dura son útiles también, pero ciertos tipos de arenisca se consideran inadecuados. Un buen concreto depende de una cuidadosa graduación del agregado, logrando tener la mayor densidad posible y, por otra parte del picado o vibrado del concreto al colocarlo en la cimbra .

Dentro de los denominados "Agregados Gruesos", se tienen también requisitos para su granulometría, así como el material que pasa en porcentaje por los distintos tamaños de mallas de abertura cuadrada. [Fig. 11.8]

En el sistema de clasificación de Agregados en cuestión, se busca como función primordial, la separación de piedra de banco, triturada, grava o cualquier material, que se utilice en la posterior fabricación del concreto. Pero está enfocado principalmente a los Agregados gruesos, debido al tamaño del mismo y de sus mallas. Aunque en realidad se podría adaptar a cualquier tamaño de agregado que se necesitara, ya que sus mallas pueden ser intercambiables. La producción que se va a obtener del sistema, serán los agregados o material aprovechable, debidamente clasificados, para utilizarse en la correcta dosificación del Concreto.

Requisitos para la Granulometría de
Agregados Gruesos para el Concreto.

TAMANO NOMINAL. (Mallas de Aberturas Cuadradas)	MATERIAL QUE PASA CADA UNA DE LAS SIG. MALLAS DE ABERTURAS CUADRADAS (peso, en Porcentaje)										
	101.6mm. 4 Pulg.	90.5mm. 3½ Pulg.	76.1mm. 3 Pulg.	64.0mm. 2½ Pulg.	50.8mm. 2 Pulg.	38.1mm. 1½ Pulg.	25.4mm. 1 Pulg.	19.1mm. ¾ "	12.7mm. ½ Pulg.	9.51mm. ¾ "	4.76mm. No.4
90.5 a 38.1 mm. 3½ a 1½ Pulg.	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 75	-	0 a 5	-	-	-
64.0 a 38.1 mm. 2½ a 1½ Pulg.	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
50.8 a 4.76 mm. 2 Pulg. a No.4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5
38.1 a 4.76 mm. 1½ Pulg. a No.4	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5
25.4 a 4.76 mm. 1 Pulg. a No.4	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10
19.1 a 4.76 mm. ¾ Pulg. a No.4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10
12.7 a 4.76 mm. ½ Pulg. a No.4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15
9.51 a 2.38 mm. ¾ Pulg. a No.8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	-

[Fig. 11.8]

CAPITULO III. ANALISIS DEL PROCESO REQUERIDO.

III.- ANALISIS DEL PROCESO REQUERIDO .

Dentro del campo de la Ingeniería, siempre que se busca llegar a un objetivo o a un producto, se logra mediante un proceso determinado. En todos los procesos industriales que se llevan a cabo, existen cambios en la materia; es decir, cambios o reacciones físicas y, cambios o reacciones químicas. Los primeros no modifican la estructura interna del material, modifican su forma, tamaño, distribución, en fin; en cambio los segundos sí modifican la estructura interna del mismo.

El proceso que se va a llevar a cabo en el sistema de clasificación, indica que es necesaria, una reacción o cambio físico en el material de trabajo o materia prima. Dicho material no va a cambiar su estructura interna en ningún momento, sino que solo va a sufrir un cambio físico, o mejor dicho va a ser clasificado o dividido por su tamaño y forma.

Así se logra una separación de materiales, mediante un proceso, que siempre estará regido por las leyes naturales y por el ingenio del hombre. Para conocer un poco más acerca del proceso, se puede observar la figura [Fig. III.1], en donde se encuentra el Diagrama de Flujo o de Bloques, que representa el proceso de separación y clasificación de materiales, en su forma más sencilla .



Queda entonces definido como será la entrada y la salida del proceso, pero ahora la incógnita es, como es dicho proceso, y cuáles son las operaciones unitarias o de ingeniería que están ahí relacionadas. Primero se ampliará el conocimiento de dicho proceso, en la siguiente figura [Fig. III.2] se detallará el diagrama de Bloques y se agrega el Diagrama de Proceso .

La secuencia de operaciones para la obtención del producto es la siguiente ; primero es conseguir un Banco apropiado para la explotación del material pétrico necesario, posteriormente, dependiendo de la

Diagrama de Bloques :

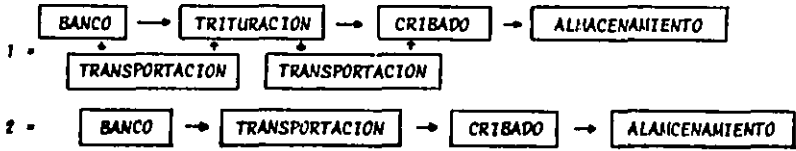
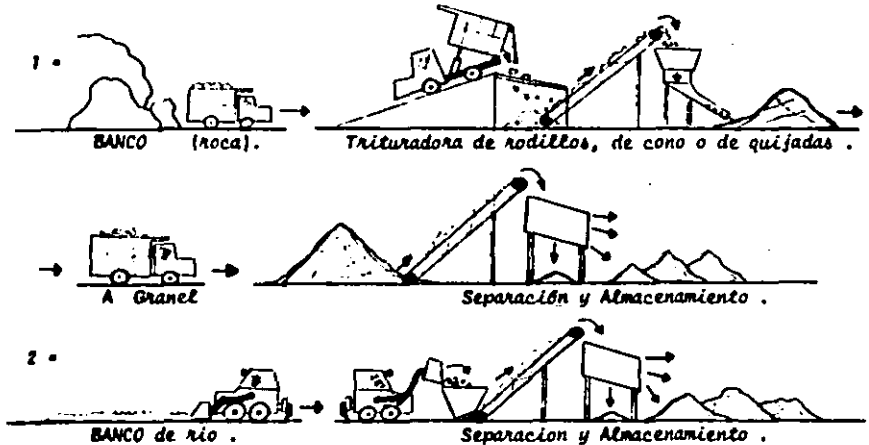


Diagrama del Proceso :



[Fig.III.2]

granulometría del banco, será necesaria una trituración para disminuir el tamaño del material (1=), o probablemente sea directamente utilizable (2=). Después de esto pasa al harneado o cribado el cual en ocasiones se presenta en la misma unidad de trituración o puede tenerse por separado. Esto en cierta forma obedece a las características del banco o a la forma de obtención de la materia prima.

En el sistema de cribado planteado en este trabajo de tesis, no se incluye el proceso de trituración, sino que únicamente el problema del

lavado y de la separación del material a granel, triturado o de banco de rolo. Es decir, la problemática del sistema, su proceso y las operaciones unitarias o de Ingeniería, tendrán relación directa con la separación por tamaño del material.

Se procede entonces a definir las operaciones de dicho proceso. En el siguiente diagrama de ingeniería [Fig.III.3], se presentan las operaciones necesarias para obtener el producto listo para ser utilizado.

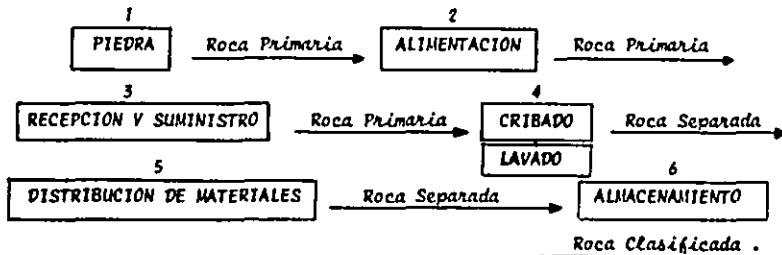
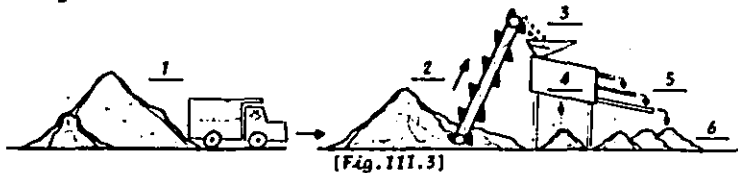


Diagrama del Proceso :

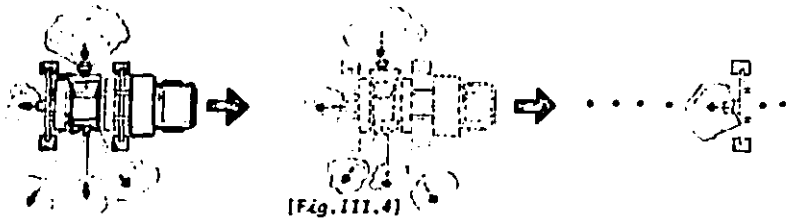


- 1.- Es necesario para el funcionamiento del sistema que se tenga listo, suficiente material primario. [materia prima que va a ser separada]
- 2.- Para introducir el material al sistema, se requiere de una alimentación vertical, la cual podrá trabajar automáticamente o con una persona que esté cargando los cangilones del transportador. [ayudante]
- 3.- Posteriormente viene la recepción del material y el suministro a la criba, gracias a una tolva de recepción y de conducción, así como la separación de las partículas de tamaño excesivo.
- 4.- Al estar el material ya en la criba se llevará a cabo la separación de la piedra en 3 distintos tamaños, y en el material sobrante o fi-

nos; gracias a la vibración de la misma y a gravedad. Puede utilizarse también si es necesario, el lavado del material en proceso. (Agu a presión) (Operador).

- 5.- Después por canaletas de descarga se orientará el material a distintos puntos, cada uno de los diferentes tamaños por separado.
- 6.- El material descargado del sistema será almacenado junto al equipo ordenadamente, para que de esta forma sea correctamente identificado y posteriormente utilizado en la dosificación del concreto.

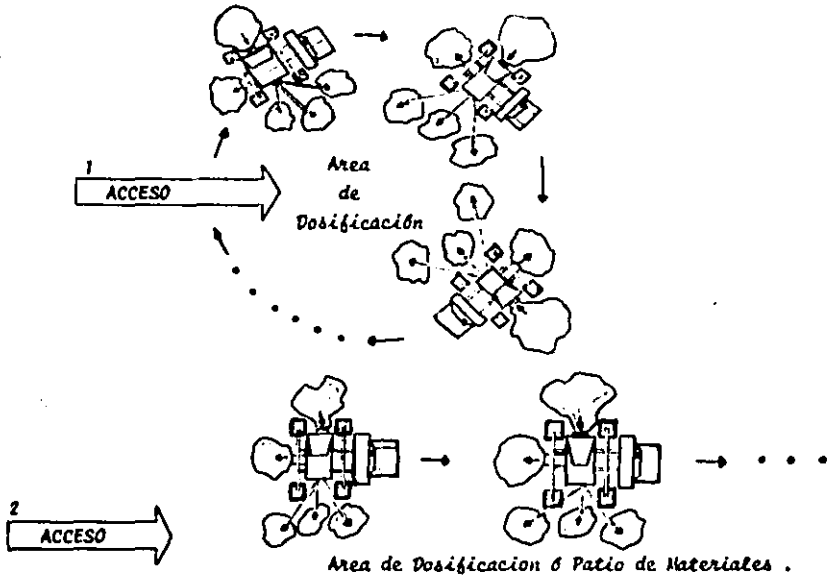
El proceso de operación que será necesario tener en cuenta, para el correcto funcionamiento del equipo, se expone mediante el siguiente diagrama de ingeniería [Fig. III.4], donde se representa como se llevará a cabo el flujo de material a través del sistema. Este comienza en la colocación correcta del material de alimentación, la alimentación, distribución y lavado (cuando se requiera), el cribado, la descarga, y el almacenamiento de los materiales aprovechables o agregados.



Se observa que el equipo puede avanzar (en línea recta o circular) y almacenar en distintos puntos el material producido, es decir, que gracias a esto, en el campo de trabajo se puede definir o calcular los lugares de almacenamiento, el avance necesario del equipo, la colocación del material primario y el almacenamiento de agregados. La figura [Fig. III.5.] muestra dos posibles trayectorias de trabajo para ejemplificar como puede desarrollarse un proceso continuo con este equipo; para cada usuario será necesario que simplemente se proyecte la trayectoria que sea óptima para el trabajo específico que se está realizando, para las características del terreno y para la localización del Banco.

El control de calidad que se necesita, se realiza primero antes de alimentar al equipo, con un análisis de la granulometría del banco, para que de esta forma se determine aproximadamente cuál va a ser la producción.

Y por ultimo, al final del proceso, se puede tomar un muestreo de cada pila de almacenamiento, para comprobar que los tamaños clasificados estén correctos y dentro de tolerancias, mediante un análisis de granulometría sencillo, el cual proporciona los datos para un control de Calidad y para las posibles correcciones en el proceso. Con el fin de lograr un material más homogéneo, limpio y de buena calidad, es necesario en ocasiones llevar a cabo un lavado con agua a presión del material. Obteniendo cuando así se requiera, un producto libre de impurezas tales como arena, tierra y basuras.



[Fig. 117.5]

Queda definido el proceso requerido para el funcionamiento del Sistema de Clasificación de Agregados. El cual no se presenta muy complicado, pero que requiere del diseño de ciertos mecanismos para lograr su objetivo. Este no es el único procedimiento que pueda existir, pero sí el que para las necesidades y requerimientos para los cuales ha sido diseñado,

es decir, su función objetivo; presenta características de rapidez y sencillas de operación, así como un efectivo proceso continuo. Este equipo, solo necesitará de dos personas para su funcionamiento y operación; el Operador, que se encargará de manejar el sistema, de controlar su sistema motriz y sus mecanismos, calzarlo y vigilar sus niveles de aceite y combustible; y de un Ayudante que se encargará de alimentar en ocasiones al sistema y de coordinarse con el operador para realizar todas sus tareas. De esta forma, con la mano de obra, la entrada del material al sistema, el harneado o cribado, y la salida del material, se logra conjuntar un proceso en el sistema muy ordenado, directo y continuo.

CAPITULO IV.- ANALISIS ECONOMICO .

IV.1.- LOS EQUIPOS EXISTENTES EN EL MERCADO MEXICANO.

En nuestro país existe actualmente un mercado establecido en lo que respecta a equipos de clasificación y trituración de roca. Pero es importante mencionar que la gran mayoría son de tecnología y fabricación extranjera. Cualquier compañía Constructora o Minera puede adquirir el equipo que desee en el país, pero esta variedad de opciones nos lleva a la siguiente problemática: ¿es este el equipo que se requiere?, ¿es posible económicamente su adquisición?, ¿la obra justifica la inversión?, ¿es útil para los fines que persigue la empresa?, ¿se puede reparar, existen refacciones?. Muchas empresas al decidir sobre la adquisición u operación de un equipo, se ven en la necesidad de estudiar las distintas posibilidades económicas, operativas y financieras, analizándolas a fondo.

Se puede también importar equipos del exterior, pero es de la misma forma importante el análisis de la conveniencia de realizar esta operación, debido a la inversión que representa, al pago de impuestos (aranceles), fletes, trámites, y otros gastos que se pueden originar, así como por la falta de servicio y refacciones en el país.

Dentro del mercado nacional podemos encontrar algunas empresas que se dedican a la venta de este tipo de equipos, entre las más importantes podemos mencionar a Cribamex, Compacto, Tecmatsa, Construmac, Internacional, ItalMexicana, Tecnocribas. Algunas de estas empresas fabrican sus equipos bajo licencias extranjeras, otras ofrecen equipos importados.

La tecnología extranjera que se dedica al diseño y fabricación de equipos de cribado y clasificación está presente en la mayoría de los equipos disponibles actualmente en nuestro país. Las empresas líderes en diseño y fabricación de este tipo de equipos son Pioneer, TelSmith, Barber Greene, Nordberg, Rexnord y Symons.

Se tienen muchas opciones para la adquisición de un equipo de cribado importado nacional. Es importante siempre definir la capacidad del equipo, si se requiere un equipo fijo o móvil, el sistema de trabajo

utilizado y cuantos elementos o componentes son necesarios.

A continuación se presenta una lista de los distintos equipos que pueden adquirirse en el mercado nacional, sus características y precio.

DESCRIPCION.	ABRIL 1988. PRECIO.
1.- Tolva de alimentación de 6 m ³ ., con puertas de operación manual.	\$ 6,000,000.00
2.- Alimentador de tipo de plato reciprocante de 19" equipado con tolva de recepción de 2.5 m ³ y motor eléctrico de 2 H.P.	\$ 8,768,000.00
3.- Criba vibratoria de 2'x4' cribamex, de 3 pisos, con flecha excéntrica, inclinación de 18° servicio a 220/440 volts, 60 ciclos. Canales de descarga y un soporte estructural.	\$ 8,200,000.00
4.- Criba vibratoria de 3'x6' cribamex de 3 pisos, con motor de 5 H.P., inclinación de 18° servicio a 220/440 volts, 60 ciclos. Canales de descarga y un soporte estructural.	\$ 11,366,000.00
5.- Criba vibratoria T. y P., con motor eléctrico de 5 H.P. y reductor de velocidad, (3'x 6').	\$ 13,980,000.00
6.- Criba vibratoria de 3'x8' de 3 pisos T.y P. con motor eléctrico de 5 H.P. y reductor de velocidad.	\$ 16,097,000.00
7.- Criba vibratoria de 3'x8' de 3 pisos. <u>Interna</u> tional, con flecha excéntrica, con suspensión de resortes inclinada 18°, transmisión de <u>ban</u> das.	\$ 16,494,000.00
8.- Criba inclinada Compacto-Telsmith de 3'x10',	

de un piso con inclinación de 19°, placa de acero estructural, suspensión de resortes, unidad vibratoria, motor eléctrico de alto par de arranque de 5 H.P., a 1750-rpm, trifásico, 60 ciclos 220/440 volts, transmisión por bandas "V" y protección.

\$ 32,865,000.00

- 9.- Criba vibratoria inclinada 12° Transcribida de 3'x8' de 3 pisos, rotor excéntrico, suspensión de resortes, motor de 7 H.P. a 1800 rpm. Base estructural para la criba con canalones de descarga y colector de finos. Alimentación a base de plato reciprocante, motor eléctrico de 3 H.P. a 1800 rpm. Tolva receptora de material de 7.5 m³ y un transportador (alimentador a criba) de celosía de 18" x 15.5m., con motor eléctrico de 5 H.P. a 1800 rpm.

\$ 51,099,000.00

- 10.-Criba vibratoria de 3'x8' de 3 pisos, con chasis móvil para 5ª rueda (T.Y.P.), alimentador de plato reciprocante de 19", tolva de recepción, motor eléctrico de 5 H.P. Transportador alimentador de 18"x6m., con motor eléctrico de 3 H.P. Canalones de descarga y cuatro transportadores de descarga de 18"x12m,

\$115,430,000.00

- 11.-Criba vibratoria de 3'x8' de 3 pisos Pioneer montada en chasis móvil para 5ª rueda, alimentador de plato reciprocante de 19", tolva de recepción con generador eléctrico de 5 H.P. y 5 transportadores, uno de alimentación y 4 de descarga, todos de 20"x14m. Estructura y mecanismos de funcionamiento, soporte e instalación.

\$243,400,000.00

Después de observar el listado de equipos anterior se puede se

ñalar que existe en el mercado gran variedad de equipos, (opciones) y precios. Con los once ejemplos anteriores se ha logrado representar - ampliamente el mercado de los equipos de clasificación, los distintos arreglos y elementos que los constituyen.

Se presentan los equipos en orden ascendente de complejidad principiando con los que llegaron a formar un sistema de clasificación por separado, hasta llegar a los equipos móviles existentes en el mercado, los cuales son muy completos, de gran capacidad y alto costo.

A partir de los datos anteriores podemos observar que las ca racterísticas del sistema diseñado en este trabajo de tesis, no aparecen en ningún otro equipo en el mercado. Siendo Este por consiguiente un equipo novedoso y portátil, que puede llegar a ser aceptado en el - mercado nacional de clasificadores de agregados. Para apoyar lo anterior mente expuesto se efectuará el siguiente análisis del costo total que - representará la fabricación del sistema para clasificación de agregados propuesto.

IV.2.- COSTO DEL SISTEMA DE CLASIFICACION DE AGREGADOS EN CUESTION.

Para poder definir si el sistema en estudio podrá competir con los equipos existentes en el mercado de clasificación en nuestro país, se analizará el costo que representa la fabricación de la totalidad de el - equipo. Para este propósito se efectuará una evaluación de cada una de las partes que constituyen al sistema siguiendo los pasos de diseño del sistema. Así como también se obtendrá el precio de venta considerando los indirectos y la utilidad deseada. Este análisis se realizará de la siguiente forma:

- a) Costo de materiales por cada grupo.
- b) Mano de obra.
- c) Calculo del porcentaje de indirectos, utilidad y del porcentaje de Herramienta.
- d) Costos horarios del equipo necesario para la fabricación.
- e) Precios unitarios por grupo para la fabricación.
- f) Precio total del equipo.

a) COSTO DE MATERIALES POR GRUPO.

a.1). ESTABILIZADORES. (Precios a abril 1988).

Descripción.	Cantidad.	Precio U.	Importe.
Doble canal "C" 8"x31.26Kg/m.	100.03 Kg.	2054.00/Kg.	205,461.62
Doble canal "C" 4"x8.04Kg/m	46.64 Kg.	1625.00/Kg.	75,790.00
Canal "C" 3"x 6.10 Kg/m.	7.32 Kg.	1625.00/Kg.	11,895.00
Placa 1"x49.8 Kg/m ² .	4.74 Kg.	1890.00/kg.	8,958.60
Placa de 3/16"x37.4 Kg/m ² .	32.39 Kg.	1780.00/Kg.	57,654.20
Placa de 1 1/8"x224.1Kg/m ² .	56.02 Kg.	1780.00/Kg.	99,715.60
Tornillos 3/8" x 3 1/2"	0.20 Kg.	554.00/Kg.	110.80
Angulo 3/4"x3/4"x1/8"	9.32 Kg.	1526.00/Kg.	14,222.32
Soldadura E6013 Ls-3/16"	18.00 Kg.	4302.00/Kg.	77,436.00
Acero redondo 1"x 3.97 Kg/m.	3.73 Kg.	1510.00/Kg.	5,632.30
Acero redondo 1 1/8"x5.02 Kg/m.	1.98 Kg.	1510.00/Kg.	2,989.80
Acero redondo 1 1/2"x6.21 Kg/m.	3.08 Kg.	1510.00/Kg.	4,650.80
Acero redondo 1 3/8"x 7.51Kg/m	5.39 Kg.	1818.00/Kg.	9,799.02
Acero redondo 1 1/2"x8.94 Kg/m.	7.77 Kg.	1510.00/Kg.	11,732.70
Acero redondo 1 5/8"x10.49 Kg/m.	4.14 Kg.	1837.00/Kg.	7,605.18
Acero redondo 1 7/8"x13.97Kg/m.	10.01 Kg.	1837.00/Kg.	18,388.37
PESO TOTAL.....	310.76 Kg.		\$612,042.31

a.2). CUERPO DE LA CRIBA.

Descripción.	Cantidad.	Precio U.	Importe.
Placa 1"x49.8Kg/m ² .	305.42 Kg.	1890.00/Kg.	577,245.80
Angulo 1"x3/16"x 1.73Kg/m .	37.78 Kg.	1526.00/Kg.	57,652.28
Angulo 3/4"x3/16"x 1.25 Kg/m.	13.20 Kg.	1526.00/Kg.	20,143.20
Solera 3/4"x3/16"x 0.712Kg/m.	7.69Kg.	1510.00/Kg.	11,611.90

Solera 1½"x1" x 1.897 Kg/m	20.40 Kg.	1510.00/Kg.	30,939.90
Solera 1½"x1" x 3.795 Kg/m.	7.40 Kg.	1510.00/Kg.	11,174.00
Cañuela de hule.	10.56 m.	13245.00/m.	139,867.20
Tornillos 1½"x7/8".	3.96 Kg.	554.00 /Kg.	2,193.84
Tornillos 3/4"x1"	0.75 Kg.	554.00/Kg.	415.50
Soldadura E6015 Δ s=3/16"	5.00 Kg.	4302.00/Kg.	21,510.00
Malla 1" cal. 5/32"	37.27 Kg.	1690.30/Kg.	62,997.48
Malla 3/4" cal. 5/16"	51.71 Kg.	1916.40/Kg.	99,173.70
Malla 1½" cal 5/16"	30.79 Kg.	1724.80/Kg.	53,106.59
PESO TOTAL			\$ 1,088,029.39

a.3) UNIDAD DE VIBRACION.Y AMORTIGUACION.

Descripción	Cantidad.	Precio U.	Importe.
Placa 1"x49.8 Kg/m ² .	3.41 Kg.	1890.00/Kg.	6,444.90
Placa 3/8"x74.7 Kg/m ² .	23.08 Kg.	1890.00/Kg.	43,621.20
Placa 5/16"x63.3 Kg/m ² .	4.38 Kg.	1890.00/Kg.	8,278.20
Barra 2½"x16"	10.09 Kg.	2054.00/Kg.	20,724.86
Resortes K=61.19 lb/in. O.T. ASTM. 229	8.00 Pzas.	10500.00/pza.	84,000.00
Tornillos 1"x1½"	4.00 Kg.	554.00/Kg.	2,216.00
Tornillos 1"x 1½'	2.00 Kg.	554.00/Kg.	1,108.00
Flecha 2"x3/8"	26.02 Kg.	2054.00/Kg.	53,445.08
Tubo de acero 3"	7.76 Kg.	1830.00/Kg.	14,280.00
Polea	1.00 Pza.	76860.00/pza.	76,860.00
Baleros serie 222	2.00 pzas.	83980.00/pza.	167,960.00
Retén 50mm. Ø int.	4.00 pzas.	6000 .00/pza.	24,000.00
Trampas contra polvo.	8.00 Kg.	2840.00 /Kg.	22,720.00
PESO TOTAL..107.74 Kg.			\$ 525,579.04

a.4). BASTIDOR DE LA CRIBA. Y TOLVAS.

Descripción.	Cantidad.	Precio U.	Importe.
Canal "C" 4"x8.04 Kg/m.	76.38 Kg.	1625.00/Kg.	124,117.50
Canal "C" 3"x6.10 Kg/m.	30.62 Kg.	1625.00/Kg.	49,757.50
Placa 1"x49.8 Kg/m ² .	13.14 Kg.	1890.00/Kg.	24,834.60
Placa 3/16" x 37.40 Kg/m ² .	190.81 Kg.	1780.00/Kg.	339,641.80
Placa antiderrapante 3/16".	69.40 Kg.	2100.00/Kg.	145,740.00
Angulo 2"x2"x1/8".	16.23 Kg.	1526.00/Kg.	24,776.98
Angulo 2 1/2"x2 1/2"x1/8"	21.14 Kg.	1526.00/Kg.	32,259.64
Tubo cuadrado 1"	53.14 Kg.	2440.00/Kg.	129,661.60
Soldadura E6013 La=3/16"	20.00 Kg.	4302.00/Kg.	86,040.00

PESO TOTAL..... 490.86 Kg.

Total...956,819.62

a.5). ALIMENTACION Y DESCARGA [TRANSPORTADOR, CANGILONES DE CARGA, CADENA DE TRANSPORTACION, CANALONES DE DESCARGA].

Descripción.	Cantidad.	Precio U.	Importe.
Placa 1/2"x49.8Kg/m ² .	0.94 Kg.	1890.00/Kg.	1,776.60
Placa 3/16"x37.4Kg/m ² .	275.48 Kg.	1780:00 /Kg.	490,354.40
Angulo 3/4"x3/4"x 1/8"	9.06 Kg.	1526.00/Kg.	13,825.56
Angulo 1"x1"x1/8"	7.14 Kg.	1526.00/Kg.	10,895.64
Angulo 1 3/4"x1 3/4"x1/8"	24.14 Kg.	1526.00/Kg.	36,837.64
Tornillo 5/8"x 1 1/2"	1.00 Kg.	554.00/Kg.	554.00
Tornillos 1/2" x1"	0.50 Kg.	554.00/Kg.	277.00
Tornillos 5/8"x2"	1.00Kg.	554.00/Kg.	554.00
Tornillos 3/16"x3/4"	4.00 Kg.	554.00/Kg.	2,216.00
Tornillos 3/4"x1 1/2"	1.00 Kg.	554.00/Kg.	554.00
Cadena RC60-K1 Comercial.	17.28 m.	15000.00/m.	259,200.00
Chumacera 1 7/8"	4.00 pzas.	44600.00/pza.	178,400.00
Catarinas paso 60 8"Ø.	4.00 Pzas.	24160.00/pza.	96,640.00
Flecha de acero 1045 de 1 7/8"	14.67 Kg.	2645.00/Kg.	38,802.15
PESO TOTAL..			\$1,130,886.99

a.6) SISTEMA HIDRAULICO.

Descripción.	Cantidad.	Precio U.	Importe.
Placa 3/16" x37.40 Kg/m ²	61.71 Kg.	1780.00/kg.	109,843.80
Tornillos 5/16"x3/4"	1.80 Kg.	554.00/Kg.	997.20
*Soldadura E6013 2s=3/16"	20.00 Kg.	4302.00/Kg.	86,040.00
Tubo 1 1/2" Ø	124.20 Kg.	1830.00/Kg.	227,286.00
Tubo 2" Ø	9.00 Kg.	1830.00/Kg.	16,470.00
Toma de fuerza serie No. 37.	1.00/pza.	252216.00/pza.	252,216.00

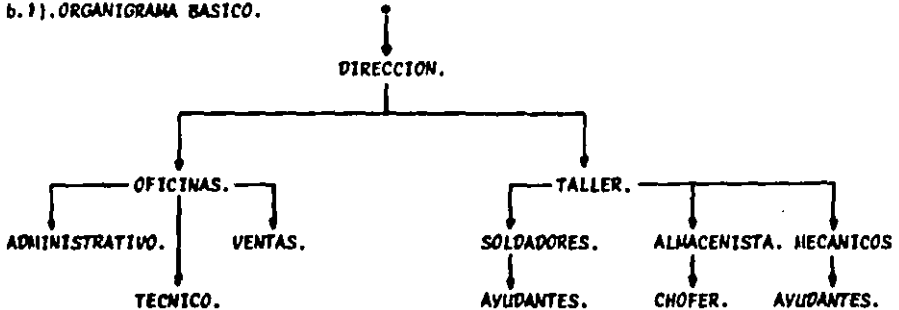
Manguera 1½" Ø	6.00m.	67507.00/m.	405,042.00
Manguera 2" Ø	3.00m.	70404.00/m.	211,212.00
Conexiones de 1½" Ø (macho y hem.)	4.00	Jgos. 131847.00/jgo.	527,388.00
Conexiones 2" Ø (macho y hembra)	4.00	jgos. 144142.00/jgo.	576,568.00
Motores hidráulicos.	2.00	pzas.	
		1484820.00/p	2,969,640.00
Valvulas direccionales.	2.00	pzas. 630540.00/p	1,261,080.00
Bomba hidráulica.	1.00	Pza. 3299600.00/p	3,299,600.00

PESO TOTAL. 287.91 Kg. \$ 9,943,383.00

* La soldadura también corresponde al armado de alimentación y descarga.

b) MANO DE OBRA.

b.1). ORGANIGRAMA BASICO.



b.2). CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL.

A) Ley federal del trabajo.

1.- Dias no trabajados al año:

Domingos	52	
Festivos.	7	
Vacaciones.	6	
Enfermedad.	3	
Lluvias.	4	
		Total.....72 dias.

2.- *Días trabajados al año:*

365 - 72 = 293 días.

3.- *Días que se pagan al año:*

Pagados 365

Aguinaldo. 15

Prima vacacio
nal. 1.5

Total..... 381.5 días.

Factor= 381.5 / 293= 1.3020

A.- *Seguridad social (I.M.S.S.). Factores.*

1.- *Para el salario mínimo 1.196875*

2.- *Para salario mayor 1.179789*

b.3]. **TABULADOR DE SUELDOS.**

Relación de Salarios :

CLAVE	CATEGORIA	
b.3.1	Peón (salario mínimo).	Jornal
		Salario Base : \$ 8,000.00
		Ley Fed. del T. : 1.3020
		Seguro Social : 1.196875
		Salario Real : \$ 12,467.00
b.3.2.	Chofer de Camioneta de Carga en General .	Jornal
		Salario Base : \$ 11,575.00
		Ley Fed. del T. : 1.3020
		Seguro Social : 1.179789
		Salario Real : \$ 17,780.00
b.3.3.	Velador .	Jornal
		Salario Base : \$ 10,325.00
		Ley Fed. del T. : 1.3020
		Seguro Social : 1.179789
		Salario Real : \$ 15,861.00

b.3.4.	Mecanografo .	Jornal	
		Salario Base	: \$ 10,580.00
		Ley Fed. del T.	: 1,3020
		Seguro Social	: 1.179789
		Salario Real	: \$ 15,945.00
b.3.5.	Mecdnico .	Jornal	
		Salario Base	: \$ 12,115.00
		Ley Fed. del T.	: 1,3020
		Seguro Social	: 1.179789
		Salario Real	: \$ 18,610.00
b.3.6.	Soldador .	Jornal	
		Salario Base	: \$ 11,520.00
		Ley Fed. del T.	: 1,3020
		Seguro Social	: 1.179789
		Salario Real	: \$ 17,696.00
b.3.7.	Tornero .	Jornal	
		Salario Base	: \$ 11,355.00
		Ley Fed. del T.	: 1,3020
		Seguro Social	: 1.179789
		Salario Real	: \$ 17,442.00
b.3.8.	Almacenista .	Jornal	
		Salario Base	: \$ 10,545.00
		Ley Fed. del T.	: 1,3020
		Seguro Social	: 1.179789
		Salario Real	: \$ 16,198.00

c) CALCULO DE PORCENTAJES PARA APLICAR A LOS PRECIOS UNITARIOS .

c.1.) PORCENTAJE DE INDIRECTO Y UTILIDAD .

Analisis de Indirecto :

1.- Administración de Taller y Consumos Generales	5.0 %
2.- Administración de Oficinas y Consumos Generales	3.0 %
3.- Financiamiento	4.0 %
4.- Impuestos (sobre la renta, predial, utilidad, etc.)	6.0 %
	SUMA 18.0 %
5.- Utilidad.	12.0 %

Costo indirecto y utilidad.....30.00%
(treinta por ciento).

Nota: % Porcentaje aplicable sobre el costo directo de fabricación.

d) COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA FABRICACION.

d.1.) TORNO.

d.2.) COMPRESOR DE AIRE.

d.3.) SOLDADORA DE ARCO ELECTRICO.

- d. i. -	CLASE Y MODELO DE EQUIPO	Fecha: 1988
SISTEMA MÓVIL DE	Torno horizontal RCH1	cotización E.R.S.
CLASIFICACION DE AGREGADOS	Paralelo universal Modelo S-20	pedido R.H.F.
	De 40 a 1000 RPM y 8 velocidades.	
VALOR DE ADQUISICION \$8,806.00 ULLA. x 2260.00 pesos/ULLA		= \$10,001,560.00
EQUIPO ADICIONAL		10,001,560.00
	SUMA	19,921,560.00
MENOS EL VALOR DE LAS LLANTAS		19,921,560.00
MENOS 20	VALOR A CONSIDERAR	19,901,560.00
	VALOR DE RESCATE	3,908,332.00
	VALOR POR DEPRECIACION	15,921,228.00
VIDA ECONOMICA 5 años	HORAS TRABAJADAS POR AÑO	2,900.00
MOTOR <u>Eléctrico trifásico.</u>	POTENCIA AL VOLANTE	3 Hp.
I.- CARGOS FIJOS SOBRE EL VALOR POR DEPRECIAR POR AÑO		
01- DEPRECIACION	20	
01- INTERES, DEVUENOS	7.2	
01- MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	15.00	
	SUMA	42.20
POR HORA 42.20	15,921,228.00 / 2,900.00	5,490.08
		3,359.38
II.- CONSUMOS POR HORA.		
A)- COMBUSTIBLE. (HP MOTOR x FACTOR x CONSUMO LIT x PRECIO LIT x 24HR)		
01- GASOLINA		
01- DIESEL (ENERGIA ISO HP)		
01- DIESEL (MOTOR ISO HP)		
01- GASOLINA MOTOR DE ARRANQUE		
B)- LUBRICANTES.		
01- ACEITE LUBRICANTE, ADECUAMENTE 1.00	1,107.50	11.98
01- ACEITE CAMBIO TRANSMISION, HP, ETC. 6	1,137.98	10.33
01- CONSUMO ACEITES (FACTOR x CONSUMO COMBUSTIBLE = CONSUMO DE ACEITE x 2 LIT)		
01- GASOLINA x 0.0075		
01- DIESEL (150HP-00521)		
01- DIESEL (150HP-01553)		
C)- ENERGIA ELECTRICA. 3HP. (1KW = 2.24KW. x \$ 285.00/KW.)		
2.341HP		638.90
	SUMA CONSUMOS	659.91
III.- SALARIOS		
01- OPERADOR (C)		
01- AYUDANTE (C) 8,000.00/11196875	2,828.35	1,828.35
	SUMA	1,828.35
RESUMEN		
I.- CARGOS FIJOS	3,359.38	/ HORA
II.- CONSUMOS	659.91	/ HORA
III.- SALARIOS	1,828.35	/ HORA
COSTO HORARIO	5,847.64	/ HORA

SISTEMA MOVIL DE - d.2. CLASIFICACION DE AGREGADOS	CLASE Y MODELO DE EQUIPO Compresor de aire estacionario, <u>Murgula-Kellog Modelo B 335-80</u> Tanque de 500 Lt. Desplazamiento 616lt	PERIODO <u>1988</u> CALCULO <u>F.R.S.</u> SERVIDOR <u>R.H.F.</u>
VALOR DE ADQUISICION <u>5'253,032.00</u>		EQUIPO ADICIONAL _____ SUMA <u>5'253,032.00</u>
MENOS EL VALOR DE LAS LLANTAS _____ VALOR A CONSIDERAR <u>5'253,032.00</u>		MENOS _____ VALOR DE RESCATE _____
VIDA ECONOMICA <u>3</u> AÑOS, HORAS TRABAJADAS POR AÑO _____ VALOR POR DESPRECIAR <u>5'253,032.00</u>		MODULO <u>electrico trifasico</u> POTENCIA AL VOLANTE _____ <u>5</u>
I.- CARGOS FIJOS SOBRE EL VALOR POR DEPRECIAR POR AÑO		
I-1- DEPRECIACION _____ <u>33.33%</u>		
I-2- INTERESES, SEGUROS _____ <u>15</u>		
I-3- MANTENIMIENTO Y REPARACIONES _____ <u>15</u>		
SUMA _____ <u>63.33</u>		
POR HORA <u>63.33</u> x <u>5'253,032.00</u> / HORAS, AÑO <u>2000.00</u>		<u>1663.37</u>
II.- CONSUMOS POR HORA.		
A)- COMBUSTIBLE. (HP MOTOR x FACTOR + CONSUMO LIT x PRECIO/LIT x 60/HP)		
I-1- GASOLINA (HP MOTOR x FACTOR + CONSUMO LIT x PRECIO/LIT x 60/HP) _____		
I-2- DIESEL (MENOR 150 HP) _____		
I-3- DIESEL (MAYOR 150 HP) _____		
I-4- GASOLINA MOTOR DE ARRANQUE _____		
B)- LUBRICANTES.		
I-1- ACEITE CAMBIO CARTER (LITROS x PRECIO/LITRO x 60/HP) _____		
I-2- ACEITE CAMBIO COMPRESORA. (LITROS x PRECIO/LITRO x 60/HP) <u>1722.98</u>		
I-3- CONSUMO ACEITES (FACTOR + CONSUMO COMBUSTIBLE + CONSUMO DE ACEITE) _____		
I-4- GASOLINA + DIESEL _____		
I-5- DIESEL (150HP-00521) _____		
I-6- DIESEL (150HP-00585) _____		
C)- ENERGIA ELECTRICA. SH.P [1KW/1.341HP] x 3.75 KW x \$285.00/KW. <u>1065.05</u>		
SUMA CONSUMOS _____		<u>1115.19</u>
III.- SALARIOS		
I-1- OPERADOR (DIA) _____		
I-2- SUBSISTENTE (\$,000.00) <u>1.196875</u> x <u>1.828.35</u>		
SUMA _____		<u>1,828.35</u>
RESUMEN		
I.- CARGOS FIJOS _____		<u>1,663.37</u> / HORA
II.- CONSUMOS _____		<u>1,115.19</u> / HORA
III.- SALARIOS _____		<u>1,828.35</u> / HORA
COSTO HORARIO _____		<u>\$ 4,606.91</u> / HORA.

- d.3. - SISTEMA MOVIL DE CLASIFICACION DE AGREGADOS		CLASE Y MODELO DE EQUIPO Soldadora electrica. ARC- Welden. Cumpson INPARC 300 Capacidad de 30 a 300 amp.	fecha 1988 calculo E.B.S. dibujo R.H.E.
VALOR DE ADQUISICION		VALOR A CONSIDERAR	\$ 6'230,767.00
EQUIPO ADICIONAL SUMA		VALOR DE RESCATE	6'230,767.00
MENOS EL VALOR DE LAS LLANTAS		VALOR POR DEPRECIACION	6'230,767.00
MENOS		VALOR POR DEPRECIACION	6'230,767.00
VIDA ECONOMICA. años, horas trabajadas por año		VALOR POR DEPRECIACION	2,000.00
MOTOR TRIFASICA. POTENCIA AL VOLANTE (Phom)		VALOR POR DEPRECIACION	15
I - CARGOS FIJOS SOBRE EL VALOR POR DEPRECIAR POR AÑO			
a) DEPRECIACION		b) INTERESES, SEGUROS	33.33
c) MANTENIMIENTO Y REPARACIONES		d) SUMA	15
POR HORA 63.33		e) VALOR POR DEPRECIACION	6'230,767.00
f) HORAS TRABAJADAS POR AÑO		g) VALOR POR DEPRECIACION	2,000.00
			1,972.97
II - CONSUMOS POR HORA.			
A) - COMBUSTIBLE (CON MOTOR A FACTOR + CONSUMO LITROS PRESION/LITRO + RPM)			
a) GASOLINA		b) DIESEL	c) DIESEL
d) DIESEL		e) DIESEL	f) DIESEL
g) DIESEL		h) DIESEL	i) DIESEL
B) - LUBRICANTES.			
a) ACEITE CARRO MOTOR		b) ACEITE CARRO TRANSMISION, E.P. ETC	c) CONSUMO ACEITE (FACTOR + CONSUMO COMBUSTIBLE + CONSUMO DE ACEITE)
d) GASOLINA		e) DIESEL	f) DIESEL
g) DIESEL		h) DIESEL	i) DIESEL
c) ENERGIA ELECTRICA. 15H.P. (1KW)		VALOR POR DEPRECIACION	3,189.15
1.38THP.		VALOR POR DEPRECIACION	3,189.15
SUMA CONSUMOS			3,189.15
III - SALARIOS			
a) OPERARIO		b) OPERARIO	c) OPERARIO
d) OPERARIO		e) OPERARIO	f) OPERARIO
g) OPERARIO		h) OPERARIO	i) OPERARIO
VALOR POR DEPRECIACION			1,828.35
VALOR POR DEPRECIACION			1,828.35
RESUMEN			
I - CARGOS FIJOS		VALOR POR DEPRECIACION	1,972.97
II - CONSUMOS		VALOR POR DEPRECIACION	3,189.15
III - SALARIOS		VALOR POR DEPRECIACION	1,828.35
COSTO HORARIO		VALOR POR DEPRECIACION	\$ 690.47
VALOR POR DEPRECIACION		VALOR POR DEPRECIACION	/ HORA.

e.) **PRECIOS UNITARIOS POR GRUPO PARA LA FABRICACION.**

e.1.) **ESTABILIZADORES.**

e.2.) **CUERPO DE LA CRIBA.**

e.3.) **UNIDAD DE VIBRACION Y AMORTIGUACION.**

e.4.) **BASTIDOR DE LA CRIBA Y TOLVAS.**

e.5.) **ALIMENTACION Y DESCARGA.**

e.6.) **SISTEMA HIDRAULICO.**

SISTEMA MOVIL DE CLASIFICACION DE AGREGADOS .

№ Hoja
- 42 -

unidad
GRUPO

Concepto

FABRICACION DEL BASTIDOR DE LA CRIBA Y DE LAS TOLVAS .
INCLUYE : SUMINISTROS, CORTES, MECANIZADO DE PIEZAS,
ARMADO, ENSAMBLE Y ACABADOS .

clave
c.4

fecha
1988

clave	materiales	unidad	cantidad	precio en obra	importe	
a.4	Materiales Bastidor-Criba y Tolvas	Lote	1	956,819.62	956,819.62	
cc.	Primer de Zinc	Lts.	8	8,985.26	71,882.08	
β	Thinex	Lts.	10	2,998.-	29,980.-	
δ	Pintura Emalte Industrial	Lts.	8	10,458.-	85,472.-	
				suma materiales	528	1'142,159.7
mano de obra						
b.3.1	Ayudante	Jor.	30.0	12,467.00	374,010.-	
b.3.5	Mecánico	Jor.	7.5	18,610.00	139,575.-	
b.3.6	Soldador	Jor.	6.0	17,696.00	106,176.-	
				suma mano de obra	288	619,761.-
equipo y herramientas						
d.3	Soldadora de Arco Electrico	Ht.	48.0	6,990.47	335,542.56	
d.2	Compresor	Ht.	16.0	4,608.91	73,710.56	
c.2	Herramienta	1	4	619,761.-	24,790.48	
				suma equipo y herramientas	701	434,043.5

analizo	reviso	aprobó
F.B.S.	R.N.F.	R.N.F.
comprobó:		

costo directo	100%	\$	2'195,958.26
indirectos y utilidad	30%	\$	658,787.48
precio unitario		\$	2'854,745.74

6) PRECIO TOTAL DEL EQUIPO .

Después de haber analizado cada uno de los factores que componen el precio total del equipo ; es decir, los materiales, la mano de obra, el equipo y herramienta como costos directos, y a la utilidad y gastos administrativos como los costos indirectos; se calcularon los precios unitarios por grupo, los cuales nos permiten elaborar el presupuesto de fabricación y venta del equipo, tal y como a continuación se presenta.

Precio del Sistema Móvil de Clasificación de Agregados :

Elemento ó Grupo .	Cantidad	Precio Unitario	Importe
6.1 Estabilizadores	1.0	1'948,082.43	1'948,082.43
6.2 Cuerpo de la Criba	1.0	1'976,368.55	1'976,368.55
6.3 Unidad de Vibra. y Amort.	1.0	1'399,969.77	1'399,969.77
6.4 Bastidor Criba y Tolvas	1.0	2'854,745.74	2'854,745.74
6.5 Alimentación y Descarga	1.0	2'794,653.82	2'794,653.82
6.6 Sistema Hidráulico	1.0	13'360,971.73	13'360,971.73
PRECIO DEL SISTEMA			\$ 24'334,792.04

Análisis de requerimientos a partir del Costo Directo :

Costo Directo : \$ 18'719,070.80 . . . Porcentajes Promedio que integran el Costo Directo (C.D.) :

Materiales : 64%

Mano de Obra : 22%

Equipo y Herramienta : 14%

De acuerdo con lo mencionado al inicio de este trabajo, el sistema de clasificación se diseñó para montarse sobre el chasis de una camioneta de 3 toneladas de capacidad de carga, ó como una opción se podría montar sobre un remolque de 5a. rueda ó similar.

Para obtener entonces el precio total del equipo móvil , se presentan tres diferentes opciones :

- 1a. El cliente proporciona la camioneta para que el equipo se instale en ella.
- 2a. El equipo se ofrece sobre una plataforma ó remolque, colocando un motor de combustión interna adicional para su operación .
- 3a. El equipo se ofrece montado en una camioneta de 3 tons. de capacidad , opción principal de este trabajo .

ANALISIS DE LAS TRES OPCIONES PARA EL PRECIO TOTAL DEL EQUIPO .

1a.	Precio Sistema de Clasificación	\$ 24'334,792.04
	Revisión y adaptación al vehlculo	550,000.00
		<hr/>
	*1er. PRECIO TOTAL DEL SISTEMA MOVIL DE CLASIFICACION DE AGREGADOS	\$ 24'884,792.04 *
2a.	Precio Sistema de Clasificación	\$ 24'334,792.04
	Precio del remolque especial (aprox.)	10'580,034.00
	Precio del Motor de Comb. Interna (gas.)	3'992,872.00
		<hr/>
	*2o. PRECIO TOTAL DEL SISTEMA MOVIL DE CLASIFICACION DE AGREGADOS	\$ 38'907,698.04 *
3a.	Precio Sistema de Clasificación	\$ 24'334,792.04
	Precio Camioneta de 3Tons. Nueva	27'809,565.00
	(chasis-Cabina)	<hr/>
	*3er. PRECIO TOTAL DEL SISTEMA MOVIL DE CLASIFICACION DE AGREGADOS	\$ 52'144,357.04 **

CAPITULO V.- DISEÑO .

V. DISENO.

Proyectar es formular un plan para la satisfacción de una necesidad humana. De esta forma el diseño se convierte en el método utilizado para llegar a la solución de un problema determinado.

En contraste con los problemas científicos, los problemas en el diseño no tienen soluciones únicas, es absurdo por ejemplo exigir "la respuesta correcta" a un problema de diseño, porque no hay ninguna. En efecto, distintas personas pueden dar diferentes soluciones alternativas a un problema de diseño, siendo todas ellas adecuadas, o bien una buena respuesta hoy puede convertirse en mala mañana.

Casi todos estamos comprometidos en algún proyecto de un modo u otro, ya que en la vida diaria surgen problemas y se presentan situaciones que hay que resolver. El proyecto tiene un objetivo auténtico, la obtención de un resultado final mediante una acción definida o por la creación de algo que tenga realidad física.

La palabra proyecto en ingeniería encierra varios significados, algunos opinan que un proyectista, es el que emplea un tablero de dibujo para diseñar los detalles de un engranaje, un embrague o cualquier otro elemento de maquinaria. Otros opinan que un proyecto es la creación de algo complejo, como una red de comunicaciones que cubre muchas regiones. Ninguna de estas opiniones es equivocada, diseñar o proyectar en ingeniería es el proceso en el que se emplean las herramientas de la ingeniería, matemáticas gráficas e idioma, así como los principios científicos con el objeto de desarrollar un plan que, cuando se ejecute, ha de satisfacer una necesidad humana.

Un proyecto o diseño en ingeniería mecánica, es la formulación de propuestas aceptables profesionalmente con el objeto de tener productos, aparatos, máquinas o sistemas; así como con el objeto de solucionar problemas. Por ejemplo, los ingenieros mecánicos diseñan válvulas, bombas y cilindros hidráulicos, o pueden también seleccionar de catálogos existentes estos elementos y otros para combinarlos en un sistema hidráulico completo.

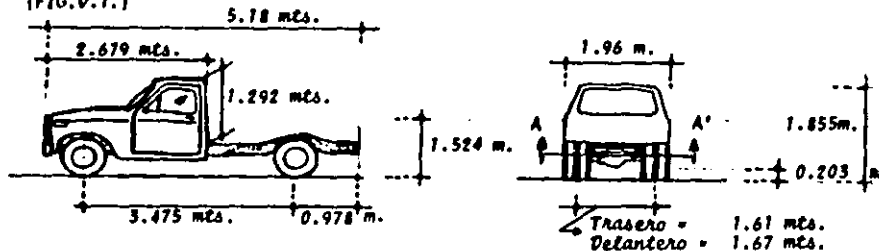
El proyecto mecánico utiliza los conocimientos obtenidos en los estudios del hombre a través de los tiempos, basándose en lo ya estudiado y en lo existente, para combinarlos con su ingenio y lograr nuevos sistemas,

que resolverán un problema, una necesidad de la comunidad humana.

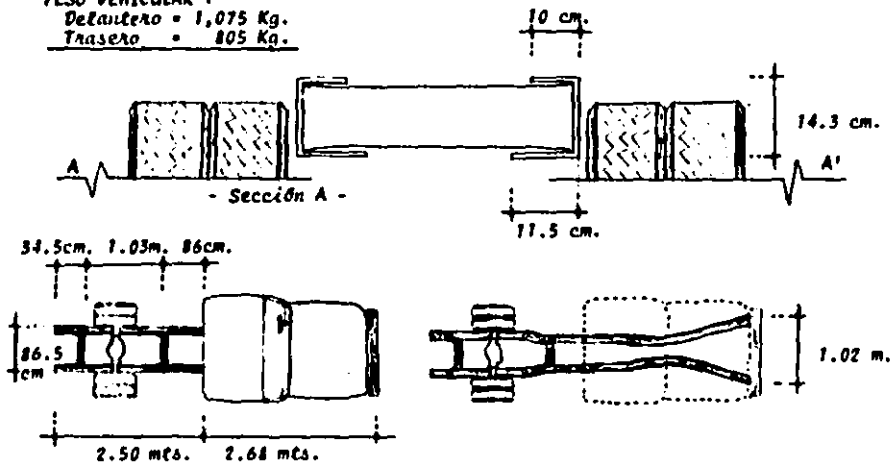
V.1.-CARACTERISITICAS Y MODIFICACIONES EN EL CHASIS DEL VEHICULO.

Uno de los puntos principales en el diseño de el sistema de clasificación de agregados es el de , garantizar movilidad, acceso e instalación rápida en cualquier zona de trabajo. Con este objeto se ha decidido que el sistema sea montado en el chasis de una camioneta con capacidad de tres toneladas de carga; o bien podria como opción diseñarse un chasis o remolque independiente para su montaje y transportación.

En este trabajo se efectuará el diseño sobre el chasis de camioneta, la cual presenta las siguientes dimensiones al salir de fábrica, (FIG.V.1.)



PESO VEHICULAR :
 Delantero = 1,075 Kg.
 Trasero = 805 Kg.



Estas son las medidas de chasis que presentan las camionetas para la versión 3 toneladas. Antes de proceder al diseño y modificaciones en este chasis para el montaje del sistema se expone la siguiente tabla de especificaciones generales en este tipo de vehículos.

ESPECIFICACIONES.

Peso bruto vehicular	-----5000 Kg. (cargado).
Distancia entre ejes	----- 3.47m.
Motor .	----- Gasolina, 8 cilindros en"V."
Desplazamiento	----- 4949 cc. (302 pul ³).
Rel. de compresión.	----- 7.85 a 1
Potencia neta.	----- 141 HP. a 4200 rpm.
Par motor neto.	----- 31.1 Kg/m. a 2600 rpm.
Capacidad eje y suspensión delantera.	---- 1644 Kg.
Capacidad eje y suspensión trasera.	---- 3356 Kg.
Transmisión.	----- 4 velocidades y reversa.
Sistema de frenos	----- Hidráulico reforzado de vacío.
Frenos delanteros.	----- Disco.
Frenos traseros .	----- Tambor.
Suspensión delantera.	----- Resortes helicoidales.
Suspensión trasera.	----- Muelles de hoja.
Embrague, tipo y diam.	----- Disco seco 27.9 cm.
Dirección relación.	----- 24 a 1.
Ruedas tipo.	----- Disco 8 orificios.
Rodada.	----- Doble.
Llantas.	-----7.50 x 16-10 (eje doble).
Amortiguadores.	----- Telescópicos. Doble efecto delantero y trasero.
Acumulador.	----- 12 voltios 45 amp./hr.
Alternador.	----- 12 voltios, 55 amp.

Como se observa este tipo de vehículo es potente, resistente y de gran maniobrabilidad. Lo cual lo hace atractivo para la función que se requiere.

La revisión del chasis y el diseño de los elementos adicionales así como la estructura necesaria para todo el equipo se va a llevar a cabo

considerando las cargas muertas (peso propio de materiales y elementos mecánicos) y las cargas vivas (peso adicional), así como utilizando los esfuerzos admisibles para diseño de estructuras de acero A-36, mismo que será utilizado en la fabricación de todos los elementos estructurales del sistema.

El acero A-36 tiene un esfuerzo de fluencia (Fy), de 2530 Kg/cm², (36 klb/in²); el esfuerzo admisible al cortante Fv se tomará como 0.4Fy -- Fv=1012 Kg/cm², el esfuerzo admisible a flexión Fb se considerará como 0.6Fy Fb=1518 Kg/cm²; y el esfuerzo admisible en compresión se valorará en función de la relación de esbeltez de cada elemento (*5). Dichos esfuerzos serán utilizados para el diseño y revisión de todos los elementos estructurales del sistema de clasificación.

A continuación se presenta la revisión y el diseño de los elementos adicionales del chasis del vehículo, para que este pueda ser utilizado para el montaje de una clasificadora de materiales. También si el usuario lo requiere se podrá montar en una plataforma diseñada para el sistema, ya sea del tipo remolque o de quinta rueda.

V.1.a.- REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL CHASIS.

En este punto se decidirá si el chasis con que cuenta la camioneta de 3 ton. resistirá el trabajo del equipo de clasificación. Por especificaciones del fabricante se conoce la carga máxima que puede soportar y transportar, pero no si va ser capaz de resistir el equipo en funcionamiento, el peso adicional de la clasificadora, y sobre todo si va a poder hacerlo sobre soportes diferentes a las ruedas.

Es necesario calzar el equipo para su operación debido a que la suspensión no permitiría el funcionamiento normal de sus elementos y a que también esta podría verse dañada. Es por esto que hay que determinar cuantos apoyos, calzas o estabilizadores necesita, en que posición y de que tipo, así como la resistencia del chasis y la distribución de cargas.

REVISIÓN DEL CHASIS.

Cabina=	1075.00 Kg.	(peso vehicular)
	+ 325.00 "	{operadores y accesorios}
	<hr/>	
	1400.00 Kg.	

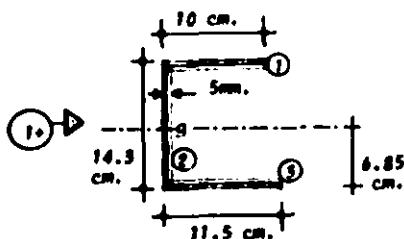
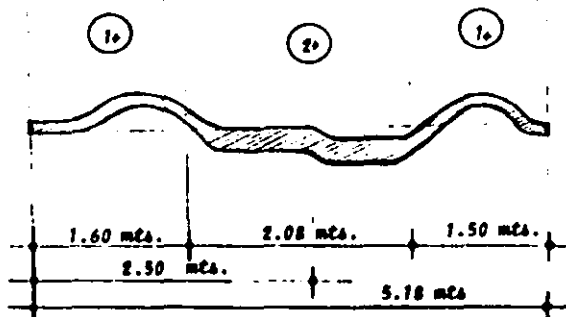
Criba: 2600.00 Kg.

Carga: 800.00 Kg.

3400.00 Kg. 1700.00 Kg/oz.

SECCION:

(FIG. V. 2).



	A (cm ²)	\bar{y} (cm)	$A\bar{y}$ (cm ³)
①	4.75	14.05	66.74
②	7.15	7.15	51.12
③	5.50	0.25	1.38
	<u>17.40</u>		<u>119.24</u>

$$g = \bar{y} = 119.24 / 17.40 = 6.85 \text{ cm.}$$

$$A = 17.40 \text{ cm}^2$$

(E, 1:500)

Inercia de la sección:

$$d_3 = \bar{y} - h_3/2, \quad d_2 = \bar{y} - h_2/2, \quad d_1 = \bar{y} - h_1/2$$

$$I_{x_1} = (L_3 h_3^3 / 12 + (A_3 d_3^2)) + (L_2 h_2^3 / 12 + (A_2 d_2^2)) + (L_1 h_1^3 / 12 + (A_1 d_1^2)) =$$

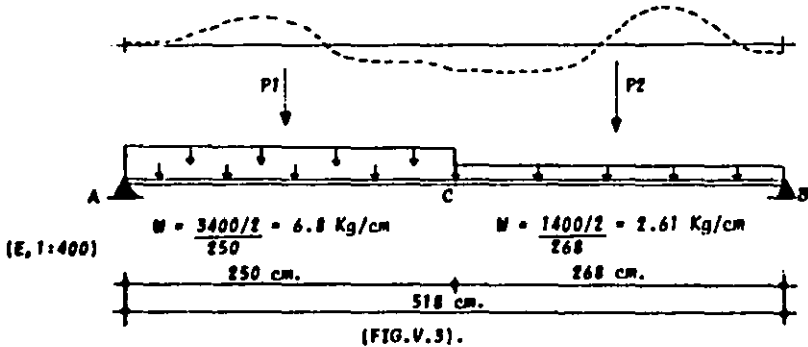
$$d_3 = 6.85 - 0.25 = 6.6 \text{ cm.}$$

$$d_2 = 6.85 - 14.3/2 = 0.30 \text{ cm.}$$

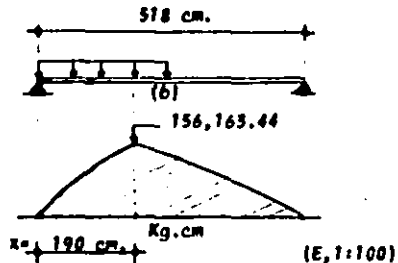
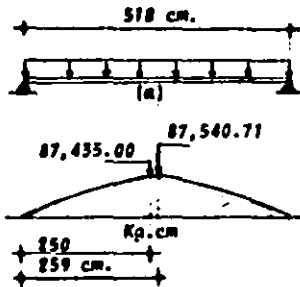
$$d_1 = 6.85 - 14.3 - 0.25 = 7.2 \text{ cm.}$$

OPCION A.

P1 = Peso de carga trasero = 3,400 Kg., 1,700/pieza
 P2 = Peso de carga delantero = 1,400 Kg., 700/pieza



Se procederá a calcular los elementos mecánicos de la siguiente forma:



$$M = wL^2/8$$

$$M_{\text{máx.}} = \frac{2.61 \times 518^2}{8} = 87540.71 \text{ Kg.}$$

$$M_C = 87435.00 \text{ Kg.}$$

$$M_{\text{máx.}} = \frac{wL^2}{8} \left(1 - \frac{a}{L}\right)^2$$

$$w = 6.8 - 2.61 = 4.19 \text{ Kg/cm.}$$

$$M_C = \frac{4.19 \times 518}{2} \times 250 \left(1 - \frac{250}{2 \times 518}\right)^2$$

$$M_C = 156163.44 \text{ Kg.cm.}$$

$$x = a \left(1 - \frac{a}{L}\right) = 250 \left(1 - \frac{250}{2 \times 518}\right)$$

$$x = 189.67 \text{ cm.}$$

$$R_A = R_B = wL/2$$

$$R_A = R_B = \frac{2.61 \times 518}{2} = 675.99 \text{ Kg.}$$

$$R_A = wL \left[1 - \frac{a}{2L} \right]^2 =$$

$$R_A = 4.19 \times 518 \left[1 - \frac{250}{2 \times 518} \right] = 1646.67 \text{ Kg.}$$

$$R_B = \frac{wL a}{2L} = \frac{4.19 \times 518 \times 250}{2 \times 518} = 523.75 \text{ Kg}$$

Sumando elementos mecánicos en C tenemos:

$$M_C = 87435.00 + 156163.44 = 243598.44 \text{ Kg.cm.}$$

$$R_A = 675.99 + 1646.67 = 2322.66 \text{ Kg.}$$

$$R_B = 675.99 + 523.75 = 1199.74 \text{ Kg.}$$

Revisión por flexión:

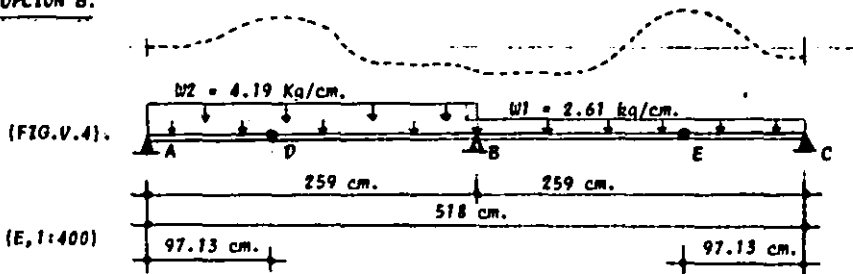
$$f_b \text{ máx. (en S2)} = M_C / S2 = \frac{243598.44 \text{ Kg.cm}}{115.24 \text{ cm}^3} = 2113.84 \text{ Kg/cm}^2.$$

$f_b > 1518 \text{ Kg/cm}^2$ Se excede la capacidad resistente a flexión de la sección, por lo que no se acepta.

Debido a que el chasis no soporta el trabajo, se propone un apoyo extra en el centro. logrando con esto doble resistencia al chasis y estabilidad al vehículo.

Esto no quiere decir que el chasis no esté bien diseñado, al contrario, está bien diseñado para el trabajo al que se destina como vehículo, pero no resistiría el apoyo de dos puntos extremos .

OPCION B.



Revisión por Flexión:

$$\delta b \text{ (máximo en S1)} = \frac{MB}{S_1} = \frac{38661.01 \text{ Kg}\cdot\text{cm}}{81.68 \text{ cm}^3} = 473.32 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\delta b_1 < 1518 \text{ Kg/cm}^2 \text{ O.K.1 (31\% Cap.)}$$

$$\delta b_2 \text{ (máximo en S2)} = \frac{MB}{S_2} = \frac{39452.01}{115.24} = 342.35 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\delta b_2 < 1518 \text{ Kg/cm}^2 = \text{FB O.K.1 (23\% Cap.)}$$

Revisión por cortante:

$$\delta v_1 \text{ (máximo en alma 1)} = \frac{728.28 \text{ Kg}}{7.15 \text{ cm}^2} = 101.86 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\delta v_1 < F_v = 1012 \text{ Kg/cm}^2. \text{ (10\% Cap.)}$$

$$\delta v_2 \text{ (máximo en alma 2)} = \frac{1523.24}{9} = 169.25 \text{ Kg/cm}^2$$

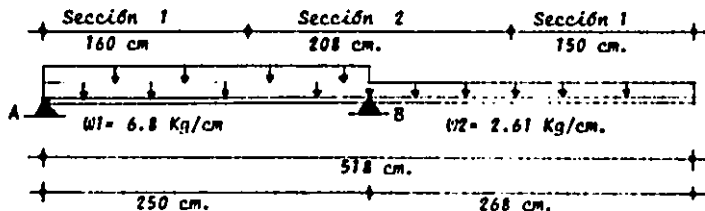
$$\delta v_2 < F_v = 1012 \text{ Kg/cm}^2. \text{ (11\% Cap.)}$$

Como se puede observar, al colocar un apoyo central, el chasis tra baja por flexión a un 31% de su capacidad, y al cortante a un 21% máximo de su capacidad, lo cual nos proporciona una amplia resistencia del mismo para soportar pesos adicionales de equipo o carga y una seguridad en la operación del equipo, contra la vibración que va a existir debido al funcionamiento de la criba.

De la misma forma se observa que la carga en el apoyo C (delantero) es muy pequeña, por lo que se analizará una tercera opción colocando únicamente dos apoyos, el central y el posterior.

OPCION C.

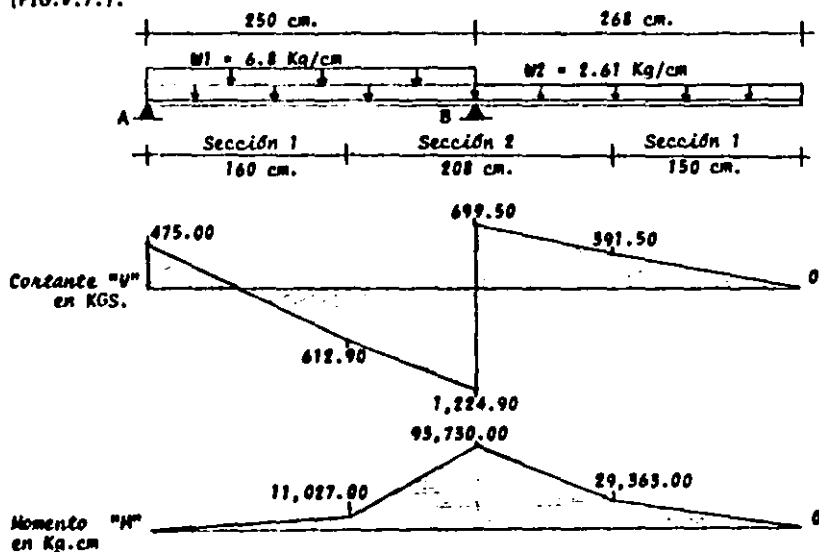
(FIG. V.6.)



- Sección 1: $A=17.4 \text{ cm}^2$.
 $I_x=608.52 \text{ cm}^4$.
 Sección 2: $A=19.25 \text{ cm}^2$.
 $I_x=1076.34 \text{ cm}^4$.

El análisis del comportamiento del chasis con dos apoyos fue realizado de forma similar a los análisis presentados en las opciones A y B, ob-
 teniéndose los siguientes resultados:

(FIG.V.7.).



Revisión por flexión:

$$\delta b_1 (\text{máx. en } S_1) = \frac{H_1}{S_1} = \frac{29363 \text{ Kg}\cdot\text{cm}}{87.68 \text{ cm}^3} = 359.49 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\delta b_1 < 1518 \text{ Kg/cm}^2 \quad (248)$$

$$\delta b_2 (\text{máx en } S_2) = \frac{H_2}{S_2} = \frac{93730 \text{ Kg}\cdot\text{cm}}{115.24 \text{ cm}^3} = 813.35 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$6b_2 < 1518 \text{ Kg/cm}^2 \quad (548)$$

Revisión por cortante:

$$6v_1 (\text{máx. en alma 1}) = \frac{612.9 \text{ Kg}}{7.15 \text{ cm}^2} = 85.72 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$6v_1 < 1012 \text{ Kg/cm}^2. \quad (88)$$

$$6v_2 (\text{máx. en alma 2}) = \frac{V_3}{A_2} = \frac{1224.90 \text{ Kg}}{9 \text{ cm}^2}$$

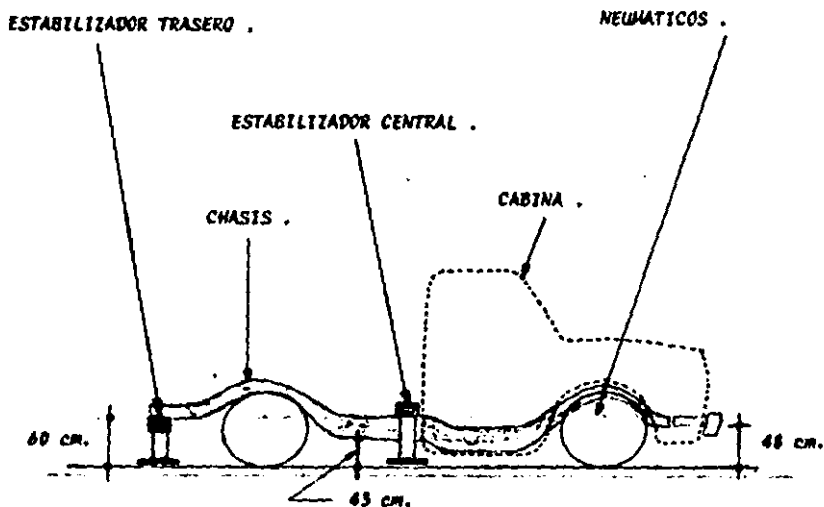
$$6v_2 = 136.10 \text{ Kg/cm}^2 < 1012 \text{ Kg/cm}^2. \quad (138)$$

REACCIONES: RA=R1= 475.07 KG.
 RB=R3=1924.40 "

Debido a que los resultados están dentro de lo admisible tanto en las opciones B y C, se descarta la opción A y se optará por la "C", colocando dos apoyos, uno al centro y otro en la parte de atrás. El chasis continúa estando sobrado, trabaja en cortante a un 13% de su capacidad y en flexión a un 54%. Esta opción es segura y económica.

V.1.6.- DISEÑO DE LOS ESTABILIZADORES.

A partir del análisis anterior se define que es necesario tener dos puntos de apoyo a lo largo del chasis, uno al centro y otro en la parte posterior. (FIG. V.8).

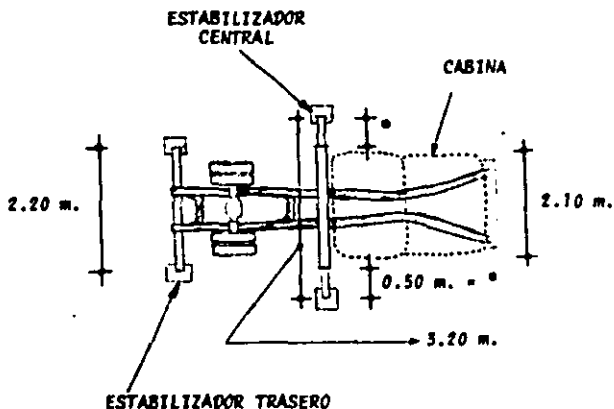


(FIG.V.8).

Los estabilizadores buscarán apoyar al equipo, nivelarlo y evitar que pueda volcarse al estar operando. La altura a la que elevarán al vehículo será un poco mayor a la que normalmente tiene con respecto al piso (distancia acotada en la figura V.8), con la finalidad de que los neumáticos y la suspensión puedan descansar en el piso, y no sea una carga adicional. El -

vehículo se apoyará sobre el terreno, de manera segura y estable (FIG.V.9), y fácil de instalar.

(FIG.V.9).

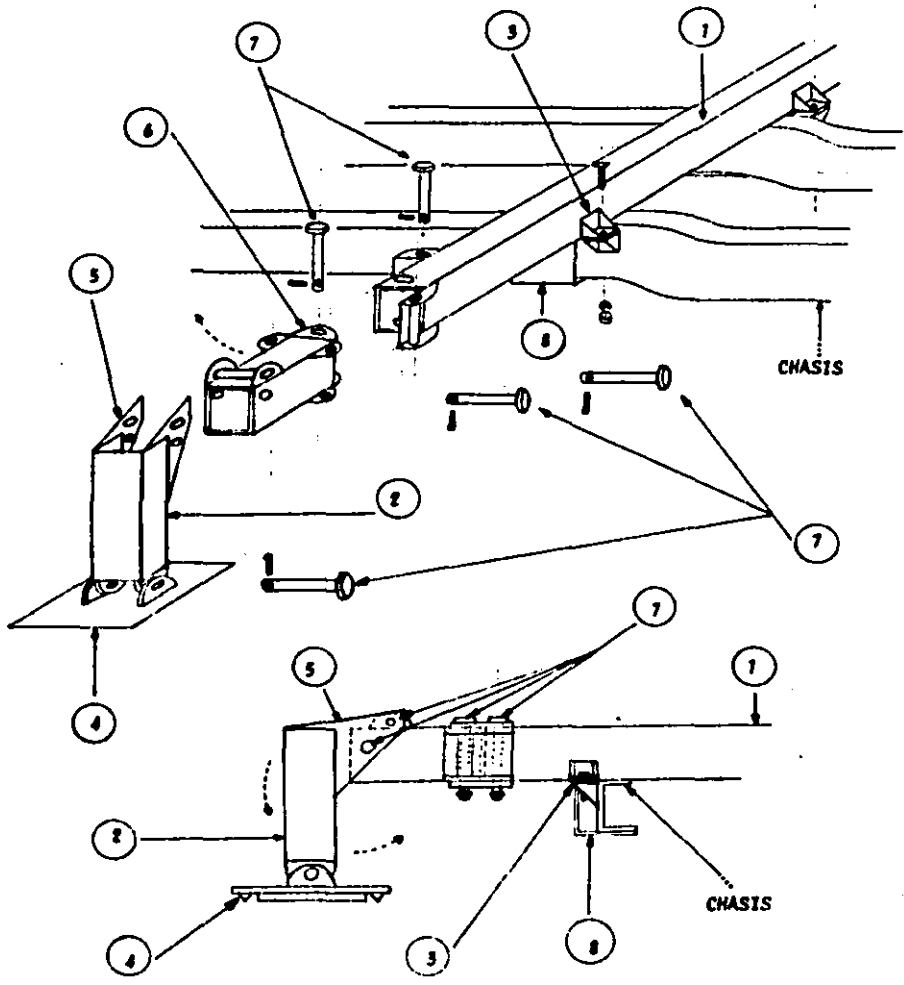


Ambos apoyos tendrán un bastidor, una extensión articulada y patas abatibles. A continuación se presenta el diseño de los estabilizadores.

V.1.b.1.- ESTABILIZADOR CENTRAL.

El apoyo central del vehículo será el más robusto y estará colocado por encima del chasis, debido a que la distancia del piso al chasis es muy pequeña, a que en este punto se coloca el tanque de gasolina y a que pasa la flecha cardán. Por esta razón el bastidor pasará por arriba y se sujetará con escuadras, soldadura y tornillos.

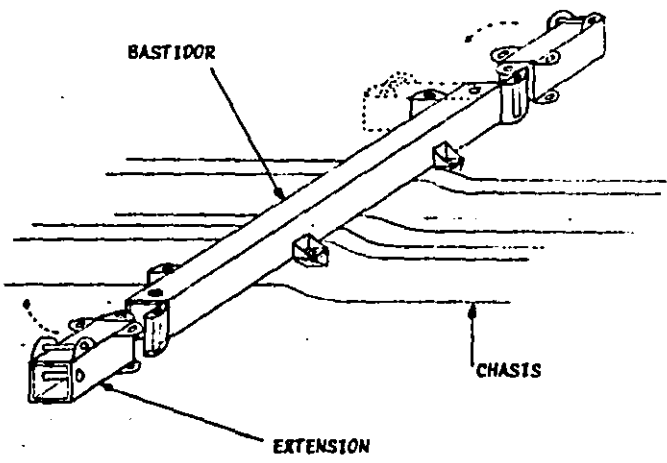
(FIG.V.10).



(FIG.V.10).

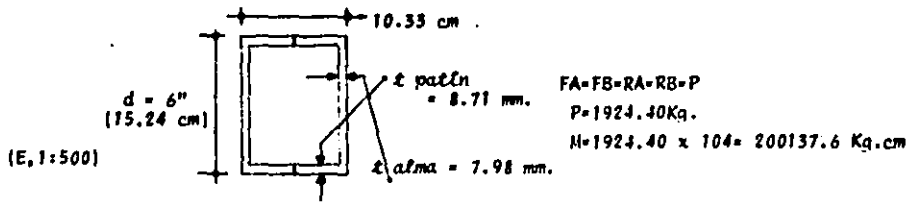
1 BASTIDOR Y EXTENSION.

Aunque existe una conexión en el miembro, debido a que este quedará completamente rígido durante su operación, se calculará como un solo elemento al bastidor y sus extensiones.

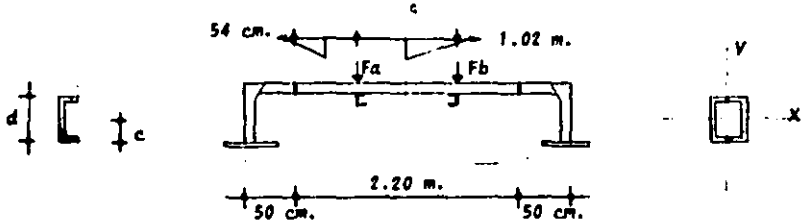


(FIG.V.11).

A.. Se propone una sección doble canal o cajón 6"x15.63Kg/m.



$E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ (módulo de elasticidad del acero).



$$d = \text{desplazamiento} = d_{\text{máx.}} = \frac{P_1^3}{6EY_x} \left[\frac{3a}{4L} - \left(\frac{a}{L} \right)^3 \right]$$

$$d_{\text{máx.}} = \frac{11924.40}{6(2.1 \times 10^6)} \frac{[320]^3}{(628.5)^2} \left[\frac{3[104]}{4(320)} - \left(\frac{104}{320} \right)^3 \right] = 0.83 \text{ cm.} = 83 \text{ mm.} \quad \text{acceptable.}$$

$$I_b = M/S ; \quad S = \frac{I}{c} = \frac{628.5}{7.62} = 82.5 \text{ cm}^3 \quad c = d/2$$

$c =$ distancia del centro de gravedad a la fibra más alejada.

$$I_b = \frac{200137.60 \text{ Kg.cm}^3}{164.96 \text{ cm}^3} = 1213.24 \text{ Kg/cm}^2 < 1518 \text{ Kg/cm}^2. \quad (80\%)$$

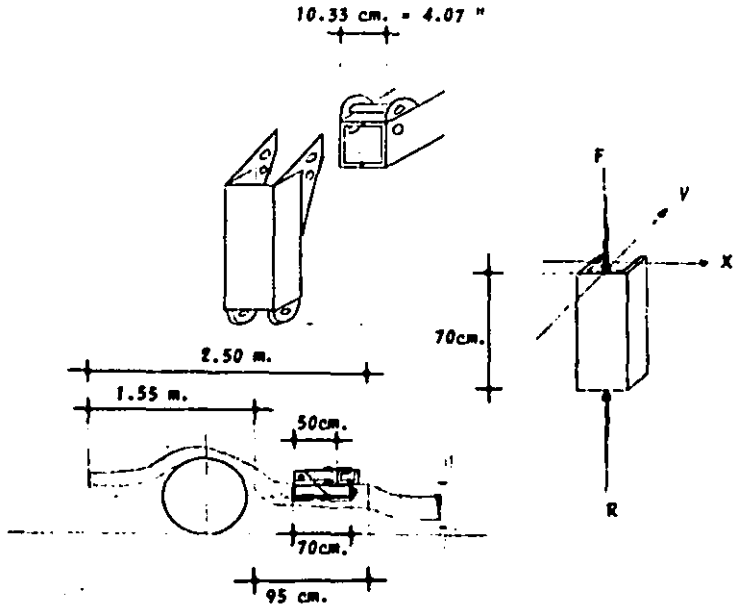
Se acepta la sección cajón de $6'' \times 15.63 \text{ Kg/m}$. (2 canales). La sección trabaja al 80% de su capacidad, lo cual es muy útil, puesto que en caso de tener alguna carga imprevista, o cualquier otra situación adversa, el bastidor no sufrirá ningún daño.

Peso del bastidor y dos extensiones..... 100.03 Kg.

2 APOVOS O PATAS.

La sección de la cual serán construidas las patas será revizada a - compresión.

$k =$ factor de longitud efectiva; $k=1$ valor conservador para piezas articuladas.



(FIG.V.12).

Longitud = 70cm = $l_x = l_y$.

Carga máxima = $(1924.40 \text{ Kg} + \text{Peso del bastidor}/2 + 5\% \text{ de la carga total contra imprevistos})$

Carga máxima = $1924.40 + 50.25 + 98.75 = 2073.28 \text{ Kg}$.

Se propone sección canal de 4" x 8.04 Kg/m.

$A = 10.06 \text{ cm}^2$.

$r_x = 3.98 \text{ cm}$.

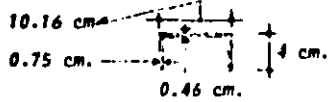
$r_y = 1.14 \text{ cm}$.

$F_a = 1,281 \text{ Kg/cm}^2$.

$F_a = \text{Esfuerzo crítico de pandeo. } (5^\circ)$.

$$\frac{kl}{r_x} = \frac{1 \times 70}{3.98} = 17.59$$

$$\frac{kl}{r_y} = \frac{1 \times 70}{1.14} = 61.40 \text{ Rígido}$$



Compresión admisible = 1221 Kg/cm^2 (10.06 cm^2) = 12283.26 KG. \leftrightarrow 2073.28Kg.
La sección trabaja a un 17% de su capacidad.

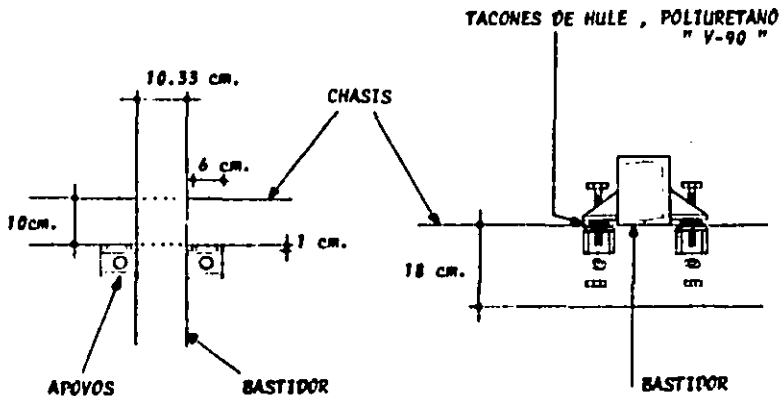
Se observa que estas piezas (patas), están muy sobradas a compresión, pero son aceptadas debido a que representan una seguridad absoluta y a la necesidad de acoplamiento con el bastidor.

Peso de las dos patas..... 11.26 Kg.

3 FIJACION AL CHASIS.

La fijación al chasis se llevará a cabo en dos puntos en cada larguero del chasis, según la siguiente figura:

(FIG.V.13).



Peso de calculo 5000 Kg. $5000/2 = 2500 \text{ Kg/apoyo.}$

Se utilizarán 4 tornillos SAE grado 5 ó ASTM A-325 con una resistencia a la tracción ó tensión de 105000 lb/in^2 (psí) ó 7381 Kg/cm^2 . (°5).

Se proponen tornillos de $3/8" = 0.95 \text{ cm}$.

$$A = 0.71 \text{ cm}^2.$$

Esfuerzo actuante por tornillo = $2500 / .71 \times 4 = \frac{3521.12 \text{ KG/cm}^2}{4} = 880.20 \text{ Kg/cm}^2$.

menor que el esfuerzo admisible de 7381 Kg/cm^2 .

Los tornillos trabajan al 12% de su capacidad.

La carga de 5000Kg. que se está aplicando se debe a que en un momento dado podrán existir pesos imprevistos y a que el equipo se levante inapropiadamente o se apoye desnivelado, lo cual ocasionaría una mayor concentración de carga en algún punto.

→ Se utilizarán 4 tornillos de $3/8" \times 3 1/2"$.

Los apoyos serán de placa que resista la soldadura que le va a ser aplicada, a continuación se presenta el cálculo de la soldadura y elección de la placa.

Esfuerzo permisible de soldadura por pulgada lineal. electrodos E60 (metal base A-36).

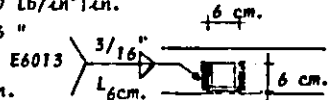
Para una soldadura de chaflán de $3/16" \text{ ---- } (1800 \text{ Lb/in}^2) \text{ in}$.

Espesor de la placa. ---- $3/16"$

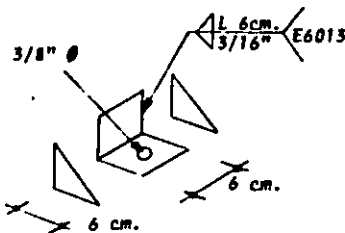
Longitud de la soldadura = $6 \text{ cm.} \times 2 = 12 \text{ cm.} = 4.72 \text{ in}$.

Carga de trabajo admisible = $4.72 \times 1800 = 8503.94 \text{ lb}$.

Carga de trabajo = $8503.94 \text{ lb} = 3857.36 \text{ KG.} > 2500 \text{ Kg.}$ acceptable. ✓



Por lo tanto los apoyos se construirán de placa de $3/16"$ de espesor x 37.4 Kg/m^2 .



Cantidad de placa = $(6 \times 6 \times 2) + (6 \times 6) = 108 \text{ cm}^2$.

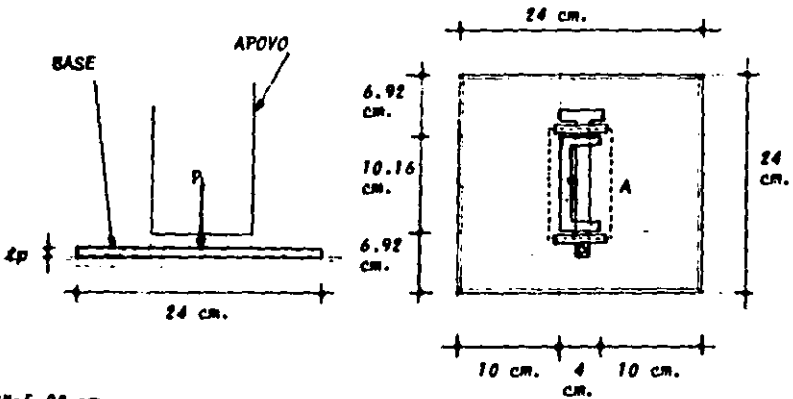
Area de placa de $3/16" = 0.01 \text{ m}^2$.

Peso..... 1.62 Kg.

Se utilizarán 4 apoyos iguales.

4 BASES DE LOS APOVOS.

Estas placas de apoyo llevarán refuerzos antiderrapantes (ángulos), soldados en la cara inferior para evitar que la máquina pueda deslizarse. Estos a su vez, le servirán de refuerzo para el trabajo de apoyo que realiza la placa. Las placas se diseñarán para los siguientes esfuerzos: (FIG V.14.)



$l = 2'' = 5.08 \text{ cm.}$

f_p = Presión actuante en la placa.

F_y = Esfuerzo de fluencia = 2530 Kg/cm^2 .

P = Peso sobre el

Apoyo = $2,073.28 \text{ Kg.}$

$$z_p = 2m \sqrt{\frac{-6P}{F_y}} \quad \sigma \quad z_p = 2n \sqrt{\frac{-6P}{F_y}} \quad n > m,$$

$f_p = P/A = 2073.28 \text{ Kg} / 10.16 \times 4 =$

$f_p = 51.02 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots (*)$

$$z_p = 2(10) \sqrt{\frac{-51.02 \text{ Kg/cm}^2}{2530 \text{ Kg/cm}^2}} = 2.84 \text{ cm.} = 1.12 \text{ in.}$$

Usar placa de $1/8'' = 1.13 \text{ in.} \times 224.1 \text{ Kg/m}^2$

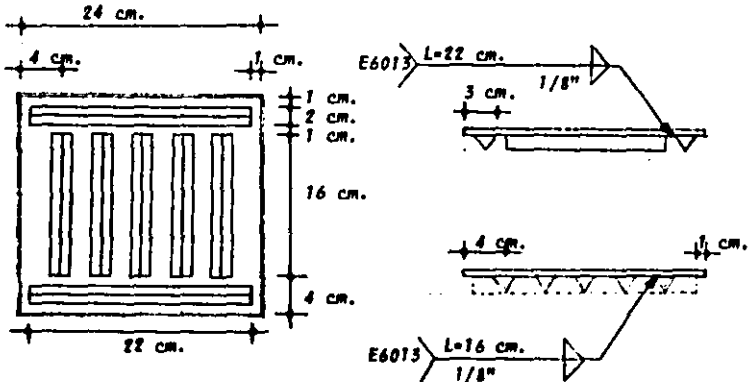
Area = $0.25 \text{ m.} \times 0.25 \text{ m.}$

Peso de dos placas con area de 0.0625 m^2 .

$P = 28.01 \text{ Kg.}$

Distribución de los ángulos antiderrapantes.

Se utilizará ángulo de 3/4 " x 3/4 " $\angle=1/8$ "..... 1.88 Kg/m.



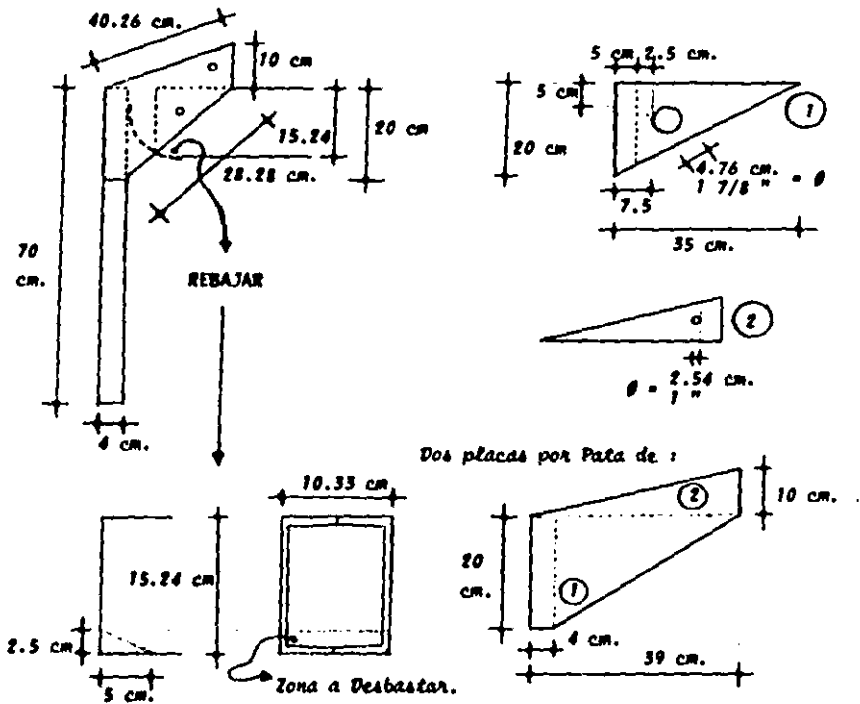
Se utilizarán dos piezas de 22 cm. y 5 pzas. de 16 cm.

Total por placa= 1.24 m.

Para dos placas se necesitan: 2.48 m. de ángulo de 3/4 " x 3/4 " $\angle=1/8$ "

Peso..... 4.66 Kg.

5 OREJAS DE PLACA. APOYO DE LAS PATAS, CONEXION AL BASTIDOR.

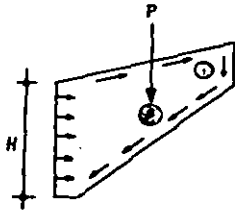


(FIG. V.15.)

$$\text{Area} = (20 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}) + ((20 \times 35) / 2) + (10 \times 39) / 2 = 625.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area} = 0.0625 \text{ m}^2$$

$$H = 20 \text{ cm} + L \dots \dots L \dots \dots \frac{10}{39} = \frac{L}{4} \dots \dots L = 1.03 \text{ cm}$$



$H=20 \times L = 20 \times 1.03 = 21.03 \text{ cm.}$
 $P=2073.28 \text{ Kg.}$
 $f_v = \text{esfuerzo actuante de cortante.}$
 $f_v = V/A$
 $F_v = 0.4 f_y = 1012 \text{ Kg/cm}^2.$
 $\text{Area de la placa} = 0.0625 \text{ cm}^2. [A=H \times t]$

$H(t) = V/F_v, \quad t = (V/F_v) / H = (2073.28 \text{ Kg.} / 1012 \text{ Kg/cm}^2) / 21.03 \text{ cm.}$

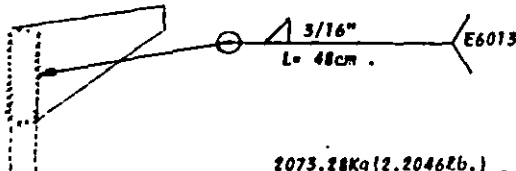
$t = 0.10 \text{ cm.}$

$t = (1 \text{ pulg.} / 2.54 \text{ cm.}) 0.10 = 0.04 \text{ pulg.} = 1/25 \text{ pulg.}$

El análisis por fuerza cortante arroja un resultado del espesor de la placa muy pequeño, debido a que el peso es pequeño y a que no se calculó para los esfuerzos de oscilamiento. Por lo tanto el espesor se determinará de acuerdo al tipo de soldadura.

Se colocará soldadura de chafalón de 3/16" y la placa será de 3/16".

Cálculo de la soldadura: Esfuerzo permisible de -
 soldadura / pulg. lineal: 1800 lb/in². in.



$2073.28 \text{ Kg} \left[\frac{2.2046 \text{ lb.}}{1 \text{ Kg.}} \right] = 4570.75 \text{ lbs.}$

Carga de trabajo permisible: $48 \text{ cm} = 18.90 \text{ in.}; 18.9 [1800] = 34015.75 \text{ lbs.}$

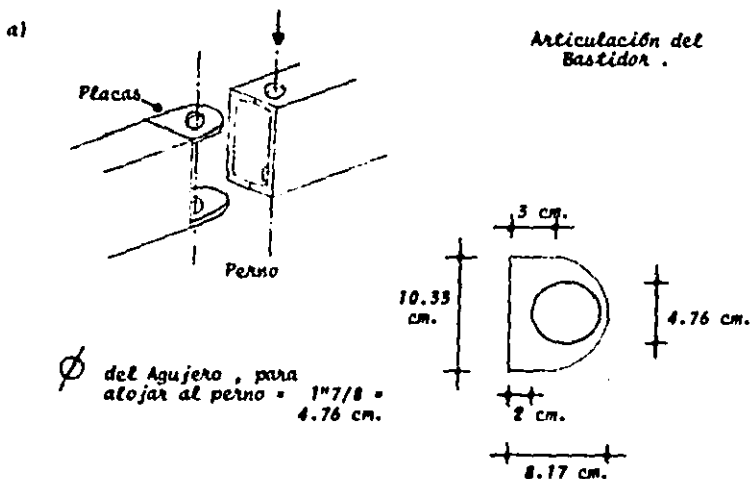
Carga de trabajo = $34015.75 \text{ lb.} / 2.2046 = 15429.44 \text{ Kg.} > 2073.28 \text{ Kg.}$

..... Se colocará soldadura de chafalón de $3/16'' = 0.48 \text{ cm.}$
sobre el espesor del canal de 0.693 cm.
y una placa de espesor = 0.48 cm.

Se acepta $P_t \ 3/16'' \times 37.4 \text{ Kg/m}^2.$

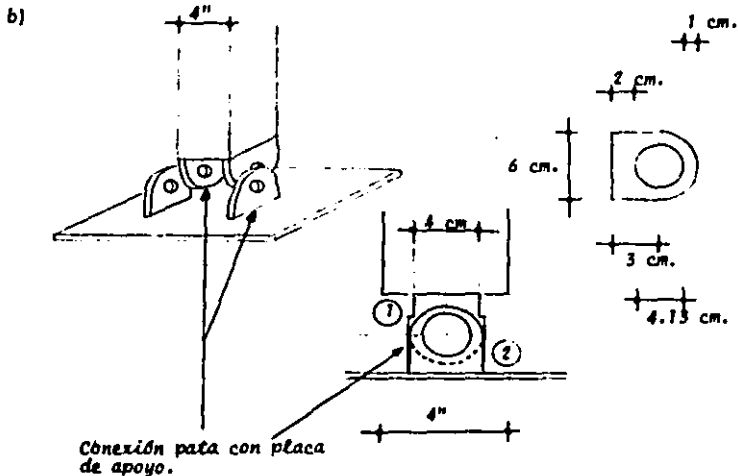
Se utilizarán 4 placas de Area de $0.0625 \text{ m}^2 \text{ C/u.} \dots 4 \times 37.4 \times 0.0625 =$
Peso..... 9.35 Kg.

6 OREJAS PARA LA ARTICULACION DEL BASTIDOR, DE APOYO CONEXION PATA CON PLACA Y PARA LAS PLACAS DE LOS PERNOS DE SEGURIDAD.



(FIG.V.16.).

Area = $(0.03 \times 0.1033) + (\pi (0.0517)^2 / 4) = 0.005198 \text{ m}^2, \text{ c/u.}$
Area de 4 piezas..... = $0.0208 \text{ m}^2.$



(FIG.V.17.).

$$A_1 = (3 \times 4) + \pi(3^2)/2 = 26.14 \text{ cm}^2.$$

$$A_1 = 0.002614 \text{ m}^2.$$

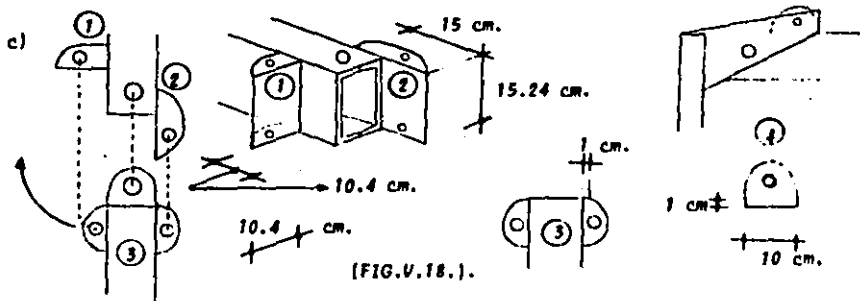
$$A_2 = (3 \times 6) + \pi(3^2)/2 = 32.14 \text{ cm}^2.$$

$$A_2 = 0.003214 \text{ m}^2.$$

$$4 \text{ piezas } 1 \quad A_{\Sigma} = 4 \times 0.002614 = 0.0105 \text{ m}^2.$$

$$4 \text{ piezas } 2 \quad A_{\Sigma} = 4 \times 0.003214 = 0.0129 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area total} \dots\dots\dots A_T = 0.0234 \text{ m}^2.$$



$$\text{Area}_1 = (10.4 \times 15.24) + (5 \times 5) 2 + [(\pi 5^2) / 4] 2 =$$

$$A_1 = 247.766 \text{ cm}^2 = 0.0247766 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area}_2 = (15 \times 15.24) + (5 \times 5) 2 + [(\pi 5^2) / 2] 2 =$$

$$A_2 = 357.140 \text{ cm}^2 = 0.035714 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area}_3 = (10 \times 1) + [(\pi 5^2) / 2] =$$

$$A_3 = 49.27 \text{ cm}^2 = 0.004927 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area}_4 = (10 \times 1) + (\pi 5^2) / 2 =$$

$$A_4 = 49.27 \text{ cm}^2 = 0.004927 \text{ m}^2.$$

$$A_1 \text{ 2 piezas} = 0.049553 \text{ m}^2.$$

$$A_2 \text{ 2 " } = 0.071428 \text{ m}^2.$$

$$A_3 \text{ 8 " } = 0.039416 \text{ m}^2.$$

$$A_4 \text{ 4 " } = 0.019708 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area total: } 0.180105 \text{ m}^2.$$

En el análisis anterior del espesor de las placas de conexión entre el bastidor y las patas, arrojo un resultado de espesor muy pequeño lo que ocasionó - que la placa se elegiese de acuerdo a la soldadura.

Para todas las placas anteriores, se utilizará el mismo espesor ya que los esfuerzos de trabajo son menores o iguales en estos casos.

Se colocará soldadura de chaflán de 3/16" y la placa será de 3/16"

CALCULO DE SOLDADURA.

a)

Carga de trabajo en cada conexión = 2074 Kg.

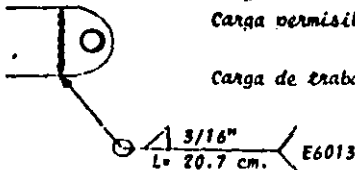
Esfuerzo permisible de soldadura por pulgada lineal =

$F_t = 1800 \text{ lb} / \text{in}^2 \cdot \text{in}.$

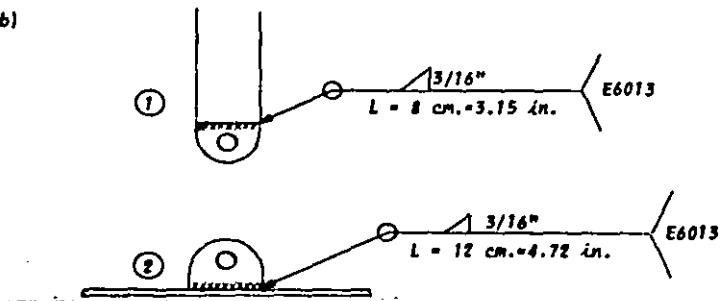
$1 \text{ Kg} = 2.2046 \text{ lb}.$

Carga permisible = $(2 \text{ orejas}) 8.15 \text{ in.} \times 1800 \text{ lb} / \text{in}^2 (\text{in}) =$
 $= 29340.00 \text{ lb}.$

Carga de trabajo = $29340.00 (1 \text{ Kg} / 2.2046 \text{ lb.}) =$
 $= 13308.54 \text{ Kg.} > 2074 \text{ Kg}.$



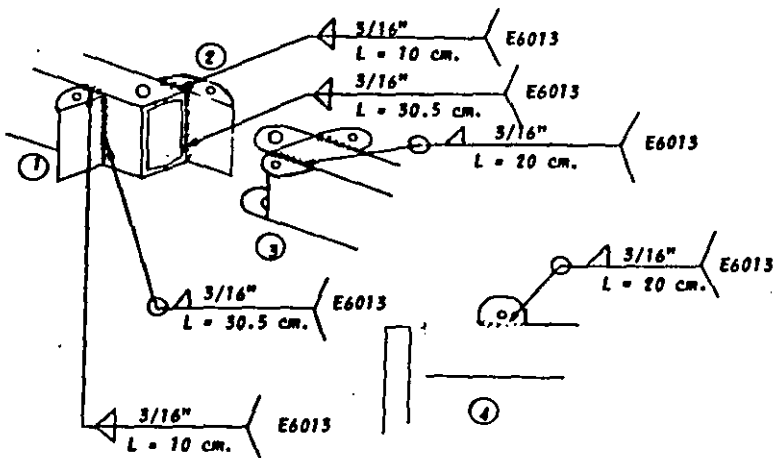
b)



1. Carga permisible de trabajo = (3.15 in) (2 orejas) (1800 lb/in) =
= 11340 lb. = 5143.79 Kg.

2. Carga permisible de trabajo = (4.72 in) (2 orejas) (1800 lb/in) =
16992 lb. = 7707.52 Kg. > 2074 Kg.

c)



- 1. Carga permisible = (15.94 in) (1800 lb/in) = 28692 lb. = 13014.61 Kg.
- 2. Carga permisible = (15.94 in) (1800 lb/in) = 28692 lb. = 13014.61 Kg.
- 3. Carga permisible = (7.87 in) (1800 lb/in) (2 orejas, sup. e inf.) =
= 28332 lb. = 12851.31 Kg.
- 4. Carga permisible = (7.87 in) (2 orejas) (1800 lb/in) = 28332 lb. = 12851.31 Kg.

De esta forma se utilizarán:

Soldadura a chafén de 3/16 " = 0.48 cm.

Sobre un espesor de canal de 0.693 cm. [pata],

y sobre canal (bastidor) de 0.798 cm.,

y placas de espesor de 3/16" = 0.48 cm.

Se utilizarán en total (4+4+4+2+8+4) = 28 piezas.

Con un total de..... 0.2243 m².

Con placa 3/16 " x 37.4 Kg/m².

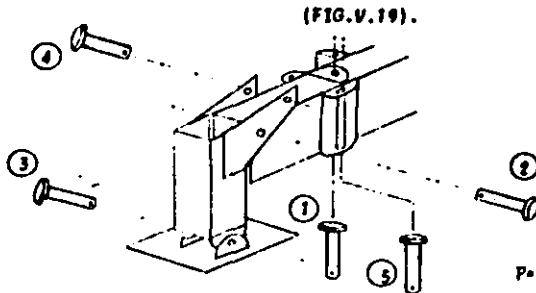
Peso=8.39 Kg.

7 PERNOS / BUJES Y FUNDA.

Estos se revisarán para soportar fuerza cortante. El material del que se fabricarán será acero A-36.

$F_v = 0.4 F_y = 1012 \text{ Kg/cm}^2$.

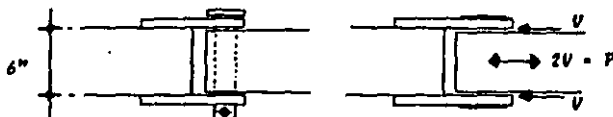
El propósito de este cálculo es definir el diámetro adecuado.



P= Peso= 2100Kg. (para calculo).

PERNO 1.

(FIG. V.20).



Se propone un perno de 1" \emptyset : P-2100 Kg.

$W = P/2$ $F_v = 1012 \text{ Kg/cm}^2$.

$f_v = V/A = P/2A$

$f_v = 2100 \text{ Kg} / [2(W \cdot 54^2) / 4]$

$f_v = 207.22 \text{ Kg/cm}^2$.

La pieza trabaja a un 20% de su capacidad, lo cual es favorable para posibles esfuerzos e impactos, vibraciones o trabajo del equipo sobre un solo apoyo.

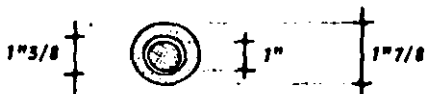
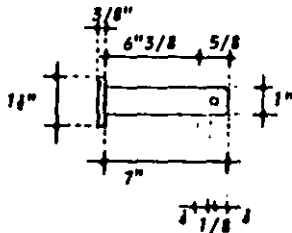
8. Perno = $\emptyset 1 = 1"$

Buje = $\emptyset_{int.} = 1"$ espesor $3/16"$.

$\emptyset_{ext.} = 1\ 3/8"$

Funda = $\emptyset_{int.} = 1\ 3/8"$ espesor = $1/4"$

$\emptyset_{ext.} = 1\ 7/8"$



Cantidad 2 piezas.

Material base acero redondo de $1\ 1/2"$ x 8.94 Kg/m , torneado a $1"$ (debastado).

2 Pernos. Longitud = $7\frac{3}{8}" = 18.73 \text{ cm.}$

Peso de 2 piezas: Acero redondo $1" \times 3.97 \text{ Kg/m} = 7 \text{ in (17.78 cm.)}$

Peso Muje = $(0.1619)(7.51 - 3.97 \text{ Kg/m}) = 0.57 \text{ Kg.}$

Peso perno = $(0.1778 \times 3.97 \text{ Kg/m}) = 0.71 \text{ Kg.}$

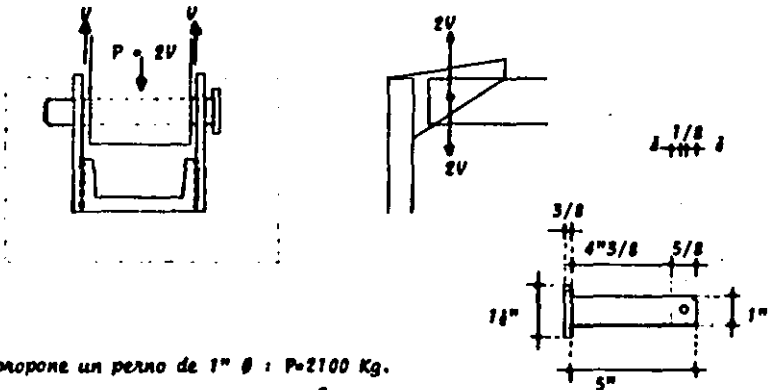
Peso Funda = $(0.1619 - 7.51 \text{ KG/m.}) = 1.05 \text{ Kg.}$

Peso total = 2.33 Kg. c/u

2 Piezas = 4.66 Kg.

Perno 2.

(FIG. V. 21).



Se propone un perno de $1" \text{ } \phi$: $P = 2100 \text{ Kg.}$

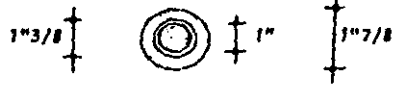
$$v = V/A = P/2A = 2100 \text{ Kg} / [2(\pi 2.54^2) / 4]$$

$$v = 207.22 \text{ Kg/cm}^2.$$

La pieza trabaja a un 20% de su capacidad, lo cual es favorable para posibles esfuerzos elevados, vibraciones o funcionamiento del equipo sobre un solo apoyo.

2. Perno $\phi_2 = 1"$

Buje= ϕ int. = 1" espesor = 3/16 "
 ϕ ext. = 1 3/8 "
 Funda, ϕ int. = 1 3/8 " espesor = 1/4 "
 ϕ ext. = 1 7/8 "



Cantidad 2 piezas.

Material base de acero redondo de 1 1/2 " ϕ x 8.94 Kg/m. Tornado a 1" (debas tado). Longitud = 5 3/8 " = 13.65cm.

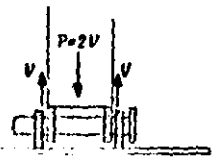
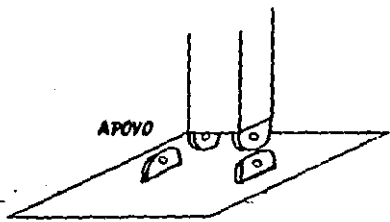
Peso de dos piezas..... Acero redondo 1" x 3.97 Kg/m.
5" = 12.70 cm.

Peso Buje = 0.1111m. x (7.51 - 3.97) = 0.39 Kg.
 Peso Perno = 0.1270m x 3.97 = 0.50 "
 Peso Funda = 0.1111m. (13.97 - 7.51) = 0.72 "

Peso Total = 1.61 Kg./pza.
 2 Piezas: 3.22 Kg.

Perno 3.

[FIG. V.22].



$V = P/2 \quad F_v = 1012 \text{ Kg/cm}^2$

Se propone un perno de 3/4 " : P=2100Kg.

$f_v = V/A = P/2A = 2100\text{Kg.} / 2 [\pi (\frac{0.75(2.54)}{2})^2] = 368.39 \text{ Kg/cm}^2$

La pieza trabaja a un 36% de su capacidad, lo cual es favorable para posi

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 79 -

bles esfuerzos elevados, vibraciones o que el equipo sea apoyado en un solo punto.

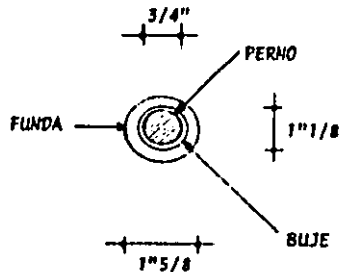
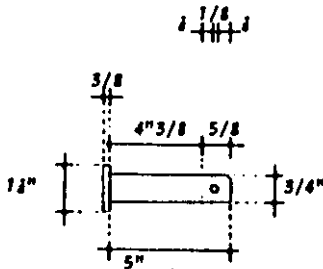
∴ Perno $\phi_3 = 3/4$ "

Buje ϕ int. = $3/4$ " $t = 3/16$ "

ϕ ext. = $1 1/8$ "

Funda ϕ int. = $1 1/8$ " $t = 1/4$ "

ϕ ext. = $1 5/8$ "



Cantidad 2 piezas.

Material base acero redondo de $1 1/4$ " ϕ x 6.21 Kg/m.

(torneado a $3/4$) desbastado.

Longitud = $5 3/8$ " = 13.65 cm.

Peso 2 piezas, acero redondo $3/4$ " x 2.24 Kg/m. (5 " = 12.70 cm.).

Peso Buje = 0.1111 ($5.02 - 2.44$ Kg/m.) = 0.31 Kg.

Peso Perno = 0.127 x 2.24 = 0.28 "

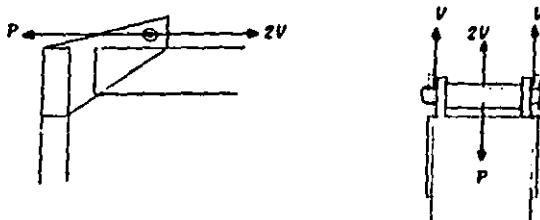
Peso Funda = 0.1111 ($0.49 - 5.02$ Kg/m.) = 0.61 "

Peso total = 1.20 Kg/oz.

2 piezas = 2.30 Kg.

PERNO 4 .

(FIG. V.23).



Se propone un perno de 1/2 " ϕ : P=2100 KG.

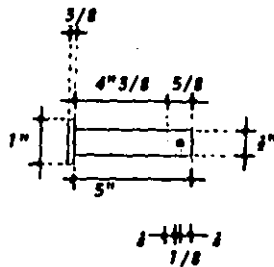
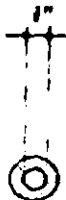
$F_v = 1012 \text{ Kg/cm}^2$.

$$f_v = V/A = P/2A = \frac{2100 \text{ Kg.}}{2 \left(\frac{\pi}{4} [2.54/2]^2 \right)} = 828.88 \text{ Kg/cm}^2$$

La pieza trabaja a un 82% de su capacidad, lo cual representa gran seguridad, ya que esta pieza no carga directamente, pero trabaja como un seguro.

\therefore Perno $\phi_p = 1/2$ ".

Funda ϕ int. = 1/2 " . $L=1/4$ " .
 ϕ ext. = 1 " .



Cantidad 2 piezas.

Material base, acero redondo de 1" x 3.97 Kg/m. Tonneado a 1/2 " . (desbastado).
 longitud = 5 3/8 " = 13.65 cm.

Peso de 2 piezas. Acero redondo de 1/2 " x 1 Kg/m. (5"-12.70 cm.)

Peso del Perno = 0.127 x 1 = 0.127 Kg.

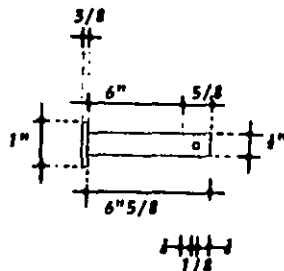
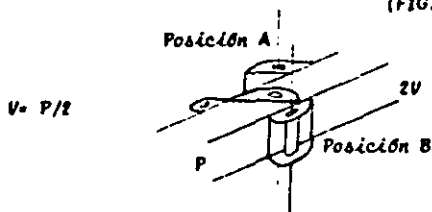
Peso Funda = 0.1111 (3.97 - 1 Kg/m) = 0.33 Kg.

Peso total 0.46 Kg./pza.

2 Piezas = 0.91 Kg.

Perno 5 .

(FIG. V.24).



Se propone un perno de 1/2 " Ø : P=2100 Kg.

$F_v = 1012 \text{ Kg/cm}^2$.

$$\delta_v = V/A = P/2A = \frac{2100 \text{ Kg.}}{2 \left[\frac{\pi (3.54/2)^2}{4} \right]} = 828.88 \text{ Kg/cm}^2.$$

La pieza trabaja a un 82% de su capacidad, lo cual representa gran seguridad, ya que esta pieza no carga directamente, pero trabaja como seguro.

∴ Perno Ø₃ = 1/2 ".

Funda Øint. = 1/2". $\epsilon = 1/4$ ".

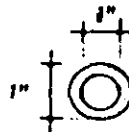
Øext. = 1".

Cantidad 2 piezas.

Material base de acero redondo de 1" x 3.97 Kg/m.

Torneado a 1/2". (desbastado).

Longitud = 7" = 13.65 cm.



Peso 2 piezas, acero redondo 1/2" x 1 Kg/m. (6 5/8" = 16.83 cm).

Peso Perno = 0.1683 x 1 Kg/m. = 0.1683 Kg.

Peso Funda = 0.1524 (3.97 - 1) = 0.45 "

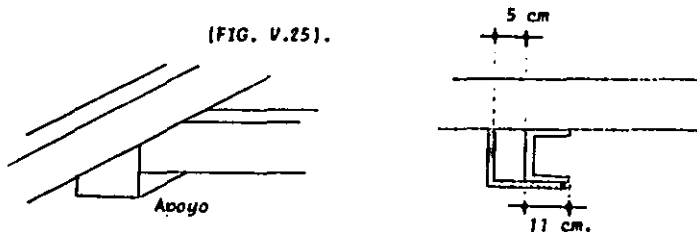
Peso total = 0.62Kg./pza.

2 Piezas = 1.24 Kg.

8

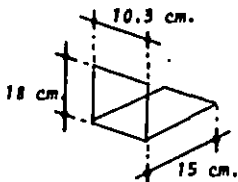
PLACA PARA APOYO DEL GATO DE ELEVACION.

(FIG. V.25).



El espesor de esta placa de apoyo será de 1/4", y sus dimensiones

son:



$$A = (10.33 \times 18 \text{ cm}) + (10.33 \times 15 \text{ cm}) =$$

$$A = 304.89 \text{ cm}^2 = 0.0304 \text{ m}^2.$$

$$P_{\frac{1}{4}} = 1/4" \times 14.6 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso} : 1 \text{ pza.} = 1.51 \text{ Kg.}$$

$$2 \text{ pza.} = 3.03 \text{ Kg.}$$

Estas piezas tendrán la función de presentar una área de apoyo para colocar el gato hidráulico portátil de elevación, para llevar a cabo el montaje del equipo.

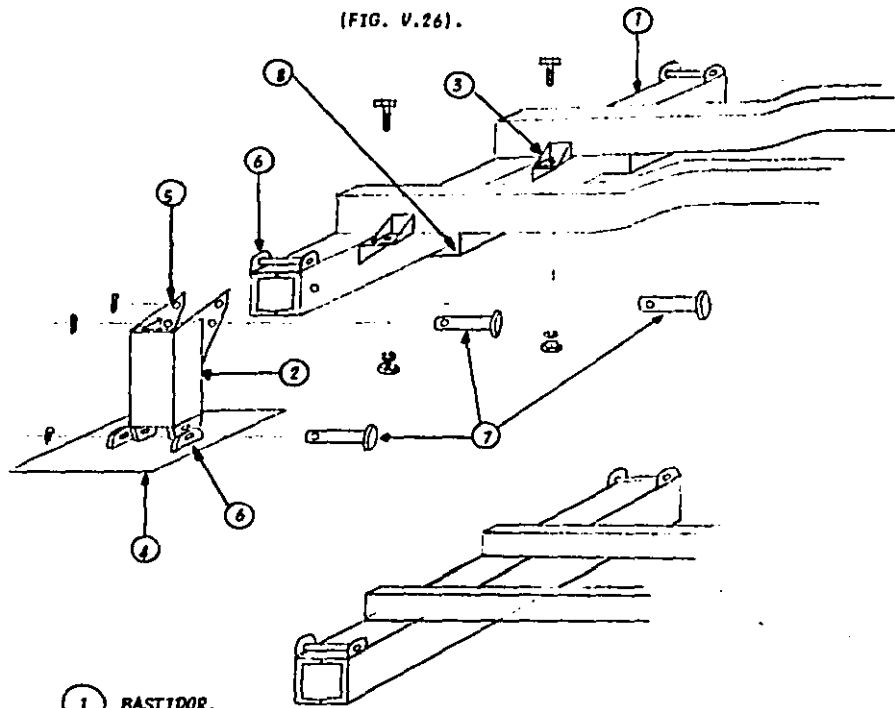
9 LISTA DE MATERIALES Y PESO TOTAL BASTIDOR CENTRAL.

	Cantidad.	Especificación.	Peso.
--Bastidor y extensiones (2).....	3.20 m.	.... Doble canal: C 6"x31.26Kg/m.	..... 100.03Kg.
--Patas. (2).....	1.40 m.	.... Canal : C 4" x8.04 Kg/m.	..... 11.26 "
--4 Tornillos.....	4	...3/8" x 3 1/2 "	..... 0.10 "
--Placa de 3/16 ".....	0.61 m ².	...P _L 3/16"x37.4 Kg/m ²	22.68 "
--Placa de 1 1/8".....	0.125m ².	...P _L 1 1/8"x224.1Kg/m ² ..	28.01 "
--Angulo	2.48 m.....	L° 3/4"x3/4"x1/8"	4.66 "
--Soldadura6013a chafán.....	10.0 Kg.....	εs=3/16 "	..... 10.00 "
--Acero redondo	64.76 cm.....	1 1/2"Ø x8.94Ka/m.....	5.78 "
--Acero redondo.....	27.30 cm. ...	1 1/4"Ø x6.21Kg/m	1.70 "
--Acero redondo	54.60 cm. ...	1"Ø x 3.97 Kg/m.	2.17 "
--Placa de apoyo	0.0608m ²	1/4 " .x49.8 Kg/m ²	3.03 "
--Acero redondo	54.60 cm.....	1 3/8"x7.51 Kg/m.....	4.10 "
--Acero redondo.....	54.60 cm.....	1 7/8 "x13.97 Kg/m....	7.62 "
--Acero redondo	22.22 cm.....	1 1/8" x 5.02Kg/m. ...	1.12 "
--Acero redondo.....	22.22 cm.....	1 5/8" x10.49Kg/m.....	2.34 "
TOTAL MATERIALES			204.60 Ka.
TOTAL ESTABILIZADOR			185. 00 Kg.

V.1.b.2.- ESTABILIZADOR TRASERO.

El apoyo trasero del vehículo se colocará por abajo del chasis, debido a que en este punto la distancia al piso si permite que sea colocado en esta posición. Se sujetará igual que el bastidor central y se compone de la siguiente forma:

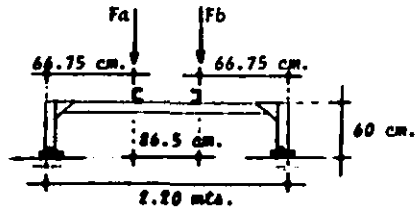
(FIG. V.26).



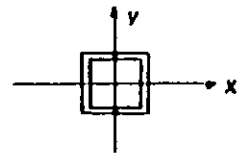
1 BASTIDOR.

(FI. V.27).

Se propone una sección canal en cajón de 4"x8.04 Kg/m.



$FA=FB=RA=RB=P$
 $P= 475.07 \text{ Kg.}$
 $E= 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2. \text{ [A-36].}$



$M=475.07 \times 66.75 = 31710.92 \text{ Kg.cm.}$

$d_{mx} = \text{flecha máxima} = \frac{P L^3}{6 E I x} \left[\left(\frac{3a}{4L} \right) - \left(\frac{a}{L} \right)^3 \right]$

$d_{mx} = \frac{[475.07] [220]^3}{6(2.1 \times 10^6) (158.2) (2)} \left[\frac{3[66.75]}{4(220)} - \left(\frac{66.75}{220} \right)^3 \right]$

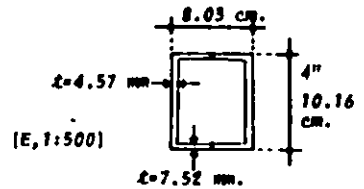
$d_{mx} = 0.28 \text{ cm.} = 2.8 \text{ mm. se acepta.}$

$I_b = M/S : S=I/C = \frac{158.2 \cdot (2)}{5.08} = 62.28 \text{ cm}^3.$

$c = d/2 = 10.16/2 = 5.08 \text{ cm.}$

$I_b = M/S = 31710.92 \text{ Kg.cm}^2 / 62.28 \text{ cm}^3 =$

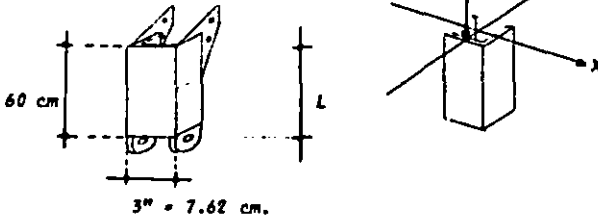
$I_b = 509.14 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow 1518 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (35\% de su capacidad).}$



Se acepta la sección de 4"x8.04 Kg/m., el bastidor tiene un 65% de capacidad aprovechable, lo cual se acepta para prevenir que en ocasiones sea cargado en exceso.

Peso Bastidor (1 pza.) 35.38 Kg.
 2.20 m. _____

2 PATAS.



(FIG. V.28).

Las patas se revisarán a compresión.

k = factor de longitud efectiva = 1 (valor conservador para piezas articuladas).

longitud = 60 cm. = $L_x = L_y$

carga máxima = $475.07 \text{ Kg.} + (\text{Peso bastidor}/2) (17.69) = 492.76 \text{ Kg.}$

Se considerará un 5% de la carga total contra imprevistos:

Carga total = 518 Kg.

Se propone una sección canal de 3"x6.10 Kg/m.

$A = 7.68 \text{ cm}^2.$

$kl/r_x = \frac{1 \times 60}{2.95} = 20.34$

$r_x = 2.95 \text{ cm.}$

$kl/r_y = (60/1.04) = 57.69 \dots \dots \text{ Rige.}$

$r_y = 1.04 \text{ cm.}$

F_a = esfuerzo crítico de pandeo

$F_a = 1241.3 \text{ Kg/cm}^2.$

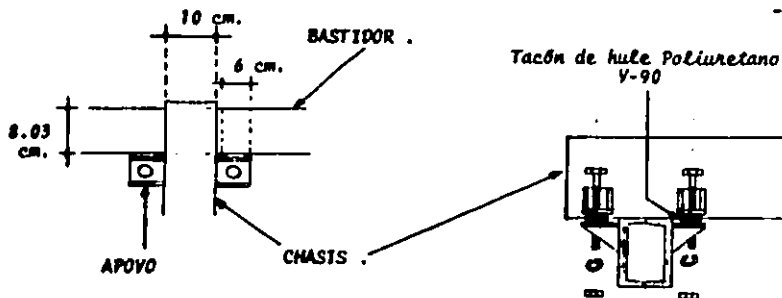
Compresión admisible = $C = 1241.3 \times 7.68 = 9533.18 \text{ Kg} \Rightarrow 2073.28 \text{ Kg.}$

La pieza trabaja a un 22% de su capacidad.

Peso de las dos patas... 7.32 Kg.

3 FIJACION AL CHASIS.

Existirán dos puntos de fijación en cada larguero del chasis, según la figura V.29.

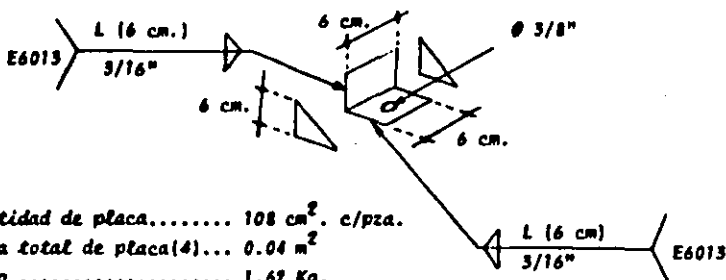


(FIG. V.29).

Los apoyos serán iguales a los del bastidor central, por lo tanto, se utilizarán 4 tornillos SAE grado 5 ó ASTM A-325, con una resistencia a la tracción de 105000 lb/in². [paí] ó 7381 Kp/cm².

4 tornillos de 3/8" x 3 1/2"

Los apoyos se construirán de Placa de 3/16" de espesor x 37.4 Kg/m².

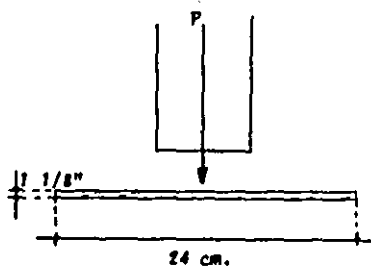


Cantidad de placa..... 108 cm². c/pza.
 Area total de placa(4)... 0.04 m²
 Peso 1.62 Kg.

④ BASES DE LAS PATAS.

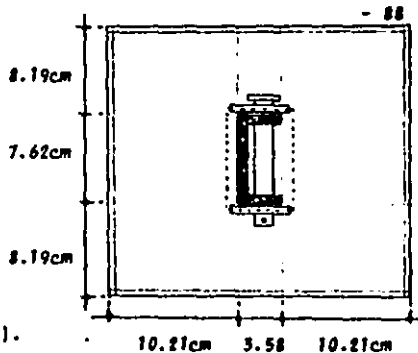
Estas se fabricarán con los mismos materiales calculados para el bastidor central. Ver Fig. V.30.

Barra antiderrapante de ángulo de 3/4 x 3/4 x 1/8, 2.48 mts. = 4.66 Kgs.



(E, 1:400)

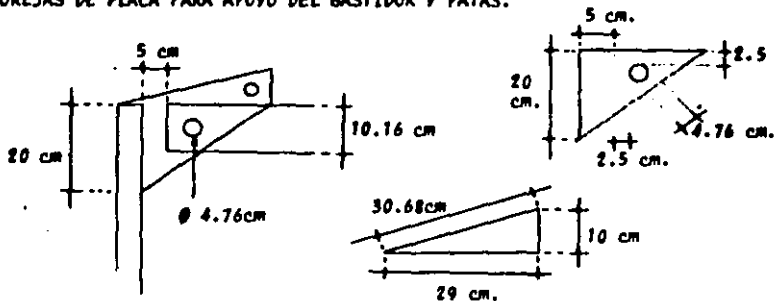
(FIG.V.30).



Placa de $1 \frac{1}{8}'' \times 224.1 \text{ Kg/m}^2$
 Peso de dos placas con área de 0.0625 m^2 . c/u.

P = 28.01 Kg.

5 OREJAS DE PLACA PARA APOYO DEL BASTIDOR Y PATAS.



Dos placas por pata de : $\text{Area} = (20\text{cm} \times 4) + ((20\text{cm} \times 25\text{cm})/2) + (10 \text{ cm} \times 29)/2 =$
 $A = 475 \text{ cm}^2. = 0.0475 \text{ m}^2.$

Según calculo placas para estabilizador central : se utilizarán 4 placas de:

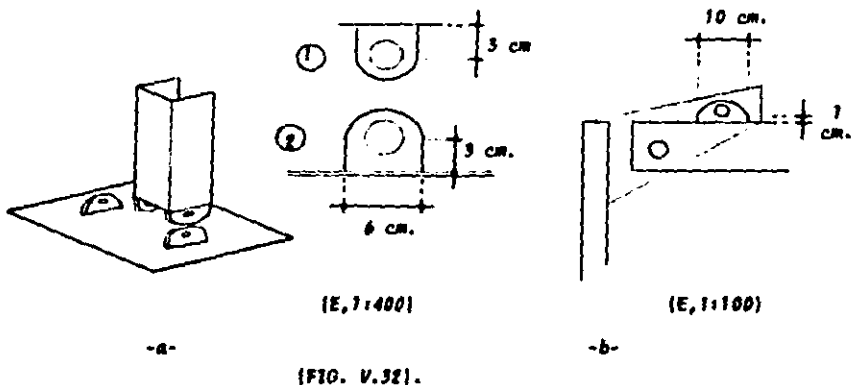
$\text{Area} = 0.0475 \text{ m}^2$. c/u.

$P = 0.0475 \times 4 \times 87.4 \text{ Kg/m}^2.$

P = 7.11 Kg.

Placa de $3/16'' \times 37.4 \text{ Kg/m}^2.$

6 OREJAS PARA LA CONEXION CON LA PLACA Y CONEXION BASTIDOR.



(E, 1:400)

(E, 1:100)

-a-

-b-

(FIG. V.32).

De -a- : $A_1 = 0.001114 \text{ m}^2$ 4 uzda. 0.00763 m^2 .
 $A_2 = 0.001907 \text{ m}^2$ 4 uzda. 0.01003 m^2 .
 Total..... 0.01766 m^2 .

De -b- : $A = (10 \times 1) + (\pi \cdot 5^2 / 4) = 29.63 \text{ cm}^2$. = 0.0029635 m^2 .
 4 uzda. 0.011854 m^2 .

Area total (a+b) = 0.029514 m^2 .

Con placa y soldadura de 3/16", según calculos para estabilizador central.

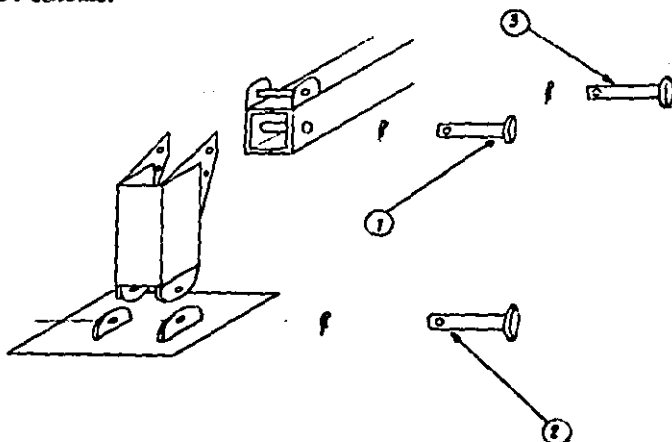
$P_{\frac{3}{16}} = 37.4 \text{ Kg/m}^2$.

Peso 1.10 Kg.

7 PERNOS.

Se utilizarán tres pernos por lado o pata, según los calculos para

estabilizador central.



(FIG. V.33).

PERNO 1

Según calculos del estabilizador central.

Cantidad: 2 piezas.

Material base: Acero redondo de 1" 1/2 x 8.94 Kg/m.
torneado a 1", (debastado).

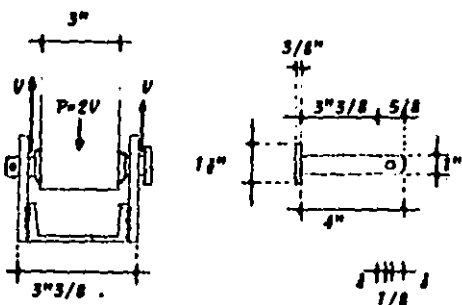
Longitud: 4" 3/8 = 11.11 cm.

Buje, $\phi_{int.}$ = 1" $t=3/16$ "

$\phi_{ext.}$ = 1" 3/8

Funda, $\phi_{int.}$ = 1" 3/8 $t=1/4$ "

$\phi_{ext.}$ = 1" 7/8



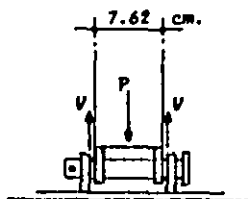
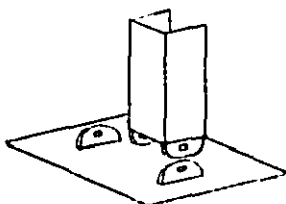
(FIG. V.34).

Peso: Buje.....0.0857m. (7.51-3.97Kg/m) = 0.30 Kg.
 Perno.....0.1016m. (3.97 Kg/m) = 0.40 "
 Funda0.0857m. (13.97-7.51Kg/m)= 0.55 "

Total 1.25 Kg. /pza.

2 pzas. P=2.51 Kg.

PERNO 2



(FIG.V.35).

Perno de 3/4 "Ø.

Cantidad: 2 piezas.

Material base: acero redondo A-36 de 1" 1/4Ø x 6.21Kg/m.
 torneado a 3/4 " (desbastado).

Longitud: 4" 3/8 = 11.11 cm.

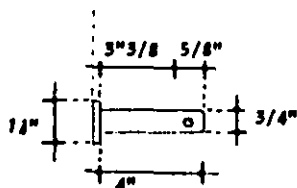
Buje: Ø_{int.} = 3/4 " t=3/16 "
 Ø_{ext.} = 1" 1/8

Funda: Ø_{int.} = 1" 1/8 t=1/8 "
 Ø_{ext.} = 1" 5/8

Peso: Buje....0.0857m. (5.02-2.24 Kg/m) = 0.24 Kg.
 Perno...0.1016m. (2.24 Kg/m) = 0.23 "
 Funda...0.0857m. (10.49-5.02) = 0.47 "

Total ... 0.94 Kg./pza.

3/8

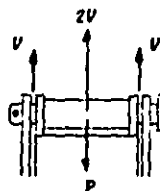
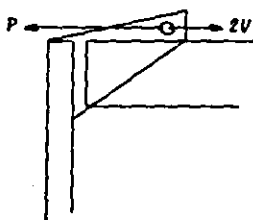


1/8

Peso total 2 Pzas: 1.88 Kg.

Acero redondo 3/4" x 2.24 Kg/m. 4" Long. (10.16cm.)

PERNO 3



(FIG.V.36).

Perno de 1/2 "Ø.

Cantidad: 2 piezas.

Material base: acero redondo de 1" x 3.97 Kg/m.

torneado a 1/2 ". (desbastado).

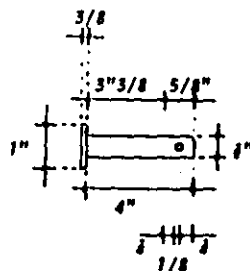
Longitud: 4" 3/8 = 11.11 cm.

Funda: Ø int. = 1/2 " z=1/4 "
Ø ext. = 1"

Peso: Acero redondo 1/2"x 1Kg/m. , 4"=10.16cm.

Perno.....0.1016x 1 = 0.1016 Kg.

Funda.....0.0857 (3.97-1) = 0.25 Kg.



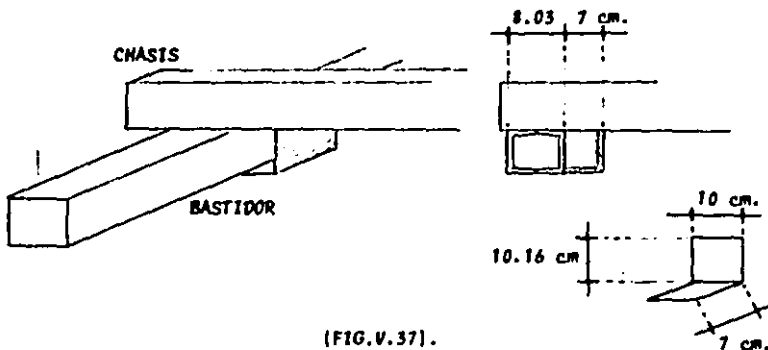
Total.....0.36 Kg./pza.

Peso 2 pzas.....0.71 Kg.

8 PLACA DE APOYO PARA GATO DE ELEVACION.

El espesor de la placa de apoyo será de 1/4" con un área de:

$$A = (10 \times 10.16) + (7 \times 10) = 0.01716 \text{ m}^2.$$



(FIG.V.37).

P_L 1/4 " x 49.8 Kg/m². Peso / pza..... 0.85 Kg.
 2 piezas..... 1.71 Kg.

9 LISTA DE MATERIALES Y PESO TOTAL DEL ESTABILIZADOR TRASERO.

	Cantidad.	Especificación.	Peso.
--Bastidor.....	2.20 m.	....Doble canal: C 4"x8.04Kg/m.	.....35.38 Kg.
--Patas (2).....	1.20 m.	....Canal: C 3"x6.10 Kg/m.	..... 7.32 "
--4 tornillos.....	4	.... 3/8"x 3 1/2	..... 0.10 "
--Placa de 3/16 "	0.26 m ²	P_L 3/16 "x37.4Kg/m. ²	9.71 "
--Placa de 1 1/8.....	0.125m ²	P_L 1 1/8x224.1Kg/m. ² ...	28.01 "
--Angulo.....	2.48 m.	.... L ^o 3/4"x3/4"x1/8	... 4.66 "

	Cantidad.	Especificación.	Peso.
--Soldadura 6013 a chafldn.....	8.0 Kg.	.....ts= 3/16 "	8 Kg
--Acero redondo	22.22 cm.	...1"1/2 Øx8.94Kg/m.....	1.99 "
--Acero redondo	22.22 cm....	1"1/4Ø x6.21Kg/m.....	1.38 "
--Acero redondo	39.36 cm.....	1 "x3.97 Kg/m.	1.56 "
--Placa de apoyo.....	0.03432m ² .	..P _L 1/4 "x49.8 Kg/m ²	1.71 "
--Acero redondo	0.1714 m.	...1"3/8 Ø x7.51 Kg/m.	1.29 "
--Acero redondo.....	0.1714 m.	...1" 7/8 Ø x13.97Kg/m....	2.39 "
--Acero redondo.....	0.1714 m.	.. 1" 1/8 Øx5.02 Kg/m. ...	0.86 "
--Acero redondo	0.1714 m.	...1" 1/8 Øx 10.49 Kg/m...	1.80 "
			TOTAL MATERIALES.....106.16 Kg.
			TOTAL ESTABILIZADOR 92.11 "

NOTA : La diferencia entre el peso de los materiales y el peso real del estabilizador, se debe a los cortes y desbastes que se llevan a cabo para su construcción .

V.2.- CRIBA.

- a) CUERPO. (Cajón, mallas, tornillería).
- b) AMORTIGUACION Y UNIDAD DE VIBRACION.
- c) BASTIDOR, MONTAJE AL CHASIS Y TOLVAS.

V.2.a.- CUERPO.

Una criba es una máquina de trabajo pesado, por lo cual debe tener una construcción robusta. Las características principales de la criba son las siguientes:

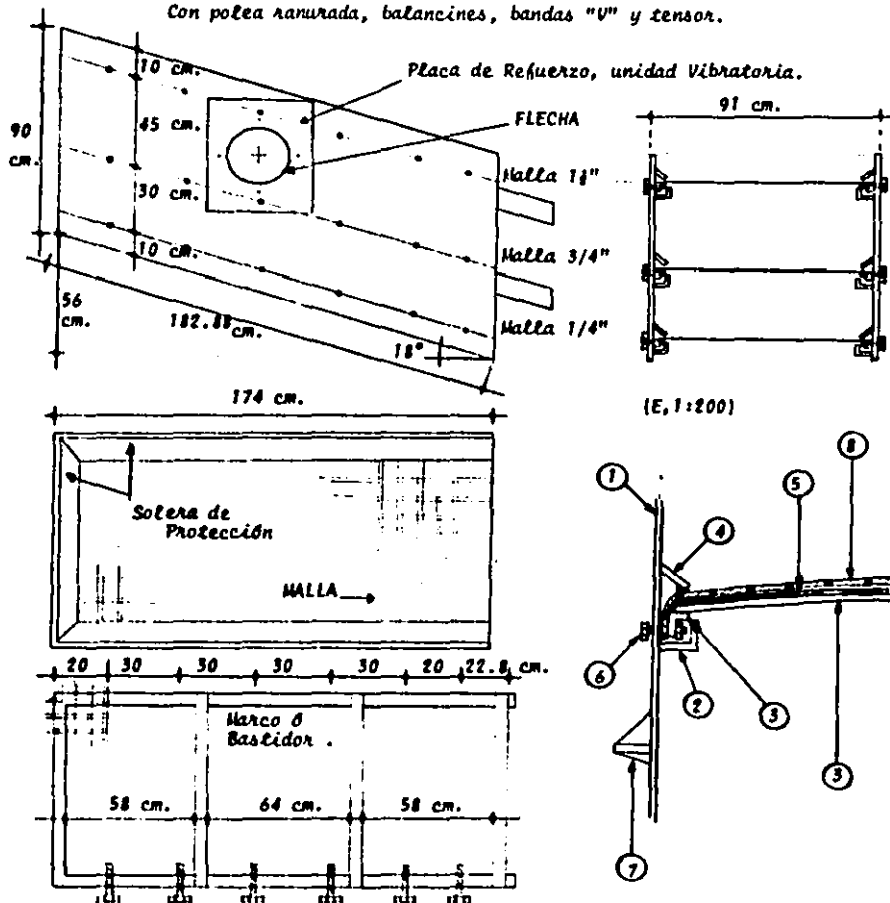
Tamaño de las mallas.....	3'x6' = 91.44 x 182.88 cm.
Número de camas o pisos.....	3
Angulo de inclinación.....	18°
Tipo de malla.....	de acero Bajo Carbón. (o si el trabajo lo requiere, se pueden colocar de alto carbón o acero inoxidable).
Abertura de cada piso.....	1 ^{er} piso 1"1/2 2° piso 3/4 " 3 ^{er} piso 1/4 "
Calibre.....	1 ^{er} piso Cal. 0 .....5/16 " 2° piso Cal. 0 .....5/16 " 3 ^{er} piso Cal. 8 .....5/32 "
Producción aproximada.....	1 ^{er} piso 10 a 15 % 2° piso 20 a 30 % 3 ^{er} piso 50 a 60 %
Material de construcción.....	Acero A-36
Tornillería.....	Acero SAE grado 5 o ASTH A-325.
Sistemas de mallas.....	Intercambiables.
Bastidor.....	De acero y resortes aislantes de vibración a la estructura.
Vibración.....	Forzada con un eje excéntrico, y contrapesos ajustables .
Velocidad de giro de flecha - vibratoria.....	de 700 a 900 rpm. (reducción 2 a 1 apróx.)

Rieles y protectores de los marcos de mallas.

Marcos para tensar malla y reforzarla con largueros cubiertos con cañuela de hule de 1/2".

Unidad motriz hidráulica. Transmitiendo ;

Con polea ranurada, balancines, bandas "V" y tensor.



(FIG. V.38).

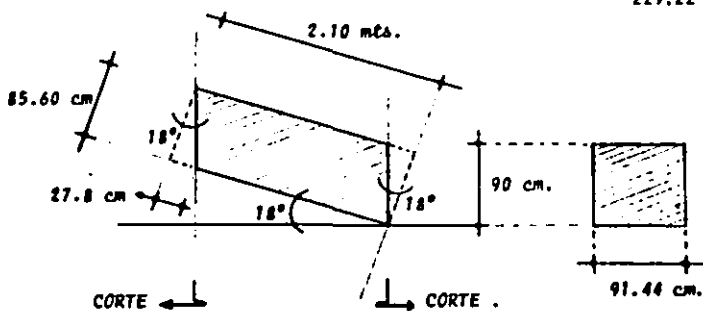
1 PAREDES DE LA CRIBA.

Estos elementos tienen que ser robustos, pero en realidad no tienen un trabajo muy pesado. Constituyen un cajón que alojara a las mallas y al material. La funda de la flecha excéntrica y los bastidores de las tres mallas le proporcionan rigidez a este cajón.

Estarán constituidas de tres placas de 1/4" de espesor y de las siguientes dimensiones:

- 1 pza. de 90 x 91.44 cm. de 1/4" x 49.8 Kg/m². 40.98 Kg.
- 2 pzas. de 90x270 cm. de 1/4" x 49.8 Kg/m².....188.24 "
- (Comercial, #85.6)

229.22 Kg.



2 RIELES.

La finalidad de estos rieles es dirigir y sostener a los bastidores de las mallas al intercambiarse o ser substituidos.

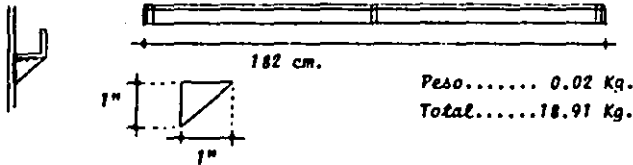
Se componen de ángulos de 1" x 3/16 " de espesor x 1.73 Kg/m. , soldados a la pared con soldadura 6013 de 3/16 " a chafaln.

Cantidad: 6 pzas. de 182 cm. =10.92 m.

Peso: 18.89 Kg.

Tres cartabones de placa de 1/4" por cada riel.

Total 18 piezas de: $(2.54 \times 2.52) / 2 = 3.23 \text{ cm}^2 = 0.000323 \text{ m}^2$.



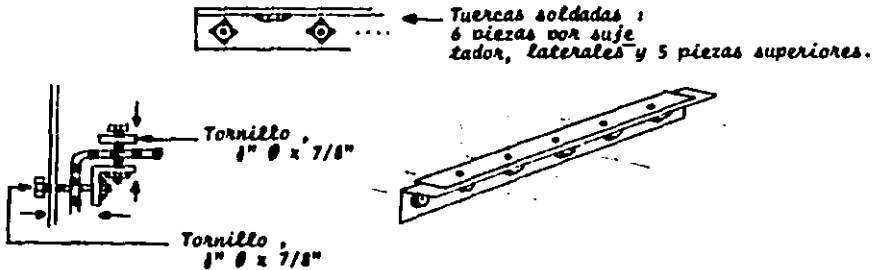
Peso..... 0.02 Kg.
Total.....18.91 Kg.

3 BASTIDOR.

Este se compone de dos sujetadores y de cuatro largueros, lo cual nos compone un marco que sujetará a la malla, la tensará y la acoplará al cuerpo.

Los sujetadores exteriores son de ángulo de 1" x 3/16" de espesor x 1.73 Kg/m. y tienen una longitud de 182 cm. (6 pzas. 2 por cada malla). A su vez alojarán a las tuercas de los tornillos que sujetarán la malla al bastidor al cuerpo. Fig. V.39.

Peso = 18.89 Kgs.



(FIG.V.39).

En la parte superior de los sujetadores se colocará una solera que servirá para tensar y detener la malla al bastidor, con ayuda de 5 tornillos.

Solera de 3/4 " x 3/16 " x 0.712 Kg/m.

Cantidad..... 6 pzas.

longitud..... 180 cm.

Peso total.... 7.69 Kg.

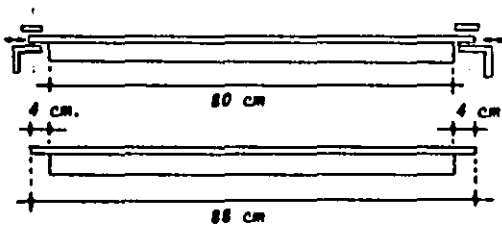
Los largueros son de ángulo de $3/4" \times 3/16" \times 1.25 \text{ Kg/m}$.

Cantidad..... 4 pzas. por bastidor.

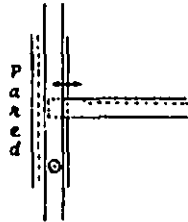
Longitud..... 88 cm.

Total..... 12 pzas. (10.56 mts) 13.20 Kg.

Estos largueros entrarán junto con la malla en el sujetador de solera. No son fijos para permitir la tensión de las mallas y su movimiento.



(FIG.V. 40).



Peso total Bastidor.....39.78 Kg.

4 SOLERA DE PROTECCION.

Estas piezas tendrán como función proteger los rieles y las uniones de la malla al marco, y del marco a las varedeas, así como orientar al material en su caída al centro de las mallas.

Solera de $1 \frac{1}{2}" \times 1/4" \times 1.897 \text{ Kg/m}$. soldada a la pared con soldadura 6013 de $1/4"$ a un ángulo de 30° con respecto a la horizontal.

Cantidad.....6 pzas.

Longitud..... 1.80m.

Peso total..... 20.49 Kg.

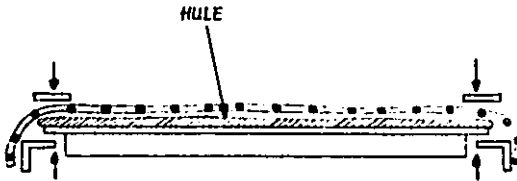


5 HULE.

En la cara superior de los cuatro largueros que se colocarán en -

cada marco, es decir en la superficie de contacto con la malla, se colocará una cañuela o tira de hule con el fin de proteger a estas piezas contra impactos y contra la fricción que se producirá entre larguero, malla y material.

Cantidad 12 Piezas de 88 cm.



(FIG. V.41).

6) TORNILLERIA.

Se utilizarán sujetadores de rosca con el fin de que el equipo pueda repararse, mantenerse y desarmarse fácilmente. Primeramente se utilizarán los tornillos que fijan la malla al marco gracias a la solera que se une a los sujetadores, por medio de 5 tornillos por lado. Esto nos da un total de 10 tornillos por marco y 30 piezas en el cuerpo de $1/2" \# \times 7/8"$ de longitud, con tuercas soldadas al sujetador de acero Grado 5.

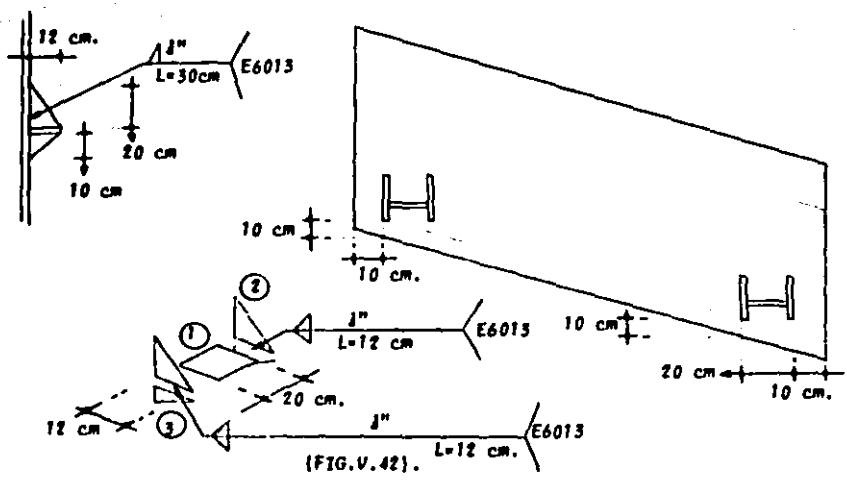
Los otros tornillos que se emplearán son para fijar el marco a la pared, 6 tornillos por lado, es decir 12 tornillos por marco y 36 piezas en total en el cuerpo, de $1/2" \# \times 7/8"$ de long. de acero SAE. ^o5 con tuercas fijas a los sujetadores.

Total = 66 Piezas .

7) APOVOS.

Estos serán los apoyos que tendrá el cuerpo de la criba para sujetarse al bastidor de la misma, por medio de dos resortes en cada uno de ellos.

Se colocarán cuatro apoyos (FIG.V.42), dos por cada lado con placa de $1/4" \times 49.80 \text{ Kg/m}^2$.



- Area 1.....(20x12cm).....240 cm².
- Area 2.....(12x20)/2.....120 "
- Area 3(12x10)/2..... 60 "

Area apoyo..420 cm². = 0.042 m².

Cada apoyo requerirá de 0.042 m². de placa soldada a la pared y entre sí con soldadura E6013.

4 piezas de 0.042 m². x 49.8 Kg/m²..... total= 8.37 Kg.

8 MALLAS.

Las mallas se colocarán en el bastidor. Serán de acero bajo carbono, pero si se requiere por la dureza o condiciones de trabajo, se podrán cambiar por Alto Carbono binbridables.

De la misma forma en este trabajo se proyectaron mallas para materiales de 1 1/2 ", 3/4 ", y 1/4 ", pudiéndose modificar estas según los requerimientos del usuario y de las características del banco de materiales.

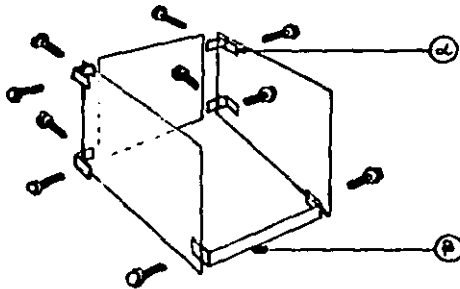
Cama 1Malla de abertura de 1 1/2 ", cal. 5/16" x 17.8Kg/m².
Cama 2Malla de abertura de 3/4 ", cal 5/16 " x 29.914 Kg/m².
Cama 3Malla de abertura de 1/4 ", cal 5/32 " x 21.543 Kg/m².

Peso cama 1.....17.80 Kg/m². (0.95 x 1.82 m.) = 30.78 Kg.
Peso cama 2.....29.914 " (0.95 x 1.82 m.) = 51.75 "
Peso cama 321.543 " (0.95 x 1.82 m.) = 37.27 "

Peso Total.....119.80 Kg.

9 ENSAMBLE.

Este nos va a dar por resultado una caja de acero que se une por cuatro soleras, esquineros, y una trabe de armado para darle rigidéz y forma a la criba. Esto ayudará a que cuando se quiten uno o los tres marcos de mallas la caja no pierda su forma. FIG. V.43.



(FIG. V.43).

10 Escuadras de solera de 1 1/2 " x 1/2 " x 3.795 Kg/m. 4 piezas.



Cada una con tornillos de 3/4 " Ø SAE. #5 x 1" long.
Total 8 tornillos.

21 cm. de solera c/ pza. 0.84 m.x3.795= 3.19Kg.

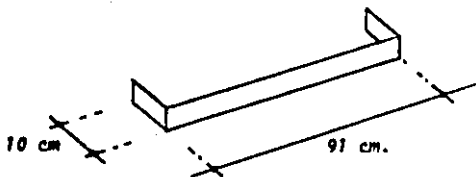
③ Una trabe de solera de $1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{2}'' \times 3.795 \text{ Kg/m}$.

Una pieza de 1.11 m.

Peso..... 1.11×3.795 4.23 Kg.

Total..... 7.42 Kg.

Con 2 tornillos de $\frac{3}{4}'' \text{ } \emptyset$ SAE #5.
1" long.



10 LISTA DE MATERIALES Y PESO TOTAL DEL CUERPO.

	Cantidad	Especificación	Peso.
--Placa comercial 1/4".....	2 pzas. de: 2.44x0.914 m.	P _L 1/4 "	222.12 Kg.
--Placa comercial 1/4"	1 Pza. de: 1.83x0.914 m.	P _L 1/4 "	83.30 "
--Angulo.	21.84m.....	L ^o 1"x3/16"	37.78 "
		1.73 Kg/m.	
--Solera	10.80m.	3/4"x3/16"	7.69 "
		0.712 Kg/m.	
--Angulo.....	10.56m.	L ^o 3/4"x3/16".....	13.20 "
		1.25 Kg/m.	
-- Solera.....	10.80m.	1 1/2" x 1/4"	20.49 "
		1.897 Kg/m.	
--Malla	1.73 m ²	1 1/2 " cal.5/16"....	30.79 "
--Malla	1.73 m ²	3/4 " cal. 5/16" ...	51.75 "
--Malla	1.73 m ²	1/4" cal 5/32"	37.27 "
--Solera.....	1.95m.	1 1/2" x 1/2"	7.40 "
		3.795 Kg/m.	
--Cañuela de hule.....	10.56m.	-----	4.00 "
--Tornillos	66	SAE ^o 5 con tuerca.	3.96 "
		Ø 1/2" x 7/8 "	
--Tornillos	10	SAE ^o 5 con tuerca.	0.75 "
		Ø 3/4" x 1"	
--Soldadura	5 Kg.	E6013	5.00 "
			<hr/>
		Total de Materiales.....	525.50 Kgs.
		Total Criba	460.89 Kgs.

V.2.b.- AMORTIGUACION Y UNIDAD DE VIBRACION.

V.2.b.1. AMORTIGUACION.

Los resortes de compresión comunes son helicoidales y se usan para amortiguar o absorber una fuerza de compresión, y regresar al elemento que la ejerce a su posición original.

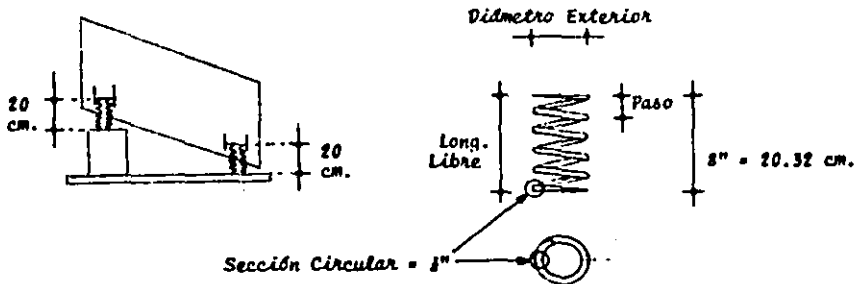
La criba va a estar apoyada en cuatro puntos, los cuales mediante resortes se posarán en el bastidor de sustentación, [Fig. V.44].

Estos resortes serán helicoidales de 3"Ø y 20 cm. de longitud sin comprimir, con una constante de resorte $k = 62\text{lb/in.}$ [trabajarán a compresión]. Resortes de acero al carbón.

Tendrán que soportar el peso de la criba y mantenerla estable, (criba sin carga):

$$\text{Carga} = \frac{\text{Peso de la criba}}{\# \text{ resortes.}} = \frac{43.99 \text{ Kg.}}{8} = 5.5 \text{ Kg./resorte}$$

Carga total= Peso del cuerpo (55.5Kg) + Peso del sistema de vibración.



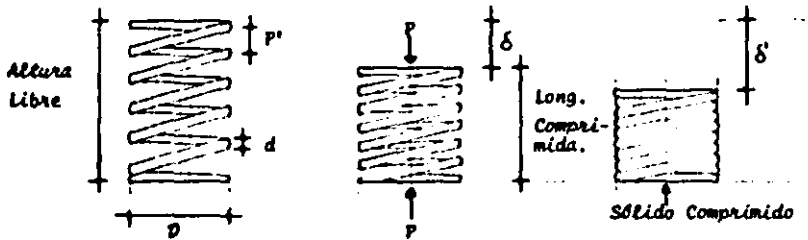
(FIG.V.44).

Los resortes se colocarán sobre el bastidor y en los apoyos por medio de dos sujetadores por resorte de acero de $2 \frac{1}{2}'' \text{Ø}$ y $1''$ de longitud.

Con un tornillo de $1/2''$ al centro x $1 1/2''$ de longitud. (Fig. V.45), el superior y, el sujetador inferior soldado.



(FIG. V.45).



Donde:

P= Carga axial (lbs).	.....55.5 Kg.	.....122.38 lb.
D= Diámetro medio de las espiras (in)	.....	2 1/2"
d= Diámetro del alambre (in)	.....	1/4"
p= Paso de las espiras. (in)	.....	1/2"
delta = Deflexión del resorte (in)	.....	2"
n= Número de espiras activas.	.....	15
delta' = Deflexión total	.....	4.25 in.

Altura libre = 20.32 cm. = 8 in. $np + 2d$

delta = deflexión = 2"

delta' = deflexión total = $(n+2)d = (15+2)0.25 = 4.25''$

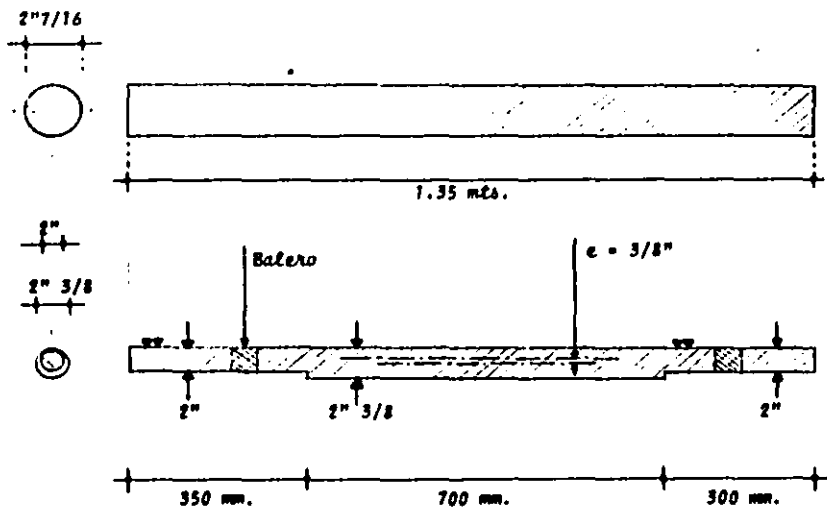
delta = x Longitud de deformación del resorte requerida
 delta = 2"

1 FLECHA EXCENTRICA.

La flecha se va a fabricar de acero 1045 (acero medio carbono) (0.45 de carbón) y el método para su fabricación será por mecanizado de árboles excéntricos.

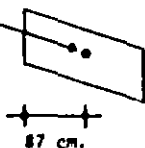
A continuación se presentan sus dimensiones y la hoja de trabajo para su fabricación.

Material base Acero 1045 de 2 7/16" ϕ x 1.355m.



(FIG. V.47)

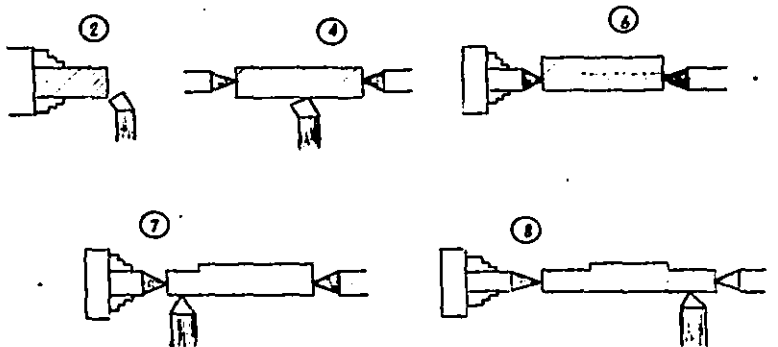
Posición de la Flecha en el Cuerpo de la Criba.



32.5 cm.
57.5 cm.

No.	OPERACION.	MAQUINARIA EMPLEADA.	HERRAMIENTA DE CORTE.	HERRAMIENTA GENERAL.	INSTRUMENTOS DE MEDICION.	ACCESORIOS.	LUBRICACION O REFRIGERANTE.
1	Selección y corte de material. 61.9 mm. Ø x 1355	Sierra. Cinta. 1 HP.	Sierra sin fin. 6 dientes/cm.	Jgo. llaves.	Flexómetro.	Banco. Nivelador.	Propio de la máquina.
2	Montado, centrado y careado ambas caras. A y B (2.5mm)	Torno horizontal. 1.5 HP.	Util de corte lateral. Butil filo para carear.	1	Vernier o Pie de rer.	Chuck Universal.	1
3	Montar entre centros para 61.9 mm. Ø.	2	-----	1	2	Perno de arrastre Plato plano y puntos.	1
4	Desbaste de 61.9 mm. a 60.3 mm. 8 mm. de material desb. 1350 mm.	2	Butil para desbaste cilíndrico	1	2	3	1

5	Trazar y ta- ladrar las puntas de centrado para las espigas descentra- das.	2	Broca de cen- trar helicoi- dal 1/8"Ø.	1	Comps de pun- tas, 2, y gra mil.	3	Broquero.	1
6	Montado en puntos de eje excén- trico.	2	-----	1	2	3		1
7	Desbastar es- pigas. L=50.8 mm.Ø x 350mm. K=50.8mm. x 300mm.	2	Buril para desbas- te cilíndrico.	1	2	3		1
8	Afinar las es- pigas a 50mm Ø.	2	Buril para afinar con filo fresco.	1	2	3		1
9	Desmontar, lim- piar y Verifi- car.	2	-----	1	2,5, amplificador de esfera.	Banco de tra- bajo.	Acete.	



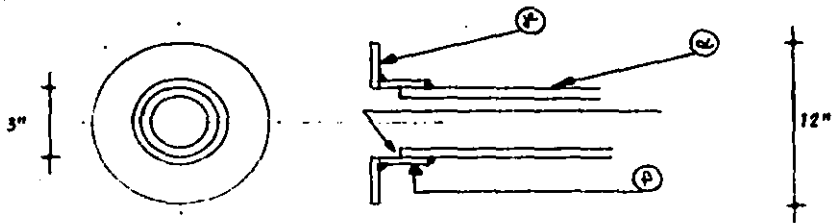
(FIG. V.48).

Se conoce como acabado espejo, afinado deja marcas solo notables al tacto (25 micras). Se da afinado en el trono.

Peso de excentricidad - Peso flecha 2 3/8" = Peso flecha 2"
 22.42 Kg/m - 15.89 Kg/m = 6.53 Kg/m.
 $P_e = 6.53 (0.70) = 4.57 \text{ Kg.}$

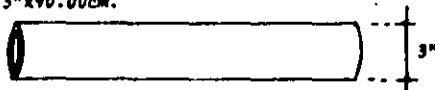
Peso total de la flecha: 0.70m. (22.42Kg/m)+(15.89Kg/m) 0.65m =
 $P_e = 26.02 \text{ Kg.}$

2 FUNDA DE FLECHA Y APOYO A LA PARED.

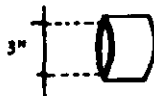


⊕ La funda se construirá de un tubo de acero de 3" de diámetro con una longitud de 90.00 cm., la cual se unirá con un cilindro que la soportará o fijará al disco, que a su vez se acoplará a las paredes del cuerpo.

Funda de 3" x 90.00 cm.

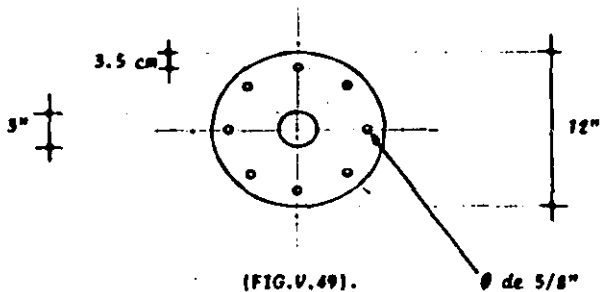


⊕ El cilindro será un tubo de 3" 1/4 de diámetro, tendrá 3" de diámetro interior y una longitud de 8 cm.



Cilindro de 3" 1/4 x 8 cm.

⊕ El disco se fabricará de placa de 1/4" de espesor x 49.8 Kg/m², con 12" de diámetro y 8 barrenos para tornillos de 5/8" Ø como se muestra en la figura V.49.

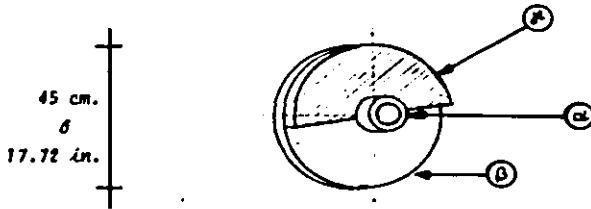


$$\text{Area} = \left(\frac{\pi [3.5]^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi [7.62]^2}{4} \right)$$

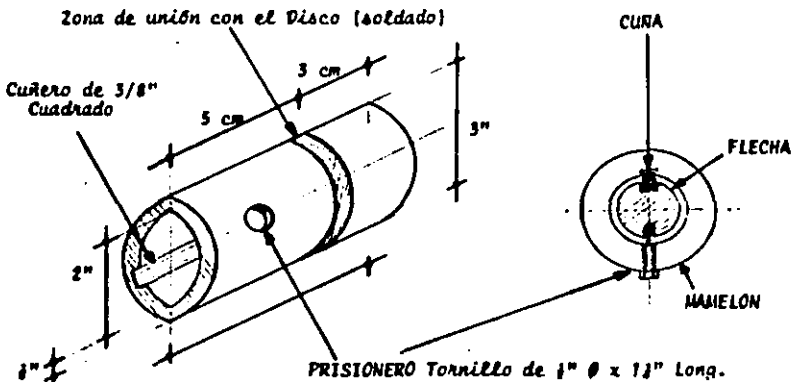
$$\text{Area} = 684.06 \text{ cm}^2 = 0.0684 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso} = 3.41 \text{ Kg.}$$

3 DISCO DE CONTRAPESOS.



(C) El mamelón será fabricado a partir de una barra de 3" de diámetro, la cual será barrenada al centro para obtener un diámetro interior de 2" y un espesor de la pared de 1/2". Su longitud será de 8 cm. y contará con un cuñero en la pared interior para sujetarse a la flecha.



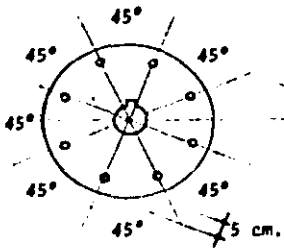
(FIG.V.50).

El mamelón servirá para unir el disco y los contrapesos a la flecha y así poder girar junto con ella. Acero redondo 3"=35.77 Kg/m. - 2" = 15.89 Kg/m.

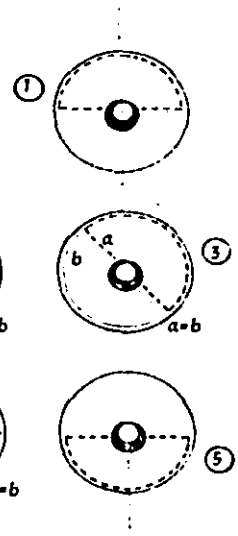
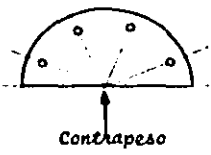
$$\text{Peso} = 1.59 \text{ Kg.} \times 2 \text{ pzas.} = \underline{3.18 \text{ KG.}}$$

$$.19.88 \text{ Kg/m (0.80m)}$$

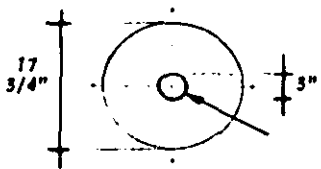
El disco se fabricará con placa de acero de $3/8"$ x 74.7 Kg/m^2 tendrá $17^{3/4}$ de diámetro y 8 barrenos para tornillos de $1/2"$, como se muestra en la figura V.51. Estos barrenos localizados simétricamente tendrán la función primordial de poder alojar en varias posiciones a los contrapesos, para que de esta forma se puedan obtener distintas intensidades de vibración, variando su posición con respecto al excéntrico de la flecha, es decir desbalanceando al sistema. (5 posiciones distintas figura V.52). Esto se debe a que los materiales necesitan muchas veces mayor intensidad en la vibración para separarse, como por ejemplo materiales mojados o pegajosos.



(FIG V.51).



(FIG.V.52).



La figura V.52-1, muestra a la parte que mantiene al sistema balanceado y la posición del contrapeso aumentando paulatinamente en la secuencia de figuras, hasta llegar a la posición de la fig. V-52-5 que muestra una situación extrema, totalmente desbalanceada. De esta forma el usuario puede manipular el funcionamiento de la criba según lo demande el deseo

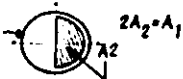
peño de los trabajos que va a realizar.

$$\begin{aligned} \text{Area} &= \pi (45)^2/4 - \pi (7.62)^2/4 = 1544.83 \text{ cm}^2 = 0.154483 \text{ m}^2. \\ \text{Peso} &= (0.154483 \text{ m}^2) (74.7 \text{ Kg/m}^2) = 11.54 \text{ Kg}. \\ 2 \text{ Pzas. (izquierda y derecha)} &\dots\dots\dots \underline{23.08 \text{ Kg}}. \end{aligned}$$

⊕ CONTRAPESOS.

Estas dos piezas tienen que balancear todo el peso de desequilibrio proporcionado por el excéntrico de la flecha, es decir, a 4.57Kg.

Peso repartido entre las dos piezas (der-izq): 2.29 Kg.

Opción 1: Con placa de 1/2" de 99.6 Kg/m². A_1 

$$A_1 = \frac{2.29 \text{ Kg}}{99.60 \text{ Kg/m}^2} = 0.029 = \underline{229.42 \text{ cm}^2}.$$

Para un radio de 22.5 cm.

$$\therefore \text{Si } A = \pi r^2/4 = \pi (22.5)^2/4 = 397.61 \text{ cm}^2. \text{ Espesor excedente.}$$

Opción 2: Con placa de 5/16" de 62.2 Kg/m².

$$A_1 = \frac{2.29 \text{ Kg}}{62.2 \text{ Kg/m}^2} = 0.04 = \underline{368.17 \text{ cm}^2}. \quad \text{Si } A_{\text{circulo}}/2 = \frac{\pi \cdot 22.5^2}{4} = 397.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{total}} = A_{\text{circ}}/2 = A_{\text{circ. mamelón}}/2$$

$$A_{\text{buje}} = \pi r^2/4 = \pi (3" \times 2.54)^2/4 = 45.60 \text{ cm}^2.$$

$$A_{\text{total}} = 397.61 \text{ cm}^2 - 45.60 = 352.01 \text{ cm}^2.$$

$$\therefore \text{Peso de cada contrapeso} = 0.035201 \text{ m}^2 (62.2 \text{ Kg/m}^2) = 2.19 \text{ Kg}.$$

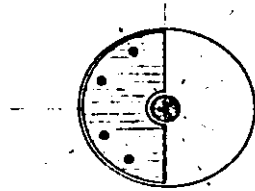
$$\text{Diferencia con la flecha excéntrica} = 2.29 - 2.19 = 0.10 \text{ Kg}.$$

Estos 100gr. se dejan de excedente debido a que los contrapesos llevarán tornillos, roldanas planas, roldanas de presión y tuercas; 4 pzas. cada uno de estos elementos.

El peso de cada contrapeso será de: 2.19 Kg.

Quedando así:

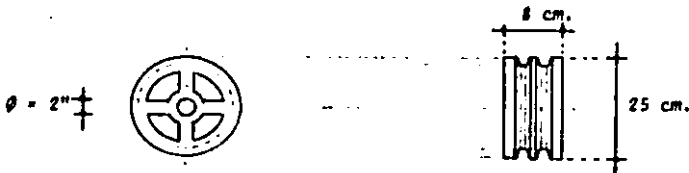
4 tornillos de 1/2" Ø
x 1"1/4 con roldana
de presión y tuerca.



(FIG.V.53).

4 POLEA.

Esta será una polea de hierro fundido comercial (colado) de 25cm Ø que alojará 2 bandas tipo "V", las cuales le transmitirán la rotación del motor hidráulico al sistema de vibración.



(FIG.V.54).

5 BALEROS.

Estos son uno de los elementos principales del sistema. Se coloca-

rá un balero de cada lado, con el objeto de que la flecha pueda girar libremente. Estos serán protegidos por una trampa contra polvos, y serán alojados por una cámara cerrada, la cual contiene un barreno o conducto, donde en el exterior se colocará una graseira de 1/4" de ϕ y por su conducto se introducirá grasa nueva a dicho compartimento.

Los baleros serán comerciales de doble hilera, autoalineables, de rodillos a rótula y de serie 222.

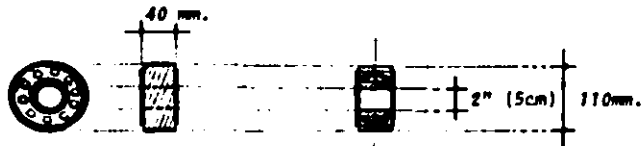


FIG V.55).

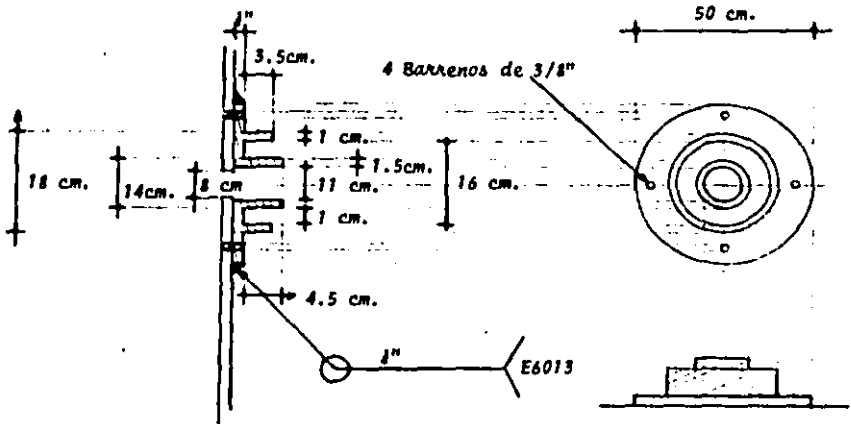
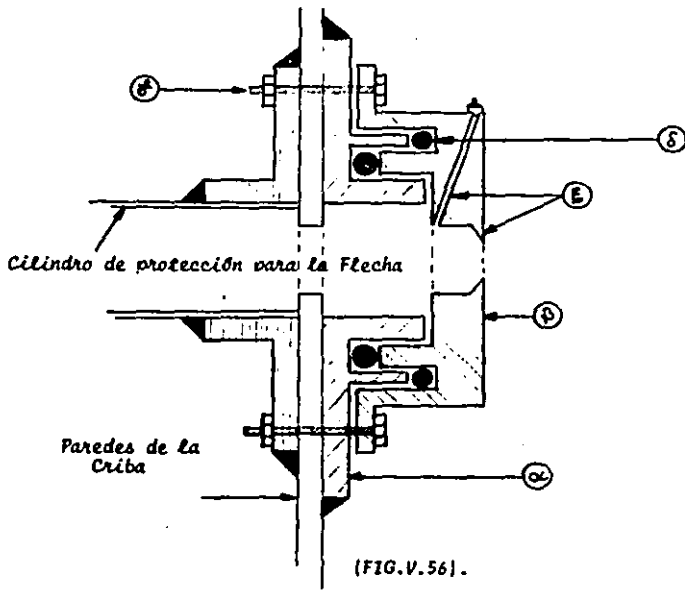
6 TRAMPA CONTRA POLVOS.

Este elemento tiene como principal función prolongar la vida de los baleros y asegurar su correcto funcionamiento. Su diseño permitirá que la grasa utilizada, pura, (su lubricación), pueda ser alojada en el interior de este elemento, así como también se podrá introducir grasa nueva, por la vena de lubricación ubicada en el dado exterior. El polvo, piedras, tierra, arena y todos los elementos abrasivos, y enemigos de los elementos rodantes, serán obligados a permanecer fuera de la trampa, protegiendo al sistema de todos estos agentes de desgaste.

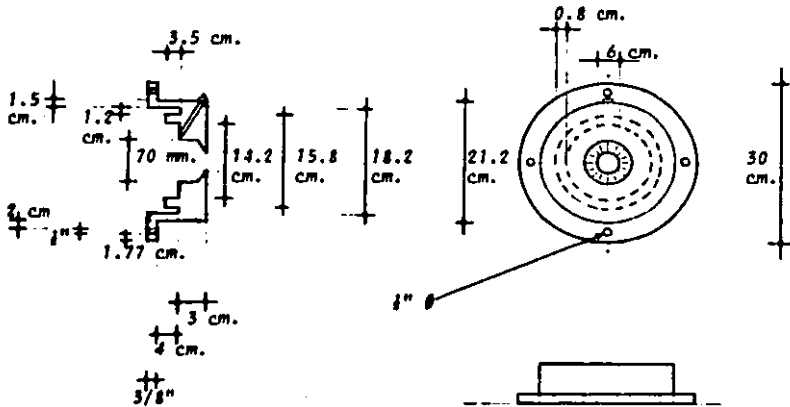
De la figura V.56 tenemos que:

☺ El dado interior será el que tendrá contacto directo con la grasa del balero. Este tendrá la importante función de alojar la tasa del balero y de esta forma de sostener al mismo y a la flecha.

No olvidando su objetivo de protección contra el desgaste este dado va a ser soldado a la pared del cuerpo de la criba y quedará fijo. FIG.v.57



- ③ El dado exterior se encargará de cerrar el alojamiento de grasa y balero. Este elemento contiene las muelas macho y hembra de cierre de la trampa de polvos, la vena de lubricación, la grasera y el anillo de alojamiento del retén. Esta pieza se unirá al dado interior por medio de 4 tornillos.



{FIG. V.58}.

- ④ El dado exterior será unido al cuerpo y por supuesto al dado interior - para de esta forma sellar la cámara del balero, por medio de 4 tornillos los cuales serán de acero grado 5, con cuerda standar y de las siguientes medidas:

$\emptyset = 3/8"$ $L = 2 3/4$ con roldana de presión y tuerca.

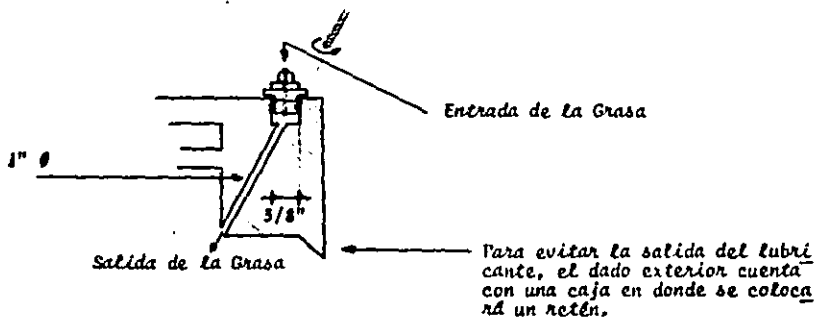
- ⑤ Para efectuar la mejor separación entre la grasa y el medio exterior, es necesario utilizar ligas de hule o sellos. En el mercado se conocen como "aro sellos" u "O rings". Con estos sellos al unir los dados no quedará ningún hueco por el cual exista fuga. Se utilizarán dos piezas en cada juego de dados, las cuales serán de las siguientes medidas:

1^{er} sello = $\emptyset_{ext} = 16 \text{ cm.}$ $\emptyset_{esp} = 3/8"$ $\emptyset_{int} = 14 \text{ cm.}$

2^o sello = $\emptyset_{ext} = 18 \text{ cm.}$ $\emptyset_{esp} = 3/8"$ $\emptyset_{int} = 16 \text{ cm.}$

⑤ La lubricación es la función principal para lograr que la vida de los baleros sea larga, y su operación correcta. La trampa contra polvos tendrá que mantener las impurezas fuera de esta zona, pero también tendrá que alojar el lubricante, es decir, permitir su entrada y no su salida.

El elemento que permitirá la entrada del lubricante será una grasa de tipo ballín de $3/8"$, la cual permitirá que por medio de un inyector y una boquilla se introduzca la grasa a la vena de lubricación que es un conducto de $1/4"$ de díametro que deseboca a la cámara del balero. Observar detalle en la figura V.59.

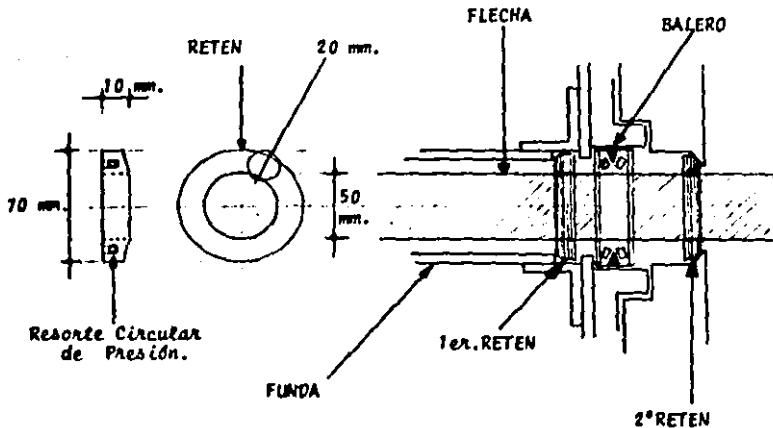


(FIG.V.59).

7 RETEN.

El sistema vibratorio contará con dos retenes iguales para cada una de las trampas contra polvos. Estos serán de un material plástico denso y-90, comerciales, con un resorte que se apoya en su cara interior en todo el perímetro del mismo retén.

Los cuatro retenes se apoyarán en el interior de la cámara de balero e impedirán la salida del lubricante y la entrada de impurezas, sus medidas serán las indicadas en la figura V.60.



(FIG.V.60).

8 LISTA DE MATERIALES Y PESO TOTAL DE LA UNIDAD DE VIBRACION.

	Cantidad.	Especificación.	Peso.
--- Resortes.	8	h=61.19 lb/in. L=20cm.	10.00 Kg.
--- Tornillos.	8	Ø=3" Ø=1/2" L=1 1/2" Grado 5	4.00 "
---Barra	1	Ø=2 1/2 x 16" (40.64cmx24.84 Kg/m)	10.09 "
---Flecha excéntrica.....	1	Ø=2" 3/8	26.02 "
---Tubo de acero	90cm...	Ø=3" x 8.63Kg/m.	7.767"
---Placa	0.068m ² ..	1/4" x 49.8 Kg/m ²	3.41"
---Placa de acero.....	0.313m ² ..	3/8" x 74.7 "	23.08 "
---Placa de acero.....	0.0704m ² .	5/16"x 63.3 "	4.38 "
---Tornillos..... Con tuerca y roldana.	4	Ø=1/2" L=1 1/4....	2.00 "

---Polea se fierro fundido.....	1	.....	Ø=25cm.	.....3.00 Kg.
---Baleros serie 222	2	.....	Ø _{int} "=2"	.....6.00 "
---Trampas contra polvo.....	2	.....		..... 8.00 "

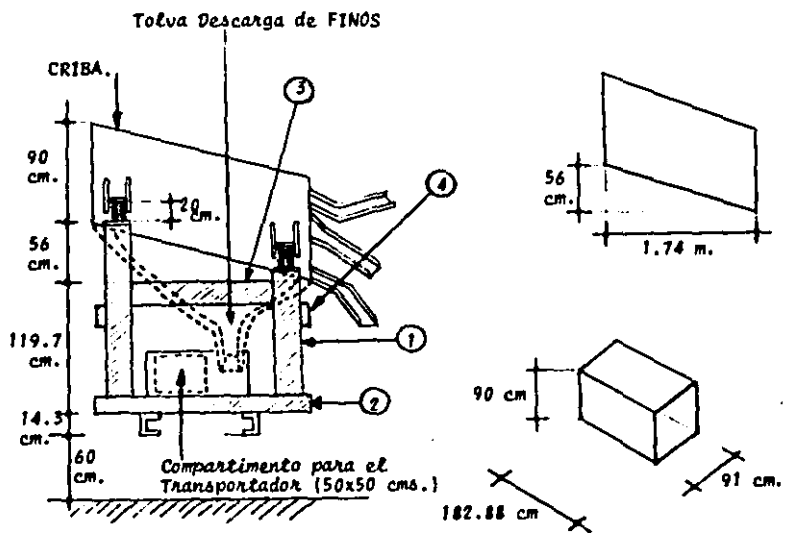
PESO TOTAL..... 107.74 Kg.

V.2.c. BASTIDOR DE LA CRIBA, MONTAJE AL CHASIS Y TOLVAS.

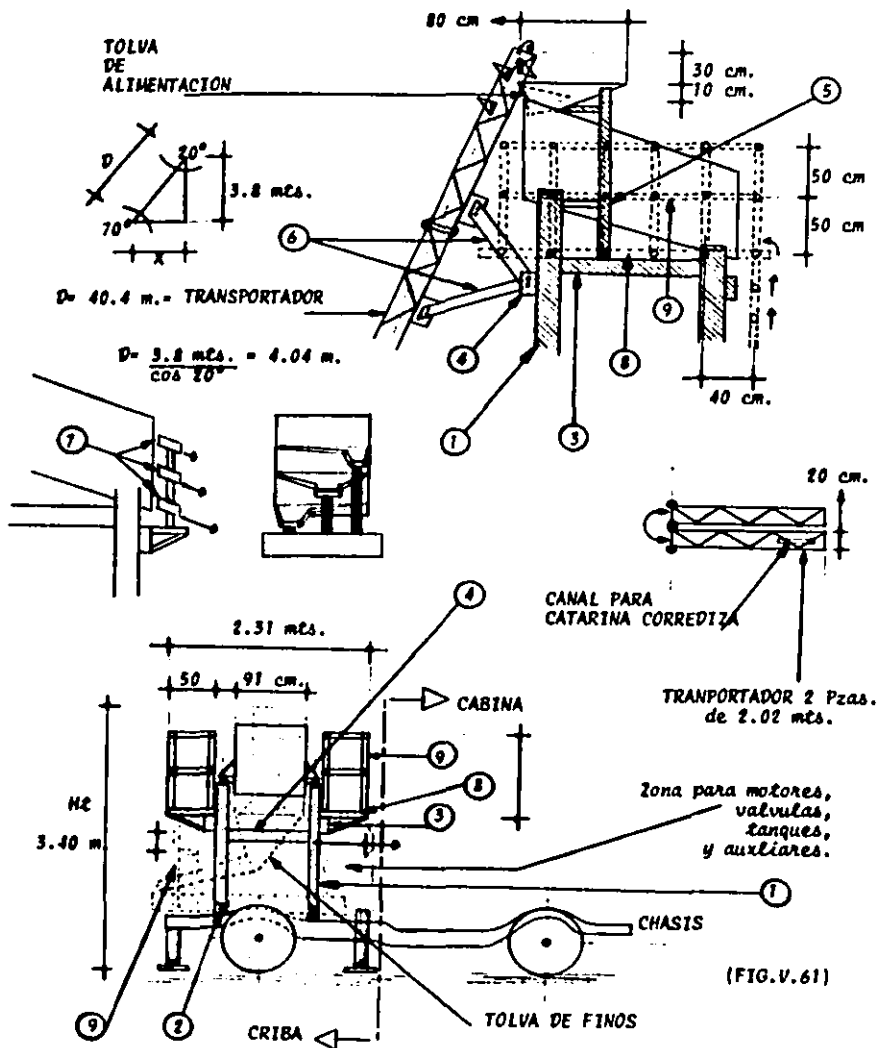
V.2.c.1. BASTIDOR Y MONTAJE AL CHASIS.

Este será el encargado de sujetar a la criba y a todos sus elementos en sus lugares de transporte y operación en el chasis del vehículo.

A partir de la figura V.61 se procederá al diseño de cada elemento, indicando los dibujos, la forma en que quedará construido el bastidor.



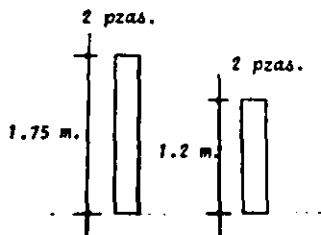
(FIG.V.61).



(FIG. V.61)

1 COLUMNAS PRINCIPALES.

Estas piezas son el alma de la estructura de la criba, se componen de cuatro elementos, dos de una longitud y dos de otra, los cuales se encargarán de sostener al sistema verticalmente, a continuación se presenta el diseño de los elementos.



Peso de la criba = 443.99 Kg.

Peso del transpor
tador y de los ca
ñales. 391.30 "

Peso del material 285.00 "

Pesos adicionales. 250.00 "

Peso para diseño = 1370.00 Kg.

P' = peso para diseño del
elemento = P/4 = 342.5 Kg.

Se propone una sección canal de 4" x 8.04 Kg/m.

$$A = 10.06 \text{ cm}^2.$$

$$r_x = 3.98 \text{ cm.}$$

$$r_y = 1.14 \text{ cm. (rige el menor).}$$

$$\text{Esfuerzo actuante en compresión: } \delta_a = P'/A = 342.5/10.06 = 34.05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo admisible: } F_a = 868.90 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\text{Relación de esbeltez: } kl/r = 1 (119.70/1.14) = 105$$

$$\delta_a \ll F_a.$$

Longitud total 5.90m.

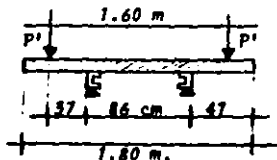
$$\text{Peso: } 5.90 \times 8.04 = \underline{47.44 \text{ Kg.}}$$

2 TRABE INFERIOR.

Este elemento unirá la estructura de sostén de la criba con el cha

sis del vehiculo; a continuación se presenta su análisis:

Se necesitan dos piezas de 1.80m. $P' = 342.5 \text{ Kg.}$



$$\text{Momento máximo en la sección } M_A = M_B = \frac{P' \cdot l}{2} = \frac{342.5 \cdot [0.47] \cdot [0.47]}{2} = -8048.75 \text{ Kg.cm}$$

Cortante máximo en los apoyos: $V_{\text{máx}} = (P'/47) \cdot (47) = P' = 342.5 \text{ Kg.}$
 (0.5)

Se propone una sección canal de 4" x 8.04 Kg/m.

$A = 10.06 \text{ cm}^2.$

$S_x = 31.1 \text{ cm}^3.$ (módulo de sección).

Esfuerzo actuante en flexión: $f_b = M/S = 8048.75 \text{ Kg.cm} / 31.1 \text{ cm}^3 = 258.8 \text{ Kg/cm}^2.$

Esfuerzo admisible $F_b = 0.60 F_y = 1518 \text{ Kg/cm}^2.$

$f_b \ll F_b$

Esfuerzo cortante: $f_v = V/A = 342.5 / 10.06 = 34.04 \text{ Kg/cm}^2$

Esfuerzo admisible $F_v = 0.4 f_y = 1012 \text{ Kg/cm}^2.$

$f_v \ll F_v$

Longitud total..... 3.60m.

Peso total..... 3.6 x 8.04 28.94 Kg.



TRABES DE UNION.

Estos elementos se encargarán de unir las cuatro columnas con el fin de obtener un marco rígido para sostener la criba.

Se propone una sección canal de 3" x 6.10 Kg/m.

Total 4 pzas..... 2 (1.60) + 2 (0.91) = 5.02m.

Peso total.....30.62 Kg.

5 APOYO DE LA TOLVA DE ALIMENTACION.

Este elemento sostendrá a la tolva, la cual recibirá el peso del material que será introducido a la criba.

P= peso de la tolva { 44.26 Kg. } + Material cribado (1canjilón)
(40Kg)

P=84.26 Kg.

Se proponen dos ángulos (uno por lado) de 2"x2"x 1/8' [2.46Kg/m]

$$A=3.11 \text{ cm}^2$$

$$rx=ry=1.6 \text{ cm.}$$

$$r^0= 0.99 \text{ (radio mínimo).}$$

$$\text{Esfuerzo en compresión.... } \delta_a = P/A = 84.26 / 3.11 = 27.093 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\text{Relación de esbeltez..... } kl/r = 1 (1.50) / 0.99 = 151.51$$

$$\text{Esfuerzo admisible..... } F_a = 460.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\delta_a \ll F_a$$

Se colocarán del mismo ángulo un soporte de apoyo a la columna por lado y otros dos apoyos para la tolva. (6 elementos en total).

$$\text{Longitud total.... } 2 (1.50) + 2 (0.40) + 2 (0.50) = 4.80 \text{ m.}$$

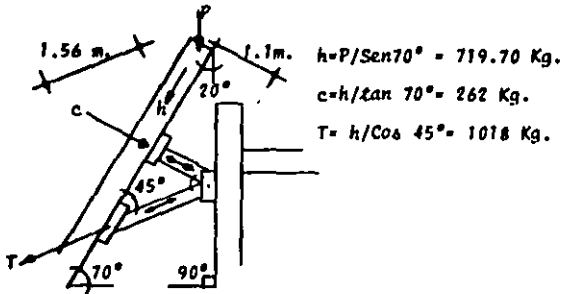
$$\text{Peso total..... } \underline{11.80 \text{ Kg.}}$$

6 SOPORTES DEL TRANSPORTADOR.

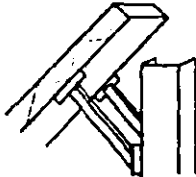
Estos elementos se encargarán de detener al transportador en su posición de operación. Hay que mencionar que el transportador en su parte inferior también contará con un apoyo a tierra.

$$P=676.30 \text{ Kg} + 391.30 + 285$$

(transportador) (Material)



Como se utilizarán dos elementos en cada apoyo, las cargas para el diseño las tomaremos a la mitad:



$T' = T/2 = 509 \text{ Kg.}$

$C' = c/2 = 131 \text{ Kg.}$

Se propone para los cuatro soportes ángulo de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ (3.83 Kg/m).

$A = 4.88 \text{ cm}^2.$

$A_x = A_y = 1.96 \text{ cm.}$

$r^2 = 1.24 \text{ cm.}$

$f_a = C'/A = 131/4.88 = 26.84 \text{ Kg/cm}^2.$

Relación de esbeltez... $kl/r = 1(110)/1.24 = 88.71... F_a = 1009 \text{ Kg/cm}^2$

$F_a \gg f_a, f_c = T'/A = 509 \text{ Kg}/4.88 = 104.30 \text{ Kg/cm}^2 \ll 1518 \text{ Kg/cm}^2 \dots \text{OK.}$

Longitud total 4 ozas..... $2(1.10) + 2(1.66) = 5.52 \text{ m}$

Peso total..... 21.14 Kg.

7 APOYO TOLVAS DE DESCARGA.

- Peso de las tolvas.... 1 10.77 Kg
- 2 10.77 "
- 3 10.43 "

Se diseñará por un peso de 10.77 Kg. + peso del material circulando (160 Kg, 4 carjilones).

Peso de diseño 170 Kg.

Se proponen ángulos de 2"x2"x 1/8" (2.46Kg/m).

$A=3.11 \text{ cm}^2.$

$r^0=0.99 \text{ cm.}$

$\delta_a = P/A = 170/3.11 = 54.66 \text{ Kg/cm}^2.$

$kl/r = 1 (0.90)/0.99 = 90.9 \dots F_a = 992.2 \text{ Kg/cm}^2$

$F_a \quad \delta_a$

Longitud total 3 elementos..... $0.90 + 0.60 + 0.30 = 1.80 \text{ m.}$

Peso 4.43 Kg.

8 PISO.

Este piso tendrá la función de proporcionarle al operador el área de acceso necesaria para poder revisar el funcionamiento del equipo.

Será de placa antiderrapante de acero de 3/16" x 34.7 Kg/m².

Dimensiones.... $2.00\text{m} \times 0.50$ (2 lados) = 2.00 m^2 69.4 Kg.

9 BARANDALES. Y ESCALERAS.

Se construirán de tubo cuadrado de 1"x 24mm. (1.62 Kg/m).

Longitud necesaria..... 1m (8 pzas) (2lados) + $2(2\text{m})$ 2 lados + $2(0.50)$ 2 lados + 2 pzas (0.30) 4 escalones + 1.10 (2 lados) 2 pzas. =

L..... 53.14 Kg.

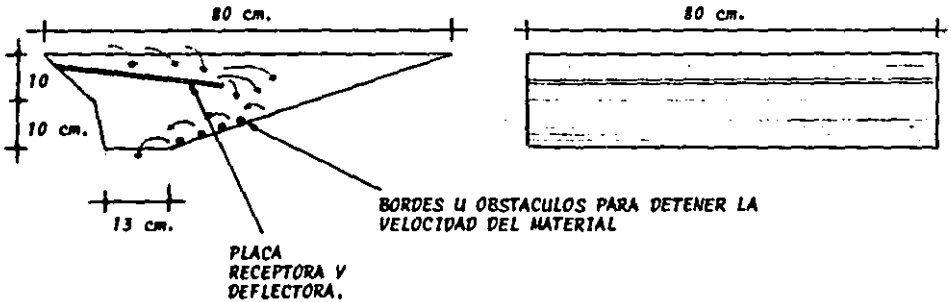
V.2.c.2 TOLVAS.

Estos elementos se encargarán de recibir y orientar el material. En el sistema se presentan dos tipos de tolvas, la de alimentación y las de descarga. A continuación analizaremos ambas.

Tolva de alimentación. Para los sistemas de cribado existen distintos tipos de alimentadores como los de rejillas, los reciprocantes, etc... los cuales tienen la finalidad de alimentar a la criba constantemente y sin saturarla de mate -

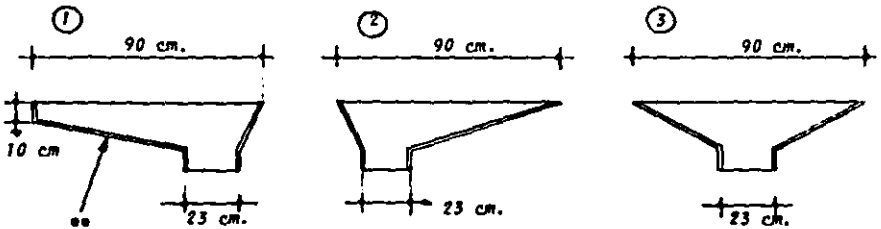
rial, es decir la dosifican.

En este sistema debido a que la alimentación es por medio de un transportador de cangilones con un volumen de cangilón y una velocidad anteriormente determinados y calculados para no causar un cegamiento en la criba; no será necesario utilizar un alimentador especial, sino que solamente una tolva receptora.



La placa deflectora sería de 1" x 37.4 Kg/m².
 El peso de esta placa es:.....13.40 Kg.
 El resto de la tolva sería de placa de 3/16"
 x 37.4 Kg/m².
 Peso de la tolva.....(0.80)(10cm)+(0.80)(0.60)+
 (0.80)(2pzas)12.....0.832m².
 Peso tolva.....31.12 Kg.
 Peso total de la tolva de alimentación.....
44.26 Kg.

Tolvas de descarga. Se construirán de placa de 3/16" x 37.4Kg/m².
 Ver figura. V.62.



(FIG V.62).

$$\begin{aligned} \text{Area}_1 &= [0.90 \{10\text{cm}\} + \\ & \{10\text{cm}\} \{0.60\} / 2 + \\ & \{0.23\} \{10\text{cm}\} + \\ & \{20\text{cm}\} \{0.10\} / 2 + \\ & \{1.10\} \{20\text{cm}\}] = \\ & = 0.173 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Bordo de 10cm (altura) en los laterales: $\{0.10\} 1.15 = 0.115 \text{ m}^2$

Total... 0.288 m².

Peso total... 10.77Kg.

Idem A₁.

Total... 0.288 m².

Peso total... 10.77Kg

$$\begin{aligned} A_3 &= [0.23 \{0.30\} + \\ & \{44.88\text{cm}\} \{0.20\}] = \\ & = 0.159 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Bordo de 10cm en laterales:

$$\{0.10\} \{1.20\} = 0.12 \text{ m}^2.$$

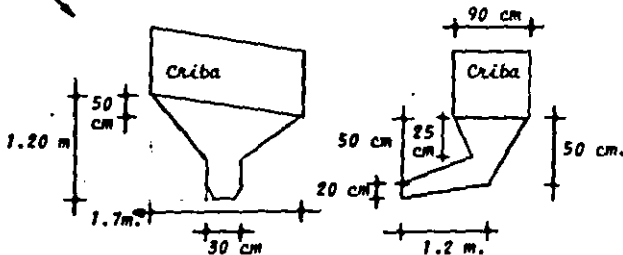
Total... 0.279 m².

Peso total... 10.43Kg.

Peso total bastidor y tolvas.....343.14Kg.

④ TOLVA DE FINOS.

Se construirá con placa de 3/16" x 37.4Kg/m².



(FIG.V.63).

$$A = (0.50)(1.70) + (0.25)(1.70) + 2(1.20)(1.20) + (0.90)(1.25) + 2(0.30)(1.20) + (1.70)(1.50) =$$

$$A = 3.415 \text{ m}^2.$$

Peso total..... 127.72 Kg.

5 LISTA DE MATERIALES Y PESO TOTAL DEL BASTIDOR Y TOLVAS.

	Cantidad.	Especificación.	Peso.
---Soldadura.....	20.0Kg.	E6013	20.00Kg.
---Canal	5.90 m.	4" x 8.04 Kg/m...	47.44 "
---Canal	3.60 m.	4" x 8.04 Kg/m...	28.94 "
---Canal.	5.02 m.	3" x 6.10 Kg/m.	30.62 "
---Angulo .	6.60 m.	2" x 2" x 1/8. (2.46 Kg/m)....	16.23 "
---Angulo.	5.52 m.	2 1/2" x 2 1/2" x 1/2" (3.83Kg/m).....	21.14 "
---Placa antiderrapante...	69.4 Kg.	3/16" x 34.7Kg/m ²	69.4 "
---Tubo cuadrado.....	32.8 m.	1" x 1.62 Kg/M.	53.14 "
---Placa	0.264 m ²	1" x 49.8 Kg/m ²	13.14Kg.
---Placa.	5.101 m ²	3/16" x 37.4 Kg/m ²	190.81 "
TOTAL DE MATERIALES.....			<u>490.86 Kg.</u>

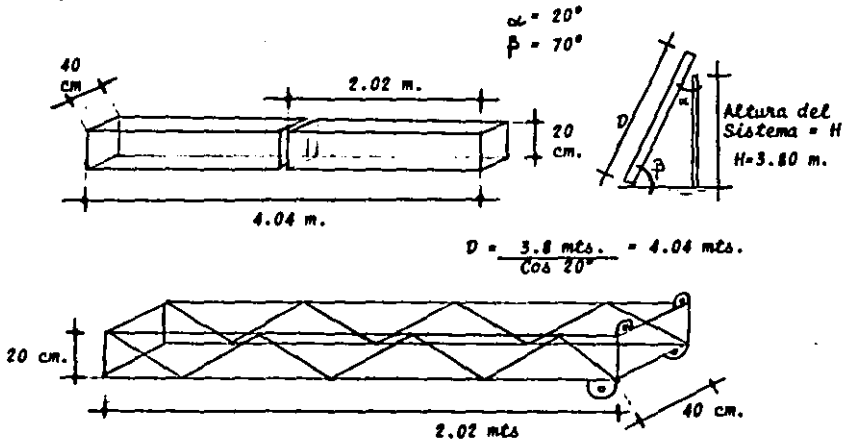
V.3. TRANSPORTADOR DE CANGILONES Y CANALONES DE DESCARGA.

- a) TRANSPORTADOR Y ESTRUCTURA.
- b) CANGILONES Y CADENA.
- c) CANALONES DE DESCARGA Y VOLUHEN ALHACENADO.
- d) CAPACIDAD DELTRANSPORTADOR, ALIMENTACION.
(Capacidad de la criba).

V.3.a). ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR.

Representando una de las piezas fundamentales para el funcionamiento del sistema, el transportador de cangilones, tiene que ser un elemento resistente, ligero y eficiente.

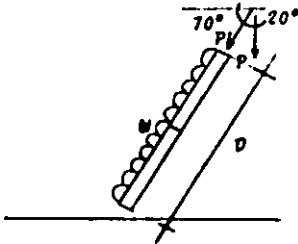
La estructura será el esqueleto del mencionado elemento, será construida con ángulos de acero y tendrá la característica de que para su transportación se dividirá en dos piezas o secciones. A continuación se presenta un esquema de esta estructura y su análisis.



[FIG.V.64].

Peso volumetrico piedra triturada seca: 2600 Kg/m³.

Peso volumetrico piedra triturada saturada: 2650 Kg/m³.



$P = (\# \text{ de cangilones } \times \text{ peso volumetrico del material } \times \text{ volumen de cangil - lón})$

$$P = (16) (2650 \text{ Kg/m}^3) (0.012 \text{ m}^3) = 508.80 \text{ Kg.}$$

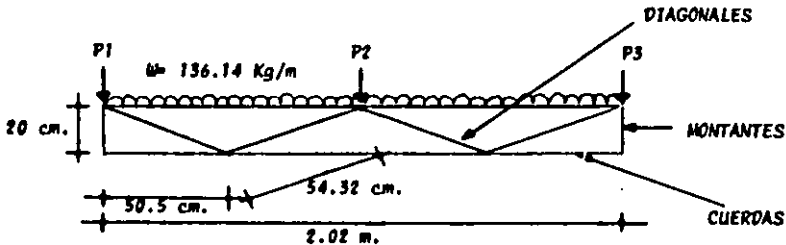
$$P' = 508.80 / \text{Sen } 70^\circ = 541.45 \text{ Kg.}$$

Para diseño $P = 550 \text{ Kg.}$

Como podemos observar, algunos cangilones estardn descargados en el proceso, pero en este caso tomamos en cuenta todo el peso, para absorver el peso propio del equipo.

$$W = P/D = 550/4.04 = 136.14 \text{ Kg/m.}$$

La estructura consta de armaduras de 2.02m., para efectos de diseño, se calculará únicamente un elemento.



(FIG.V.65).

Distancia que le tributa: 0.505 m.

$$P_1 = W(0.505) = 0.505 \text{ m.} (136.14 \text{ Kg/m.} = 68.75 \text{ Kg.})$$

$$P_2 = W(1.01) = 1.01 \times 136.14 \text{ Kg/m} = 137.50 \text{ Kg.}$$

$$P_3 = P_1$$

..... Montantes: se propone ángulo de 1"x1"x1/8" (1.19Kg/m).

P1, P3



$K=1$ (factor de longitud efectiva en armaduras, se consideran extremos articulados).

$$\delta_a = P/A = 68.75 \text{ Kg} / 1.52 \text{ cm}^2 = 45.23 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$F_a^* \text{ (admisible)} \quad kl/r = 1(20)/0.48 = 41.67 \quad r=0.48 \text{ (radio de giro mínimo).}$$

$$F_a = 1340.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

La sección analiza está muy sobrada por lo que se propone:

$$L^{\circ} 3/4'' \times 3/4'' \times 1/8'' \quad (0.88 \text{ Kg/m}).$$

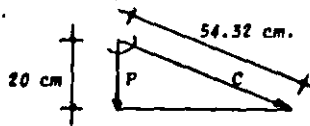
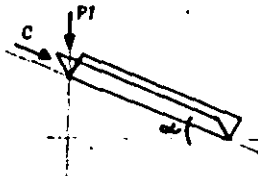
$$\delta_a = P/A = 68.75 \text{ Kg} / 1.11 \text{ cm}^2 = 61.94 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$F_a = \dots \quad kl/r = 1(20)/0.38 = 52.63 \quad F_a = 1273.8 \text{ Kg/cm}^2.$$

$F_a \gg \delta_a$ se acepta la sección.

..... Diagonales: Se propone $L^{\circ} 3/4'' \times 3/4'' \times 1/8''$ (0.88 Kg/m).

Se diseñará la primera diagonal, debido a que está sometida a compresión y esta situación es más desfavorable para el acero.



$$C = P_1 / \cos 68.39^{\circ}$$

$$C = 68.75 / \cos 68.39^{\circ}$$

$$C = 186.88 \text{ Kg}.$$

$$\delta_a = P/A = 186.68 / 1.11 = 168.18 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$F_a^* \dots \quad kl/r = 1(54.32)/0.38 = 142.94 \quad \dots \quad F_a = 513.5 \text{ Kg/cm}^2.$$

Se acepta. $F_a \gg \delta_a$

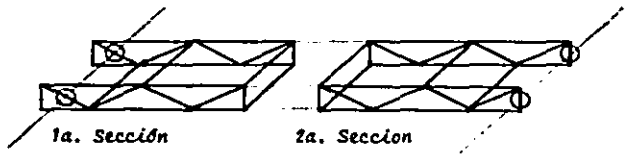
..... Cuerdas: Debido a que la carga es pequeña, se diseñarán por relación de esbeltez. Se propone $L^{\circ} 3/4'' \times 3/4'' \times 1/8''$ (0.88 Kg/m).

$kl/r = 1(101 \text{ cm}) / 0.38 = 265.79 > 120$ No se acepta ya que rebasa el límite admisible, 120, para elementos en compresión.

Se propone $L^{\circ} 1 3/4'' \times 1 3/4'' \times 1/8''$ (2.14 Kg/m).

$kL/r = 1(101)/0.86 = 117.44 < 120 \dots \dots \text{Se acepta.}$

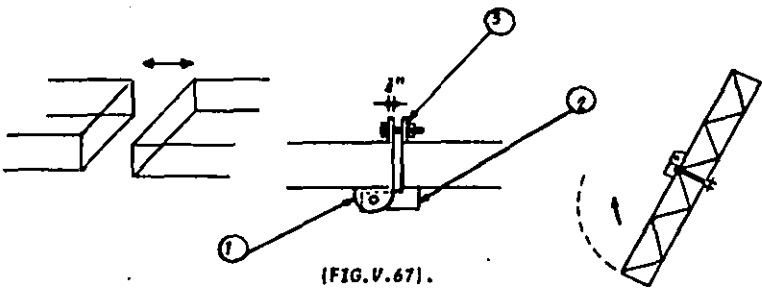
Las secciones de unión entre las armaduras izquierda y derecha, se construirán también con ángulo de 1 3/4".



(FIG.V.66).

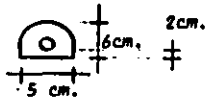
OREJAS Y PERNOS PARA LA UNION.

La unión entre las dos secciones de armaduras será necesaria para lograr el funcionamiento del transportador y facilitar su desensamble para el tránsito del sistema.



(FIG.V.67).

- ① Orejas de placa de 1/2" (49.8 Kg/m²).
 Area = $(2.5\text{cm})^2/2 + (2 \times 5\text{cm}) = 19.82\text{ cm}^2$. c/pza.

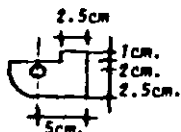


Tornillería: Con cuatro tornillos de 1" de 3/4"Ø, Grado 5 Acero, Cuerda std., con roldana plana, a presión y tuerca.

Area dos orejas: $39.63 \text{ cm}^2 = 3.963 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

$P_L \delta^m = 3.963 \times 10^{-3} (49.8 \text{ Kg/m}^2) = \underline{0.20 \text{ Kg.}}$

② 2 OREJAS.



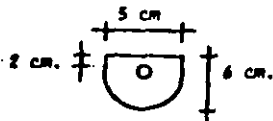
$$\text{Area} = (2.5 \text{ cm})^2/4 + (2 \times 7.5) + (2.5 \times 1) + (2.5 \times 5)$$

$$A = 34.91 \text{ cm}^2 \text{ c/pza.}$$

Area dos orejas: $69.82 \text{ cm}^2 = 6.982 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

$P_L \delta^m = 6.982 \times 10^{-3} (49.8 \text{ Kg/m}^2) = \underline{0.35 \text{ Kg.}}$

③



$$\text{Area} = (2.5)^2/2 + (2 \times 5) = 19.82 \text{ cm}^2/\text{pza.}$$

Area cuatro orejas: $79.28 \text{ cm}^2 = 7.928 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

$P_L \delta^m = 7.928 \times 10^{-3} (49.8) = \underline{0.39 \text{ Kg.}}$

Peso total requerido de placa de δ^m : 0.94 Kg.

Area total : 0.019 m^2 .

Peso de las armaduras: Considerando las dos secciones: 4.04 m.:

MONTANTES : No. de pzas. = 8

Longitud = 20 cm.

Peso por m. $L^{\circ} 3/4" \times 3/4" \times 1/8" \dots\dots 0.88 \text{ Kg/m}$

$P_{\text{montantes}} \dots\dots 8(0.20)(0.88) \dots\dots 1.410 \text{ Kg.}$

DIAGONALES.: No. de pzas. = 16

Longitud. = 54.32 cm.

Peso por m. $L^{\circ} 3/4" \times 3/4" \times 1/8" \dots\dots 0.88 \text{ Kg/m.}$

$P_{\text{diagonales}} \dots\dots 16(0.5432)(0.88) \dots\dots 7.65 \text{ Kg.}$

CUERDAS:	No. de pzas.....=4		
	Longitud	=2.02m.	
	Peso por m. L° 1 3/4" x 1 3/4" x 1/8".....	2.14 Kg/m.	
	P ^{cuerdas}.....4(2.02)(2.14)	17.29Kg.	
SECCIONES DE UNIÓN:			
	No. de pzas.... =8		
	Longitud.	=40cm.	
	Peso por m.L° 1 3/4" x 1 3/4" x 1/8".....	2.14 Kg/m.	
	P ^{unión}	8(0.40)(2.14).....	6.85 Kg.
	PESO TOTAL ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR.....	33.20 Kg.	
	Peso por sección.....	16.60 "	

LISTA DE MATERIALES.

	Cantidad.	Especificación.	Peso.
Angulo.....	10.29m.	L° 3/4" x 3/4" x 1/8"	9.06 Kg.
Angulo.....	11.28m.	L° 1 3/4"x1 3/4"x1/8"	24.14 "
Placa	0.019 m ² .	P _L 1"	0.94 "
Tornillos.....	4 pzas.	3/4"Øx1 1/2"	1.00 "

PESO TOTAL DE MATERIALES.. 35.14 Kg.

U.3.6) CANGILONES DE CARGA V CADENA DE TRANSMISION.

Los cangilones son un elemento de mucha importancia tanto en el transportador como para el funcionamiento de todo el sistema.

Cada cangilón tendrá la función de llevar el material primario des de el piso o zona de almacenamiento, hasta la zona más alta del sistema, es -

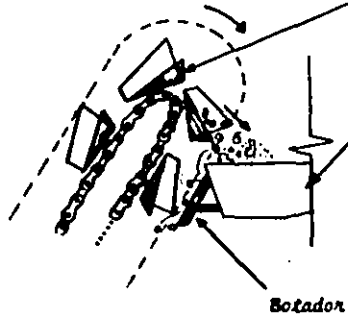
decir la tolva de alimentación de la criba. Los cangilones tendrán una capacidad y un diseño especial para lograr que el sistema cuente con un correcto y eficiente trabajo.

Se puede decir que la capacidad de todo el sistema dependerá de la eficiencia y velocidad de descarga de material primario en la criba; es decir, la cantidad de material o volumen que sea transportado a la tolva de alimentación será igual a la producción en volumen del sistema o a la suma de los volúmenes de sus productos (material de tamaño excedente, agregados y finos).

DISEÑO DEL CANGILON.

Inclinación especial para el vaciado del Material a la criba.

Tolva de Recepción o Alimentación.

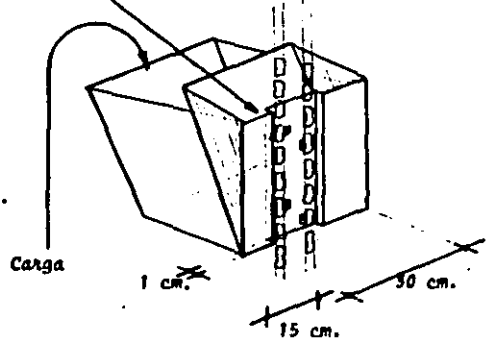
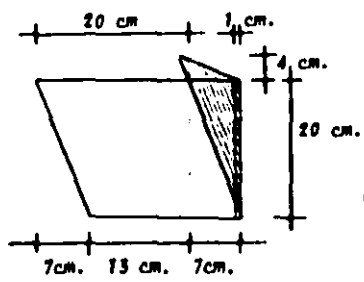


$$\text{Area} = \left[\frac{(0.70 \times 0.20)}{2} \times (2.00) \right] + (0.13 \times 0.20)$$

$$\text{Area} = 0.040 \text{ m}^2.$$

$$\text{Volumen de cada cangilon} = 0.30(0.040) = 0.012 \text{ m}^3.$$

Se colocarán los Tornillos por dentro para sujetar la cadena.

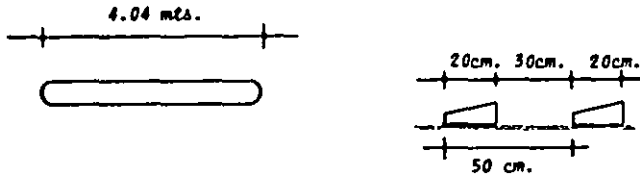


Se fabricarán de \bar{P}_1 1/16"

(FIG. V.68).

DETERMINACION DEL NUMERO DE CANGILONES.

Tienen que llevar:



$$\# \text{ De cangilones} = 4.04(2) / 0.50 = 16.16$$

$\# = 16$ piezas.

El cangilón se fabricará de placa de $3/16"$ x 37.40 Kg/m^2 . en su totalidad y será soldada en sus uniones con soldadura E6013.

Cantidad de material requerido:

$$\begin{aligned} \text{Area cangilón: } & (7.0 \times 20)4 + (20 \times 13)2 + (30 \times 20)3 + (24 \times 7)2 = \\ & = 3.216 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Area necesaria} \\ \text{por cangilón: } & 0.3216 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

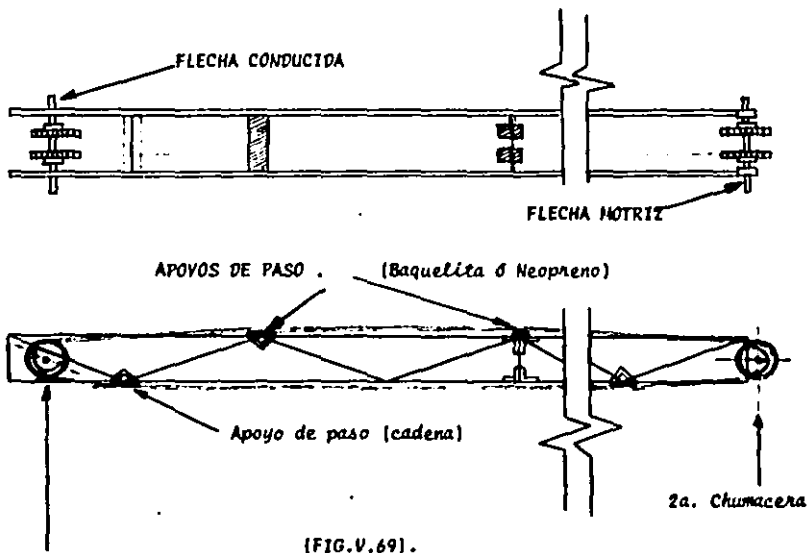
$$\text{Peso por cangilón: } (0.3216)(37.40) = 12.03 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total de cangilones: } \underline{192.45 \text{ Kg.}}$$

CADENA DE TRANSMISION.

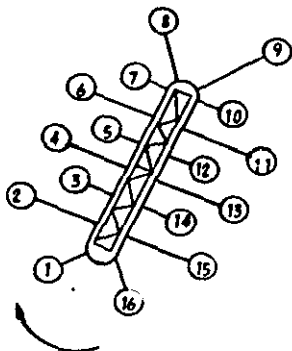
La cadena de transmisión es la columna vertebral del transportador. Esta se encargará de transmitir el movimiento, y de esta forma elevar cada cangilón hasta su destino. En la transmisión se utilizarán dos cadenas para el transportador, que se montarán en el bastidor tal como se muestra en la figura V.69, por medio de cuatro chumaceras, dos flechas, y cuatro catarinas.

La cadena se va a calcular para resistir una fuerza de trabajo -- equivalente al peso que moverán los cangilones en cada ciclo, tal como se muestra en la figura. V.70.



(FIG.V.69).

1a. Chumacera
(deslizable para
su transportación)



(FIG.V.70).

Se consideran cargados los canchilones
#1 al #9.

$$\therefore \text{Volumen p/canchilón} = 0.012 \text{ m}^3.$$

Cantidad de canchilones = 9 pzas.

Peso específico del ma-
terial..... 2650Kg/m³.

Factor de seguridad: 1.80 (80%)
(por cargas no esperadas
y peso propio de canchil-
nes y cadena), estimado
de: 220 Kg.

$$\text{Peso de diseño: } (0.012\text{m}^3) (9) (2650\text{Kg/m}^3) (1.80) =$$

$$P = 515.16 \text{ Kg.}$$

$$P = 1135.93 \text{ lb.}$$

Se propone cadena comercial paso 60, con las siguientes características:

Número de cadena.	Paso, Pitch de la cadena en in.	Máxima fuerza de trabajo en lb.	Peso por ft. en lb.
Link Belt. ANSI ISO.			
RC60 60 12A-1	3/4"	1210.00	1.02

(1.02 lb/ft) (1Kg/2205lb) (1ft/0.3048m) = 1.52 Kg/m.

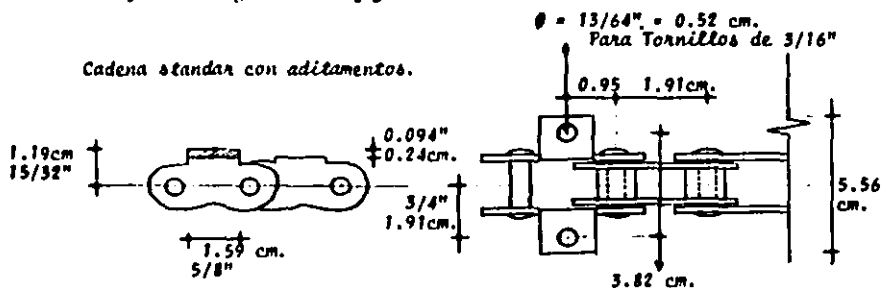
Cantidad de cadena: 8.8m.

Peso de cadena: 13.40 Kg. = 30 lb.

Máxima fuerza de trabajo de la cadena en lb. = 1210 > Peso de diseño P=1135.93lbs.

Además se van a colocar dos cadenas para lograr mejorar la tracción y por estabilidad del cangilón por lo tanto el peso de diseño se reduce a la mitad, lo que significa que la cadena trabajará al 42% de su capacidad.

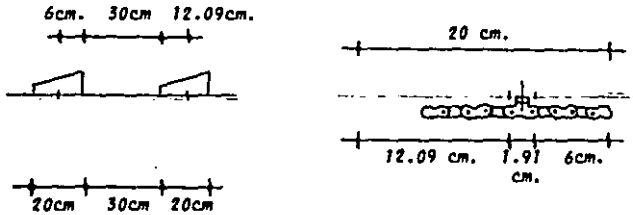
Se acepta esta cadena y se muestra el tipo de cadena necesaria para el trabajo con cangilones en figura V.71



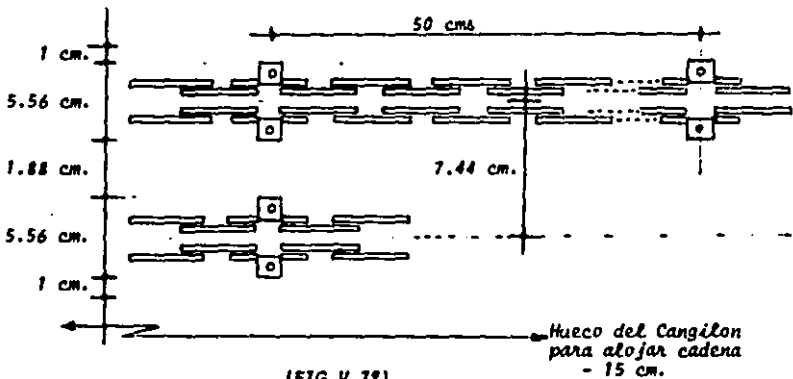
(FIG.V.71).

Se colocarán los eslabones con base para conectar de la siguiente forma:

TIPO DE ADITAMENTOS (Attachments) = K1



- 1 eslabón con base para atornillar al cangilón a cada 50 cm. de centro a centro del eslabón de conexión.

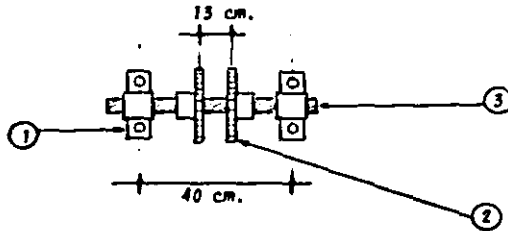


(FIG.V.72).

- Se utilizarán 17.28m. de cadena y 24 tornillos de 3/16" x 3/4" de #5, acero con roldana de presión y tuerca.
Catarinas de 8" (20.32cm)....8.64m.

Peso cadena : 17.28 26.23 Kg.

Ahora se procederá a definir los acoplamientos en el transportador. Dichos acoplamientos funcionarán exactamente igual, es decir su flecha chumaceras y catarinas, serán iguales, solo cambiará su posición. Es por esta razón que solo se muestra el modelo de funcionamiento y los esquemas de cada una de las posiciones.

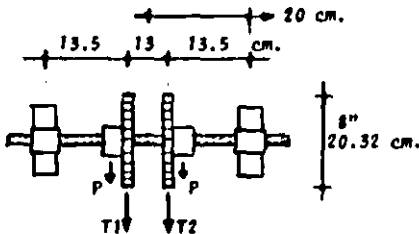


(FIG.V.73).

- 1.- Se utilizarán chumaceras para flecha de $1\frac{7}{8}$ " de diámetro, con baleros autoalineables y con grasera lateral de lubricación. Cantidad..... 4 pzas.
- 2.- Se necesitan cuatro catarinas de acero, para cadena paso 60, con un diámetro exterior de 8", diámetro interior de $1\frac{7}{8}$ " y un mamelón de 3" de espesor y con un diámetro exterior de 4". En el diámetro interior llevará un canal para colocar un cuñero tipo cuadrado de $\frac{1}{4}$ ".
- 3.- Contará con una flecha de distinta longitud en los dos apoyos, pero con $\varnothing 1\frac{7}{8}$ " (exterior), de acero 1045 (Medio carbono).

DISEÑO DE LA FLECHA.

P= Peso Catarinas aprox.= 20 lbs.

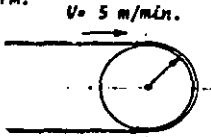


- a) RPM. = ?
- b) $T = T_1 + T_2 = ?$
- c) \varnothing flecha
- d) σ anulo de torsión.

Diseñada por medio de la teoría del corte máximo, y sujeta a fuerzas de torsión, flexión y cargas axiales.

(FIG.V.74).

a) RPM.



Perímetro..... $\pi d = \pi (20.32) = 63.84 \text{ cm.}$

Angulo de contacto... 180°

Longitud de contacto... $63.84 \text{ cm } (180^\circ/360^\circ) = 31.92 \text{ cm.}$

$$n = 4'' = 10.16 \text{ cm.}$$

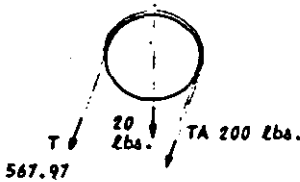
∴ En cada revolución de la catarina la cadena avanza 63 cm.

Ahora: $\text{RPM} = (5 \text{ m/min.}) / (0.63 \text{ m/rev}) = 7.94 \text{ Rev/min.} \dots \dots 8 \text{ RPM.}$

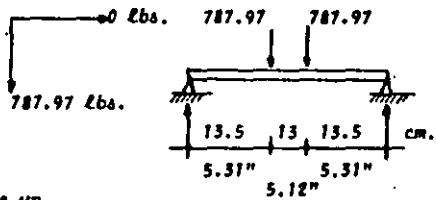
b) $T = 1135.93 \text{ lb.} \dots \dots \text{Con carga.}$

$$T_1 = T_2 = T/2 = 567.97 \text{ lb.}$$

$T_A = \text{carga sin carga} = 400 \text{ lb.}$



H.P. = aprox = 50 HP.



c) Ecuación para obtener el diámetro de la flecha:

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau_s} \sqrt{(kbMb)^2 + (ktMc)^2}$$

(Según el código ASME ecuación combinada de torsión y flexión para flechas sólidas con poca carga axial).

$\tau_s = 30\%$ del límite elástico al 80% del esfuerzo último en tensión para flechas sin cuña.

τ_s , para flechas con cuña = 6000 psi. (esfuerzo cortante máximo).

M_t = Momento torsional en lb.in.
 kb = Factor combinado de choque y fatiga aplicado al momento de

M_b = Momento flexionante en lb.in.
 kt = Factor combinado de choque y fatiga, aplicado al momento de

flexión.

torsión.

kb= para carga súbitamente aplicada=1.5
kt= para carga súbitamente aplicada=1.5

Angulo de torsión permisible- $\theta = (584 \times Mt \times L) / (G \times d^4)$

Angulo permisible $l\theta = 0.08$ grados/ft. x L

θ = Angulo de torsión en grados.

L = Longitud de la flecha en pulgadas.

Mt= Momento torsional en lb.in

G = Módulo de elasticidad torsional en psi. = 12×10^6 psi. del acero.

d = Diámetro de la flecha en pulgagas.

Es importante obtener los diagramas de momentos de flexión y torsión.

$Mt = (T_1 - T_2) R$ lb.in.

T_1 = lado tenso de la cadena sobre la catarina. en lb.

T_2 = lado suelto de la cadena sobre la catarina en lb.

R = radio de la catarina in.

∴ $\sigma_s = 6000$ psi.

$Mt = (567.97 - 200) 4in. = 1471.88$ lb.in.

$Fy = 0 \dots \dots \dots R_{Ay} - 787.97 - 787.97 + R_{By} = 0$

$M_{AF} \therefore \dots \dots \dots 787.97(5.31) + [787.97(10.43)] - R_{By}(15.74) = 0$

$R_{By} = [787.97(5.31) + (787.97)(10.43)] / 15.74 = 787.97$ lb. = R_{Ay}

$M_{b_{vert.}} = MF_{máx.} = 787.97 (5.31) = 4184.12$ lb.in.

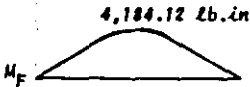
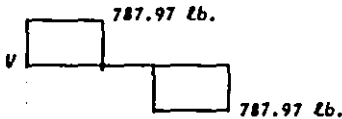
$F_x = 0 \dots \dots 0$

$M_{b_{resultante}} = \sqrt{M_{b_{vert.}}^2 + M_{b_{hor.}}^2} = \sqrt{(4184.12)^2 + 0} = 4184.12$ lb.in.

$$\therefore d^3 = \frac{16}{(6000 \text{ lb/in}^2)} \sqrt{(1.5)^2 + [(1471.88)^2 + (4184.12)^2]}$$

$$d^3 = 5.65 \text{ in}^3$$

$$d = 1.78 \text{ in.} \quad \therefore \text{Ø diam} = 1 \frac{7}{8}'' = 1.88 \text{ in.}$$



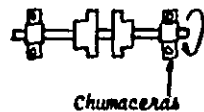
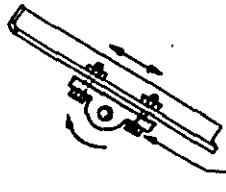
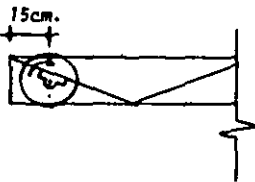
Flecha de $1 \frac{7}{8}'' = 47.4 \text{ cm.}$
 Area de la sección = 1781.3 mm^2
 $= 2.761 \text{ in}^2$.
 Peso.....13.97 Kg/m.

$$\theta = \frac{584 \times 1471.88 \times 5.31}{12 \times 10^6 (1.88)^3} = 0.0304 \text{ grados.}$$

$$\theta = 0.08^\circ / \text{ft.} (5.31/12) \text{ ft.} = 0.0354^\circ > 0.0304 \text{}$$

permi
sible.

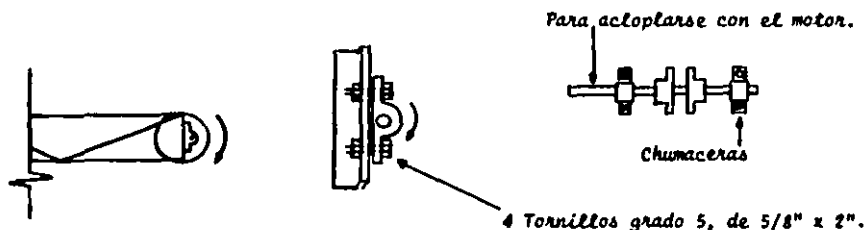
ACOPLAMIENTO DE LA PRIMERA FLECHA, FLECHA CONDUcida.



(FIG.V.75).

4 Tornillos grado 5, de $5/8'' \times 2''$. cuerda std. soldadas planas y de pres.

ACOPLAMIENTO DE LA SEGUNDA FLECHA, FLECHA MOTRIZ.



(FIG.V.76).

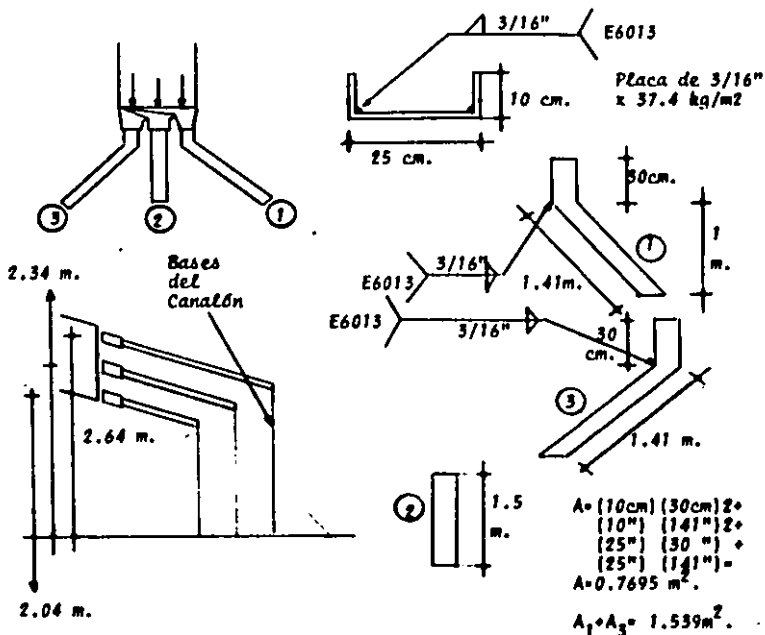
LISTA DE MATERIALES.

Concepto.	Cantidad.	Especificación	Peso.
Cadena.....	17.28m.....	RC60, con aditamentos K1.....	26.23 Kg.
		comercial.	
Tornillos.....	64 pzas.....	3/16"Ø x 3/4" #5 cda. ST.....	4.00 "
Placa.....	5.15m ²	3/16" x 37.4Kg/m ²	192.45 "
Chumaceras.....	4 pzas.....	1"7/8"	8.00 "
Catarinas	4 pzas.....	de acero 8"Ø paso 60.....	18.14 "
Flechas.....	2 pzas.....	de acero 1045 1" 7/8" (13.97 Kg/m.)	
		(1pza. 45cm., 1 pza. 60 cm.)....	14.67 "
Tornillos.....	8 pzas.....	5/8"Ø x 2" cda ST. #5.....	1.00 "
PESO TOTAL.....			264.49 Kg.

V.3.c) CANALONES DE DESCARGA Y VOLUMEN ALMACENADO.

Los canalones de descarga son los elementos encargados de conducir los materiales cribados a distintos puntos para su almacenamiento. Es decir, conducir el material ya clasificado a una zona específica de almacenamiento de ese tamaño de agregado.

La criba cuenta con tres pisos, los cuales obligan a tener tres canales de descarga colocados de la siguiente forma:

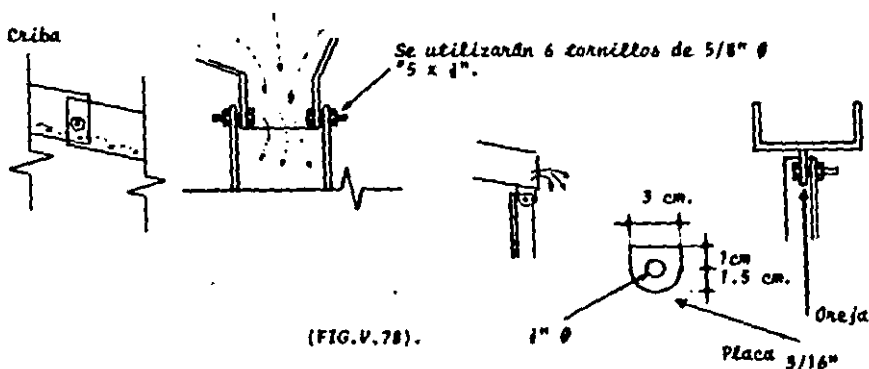


(FIG.V.77).

Se contará con tres bases para canalón que serán de ángulo de 1"x1" y 2.30m., 2m. y 1.70m. respectivamente.

Definida la sección y tamaño de los canalones, solo queda detallar su acoplamiento a la criba y al piso, así como el volumen de material que almacenará cada uno de los tres pisos.

ACOPLAMIENTO A LA CRIBA.

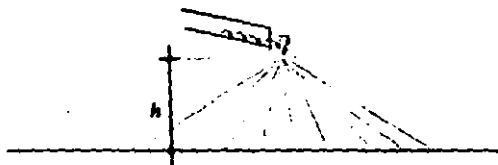


(FIG.V.78).

Se utilizarán tres tornillos de 1" \times 1" ϕ 5. y placa de 3/16" \times 37.4 Kg/m².

$$\text{Area} = [(3 \times 1) + (3^2/2)] \cdot 3 \text{ pzas.} = 0.00196 \text{ m}^2.$$

Volumen que se puede almacenar por canalón. General.



(FIG.V.79).

h = altura almacenada.
 α = Angulo de reposo estimado.

Canalón 1 - $\alpha = 37^\circ$
 $h = 2.20 \text{ m.}$

$$V = 19.50 \text{ m}^3.$$

Cangilón 2. $\alpha = 30^\circ$
 $h = 1.90m.$ $V = 12.55 m^3.$

Cangilón 3. $\alpha = 37^\circ$
 $h = 1.60m.$ $V = 7.50 m^3. (013)$

V.3.d) CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR. (DE LA CRIBA).

VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR: Tendrá una velocidad de 5m/min.

En 5 m. de cadena existen...5/0.50m/cangilón= 10 cangilones.
 lo cual significa que se depositará la carga de diez cangilones en cada minuto.

Producción: 10 cangilones/min. x $0.012m^3$ /cangilón. = $0.12m^3$ /min.
 Convirtiendo.. $0.12 m^3$ /min..... $7.2m^3$ /hr.
 $7.2m^3$ /hr. (8hr/turno)..... $57.60m^3$ /turno. de alimentación.

Con un 70% de eficiencia en la alimentación, por pérdidas y por no estar totalmente lleno el cangilón, la criba podrá producir $40m^3$ /turno.

Por lo general se podrán obtener del orden de 30 a $50 m^3$ /turno, (de material separado), agregados y finos, según el ritmo de trabajo del operador, del personal encargado de alimentar el transportador y sobre todo del correcto funcionamiento del sistema de clasificación.

LISTA DE MATERIALES.

Concepto	Cantidad	Especificación	Peso.
Placa.....	$2.22m^2$	P_2 3/16" X 37.4Kg/m ²	83.03 Kg.
Angulo.....	6.0 m.	....L° 1"x1"x1/8"x1.19Kg/m.....	7.14 "

Tornillos..... 6 pzas..... 5/8" x 1 1/2" 1.00 Kg.

Tornillos..... 3 pzas..... 1" x 1" 0.50 "

PESO TOTAL..... 91.67 Kg.

PESO TOTAL DEL CAPITULO:

391.30 Kg.

V.4.- SISTEMA HIDRAULICO Y TOMA DE FUERZA.

- a) LOS SISTEMAS HIDRAULICOS.
- b) SISTEMA HIDRAULICO PARA EL SISTEMA DE CLASIFICACION DE AGREGADOS.
- c) TOMA DE FUERZA.
- d) SISTEMA DE LAVADO A PRESSION Y AUXILIARES DE AGUA Y AIRE.

V.4.a) LOS SISTEMAS HIDRAULICOS.

En nuestros dias el término hidraulica, generalmente se refiere a fuerza hidraulica, donde el fluido se usa bajo presión controlada para ejecutar un trabajo,

Los fluidos son infinitamente flexibles, fácilmente cambian de forma, pueden dividirse para ejecutar trabajos en diferentes partes, se pueden mover rápidamente en una parte del circuito y lentamente en otra, también pueden transmitir fuerzas en todas direcciones. No existe otro medio que combine el mismo grado de seguridad, exactitud, fuerza y presión.

Es importante destacar que una bomba hidraulica no bombea presión, la bomba únicamente establece flujo. La presión se genera cuando un cilindro, motor, válvula o restricción, tiende a oponerse al flujo.

Cuando los fluidos fluyen en un circuito hidraulico, resulta la fricción y se produce calor. Así algo de la energía transmitida se pierde en forma de energía calorífica. Aunque no se puede eliminar totalmente la fricción, se puede controlar hasta cierto límite. Las cuatro causas principales de fricción excesiva en líneas hidraulicas son: longitud excesiva de las líneas, demasiados accesorios y curvas, o inadecuadas (muy largas), excesiva velocidad del flujo, debido a líneas de menor tamaño del normal y excesiva viscosidad del fluido.

En un fluido en movimiento la caída de presión tiende a aumentar y la presión tiende a disminuir a medida que aumenta la distancia desde la fuente de presión. Es decir que a distancias muy largas de transmisión, reducciones, accesorios y curvas, existirá en cada caso una caída de presión.

Para poder comprender mejor la mecánica de un circuito hidraulico

a continuación se exponen algunos puntos que son de gran utilidad:

- 1.- El aceite es el fluido hidráulico más comúnmente usado, porque sirve como lubricante a los componentes hidráulicos y además, es prácticamente incompresible.
- 2.- El peso del aceite varía considerablemente con los cambios de viscosidad. No obstante los fluidos hidráulicos más comunes - varían entre 55 y 58lb/ft³.
- 3.- Para establecer un flujo a través de un orificio debe existir - una caída de presión (diferencia de presión). Inversamente, - si no hay flujo, no hay caída de presión.
- 4.- La fuerza ejercida por un cilindro depende de la presión que se le aplique y del área del pistón.
- 5.- La velocidad de un cilindro depende del área del pistón y de la velocidad del fluido que lo alimenta.
- 6.- La velocidad de un fluido en una tubería, varía inversamente-- proporcional al cuadrado del diámetro interior; duplicando en el diámetro interior aumenta el área cuatro veces.
- 7.- Para determinar el área necesaria de una tubería en que fluirá una cantidad dada de líquido, se usa la siguiente fórmula:
$$\text{Área} = (\text{gpm} \times 0.3208) / \text{velocidad (ft/seg)}$$
- 8.- Para determinar la potencia necesaria para mover un volumen - dado de líquido a una presión conocida, se usa la siguiente fórmula:
$$\text{HP.} = \text{gpm} \times \text{psi} \times 0.000583 \quad \delta$$
$$\text{HP.} = (\text{gpm} \times \text{psi}) / 1714$$

Todos los circuitos hidráulicos son esencialmente iguales, no importa que aplicación se les de (máquinas, herramientas, aviones, equipo agrícola, embarcaciones, equipo industrial y de construcción, etc.).

Se requieren cuatro componentes básicos: Un tanque (depósito), para contener al fluido, una bomba para forzar al fluido a través del sistema (la bomba es operada por un motor de combustión interna; eléctrico; u otra fuente de potencia), válvulas para controlar la presión y dirección del fluido, y un actuador (un cilindro para movimiento lineal o un motor para movimiento rotativo) para convertir la energía del movimiento del fluido en fuer-

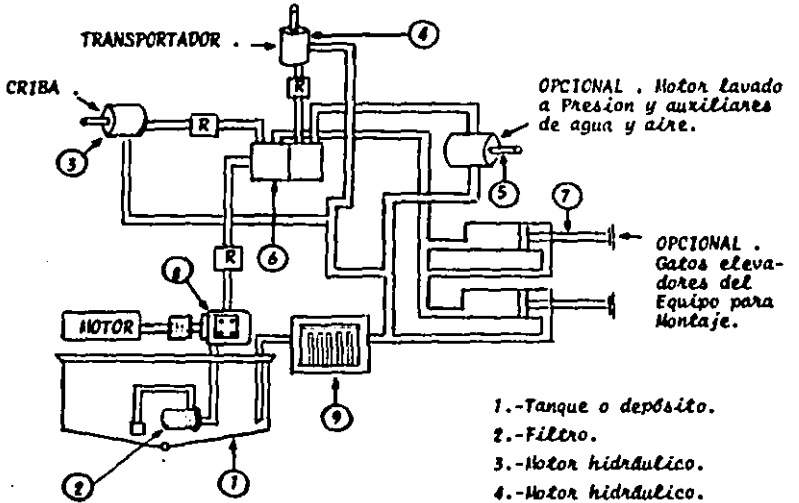
za mecánica para ejecutar un trabajo.

V.4.b) SISTEMA HIDRAULICO PARA EL SISTEMA DE CLASIFICACION DE AGREGADOS.

- 1) Configuración del sistema y análisis de cada uno de sus elementos.
- 2) Ensamble y comportamiento general.
- 3) Montaje en el equipo.

V.4.b.1). CONFIGURACION DEL SISTEMA Y ANALISIS DE SUS ELEMENTOS.

El sistema hidráulico será el elemento que le proporcionará al sistema de clasificación de agregados la fuerza necesaria para ejecutar los trabajos de alimentación, cribado y auxiliares.

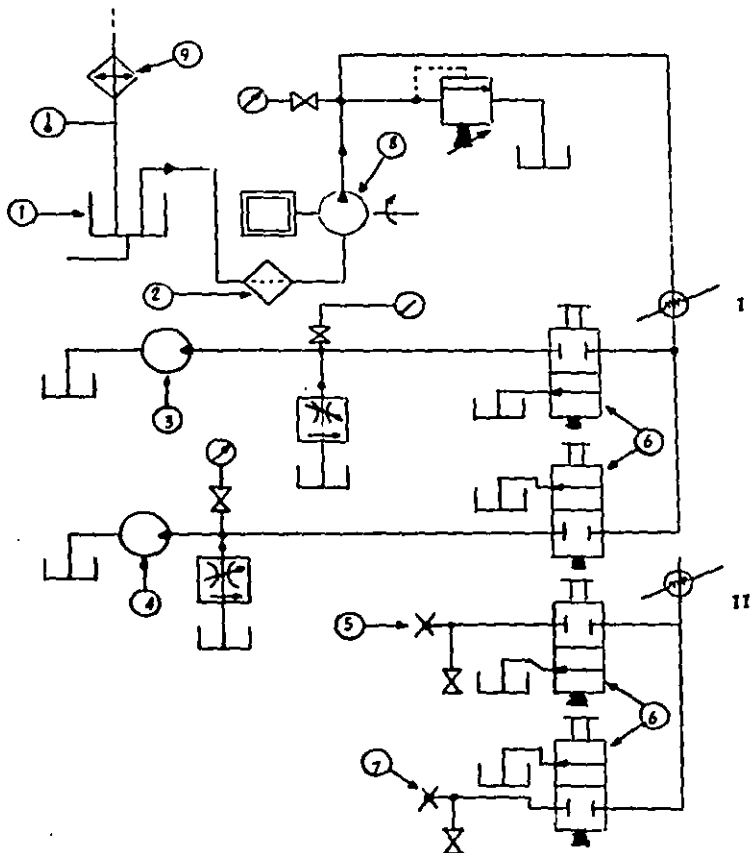


R = Reguladores de Presión ó Flujo.
(Valvulas de Alivio)















DIAGRAMA O
REPRESENTACION GRAFICA.
(FIG.V.80).

- 1.-Tanque o depósito.
- 2.-Filtro.
- 3.-Motor hidráulico.
- 4.-Motor hidráulico.
- 5.-Motor hidráulico.
- 6.-Valvulas direccionales.
(con valvulas de alivio).
- 7.-Cilindros o actuadores lineales.
- 8.-Bomba hidráulica.
- 9.-Radiador o enfriador de aceite.

REPRESENTACION POR SIMBOLOS ANS.

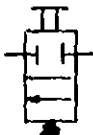


(FIG. V. 811)

	Valvula de cierre Manual .		Enfriador (discipador de Calor) .
	Tanque .		Tapón , Línea Cerrada .
	Filtro .		Motor hidráulico Monodireccional de Desplazamiento fijo.
	Alquina Térmica . (de combustión interna o de Vapor).		Activador ó control por resorte . (regulable)
	Bomba hidráulica Monodireccional de Desplazamiento fijo .		Valvula de regulación de flujo ó gasto . (ajustable) . (incremento ó decremento de la velocidad de los motores hydr.) .
	Indicador de Presion .		Indicador de Temperatura .
	Valvula reguladora de Presión .		Activador ó control manual .

(*12)

Indica Referencia



NOTA :
Las mismas valvulas pueden ser utilizadas para los dos elementos opcionales .

Valvulas Direccional de 2 vasos (abre-cierra) y de 2 direcciones .

E (in) (o u t)
↑ S ↓ S S
tanque Motor Opcional .

El circuito hidráulico del sistema de clasificación es un circuito simple para motores hidráulicos monodireccionales equipados con mandos combinados de arranque y detención, control de velocidad y de torsión. El motor hidráulico o bomba, es un motor de desplazamiento fijo y un sentido de rotación.

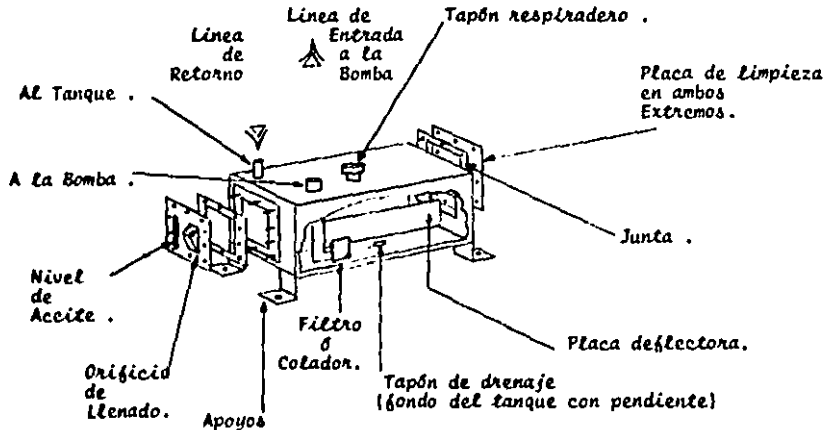
El flujo hidráulico suministrado por la bomba se entrega a través de las válvulas a la lumbrera de entrada de los motores hidráulicos. La velocidad de rotación máxima de las flechas de los motores queda determinada por el deslizamiento de la bomba y por el deslizamiento del motor; en vista de que estos desplazamientos son valores fijos, permanece constante la velocidad máxima, dependiendo de la resistencia de carga en el árbol de salida del motor hidráulico. Puede controlarse una velocidad que sea inferior a la velocidad máxima mediante la regulación de las válvulas de gasto ajustables, o aguja, -situadas en las líneas de tanque de los motores hidráulicos. La torsión máxima queda determinada por la presión máxima disponible para las lumbreras de entrada de los motores. La presión máxima presente en el sistema se determina por medio del ajuste que se da a la válvula de regulación de presión y desahogo, situada entre el motor o bomba hidráulica y el banco de las cuatro válvulas.

El sistema cuenta también con filtración del fluido hidráulico a la salida del tanque y succión de la bomba, para combatir impurezas y elementos no deseados, prolongando así la vida de todos los componentes del sistema. A su vez se cuenta con un enfriador del fluido hidráulico (radiador), el cual mantendrá el fluido a baja temperatura antes de que sea utilizado para realizar trabajo, debido a que durante su trayecto va sufriendo incrementos de temperatura, que si no son abatidos ocasionarían problemas de funcionamiento. A continuación se presenta el análisis de cada punto y elemento del sistema.

① TANQUE O DEPOSITO.

Su función principal es alojar y suministrar fluido al sistema hidráulico, pero también ayudará a la separación de aire, agentes extraños del fluido, agitación del fluido y a disipar el calor, a través de su placa interna y paredes.

Será construido de placa de acero (laminadas en caliente) de 3/16" de espesor por 37.4 Kg/m², unidas por soldadura a chaflán de 3/16" tipo E60.

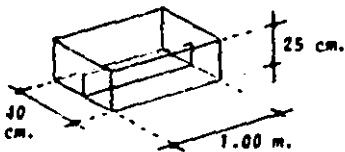


(FIG.V.82).

Dimensiones: 40cm. x 1.00m. x 25cm.

Capacidad: 4dm. x 10dm. x 2.5dm. = 100 dm³. = 100 lt. máx. 80 lt. normal.

Material:



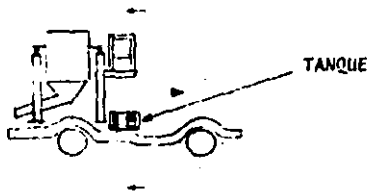
$$\text{Placa: } 2(0.25 \times 0.40) + 2(1 \times 0.25) + 2(1 \times 0.40) + (0.15 \times 1)$$

Placa de 3/16" 1.65m².

20 tornillos (virlos) de 5/16" x 3/4"

10 Kg. de soldadura E6013.

Posición:

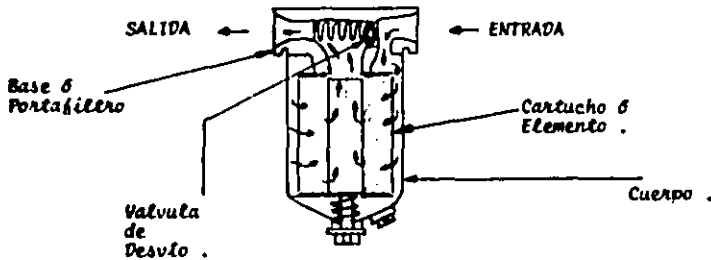


(FIG.V.83).

② COLADOR Y FILTRO.

Para asegurar una larga vida y operación sin problemas de los componentes hidráulicos, es importante mantener limpio el fluido hidráulico.

Cuando los sistemas operan a alta velocidad y presión los agentes extraños causan excesivo desgaste y pérdida de potencia, pudiendo además ocasionar el mal funcionamiento del sistema. Para remover estas partículas extrañas del fluido hidráulico, se usan filtros, coladores y tapones magnéticos. En este caso utilizaremos un colador de malla y una trampa en la succión de la bomba en el interior del tanque, teniendo la misma función de una pichanchar; así mismo se utilizará un filtro de flujo total (FIG.V.84), localizado entre la salida del tanque y la bomba.



(FIG.V.84).

③ MOTOR HIDRAULICO PARA LA CRIBA.

Los actuadores relativos o motores, como las bombas, son de engranajes, pistón o de paletas. Los de pistón se subdividen en tipos radiales y axiales. Prácticamente la mayoría de las bombas hidráulicas se pueden usar como motores con pequeñas modificaciones y en algunos casos aún sin estas.

Para proporcionar la vibración, a la criba se necesita de un motor que nos proporcione una fuerza de 5 H.P. y una velocidad de 1200 a 1800 rpm. para lo cual será colocado un motor hidráulico de engranes con las siguientes características:

- Motor Hidráulico de Engranes de 1"3/4".

Se propone un motor modelo H30A-BE-VJ17-25, Comercial Shearing.

---Manejard un torque critico a 1200 rpm. de 262 lb/in.

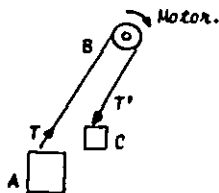
---Trabajard con un gasto de 20 gal/min.

---A una presión máxima de 500 lbs/in².

4 MOTOR HIDRAULICO TRANSPORTADOR DE CANGILONES.

En este punto se iniciard por el calculo de la potencia necesaria para que dicho motor logre subir la carga o material de alimentación del sistema. (*8).

Diagrama de cuerpo libre.



Datos:

A. Peso material y cangilones.

A= 2000lb.

C. Peso cangilones.

C= 300 lb.

Velocidad= 5m/min.

Aceleración= 0.50m/seg².

Potencia= F.V.

a) Movimiento uniforme a=0

Cuerpo libre: A= $\uparrow + \sum Fy=0$

Cuerpo libre C= $\uparrow + \sum Fy=0$

$$T-2000=0 \dots\dots T=2000 \text{ lb.}$$

$$T-300=0 \dots\dots \text{(desaparece para el calculo, equi po en descenso).}$$

b) Movimiento acelerado.

Cuerpo libre: A= $\uparrow + \sum Fy= m_A a =$

$$T-2000=2000/32.2(1.64)$$

$$\therefore T=2000/32.2(1.64) + 2000 = \underline{\underline{2102 \text{ lb}}}$$

$$\text{Vel} = 5\text{m/min} (1.6\text{ft}/0.3048\text{m}) (1\text{min}/60\text{seg}) = 0.27 \text{ ft/seg.}$$

$$\text{Acel} = 0.50\text{m/seg}^2. (1.6\text{ft}/0.3048\text{m}) = 1.64\text{ft/seg}^2.$$

POTENCIA: a) Para un movimiento uniforme hacia arriba, con una velocidad de

magnitud constante de 0.27 ft/seg.

$$F.V. = (2000lb) \left(\frac{0.27ft}{seg} \right) \left(\frac{1HP}{550ft.lb/seg} \right) = 0.98 \text{ H.P.}$$

b) Para una velocidad instantánea de 0.27 ft/seg. y una aceleración de: $a=1.64 \text{ ft/seg. hacia arriba.}$

$$F.V. = (2102lb) \left(\frac{0.27ft}{seg} \right) \left(\frac{1HP}{550ft.lb/seg} \right) = 1.03 \text{ H.P.}$$

Por seguridad se requiere un motor de 3 a 5 H.P. Por conveniencia para tener motores homogéneos en todos los puntos y por fricción.

Para proporcionar la fuerza del movimiento del transportador se necesita de un motor que nos proporcione una potencia de 5 H.P. y una velocidad de 8 rpm., para lo cual será colocado un motor hidráulico de engranes con las siguientes características:

El motor tiene la característica de que necesita una velocidad muy pequeña, por lo tanto, para lograr esto, se puede colocar un controlador de flujo antes del motor hidráulico, ya que la velocidad de éste se determina por su desplazamiento y la cantidad de fluido que lo alimenta, o se puede colocar un reductor mecánico de velocidad, es decir un reductor de engranes a la salida (flecha) del motor hidráulico.

Motor hidráulico de engranes de 1"3/4".
Modelo MS0A-BE-VJ17-25.
Comercial Shearing.

Torque máximo = 524lb/in.
Presión máxima = 800lb/in².
RPM. = 10
Gasto = 30 gal/min.

5 MOTOR HIDRAULICO OPCIONAL AUXILIARES AGUA Y AIRE.

En este punto el motor hidráulico se utilizará para mover por medio de una transmisión de banda "V", un pequeño compresor y una bomba de agua (de pistones) para generar, si son requeridos, agua y aire a presión.

El compresor necesita de un motor de 1/2 H.P. y la bomba puede ser movida por un motor desde tres hasta ocho H.P. según se requiera su capaci-

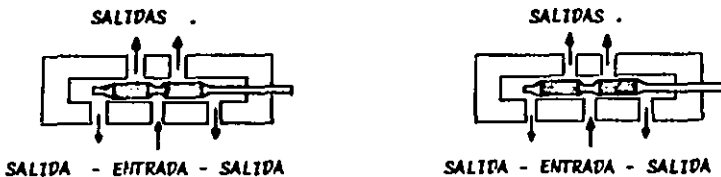
dad. En caso de que se decida utilizar este motor opcional, se propone que sea igual a los motores hidráulicos requeridos en los puntos 3 y 4 de este análisis; debido a que pueden cumplir con la demanda requerida y a que de esta forma se integra el sistema con un solo tipo y modelo de motores, lo cual facilita su fabricación, reparación y mantenimiento.

6 VALVULAS DIRECCIONALES.

Las valvulas de control direccional tienen la función común de controlar la dirección del flujo. Los controles direccionales se pueden clasificar con base en las siguientes características principales: el tipo de los elementos internos, el número de posiciones de los elementos de la válvula, como también las vías de flujo que se crean en las diferentes posiciones.

Una válvula de dos pasos generalmente, con un carrete desplazable, da dos selecciones de flujo, descontando la posición central de la válvula. En cualquiera de las posiciones de abierto se establece flujo para una de las salidas, mientras la otra se mantiene cerrada.

En este sistema se utilizarán dos válvulas de control direccional de dos pasos y dos direcciones, con carrete desplazable y control manual, las cuales se presentan en la figura V.85. en donde también se ejemplifica su función.



Se propone utilizar en el sistema las siguientes valvulas :

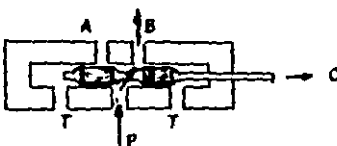
Válvula de alivio o reguladora modelo JL50.

Válvulas direccionales de 1" modelo SP4 para 25 gal/min a 30 gal/min. Con válvulas de alivio integradas.

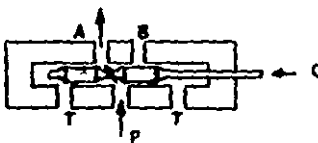
(FIG.V.85).

Se colocarán en el sistema dos válvulas direccionales, es decir un banco con dos cuerpos de válvulas ; la Primera manejará el flujo para el motor de la criba y para el opcional de gatos o cilindros hidráulicos, y la Segunda manejará el flujo para el motor del transportador y para el opcional de auxiliares de agua y aire.

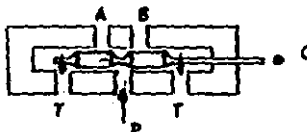
PRIMERA POSICION :



SEGUNDA POSICION :



POSICION CENTRAL :



{1er. Cuerpo}

{2o. Cuerpo}

A: Lumbrera de salida a motor de criba / y a cilindros hidráulicos.

B: Lumbrera de salida a motor de transportador / y auxiliares agua y aire.

C: Operador Manual (palanca)

P: Lumbrera de entrada con fluido procedente de la Bomba.

T: Lumbrera de salida del fluido de retorno al Tanque .

(Fig.V.85)

7 ACTUADORES LINEALES O CILINDROS HIDRAULICOS.

Los actuadores hidráulicos contrariamente a las bombas hidráulicas, convierten nuevamente la energía hidráulica en energía mecánica para efectuar su trabajo. Los actuadores se pueden clasificar ampliamente como lineales o rotativos. Un actuador lineal tal como un cilindro se usa para operaciones tales como fixar, empujar o desplazar y alimentar. Un actuador rotativo se usa para portar herramientas rotativas, espiciar y producir giro; tal como los analizados en los puntos 3,4,5.

En este punto se habla de cilindros o actuadores lineales opcionales puesto que el usuario puede elegir entre utilizar elevadores o gatos hidráulicos manuales totalmente independientes al sistema o utilizar cilindros hidráulicos de simple efecto conectados al sistema hidráulico.

Cualquiera de los tipos de actuadores, lineales, manual o de fuerza hidráulica se utilizará para elevar el sistema y poder colocar sus estabilizadores en posición de operación.

El más sencillo de estos actuadores es el cilindro de simple efecto que aplica fuerza en una sola dirección. El fluido que entra al cilindro, desplaza axialmente el pistón; el regreso de éste se efectúa por gravedad o por medios mecánicos tales como una palanca de fuerza o resortes. En realidad este es el principio de funcionamiento tanto para el elevador manual como para un cilindro hidráulico conectado a la fuerza hidráulica del sistema.

8 BOMBA HIDRAULICA.

Las bombas hidráulicas son aparatos que convierten la energía mecánica en energía hidráulica. Una bomba hidráulica tiene dos funciones: primero según su acción mecánica crea un vacío parcial en la entrada de la bomba, que permite a la presión atmosférica en el depósito forzar el líquido dentro de la bomba. Segundo, la acción mecánica de la bomba impulsa el líquido fuera de ésta forzándolo dentro del sistema hidráulico.

Generalmente las bombas se clasifican como bombas de desplazamiento positivo, y bombas de desplazamiento no positivo. Prácticamente todas las bombas usadas en sistemas hidráulicos, bien sea industriales, automáticas, de aviación o de maquinaria industrial, son de desplazamiento positivo.

Una bomba de desplazamiento positivo, produce un flujo pulsante, pero como previene el escape interno del flujo, su rendimiento está prácticamente inafectado por las variaciones de presión en el sistema.

Para determinar la bomba que se necesita colocar en el sistema hidráulico para la criba, primeramente se determinará el diámetro de los conductos que se utilizarán, posteriormente las caldas de presión (ΔP) que se ocasionarán en la conducción del fluido, y por último la suma de presiones y flujo necesario para la correcta operación del sistema, es decir las características que debe tener la bomba hidráulica.

•• Dimensionamiento de conductos cerrados: Para poder obtener este dato únicamente se necesita de la Ecuación general de estado o Continuidad, que enuncia:

$$Q = V \cdot A.$$

En donde:

Q = Flujo o gasto

V = Velocidad del fluido.

A = Área del conducto.

$$\therefore A = \pi d^2 / 4 \dots \text{substituyendo} \dots Q = V (\pi d^2 / 4)$$

$$D = \sqrt{(4Q) / \pi V}$$

Las velocidades recomendables para fluidos conducidos en conductos cerrados para bombas y líneas de conducción es de 4 a 7 ft/seg. (1.2).

A lo largo del sistema necesitamos los siguientes conductos cerrados:

a) Del depósito a la bomba.

$$D = \sqrt{(4Q) / \pi V} = \sqrt{(4 \times 308 \text{ in}^3/\text{seg}) / \pi (0.9 \text{ in}/\text{seg})} = 2.16 \text{ in} \dots 2''$$

b) De la bomba al banco de válvulas y a los actuadores.:

$$Q / 2 = 308 \text{ in}^3/\text{seg} / 2 = 154 \text{ in}^3/\text{seg}.$$

[Bomba de dos cuerpos y bancos de válvulas de cuatro salidas].

$$D = \sqrt{4Q/\pi V} = \sqrt{4(154 \text{ in}^3/\text{seg}) / \pi (84 \text{ in}/\text{seg})} = 1.08 \text{ in.} \dots\dots 1\frac{1}{8}''.$$

c) El retorno.

$$Q/2 = \frac{308 \text{ in}^3.}{2} \text{./seg.} \rightarrow D = \sqrt{4Q/\pi V} = \sqrt{4(154 \text{ in}^3/\text{seg})/\pi 84 \text{ in}/\text{seg}.}$$

$$= 1.52 \text{ in.} \dots\dots 1\frac{1}{2}''$$

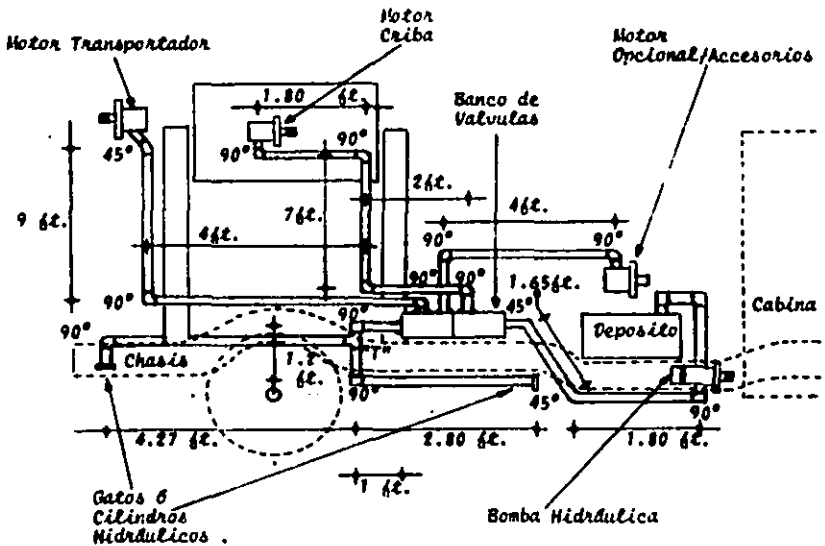
• Caídas de presión ocasionadas por la condición, el flujo y los accesorios:

El calculo se realiza por medio de las características del fluido, de su comportamiento en conductos cerrados, de la longitud efectiva de tubería y de la demanda del sistema: (910).

$$80 \text{ (gal/min)} (231 \text{ in}^3/1\text{gal}) (1\text{min}/60\text{seg}) = 308 \text{ in}^3/\text{seg}.$$

(no se toman en cuenta los retornos ni la succión)
Longitudes en Ft. . . 1 ft = 0.3048 m.

CIRCUITO HIDRAULICO.



[FIG.V.86].

$$\Omega_c = 80 \text{ gpm.}$$

Nota: En todos los puntos de curvatura se colocarán conductores flexibles o mangueras, solo para el calculo de caldas de presión se consideran codos de tubería rígida.

Tuberías • Diámetros 1½"
 Tubería de acero al car
 bón. Cedula 80
 Tubería comercial "OC"
 Tubo circular ced. 80XE.

Diam. nominal = 1½"
 Diam. exterior = 2.90 in.
 Espesor de la pared del tubo = 0.200 in.
 Diámetro interior = 1.5 in. = 0.1250 ft.
 $d^5 = 7.594 \text{ in}^5$.

$$\text{Calda de Presión} = \Delta P = 2.16 \times 10^4 \left[(f L Q^2 P) / d^5 \right] \text{ (}^\circ\text{g)}$$

••• Determinación de variables:

L_e = longitud de tubería $L_e = \text{long. tubería} + L_c + L_c$

L_e = longitud equivalente por diámetro de tubería = L/D

- | | |
|----------------|----------------------------|
| (L/D) Tee = 60 | L/D para codos de 90° = 30 |
| Tee = 1 pza. | L/D para codos de 45° = 16 |
| Codos 90° = 12 | L/D para válvulas = 260 |
| Codos 45° = 3 | |
| Válvulas = 2 | [*10] |

$$L_e = L/D \text{ Tee} + L/D \text{ codos } 90^\circ + L/D \text{ codos } 45^\circ + L/D \text{ válvulas} =$$

$$= 60(1) + 30(12) + 16(3) + 260(2) = 988.00$$

$$L_e = D(988) = (988)(1.90 \text{ in}) / 12 = \underline{156.43 \text{ ft.}}$$

k = coeficiente de contracción = 0.50 $k = f(L_e/D)$

L_c = calda de presión por contracción a las entradas de los motores y válvulas.

$$k(D/f) = [0.50(1.90/12)] / 0.052 = 1.52 \text{ ft.}$$

$$L_c = 41.72 \text{ ft} + 156.43 + 1.52(5) = 205.75 \text{ ft.}$$

••••• Caso de 3 motores y tres válvulas.

FLUIDO= Aceite hidraulico SAE 10w ρ = densidad = 56.64 lb/ft³.
 S = Gravedad especifica = 0.876 t = temperatura = 60° F.
 μ = viscosidad = 95 centipoise.

∴ Número de Reynolds = $Re = (150.60 QP) / \mu d = [(150.60)(80)(56.64)] / [(1.90)(95)]$
 $Re = 1225.40$

Flujo laminar se define como aquel en el que el fluido se mueve en capas o láminas, deslizando suavemente unas sobre otras y existiendo sólo intercambio de cantidad de movimiento molecular entre ellas. Cualquier tendencia hacia la inestabilidad y la turbulencia se amortigua por la acción de las fuerzas cortantes viscosas que se oponen al movimiento relativo de capas de fluido adyacentes entre sí.

Por otro lado en un flujo turbulento, el movimiento de las partículas es muy errático y se tiene un intercambio transversal de cantidad de movimiento muy intenso.

El "Número de Reynolds", permite caracterizar la naturaleza del escurrimiento, es decir si trata de un flujo laminar o de un flujo turbulento. (11).

Un número de Reynolds grande indica que el flujo es altamente turbulento con las pérdidas proporcionales al cuadrado de la velocidad. En general la intensidad de la turbulencia aumenta conforme lo hace el número de Reynolds.

Si $Re = 1225.40$, con un diámetro interior = 1.50 in.
 f = factor de fricción = 0.052

Ahora se obtiene la caída de presión ocasionada por la conducción y el flujo.

$$\Delta p = 2.16 \times 10^4 \frac{6.12 Q^2 \rho}{d^5} = 2.16 \times 10^4 \frac{[0.052][205.75][80]^2 [56.64]}{(1.5940)^5}$$

$$\Delta p = 106.40 \text{ lb/in}^2. \text{ ó psi.}$$

∴ DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS NECESARIAS PARA LA BOMBA HIDRAULICA.

La bomba hidráulica que se encargará del funcionamiento correcto del sistema deberá manejar las siguientes características:

1° Manejar un caudal de $Q=80$ gpm.

2° Tener la capacidad de ofrecer la siguiente presión mínima:

$$P_{\text{total}} = [(P_{\text{trabajo motores}})(3.5)] + \Delta p \quad \text{(representa la demanda de 2 motores y del motor y los gatos auxiliares).}$$

$$P_{\text{total}} = [(1500 \text{ lb/in}^2)(3.5)] + 106.40 \text{ lb/in}^2$$

$$P_{\text{total}} = 1856.40 \text{ lb/in}^2 \text{ (psi).}$$

Se elegirá colocar la siguiente bomba:

Bomba de engranes de 2 1/2"..... Comercial Shearing.

Modelo..... P75A-180-BE-0125-7 (flecha estriada).

Bomba de brida cuadrada y giro derecho.

Presión de trabajo= 2000 lb/in².

Caudal que maneja= 80 gal/min.

V.4.C. TOMA DE FUERZA.

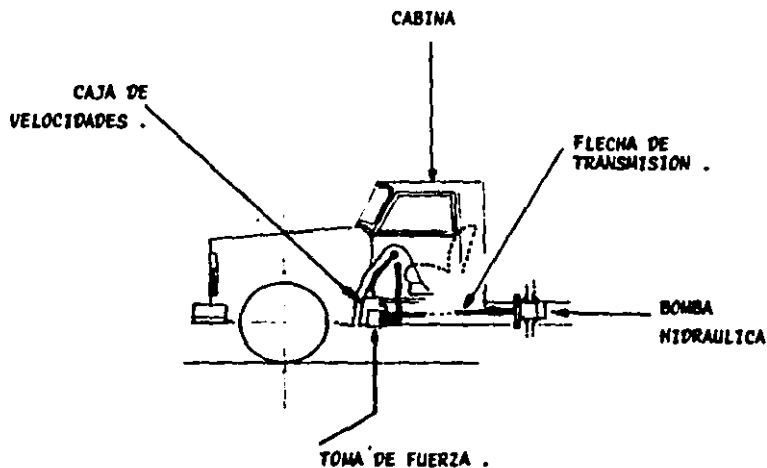
Todo sistema hidráulico necesita de una toma de fuerza mecánica exterior, la cual se convertirá en fuerza hidráulica para desarrollar un trabajo determinado.

En el sistema de clasificación de agregados, como se ha mostrado anteriormente, existe la decisión de utilizar el mismo motor que utiliza el vehículo para transportarse, como el motor necesario para mover la bomba hidráulica.

Este motor será la fuerza mecánica que necesita el sistema para operar, ya sea Diesel o Gasolina, V8, V6 o I6, según el modelo, marca y tipo que sea elegido, lo importante es que será un motor de combustión interna de aproximadamente 150 H.P. y que estará conectado por medio de una toma de fuerza a la bomba hidráulica. Dicha toma de fuerza se colocará como se muestra en la figura V.87, esta transmite por medio de una flecha por crucetas universales la fuerza y velocidad necesaria para que opere el sistema hidráulico.

Una toma de fuerza es un accesorio mecánico, que se instala en la transmisión de camiones, camionetas y unidades móviles de carga, para transmitir potencia y movimiento.

*Una flecha articulada por crucetas universales.



(FIG.V.87).

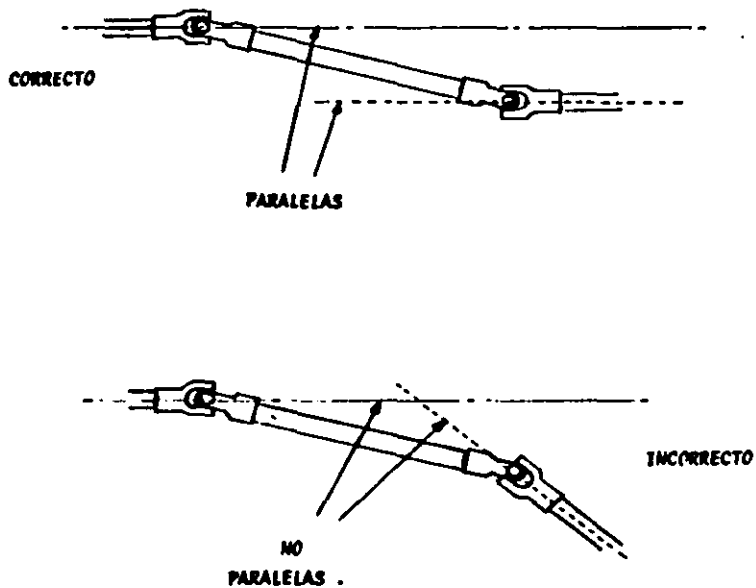
La toma de fuerza que se necesita para el acoplamiento de la bomba hidraulica, es una toma de fuerza de la serie No.37 comercial, de dientes rectos y con las siguientes caracterlsticas:

Torque de salida en ft/lb a 1000 rpm. = 140 ft/lb.

Salida en H.P. a distintas revoluciones.:

Revoluciones. (RPM.).	H.P.
500	13
1000	26
1500	40

ALINEAMIENTO DE CRUCETAS .



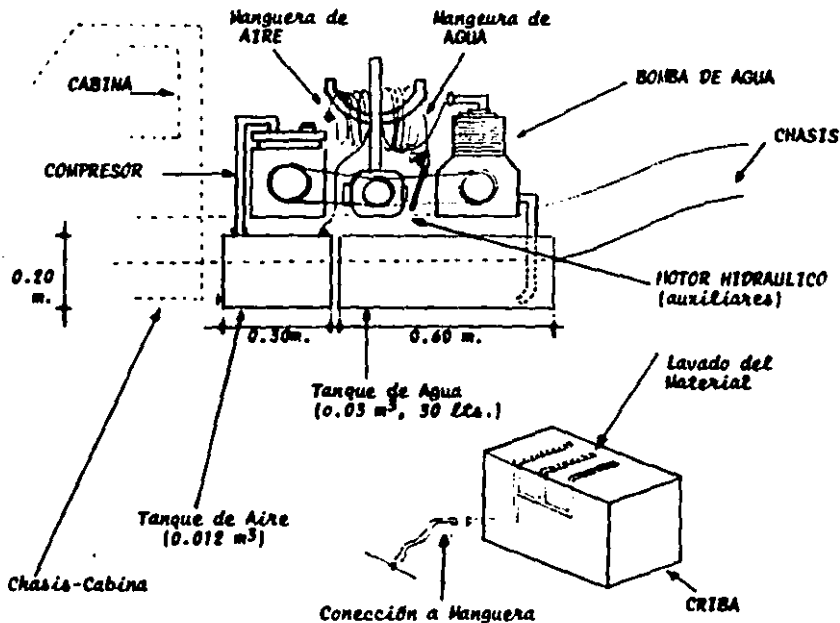
(FIG.V.88).

V.4.d. SISTEMA DE LAVADO A PRESION Y AUXILIARES DE AIRE Y AGUA.

El sistema de lavado a presión y auxiliares de agua y aire son dos sistemas opcionales del equipo, debido a que si el usuario necesita contar con agua y aire a presión, puede colocarse una pequeña bomba de pistones para agua y un pequeño compresor (los dos con su respectivo tanque), por medio de un sistema de transmisión de banda "V", conectado a un motor hidráulico, el cual desde el análisis del sistema hidráulico se analizó para este propósito.

Estos auxiliares pueden ser de gran utilidad para llevar a cabo la limpieza y mantenimiento del equipo así como para la limpieza del material que se está cribando.

En la figura V.89 se muestra como se podrían acoplar estos dos elementos en el sistema de clasificación de agregados.



(FIG.V.89).

LISTA DE MATERIALES Y PESO TOTAL DEL EQUIPO.

Concepto.	Cantidad.	Especificación.	Peso.
Tanque o Depósito de 3/16".	1.65 m ²	-----	61.71 KG
Soldadura.	20 Kg.	E6013	20.0 "
Tornillos. (virlos)	20 pzas.	5/16"x3/4"	1.80 "
Motores Hidráulicos.	2 pzas.	-----	20.0 "
Bomba hidráulica.	1 pza.	-----	20.0 "
Valvulas direccionales.	2 pzas.	-----	18.0 "
Tuberla de 1½"	41.72 ft. 13.0 m.	1½"	70.20 "
Tuberla de 2"	1.20 m.	2"	9.00 "
Tuberla de 1½"	10.00 m.	1½"	54.00 "
Toma de fuerza serie no.37.	1.0 pza.	serie 37	5.00 "
Manguera	3.00m.	2"	2.20 "
Manguera	6.00m.	1½"	5.00 "
Conexiones 2"	4 pzas.	2"	0.50 "
Conexiones 1½"	4 pzas.	1½"	0.50 "
PESO TOTAL.....			287.91 Kg.

CAPITULO VI.- OPERACION Y MANTENIMIENTO .

VI. OPERACION Y MANTENIMIENTO.

VI.1. OPERACION.

Para poder establecer y asegurar que se lleve a cabo una adecuada operación de todo el sistema de clasificación, es necesario dividirla en cuatro grupos de atención:

- a) Instalación y montaje del equipo, alimentación y almacenaje.
- b) Sistema de cribado.
- c) Sistema matriz e hidráulico.
- d) Inicio de trabajo.

VI.1.a. INSTALACION Y MONTAJE DEL EQUIPO, ALIMENTACION Y ALMACENAMIENTO.

- Colocar el equipo en el patio o zona destinada al almacenamiento del producto y definir su trayectoria o proceso de operación (cap III).
- Asegurar que exista también el espacio para el material de alimentación.
- Estacionar la camioneta, dejando la palanca de velocidades en posición de neutral, con el freno de estacionamiento y apagar el motor.
- Desmontar el transportador de cangilones y las canaletas de descarga de sus compartimentos de transporte.
- Colocar el transportador de cangilones en su posición de trabajo, sujetarlo y conectarlo al sistema matriz.
- Colocar las canaletas de descarga, una por una, comenzando con la correspondiente a la 1ª malla, es decir la superior, tanto a los puntos de apoyo de la criba como al piso.
- Revisar que el sistema matriz del transportador y la criba estén bien acoplados.
- Revisar que el terreno utilizado de preferencia no tenga ninguna pendiente o inclinación, para que esto no afecte el funcionamiento de la criba. (amontonamiento del material) y de los sistemas de alimentación y almacenamiento.

--- Para la alimentación del material se recomienda que siempre se utilice el transportador de cangilones, ya que no es recomendable vaciar directamente el bote de un cargador sobre ella, la dañaría y su eficacia se perdería, debido a que el área efectiva sería casi nula.

El transportador coloca el material en la zona más alta y trasera de la máquina, para que éste corra a lo largo de la malla.

--- Revisar que todas las tolvas, canaletas, transportador y estructura se encuentren bien sujetos y sin roturas o piezas sueltas.

VI.1.b. SISTEMA DE CRIBADO.

--- Es necesario primero quitarle a la criba las calzas de madera que impiden su movimiento durante la transportación.

--- Cerciorarse de que la parte vibratoria de la máquina no quede en contacto con ninguna parte fija de la estructura, de los canalones, del transportador o elementos motrices.

--- Es importante no agregar, ni quitar parte alguna, del cajón vibratorio de la criba, ya que si esto se hace la unidad se desbalancearía o cambiaría de posición.

--- Tampoco se recomienda que se corte o suelde nada en la criba, ya que puede ocasionar esfuerzos no calculados y calentamiento del material, que en un momento dado puede dañar al mismo o a los baleros internos de la flecha.

--- Es importante checar las poleas y las bandas "V" de la transmisión a la flecha. Es decir que estén en condiciones de trabajo y debidamente tensadas. La tensión será correcta cuando, colocando una regla entre polea y polea, al presionar la banda con el pulgar, esta se mueva no más de $\frac{1}{8}$ " o 1.2 cm.

--- Opere siempre la máquina con sus mallas completas en cada piso. En caso de no requerir alguna de las tres mallas, es necesario sustituirla por una "malla falsa", es decir con una abertura mayor, logrando de esta forma que pase el producto y que la máquina no sufra un desbalanceo, un desgaste en los soportes libres, y una carga mayor de material sobre la malla inferior.

--- Es necesario cuidar que los cangilones de alimentación sean llenados al -

correcto nivel, para buscar que no se sature alguno de los pisos, sin limitarse a observar solo el piso superior, sino todos ellos, cuidando sobre todo el material de mayor abundancia en el banco.

- Al iniciar operaciones diariamente, es importante revisar que la criba es té funcionando correctamente. Después de que ésta tenga material y esté cargada, hay que detener la alimentación de material y observar que en un tiempo corto las mallas queden limpias y sin material atorado (cegamiento).
- las mallas tienen una vida variable de acuerdo con el tonelaje de cribado y la abrasividad del material. Es necesario observarlas y medir que las distancias no se hallan modificadas, para no permitir el funcionamiento con cualquiera de ellas ya deterioradas, porque propiciaría la contaminación de los materiales.
- Hay que evitar que la parte vibratoria llegue a pegar o a "montarse" sobre la propia pila de material que se va formando abajo de ella, ya sea en tolvas, en el patio o en los canalones de descarga (saturados). Esto ya no le permite trabajar bien, por lo que va a ser necesario detener las operaciones y avanzar al equipo a la siguiente estación definida por la trayectoria de proceso ya establecida.
- Para que los materiales no se congestionen dentro del sistema, se recomienda siempre seguir el siguiente orden en el paro y arranque:
Arranque; colocar las canaletas de descarga de material listas para operar, en seguida arrancar la criba y finalmente el transportador de alimentación.
Paro; parar primero el transportador de alimentación, después la criba y finalmente esperar que se desahoguen las canaletas de descarga.
- Efectúe pruebas de granulometría periódicamente, pues los bancos varían en contenido de una zona a otra.
- Para lograr una larga duración de las mallas, es muy importante el perfecto apriete y sujeción que tengan éstas sobre los puentes y sus cañuelas. Es decir, tener todos los tornillos bien apretados y reponer las cañuelas de hule en el momento en que presentenoplastamientos o cortes.

VI.1.c. SISTEMA MOTRIZ E HIDRAULICO.

- Después de tener instalado el sistema de cribado, y antes de empezar a operar, es necesario calzar el equipo.
 - Encienda el motor de gasolina, ya sea el de la camioneta u otro motor externo. (Remolque).
 - Espere que llegue a su temperatura de trabajo, y a que la bomba hidráulica sea puesta en operación mediante la toma de fuerza.
 - Con ayuda de los dos gatos hidráulicos para maniobras (en el caso de que el equipo presente esta opción), levante primero la parte posterior de la camioneta o remolque y coloque en su lugar las patas de apoyo.
 - Posteriormente lleve a cabo la misma operación en la parte anterior (frente del vehículo). Los gatos para maniobras tienen salidas y conexiones en las zonas de apoyo de los mismos, tanto atrás como adelante, ó bien se pueden utilizar los gatos hidráulicos manuales de instalación, cuando el equipo no presenta la opción de los gatos para maniobras.
 - Asegurese de colocar bien los patines de apoyo, los pernos y de que el equipo esté ya listo para su operación.
 - El motor debe mantenerse a sus revoluciones de trabajo (2000rpm. aprox.).
 - Observe que el motor de gasolina trabaje correctamente y de que los niveles de agua, aceite y gasolina se encuentren correctos.
 - Posteriormente revise el tanque del aceite hidráulico, que esté en su correcto nivel y el acoplamiento de la bomba.
 - Las tuberías, válvulas y conexiones, deben estar bien apretadas, sujetas y en buen estado.
 - Después de esto pruebe cada uno de los motores hidráulicos accionando su válvula correspondiente en el siguiente orden:
 - 1.- Motor de la criba (vibración).
 - 2.- Motor del transportador de cangilones.
 - 3.- Motor de acoplamiento a auxiliares de agua y aire.
- Es importante llevar a cabo esta operación, para cercionarse del buen funcionamiento del equipo y para localizar posibles fugas de aceite.
- Si todo está correcto, inicie el trabajo.

VI.1.d. INICIO DE TRABAJO.

- Asegurese de que tenga el material suficiente para el desarrollo del trabajo.
- Para la correcta operación verifique que el equipo esté correctamente calibrado y nivelado. La criba tiene que mantener una inclinación de 18° con respecto a la horizontal. Compruebe esto verificando que su pared trasera esté perfectamente vertical. Así como también en sentido transversal debe estar precisamente nivelada, de lo contrario habrá acumulación excesiva de material en el lado más bajo.
- Para la operación solo es necesario que intervengan dos personas. La primera es el operador que se encargará de vigilar el funcionamiento del equipo, de que no existan problemas en él o en el flujo de material y de "operar la máquina"; la segunda persona es la que tiene que encargarse de la alimentación de material al sistema.
- Es importante que el sistema de lavado por agua a presión y el de aire comprimido, no se tengan trabajando continuamente, sino solo cuando sean necesarios (equipo opcional).
- Hay que mantenerse pendiente del funcionamiento del motor a gasolina (Presión, temperatura, consumos, generador, etc).
- Una vez que se han revisado todos los puntos anteriores se puede poner a trabajar el equipo.
- Es importante que siga los puntos recomendados para la seguridad en la operación en el siguiente capítulo.

VI.2. MANTENIMIENTO.

Se puede decir que el mantenimiento es la columna vertebral de todo equipo. Este es, entoda la industria, un elemento básico para la correcta operación de cualquier proceso que busca obtener un producto con la mayor eficiencia y eficacia.

Otra definición, es la que dice que el mantenimiento es el conjunto de operaciones que deben efectuarse periódicamente en una planta, máquina o vehículo, para garantizar su funcionamiento regular, y evitar que se produzcan averías o inconvenientes debidas al desgaste y envejecimiento de todas las partes mecánicas.

El mantenimiento busca obtener la mayor durabilidad de las partes mecánicas y su correcta operación. Así como también tiene que intervenir en sistemas hidráulicos, eléctricos, en carrocerías, pailenta, zonas de trabajo, de tránsito, de iluminación, servicios, limpieza, orden, en fin, en todas las actividades del hombre es necesario implantar una actividad adicional que se preocupe por conservar y mejorar todo lo que de una u otra forma se ha logrado a través de estudio y trabajos de la humanidad.

Es pues una pieza fundamental, y en el ramo de la maquinaria es la actividad más importante de la ingeniería operativa.

En la industria se habla de que existe el mantenimiento Preventivo y el mantenimiento Correctivo. Existe esta división puesto que un mantenimiento bien llevado tiene que cubrir todas y cada una de las necesidades y fallas de un equipo.

El mantenimiento preventivo es el encargado de conservar a todo equipo en operación, con todos sus elementos en buen estado, con operaciones de verificación y los cambios de piezas y lubricantes, que se efectúan a intervalos regulares, y todo esto para evitar el desgaste y posibles fallas. Como su nombre lo dice, se encarga de "cuidar" de todo el equipo para que no tenga ningún problema, de evitar posibles fallas por descuido, de conservar piezas fundamentales, materiales y por último, de buscar el mejor rendimiento de cualquier equipo.

El mantenimiento correctivo, es el que tiene que atacar el campo de las reparaciones. Cuando cualquier equipo sufre de algún desperfecto ya sea por horas de trabajo (envejecimiento), por el desgaste normal de sus partes, por cualquier accidente, por negligencia en la operación o en el manteni -

miento preventivo, o por seguridad, es decir, se envía a un equipo a reparar antes de que tenga mayores problemas; el mantenimiento correctivo es el encargado de atacar y resolver el problema.

Para la operación de este mantenimiento, se pueden llevar a cabo programas de reparaciones mayores, controles de cambios o reparaciones de distintos elementos, controles de conveniencia de reparaciones, y localización de fallas, programas de reparaciones regulares, así como de reparaciones imprevistas o de accidentes.

Como podemos observar el mantenimiento es pues, la columna vertebral de un equipo, puesto que es el que se va a encargar de conservarlo, de mantenerlo operando y de obtener el mayor provecho posible.

Dentro de un sistema de cribado se tiene que implantar un mantenimiento relativamente sencillo, pero muy importante.

En el desarrollo de este trabajo expondremos los principales puntos que deben llevarse para el mantenimiento preventivo de este equipo, El mantenimiento correctivo no lo tocamos, puesto que se refiere primordialmente a reparaciones, y aquí solo trataremos de ofrecer los pasos a seguir para obtener la mayor productividad de operación del equipo.

A continuación se expone la descripción de los principales puntos del mantenimiento preventivo del sistema de clasificación.

- Cuando se transporte la unidad es necesario colocar siempre todas las piezas en sus compartimentos de transportación, sujetarlas bien, y calzar correctamente el equipo vibratorio para que no esté en constante movimiento.
- Para la camioneta y el motor de combustión interna, seguir las indicaciones del fabricante.
- Es necesario efectuar por lo menos una vez a la semana un reapriete de todo la tornillería de la criba, estructura y equipo, reponiendo de inmediato cualquier tornillo que se hubiera sañado, o fracturado. Estos tornillos deben ser siempre de grado 5 (estarán marcados con una estrella y tres rayas en su cabeza).
- Los únicos puntos de engrase de la criba, son sus chumaceras. Estas deben engrasarse cuando menos una vez a la semana o cada turno. Para hacerlo, remueva primero el grupo de grasa que está sobre la grasera, en cuestión, e inyecte grasa para baleros que contenga grafito - (nunca use grasa para chasis). Inyectando con cuidado observar que empez a aparecer por la orilla de los sellos, en este momento suspender

la inyección, ya que también el exceso de grasa puede sobrecalentar a los baleros y forzar el motor. Al terminar volver a aplicar un grupo de grasa sobre la grasería para que ahí se quede el posible polvo hasta el siguiente engrase.

- Es importante efectuar a tiempo los cambios de filtros, ya sea de aceite, aire o de combustible, así como del aceite hidráulico y lubricantes. Más adelante se especifica su período de cambio.
- Es recomendable lavar el equipo cuando menos una vez al mes para no permitir adherencias o incrustaciones mayores de material en la criba, - que después pueden repercutir en su funcionamiento. Así como también en las cañaleras de descarga, transportador, chasis, estructura y todos los demás elementos.
- Es muy importante repintar las partes que así lo ameriten y mantener todo el equipo siempre con su capa de pintura para evitar corrosión, desgaste, dadas sus condiciones de trabajo (agua, sol, polvo).
- Revisar siempre al iniciar operaciones que los soportes de la criba, la estructura y las calzas del equipo estén en buen estado. Así como también la cañuela de hule bajo las mallas esté en condiciones de trabajo sin deterioros, aplastamiento ni roturas. En caso contrario reponer la o las partes deterioradas.
- Por lo que respecta a la unidad excéntrica, es necesario observar que el giro esté libre, que el período de arranque sea de duración aceptable y que la operación sea sin sobrecalentamiento ni ruido.
- Revisar las tuberías y mangueras del sistema hidráulico, del sistema de agua a presión y del neumático, que se encuentren en buen estado, no estén golpeadas ni agrietadas, . Apretar todas las conexiones y cambiar se ellos cada vez que se requiera, es decir cuando se localice una fuga, o se lleve a cabo algún cambio.
- Conservar los depósitos de combustible, agua y lubricantes siempre en su nivel correcto (llenos) para garantizar la jornada de trabajo.

Estos son a grandes rasgos los principales puntos del mantenimiento de este equipo. Para que un mantenimiento se lleve a cabo correctamente en el campo, para poder controlarlo y efectuarlo, se llevan unas formas - llamadas control de servicio, éstas son llenadas por el operador o el meca-

nico encargado para reportar el servicio efectuado al equipo y para que le sirvan de guía de que es lo que tiene que hacer y cada cuanto tiempo.

A continuación se presenta un ejemplo de estas formas y su función. Detallando el mantenimiento del sistema de cribado o clasificación de agregados a partir de sus horas de trabajo.

CONTROL DE SERVICIOS.

SERVICIO DE CADA 10 HRS.

- 1.- Verificar el nivel de aceite del motor de combustión interna (Gas).
- 2.- Verifique el nivel de aceite en el compresor y bomba de agua (si existen)
- 3.- Verificar el nivel de aceite en el tanque del hidráulico.
- 4.- Limpieza del filtro de aceite del motor a gasolina.
- 5.- Verificar el nivel de agua en el radiador.
- 6.- Engrasar las chumaceras de la criba, o baleros.
- 7.- Engrasar los pernos y flechas del transportador.
- 8.- Revisar el correcto apoyo y estado de las calzas o patines del equipo.
- 9.- Revisar el correcto estado de la estructura, criba y canalones.
- 10.- Verificar el funcionamiento del equipo y de los indicadores.
- 11.- Revisar el funcionamiento de la unidad excéntrica de la criba.

SERVICIO DE CADA 50 HRS.

- 1.- Cambiar el filtro de aceite del motor a gasolina.
- 2.- Cambiar el aceite del motor SAE 30 ó 40 (vida,) para gasolina.
- 3.- Engrasar y lubricar los pedales y palanca de control.
- 4.- Verificar el estado del sistema eléctrico de la camioneta, rellenar el agua de la batería y checar el correcto contacto de los cables de la mis ma.
- 5.- Re-apretar toda la tornillería del equipo de cribado.
- 6.- Revisar si existe alguna fuga de hidráulico (cambiar sello o corregir)
- 7.- Revisar y corregir la presión de los neumáticos (35psi).
- 8.- Verificar el correcto funcionamiento de la bomba de agua y del compresor, (si existen).
- 9.- Checar el nivel de aceite de la toma de fuerza.
- 10.- Repetir servicio 10 hrs.

SERVICIO DE CADA 100 HRS.

- 1.- Ajustar los frenos del vehculo.
- 2.- Cambiar el filtro del sistema hidrdulico.
- 3.- Corregir todas las fugas en tuberlas y mangueras.
- 4.- Repetir servicio de 50 hrs.
- 5.- Checar la tensi3n de las bandas del motor de gasolina y del equipo de cri
bado { cambiar si es necesario}.

SERVICIO DE CADA 250 HRS.

- 1.- Lavar todo el equipo con agua a presi3n.
- 2.- Verificar el funcionamiento de v3lvulas hidrdulicas y neum3ticas.
- 3.- Cambiar el aceite del compresor y bomba [SAE30] , (si existe).
- 4.- Lubricar la bomba de agua y el compresor. [siexisten].
- 5.- Repetir servicio de 50 hrs.
- 6.- Cambiar aceite de la toma de fuerza.

SERVICIO DE CADA 500 HRS.

- 1.- Revisar y limpiar el motor de arranque y generador.
- 2.- Cambiar filtro de combustible.
- 3.- Cambiar filtros de aire.
- 4.- Cambiar platinos y bujfas, condensador, del motor de gasolina y limpiar
el carburador.
- 5.- Repetir servicio de las 100 hrs. y 250 hrs.

SERVICIO DE CADA 1000 HRS.

- 1.- Cambiar el aceite de la caja de velocidades camioneta y del diferencial.
- 2.- Limpiar el dep3sito de aceite hidrdulico y cambiar dicho aceite.
- 3.- Cambiar el agua del radiador y limpiarlo.
- 4.- Repetir el servicio 500 hrs.
- 5.- Repintar el equipo (pintura esmalte industrial), las zonas m3s desgasta
das.

Gracias a este control de servicios, queda establecido como se debe lle
var a cabo el mantenimiento de este equipo, qu3 es lo que hay que hacer y -
cuando hay que hacerlo.

Evidentemente se tiene que llevar a cabo un control de horas trabajadas,

u Horómetro, en donde se puede medir la cantidad de horas trabajadas del equipo para el control y supervisión de sus servicios.

De la misma forma en el control de horas trabajadas, se puede analizar cuál es el estado operativo de la máquina, ya que debe contar con los siguientes datos:

HORAS TRABAJADAS: Son las horas máquina que si fueron aprovechadas a lo largo de un turno o jornada de trabajo. Son las horas de acumulación para servicios; es decir horas efectivas de trabajo.

HORAS NO TRABAJADAS:

Son las horas en un turno que no se trabajó el equipo, esta sección cuenta con tres columnas:

a) Administración.-es cuando al equipo le hicieron falta elementos para poder laborar.

(No tiene combustible, le falta material de alimentación, no hay operador, etc.).

b) lluvias.- es cuando el estado del tiempo no permite el desarrollo de las actividades.

c) Reparaciones.-es cuando el equipo se encuentra en algún servicio o en mantenimiento correctivo y no puede operar.

De esta forma el usuario del equipo se da cuenta del comportamiento del mismo y puede supervisar la operación, detectar problemas y tomar decisiones.

El mantenimiento de un equipo es una inversión y como tal debe hacerse hincapié en que siempre se lleve a cabo y nunca se deje pasar ningún detalle por pequeño que sea.

De esta forma siempre garantizará el buen funcionamiento de este equipo.

CAPITULO VII.- SEGURIDAD .

VII. SEGURIDAD.

VII.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL.

La continua lucha del hombre por su supervivencia adquiere una nueva modalidad en nuestros días, en el momento en que hace suya la idea de la seguridad industrial.

Formada de buenos sentimientos humanos, esta idea, que puede ser definida como el conjunto de conocimientos en el trabajo, comprende actualmente toda la estructura de la sociedad en que vivimos.

Por una parte impone al trabajador una serie de normas de estricta observancia y por otra le proporciona los medios que hacen más eficaz su labor, lo cual da por resultado una protección humana integral, tanto personal como colectiva, lo que enoblecce los procesos dinámicos a través de los cuales el hombre cuida y perfecciona los medios de progreso y bienestar.

De esta forma la seguridad industrial constituye un capítulo importante de la vida moderna, debido a que actualmente es necesaria una educación para que el trabajador resuelva ventajosamente todos y cada uno de los problemas que el trabajo técnico le plantea en sus distintos aspectos.

Existe una relación recíproca entre el desarrollo y el progreso de las distintas ramas de la actividad humana, y el desarrollo y progreso de la seguridad industrial.

Aún estando la Seguridad industrial íntimamente ligada con múltiples factores de la producción en todos, y cada uno de ellos presenta una característica fundamental, la previsión de los Riesgos del trabajo.

Dentro del exclusivo campo de la industria de la construcción, el cual se relaciona directamente con el equipo de clasificación de agregados en cuestión, la seguridad tiene gran importancia, puesto que dentro de la construcción existen muchas variantes de accidentes difíciles de controlar por el descuido que se manifiesta.

Aún cuando muchos contratistas han adoptado programas de seguridad como una parte de sus operaciones de construcción, la frecuencia y gravedad de los accidentes en la construcción son demasiado altos.

Algunos de los accidentes más comunes de la construcción podrían evitarse a través de la aplicación de un programa de seguridad. A continua -

ción se enumeran lo más comunes :

- 1.- Falta de estructuras provisionales como cimbras, andamios, rampas, escaleras, etc.
- 2.- Riesgos en maniobras inherentes en el empleo de explosivos, presencia de gases nocivos, polvos tóxicos, etc.
- 3.- Prácticas inseguras de trabajadores individuales o riesgos personales resultantes del descuido de los obreros.
- 4.- Incontrolable vigilancia entre obreros y equipo o entre obreros y materiales, como gruas, camiones y almacenes de material.
- 5.- Desconocimiento del peligro en el manejo de corriente eléctrica, instalaciones de equipos especiales.
- 6.- Operación de maquinaria con descuido, precipitación o falta de habilidad.

Todo programa de seguridad industrial debe formar parte de las operaciones de una compañía, recibir el apoyo de toda la organización, desde los ejecutivos hasta los superintendentes de construcción, a los capataces, operadores y obreros.

Es responsabilidad de la administración iniciar el programa y dar el apoyo continuo necesario para mantenerlo operando con efectividad. Posteriormente viene el papel de los supervisores de vigilar y fomentar que se lleven a cabo todas las medidas de seguridad, y finalmente el obrero, el operador, el albañil debe tratar de observar y llevar a cabo todas las medidas que para su bienestar se le han proporcionado.

Dentro del problema particular de la operación de maquinaria pesada y equipo, el programa de seguridad industrial debe preocuparse por enseñarle al operador que problemas puede tener el equipo, cuales son los puntos de mayor cuidado, cual debe de ser su mantenimiento, como debe operarlo, cuales son las protecciones que trae el equipo, que equipo de protección tiene que utilizar y como debe de proceder cuando tenga alguna falla o imprevisto.

Todo esto es indispensable en cada máquina o equipo que se tenga que utilizar en cualquier obra, tenga la función que tenga. Por todo esto, en el siguiente inciso se presentan los puntos del sistema de clasificación de agregados diseñado, necesarios para la seguridad del operador y de todas las persona relacionadas con él.

De esta forma, muchas actividades humanas necesitan de la seguridad industrial, y proporcionan a base de experiencias, estadísticas y estudios, conocimientos para superar los riesgos laborales. Todo esto, para lograr mayor eficiencia de las actividades laborales, mayor productividad y mayor seguridad para los trabajadores de una empresa y sus familias. De tal manera, la ciencia y la técnica modernas unen sus esfuerzos en lo humano, en lo social y en lo económico, hasta abarcar las más comunes y corrientes facetas del acontecer cotidiano.

VII.2. SEGURIDAD NECESARIA EN EL SISTEMA DE CLASIFICACION.

Es sumamente importante que cualquier persona relacionada con el funcionamiento de este equipo, tenga pleno conocimiento de como se debe operar el mismo, y cuales son las precauciones que hay que tomar. A su vez, hay que procurar que los supervisores hagan llegar esta información a su personal y que les hagan notar que es muy conveniente cumplirlos y observarlos por su propia seguridad.

Hay dos elementos muy importantes en toda maquinaria, que tienen influencia en la seguridad de todos los humanos que laboran alrededor de ella. De ellos, se ha hablado ampliamente en otros capítulos, pero es interesante mencionarlos y definir su importancia.

La operación y el mantenimiento son actividades básicas para llegar a obtener el mayor provecho y duración de un equipo (vida útil), así como la mayor seguridad para sus operadores. Cuando algún individuo se va a iniciar en la operación de cualquier maquinaria o equipo, hay que asegurarse que comprenda perfectamente el funcionamiento, mecánica y procedimiento del mismo, así como de que lea el manual de operación. Todo esto, para evitar que se llegue a cometer algún error, es decir, que el operador controle a la máquina y no la máquina a él; tiene que conocer para que sirvan todos sus controles y mecanismos, no arriesgando así su vida y la de los demás.

El mantenimiento es el que se encarga de conservar en buen estado los elementos de toda maquinaria. Este tiene como objetivo el evitar el desgaste de las piezas de trabajo, conservar en buen estado sus materiales, obtener las más posibles horas efectivas de la máquina y que todas sus partes presenten un correcto funcionamiento. Ahí está lo importante!, un equipo que está en perfecto estado, y que su funcionamiento es adecuado y confiable,

es un seguro de vida para el operador y las personas relacionadas con su trabajo.

Es pues muy importante capacitar a los trabajadores en la operación de la máquina y vigilar que su mantenimiento sea impecable.

La máquina es el instrumento de trabajo sobre el cual convergen con mayor frecuencia la condición insegura y el acto inseguro, porque su uso rutinario y el cansancio que normalmente produce en toda persona la jornada de labores, contribuyen a ello en forma directa.

La seguridad en el manejo de instrumentos mecánicos se basa en hacer un análisis de la secuencia del trabajo y de las condiciones en que se realiza, mediante un análisis específico de sus riesgos y en el establecimiento de la prevención de ellos.

Considerando que el diseño de la máquina es suficiente para que haga su trabajo de rutina, debe agregarse el punto de vista de la seguridad, que la función de los protectores o resguardos que tenga es que eviten al operador el contacto peligroso con ella, el cual es principalmente peligroso con las partes móviles.

Las protecciones de las partes móviles son de formas cerradas y están hechas de una estructura y una malla o formadas con lámina metálica. Deben ser desmontables, por su ejecución, tiene que ser eficiente para que cumpla su función protectora.

En el caso del sistema de clasificación lleva protección en la transmisión de la criba, del transportador, de la bomba de agua y del compresor, así como en el acoplamiento de la bomba hidráulica y la zona de alimentación. La pequeña plataforma de observación de la criba tiene barandal y protecciones.

En el sentido psicológico todo trabajador desarrollará su labor con más tranquilidad si confía en que sus instrumentos de trabajo están en buenas condiciones y se eliminará así gran parte del factor humano que propicia que suceda un accidente.

A continuación se presentan los principales puntos que deben estudiarse y enseñarse a toda persona que tenga relación con el sistema de clasificación de agregados diseñado; primordialmente al operador y a su ayudante, para la prevención riesgos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

--No opere una máquina que no conozca.

- Lea cuidadosamente los puntos de operación del equipo.
- Siempre esté pendiente de que se lleven a cabo todos sus servicios y mantenimiento.
- Cuide el estado de su equipo.
- Utilice el equipo de protección personal recomendado.
- Nunca intervenga en maniobra alguna, sobre la maquina cuando esta esté trabajando. Siempre apague el equipo y cierre las válvulas de control hidraulico antes de trabajar en ella.
- No arriesgue su vida o se exponga a una invalidez, ninguna prisa vale tanto.
- Extreme las precauciones, si va a intervenir en el sistema, vaya al switch general, el del motor de combustión interna y desconéctelo. Conserve la llave con usted.
- Cuide que las tolvas, guardas y protecciones diseñadas para las partes móviles estén en buen estado y correctamente colocadas.
- Antes de movilizar cualquier elemento cerciorese personalmente a la vista de que no haya nadie en ninguna de las partes peligrosas del equipo. (Tolva, criba, transportador, etc).
- Los accidentes en maquinaria pesada son lamentablemente de consideración.
- A los visitantes extemeles las advertencias y de preferencia no los exponga.
- Cuando cambie las mallas de la criba, cerciorece que sean de la medida y use guantes.
- Nunca deje la criba con material, debido a que cualquier parte de arcilla podria endurecerse y despues será trabajoso desprenderla a mano y peligroso si arroja algún material.
- Esté pendiente del correcto funcionamiento del motor de combustión interna, no corra riesgos.
- Nunca permita que la bomba de agua y el compresor trabajen mucho tiempo. Cheque siempre su control (válvula).

- No trabaje nunca si algún indicador de presión o temperatura no trabaja. (motor y compresor).
- No se acerque ni al transportador ni a la criba, si es tos están funcionando.
- Coloque el protector del transportador y respete área de alimentación.
- Mantener la plataforma de observación y control limpia y seca para evitar resbalones.
- Es necesario revisar periódicamente el estado de las calzas o patas del equipo, siempre tiene que estar bien apoyado.
- Nunca permita o efectúe ninguna reparación con el equi po en funcionamiento o mal estabilizado.
- Utilice la herramienta adecuada para cualquier operación.

Estas son las principales recomendaciones que se pueden mencionar para obtener la mayor seguridad al operar o reparar el sistema de clasificación de agragados.

Como complemento a lo anterior es obligatorio decir que el orden y la limpieza en todo equipo, maquinaria o taller son de importancia primordial y deben tomarse en cuenta en todo momento.

VII.3. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL .

La protección personal para los diferentes empleados y obreros de un centro de trabajo, tiene como bases las medidas de higiene general, el acondicionamiento del marco físico del trabajo y la protección directa o personal, así como las formas de protección colectiva.

Los problemas de seguridad principian a resolverse con los buenos métodos de trabajo, las relaciones humanas, la organización, el análisis de riesgos y la aplicación de medidas preventivas y correctivas necesarias; pero es indispensable proteger al trabajador en su propia persona, mediante el uso de equipo individual .

En el caso de un equipo de clasificación, es muy importante que tanto el operador como el ayudante, cuenten con el equipo necesario para protegerlos de posibles lesiones. El uso del equipo de seguridad amerita siempre de una instrucción previa, en la cual hay que tener especial cuidado para que su empleo pueda presentar comodidad, eficiencia y verdadera protección a quienes lo utilicen. La misión protectora tiene como base la comodidad, para que no cause torpeza ni cansancio; la seguridad, para que haga sentirse satisfecho de su uso al trabajador.

El equipo de protección recomendado, para las dos personas directamente relacionadas con el equipo de clasificación, el operador y su ayudante , es el siguiente :

a) Casco de Seguridad . El casco de seguridad cumple en este caso varias funciones protectoras, y no es su dureza aparente lo que puede garantizar su eficacia, sino las propiedades que en conjunto lo hacen un elemento de seguridad. Las características que se exigen en este tipo de trabajo a un buen casco son :

- Peso adecuado para que no cause cansancio ni torceduras en el cuello.
- Absorción de la fuerza de los impactos. Esta propiedad es importante porque no solo debe resistir los golpes sino ser capaz de evitar que se transmitan a la cabeza, en lo cual es definitivo su buen diseño y construcción .
- Aislante del calor .
- Resistente a la penetración de objetos picados .

De esta forma el casco de seguridad tiene que ser utilizado por el operador y su ayudante , durante toda la jornada .

- b) Respiradores . Están constituidos por un medio filtrante, compuesto por una tela ó un elementoporoso que detiene las partículas que están en suspensión en el aire, ya sea que se trate de polvos, de humos ó de niebla. En este caso, es en ocasiones recomendable utilizarlo, debido a los polvos ó partículas de arena que pueden llegar a lastimar al ser inhalados, ya sea en operaciones de carga ó descarga de material, en el cribado ó cuando exista mucho viento. Son una pequeña mascarilla que el operador y el ayudante deben utilizar cuando las condiciones de trabajo, del material y del ambiente así lo requieran .
- c) Protección a las Manos . Las manos son uno de los instrumentos naturales de trabajo más completos, sus funciones son muy variadas, pues pueden percibir temperaturas, tipo de superficies, dureza de los cuerpos, pueden adaptarse a las formas de los cuerpos para sujetarlos, pueden ejercer presión y tienen una gran variedad de movimientos. Los riesgos a que están expuestas las manos en este trabajo son contusiones y cortaduras. Puede ser muy frecuente encontrar golpes, machucones, raspaduras y lesiones graves, por lo que se recomienda que utilicen guantes de protección de carnasa, durante toda la jornada . (ó similares)
- d) Protección de los Pies . Es muy importante tener una protección adecuada en los pies, debido a que en maquinaria pesada los componentes son robustos y de peso considerable , así como también las herramientas y los materiales ; teniendo en un momento dado el riesgo de caer y causar una lesión. La protección de los pies se realiza mediante el uso de calzado de seguridad . Se recomienda que tanto el operador como el ayudante utilicen siempre zapatos protectores contra impactos. Dichos zapatos cuentan generalmente con casquillos de metal en la punta y en el talón .

Cada uno de los elementos mencionados para la seguridad de los trabajadores, constituye el equipo de protección personal recomendado para el -- trabajo en un equipo de clasificación de agregados.

Es importante señalar, que esta información debe hacerse llegar a las personas íntimamente relacionadas con el equipo, indicarles la importancia que tiene, el que sigan todas y cada una de las recomendaciones de seguridad, utilicen siempre su equipo de protección personal, y se preocupen por su bienestar, su felicidad y por el mejor desarrollo de su trabajo y de su vida en general .

CAPITULO VIII . CONCLUSIONES .

CONCLUSIONES .

Cuando se ha concluido un determinado trabajo o proyecto, se obtiene siempre una gran satisfacción; debida a que se ha creado un sistema que es de utilidad al desarrollo de la Industria, de la Ingeniería, del País y de la Sociedad en general .

El diseño del Sistema Móvil de Clasificación de Agregados para la posterior fabricación de Concreto, es un diseño efectuado con la idea de proporcionar a la industria de la Construcción, un sistema diferente para realizar estos trabajos, es sencillo en su constitución y operación, y presenta características económicas atractivas, tanto en su adquisición como en su operación e instalación .

DATOS GENERALES DEL SISTEMA .

Montaje del Equipo en el Elemento

Móvil de Transporte	-Camioneta de 3 toneladas de capacidad tipo Chasis-Cabina. -Remolque especial .
Motor impulsor de Combustión Interna	Gasolina, 8 cilindros en "V"
Potencia Neta	141 HP a 4200 RPM.
Bastidores y elementos Estructurales	Acero A-36, Soldadura E60xx ó E70xx, equipo de Oxiacetileno, y Tornillería de Alta Resistencia SAE grado 5 ó ASTM A-325.
Apoyos	Dos bastidores de apoyo con Patas articuladas y Placas Antiderrapantes .
Criba	Tipo Vibratoria Inclinada :
Tamaño de las Mallas	3'x6' = 91.44x182.88 cm.
Número de camas ó Pisos	3
Angulo de Inclinación	18°
Tipo de Malla	De Acero Bajo Carbón
Abertura de cada Piso	1er.piso = 1 1/2"
	2o. piso = 3/4"
	3er.piso = 1"
Calibre.	1er.piso = cal 0 = 5/16"
	2o. piso = cal 0 = 5/16"
	3er.piso = cal 8 = 5/32"
Producción Aproximada	De 30 a 50 m3 por Turno .
Alimentación	Mediante un transportador de Cangilones
Descarga	Por Tolvas y Canalones

Material de Construcción	Acero A-36
Tornillería	Acero SAE #5 ó ASTM A-325
Sistema de Mallas	Intercambiables
Bastidor	De acero y con resortes aislantes de vibración a la estructura
Vibración	Forzada . Con un eje excéntrico y contrapesos ajustables
Velocidad de giro de la Flecha vibratoria	De 700 a 900 RPM.
Colocación de Mallas	Con rieles y protectores de los marcos de mallas. Marcos para tensar las mallas y reforzarlas con largueros cubiertos con cañuela de hule
Unidad Motriz	Motor Hidráulico, polea ranurada Baleros sellados con trampa contra polvos, flecha, bandas "V" y sensor
Sistema Hidráulico	Con toma de fuerza al Motor, acoplada en la caja de Velocidades; ó con acoplamiento directo al motor en el caso del remolque. Cuenta con Bomba principal, banco con dos válvulas direccionales, tanque ó depósito, enfriador, filtros, tuberías, mangueras y conexiones, válvulas reguladoras de presión, dos motores hidráulicos, y opcionalmente con dos cilindros y un motor hidráulicos para los auxiliares .
Presión promedio del Sistema	1,860 lb/in ² {PSI} {en Bomba}
Caudal ó Gasto	80 GPM {en Bomba}
Tipo de Aceite	Hidráulico SAE 10W
Equipo Opcional	-Dos cilindros ó actuadores lineales para montaje del equipo -Un Motor hidráulico para auxiliares de agua y aire. -Bomba de agua a presión y Compresor de Aire.
Altura máxima para transporte	3.40 mts.
Peso total del Equipo	
Estabilizador Central	185.80 Kg.
Estabilizador Trasero	92.11 Kg.
Criba , cuerpo	460.89 Kg.
Unidad de Vibración	107.74 Kg.
Bastidor, Montaje y Tolvas	490.86 Kg.
Transportador y Canales Desc.	391.30 Kg.
Sist. Hidr. y toma de Fuerza	287.91 Kg.
Total	2,016.61 Kg. 2 Toneladas

Con respecto a la Constitución del sistema, el diseño del mismo es muy sencillo, utiliza materiales y accesorios que se consiguen fácilmente en el mercado Nacional. Esto indica que tanto sus reparaciones como su mantenimiento no se volverán un problema para el usuario.

Para la operación del sistema, no se necesita de un complicado curso de especialización, ni contar con grandes conocimientos. El personal que se encargue de su operación, deberá recibir una sencilla capacitación, con la cual aprenderá a operarlo, e inclusive podrá fácilmente llevar a cabo su mantenimiento y ciertas reparaciones; basándose en lo expuesto en los capítulos de Operación, Mantenimiento y Seguridad del presente trabajo de Tesis. A su vez, el sistema tiene la gran ventaja de que puede ser operado por una sola persona, el cual puede ser el Chofer de la camioneta, quien operará los sistemas hidráulicos y alimentará el equipo. Es posible que en ocasiones tenga que apoyarse en algún ayudante, para que le auxilie a las operaciones de mantenimiento, montaje y alimentación.

El diseño del sistema contempla utilizar como elemento matriz, un motor de combustión interna (ya sea el mismo de la camioneta ó uno externo en el caso de remolque) y como sistema periférico y principal un circuito Hidráulico. El utilizar elementos hidráulicos en el equipo, tiene como desventaja que el costo inicial de dichos elementos es más elevado que si se utilizaran motores eléctricos ó otro medio; pero presenta ventajas tales como una mayor eficiencia y productividad en horas efectivas de trabajo, una vida útil de los elementos más prolongada y menores costos de mantenimiento y reparaciones.

Con respecto a las Características Económicas que presenta el equipo en relación a otros equipos del mercado; se puede analizar primeramente la comparación en porcentaje de los precios de adquisición de los equipos:

(Cantidades en miles de pesos)

• Precio de adquisición del Sistema Móvil de Clasificación de Agregados. \$ 52'144.-

1.- Unidad Estacionaria, Capítulo IV.1.9. \$ 51'099.-

En este caso, podemos observar que el Sistema Móvil de Clasificación es un 2% más caro que la unidad estacionaria analizada. Como la misma descripción de los equipos lo indica, ambos tienen la función de clasificar materiales, pero el

sistema diseñado en esta Tesis tiene la ventaja de ser móvil y de poderse instalar en cualquier lugar en el momento que se desee y por el tiempo que se requiera. Esta es una característica que al consumidor puede interesarle y que en un momento dado por la diferencia de solo un 2% en el precio, se decida por tener un equipo con mayores opciones .

2.- Unidad Móvil/Remolque, Capítulo IV.1.10 \$ 115'430.-

Se observa que el Sistema Móvil de Clasificación representa el 45% del precio de una unidad móvil de clasificación en remolque, la cual indudablemente puede tener una mayor capacidad, pero que no es independiente en sus movimientos y que necesita de equipos periféricos para su funcionamiento. La principal razón económica del sistema diseñado es que representa un 55% de ahorro en la inversión para la adquisición de un equipo de clasificación móvil.

3.- Unidad Móvil/Remolque, Capítulo IV.1.11 \$ 234'400.-

En este caso, el Sistema Móvil de Clasificación representa un 78% de ahorro en la inversión contra la adquisición del equipo móvil en remolque presentado. Es muy importante señalar que este es muy complejo y sofisticado, que tiene una capacidad de producción mucho más elevada y que es el equipo indicado para cuando se tiene una obra de grandes dimensiones y en la que se van a consumir grandes volúmenes de material cribado. Esto significa que serán pocas las obras que justifiquen la adquisición de un equipo de esta naturaleza.

Por lo expuesto anteriormente, se puede considerar que el equipo diseñado tiene, en relación con la situación del mercado existente, la facilidad de entrar en competencia, de ofrecer un buen precio de adquisición y de presentar a los empresarios otra opción para cuando requieran de clasificación de materiales; más flexible, con una vida útil considerable, con la facilidad de operarla en varios frentes u obras y con la opción de adquirirla en la contratación de obras de regular tamaño que justifiquen su adquisición .

Posteriormente se efectúa un análisis económico enfocado a obtener de los mismos equipos anteriormente mencionados, la relación de Rendimiento y Precio de adquisición , obteniendo el costo del material ya clasificado.

Se considera para el análisis una producción en todos los equipos igual, a partir de una demanda promedio para obra mediana de 50 m³ por turno de material clasificado, y que los equipos se adquieren para una sola obra .

$$\text{Realación} = \frac{\text{Precio de Adquisición}}{\text{Rendimiento}} = \text{Costo de Mat. Clasificado}$$

Nota: no se considera la operación ni los consumos.

1.- Unidad Estacionaria, Capítulo IV.1.9

$$\text{Rendimiento } 50 \text{ m}^3 / \text{Turno} \dots \$ 51'099 = 1'022 \$ / \text{m}^3/\text{Turno}$$
$$50 \text{ m}^3/\text{T.}$$

Este es el caso más económico del costo del m³/turno, pero no hay que olvidar que faltaría por considerar los gastos ocasionados en la instalación del equipo. (dichos gastos serían aproximadamente de un 10% adicional al precio de adquisición).

2.- Unidad Móvil/Remolque, Capítulo IV.1.10

$$\text{Rendimiento } 50 \text{ m}^3 / \text{Turno} \dots \$ 115'430 = 2'308 \$ / \text{m}^3/\text{Turno}$$
$$50 \text{ m}^3/\text{T.}$$

Este tipo de equipo es muy costoso para obtener una producción como la observada para una obra mediana. Esto quiere decir que al tener un elevado costo de material clasificado, no se justifica la adquisición de un equipo como éste para efectuar el trabajo.

3.- Unidad Móvil/Remolque, Capítulo IV.1.11

$$\text{Rendimiento } 50 \text{ m}^3 / \text{Turno} \dots \$ 234'400 = 4'688 \$ / \text{m}^3/\text{Turno}$$
$$50 \text{ m}^3/\text{T.}$$

Al igual que el equipo anterior, presenta un muy elevado costo del material, y tampoco justifica su adquisición para una obra de pequeños o medianos volúmenes y montos de contrato.

NOTA: Se entiende como una Obra Mediana, la que oscila entre los 1000 y los 10000 millones de pesos de monto de obra contratada.

• Sistema Móvil de Clasificación

$$\text{Rendimiento } 50 \text{ m}^3 / \text{Turno} \dots \$ 52'144 = 1'043 \$ / \text{m}^3/\text{Turno}$$
$$50 \text{ m}^3/\text{T.}$$

En el caso del Sistema Móvil de Clasificación diseñado, el costo de m³/Turno de material, es menor que dos de los casos analizados y sumamente parecido al primer caso, aunque en relación a éste, presenta la ventaja de ser móvil y de que no incurre en gastos adicionales de instalación.

Otra característica importante, es que el equipo tiene la gran facilidad de transportarse por sí solo. En consecuencia del análisis realizado en el capítulo V, Diseño del Sistema, se obtiene que el peso total del equipo

es de DOS TONELADAS, lo cual justifica que este pueda ser montado en el vehiculo propuesto, además de permitir aún, que dicho vehiculo tenga cierta olgura en su capacidad, significando esto que su marcha o transito sea comoda, sencilla, segura y dgil.

Si al interezado en adquirir el equipo, no le satisface montado sobre la camioneta de 3 toneladas propuesta, se ofrece la opción de montarlo en un remolque, lo cual implica tener que contar con un vehiculo para transportarlo; pero a su vez, este tipo de alternativa presenta la ventaja de tener un precio de adquisición que compite facilmente con cualquiera de los analizados anteriormente. Es decir, a partir de los datos del capitulo IV , el Sistema Movil de Clasificación de Agregados montado sobre un remolque, tiene un precio de venta de \$ 38'908.- . Comparando este precio, con las caracterlsticas económicas anteriormente analizadas, se obtine un ahorro de un 24% contra el equipo más barato, y de un 87% comparandolo con el equipo más costoso.

El equipo diseñado en el presente trabajo de Tesis, puede llegar a ser una buena opción para el empresario Mexicano que busca en el mercado cada vez más y mejores productos, para desarrollar sus trabajos con una mayor eficiencia y productividad; buscando el menor costo y resultados positivos para su empresa y para la obra que en beneficio de la sociedad está realizando.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS .

- 01 : Movimiento de Tierras / Manual de Excavaciones .
Herbert L. Nicholls Jr. - Capitulo 21.6
- 02 : Metodos de Planeación y Equipos de Construcción .
R.L. Peurifoy - Capitulo 17
- 03 : Movimiento de Tierras / Manual de Excavaciones .
Herbert L. Nicholls Jr. - Capitulo 21.6-7
- 04 : Agregados para el Concreto / S.A.R.H.
y Mecanica de Suelos .
Judrez Badillo y Rico Rodriguez
- 05 : Manual de Altos Hornos de México S.A.
- 06 : Manual Monterrey / Aceros Monterrey .
Pags. 175 y 176 .
- 07 : Manual - American Institute of Steel Construction .
- 08 : Mecánica Vectorial para Ingenieros . Dinámica .
Beer & Johnston - Capitulo 3.5
- 09 : Flow of Fluids / Technical Paper No. 410 .
Crane - Capitulo 3
- 010 : Flow of Fluids / Technical Paper No. 410 .
Crane - Capítulos 3 , 4 , Appendix A-B
- 011 : Mecánica de los Fluidos .
Streeter & Wylie - Capitulo 5
- 012 : ABC de los Circuitos Hidráulicos .
Stewart & Storer - Capítulos 7 , 8 y 10
- 013 : Manual Telsmith .
Barber-Green Do Brasil

BIBLIOGRAFIA .

- 1.- Manual de Agregados para el Concreto .
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos .
México / 1974 .
- 2.- Mecánica de Suelos .
Juárez Badillo & Rico Rodríguez .
Editorial Limusa .
Tercera Edición / México / 1982 .
- 3.- Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción .
R.L. Peurifoy .
Editorial Diana . Profesor de "Construction, Agricultural and Mechanical"
College of Texas . / México / 1979 .
- 4.- Movimiento de Tierras . Manual de Excavaciones .
Herbert L. Nicholls, Jr.
Compañía Editorial Continental S.A.
Traducción 2a. Edición en Inglés / México .
- 5.- Instructivo de Maquinaria Pesada . (Aspectos Técnicos y Rendimientos)
Departamento de Intendencia de Maquinaria .
Centla Construcciones S.A. de C.V. / Constructora Actopan S.A. de C.V.
México / 1985 .
- 6.- Costos de Construcción Pesada y Edificación .
Ing. Leopoldo G. Varela Alonso .
Compuobras .
7a. Edición / México / 1986 .
- 7.- Seguridad Industrial . Estudio y Enseñanza .
United States Dept. of Labor Industrial Safety , Series C .
Seguridad en el Trabajo, transmisiones y manejo de materiales y Herramientas.
Centro Regional de Ayuda Técnica / Agencia para el desarrollo Internacional.
Primera Edición en Español .
México / Buenos Aires / Enero 1970 .
- 8.- Dibujo y Diseño de Ingeniería .
C.M. Jensen .
McGraw Hill de México .
Primera Edición en Español / México / 1981 .

- 9.- *Mecánica Vectorial para Ingenieros . Dinámica .*
Beer & Johnston .
McGraw Hill
Tomo II / Tercera Edición / México / 1982 .
- 10.- *A B C de Los Circuitos Hidráulicos .*
Harry L. Stewart & John M. Stoner .
Editorial Diana .
2a. Impresión / México / 1980 .
- 11.- *Diseño de Acero Estructural .*
Joseph Bowles .
Editorial Limusa .
Cap.8 / México / 1984 .
- 12.- *Ley de Obras Públicas y su Reglamento .*
Ediciones Andrade .
México D.F.
- 13.- *Manual "Facts & Figures"*
Portec Inc. / Pioneer División .
Minneapolis , Minnesota / U.S.A.
- 14.- *Manual Telsmith .*
Barber Green Do Brasil Ind. E. Com. S.A.
Primera Edición Brasileña .
Sao Paulo , Brasil / 1980 .
- 15.- *Manual Commercial Schering .*
Hydraulic Systems .
U.S.A.