

3006.17



UNIVERSIDAD LA SALLE A. C. 5

2ej

ESCUELA DE INGENIERIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACTIBILIDAD DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA
PEQUEÑA EMPRESA PARA EL APROVECHAMIENTO
DE UN CONTAMINANTE SOLIDO E INORGANICO
(EL VIDRIO)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
JUAN MANUEL ARMENTA GUTIERREZ

Asesor: Ing. Enrique García Delgado

México, D. F. **VALLE DE ORIGEN** 1992



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

" I N D I C E "

INTRODUCCION

	<u>Pág.</u>
CAPITULO I - ANTECEDENTES	1
I.1- CONTAMINACION AMBIENTAL	2
I.2- EL MEXICO DE HOY	2
I.3- ALTERNATIVAS DE SOLUCION	5
I.4- CONCLUSION	6
CAPITULO II - SITUACION ACTUAL	7
II.1- CONTAMINANTES	7
II.2- CONFINAMIENTOS Y SOLUCIONES	8
II.3- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	8
II.4- DESECHO A OPTIMIZAR	10
II.5- CONCLUSION	11
CAPITULO III - EL VIDRIO	13
III.1- DESARROLLO HISTORICO	13
III.2- DEFINICION	14
III.3- CARACTERISTICAS	15
III.4- FABRICACION	16
III.5- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO	19
III.6- CLASIFICACION	20

	<u>Pág.</u>
CAPITULO IV - ANALISIS DEL PROBLEMA A DESARROLLAR	21
IV.1- DATOS GENERALES	21
IV.2- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	22
IV.3- MATERIALES CONTAMINANTES	23
CAPITULO V - PROPOSITO DE SOLUCION VIABLE	28
V.1- DESCRIPCION DEL PROYECTO A DESARROLLAR	29
V.2- DECISION DE ALTERNATIVA A DESARROLLAR	30
CAPITULO VI - IMPLANTACION DE SOLUCION	47
VI.1- DESCRIPCION DE FUNCIONES Y EQUIPOS A UTILIZAR	47
VI.2- PLANTA Y ALZADO DE SOLUCION	80
VI.3- SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA	82
VI.4- CAPACIDAD DE LA LINEA	84
CAPITULO VII - ANALISIS ECONOMICO	93
VII.1- COSTOS DE INVERSION INICIAL	94
VII.2- COSTO DE OPERACION	98
VII.3- ANALISIS COSTO BENEFICIO	103
VII.4-ANALISIS ECONOMICO A LARGO PLAZO	106

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

Concientizando la problemática del valle de México, se puede ratificar que la contaminación es el producto de la inercia de un crecimiento sin ninguna planeación, mismo que ha generado la existencia de un círculo vicioso del cual es preciso escapar, si es que queremos recibir un siglo XXI en donde la flora y la fauna sean vestigios de un fatal pasado.

Es clara la existencia de una preocupación generalizada debido a la contaminación del valle de México, y por ello através de esta tesis se pretende contribuir a la optimización de desechos sólidos, en forma de reciclado como es el vidrio, con la finalidad de aportar o manifestar una factibilidad de solución a la problemática de la contaminación en México.

Así el objetivo de este trabajo, queda determinado en presentar un marco general de un proceso con el cual se puede acondicionar un desecho sólido a un insumo esencial para los fabricantes de envases de vidrio, siempre tomando en cuenta estas tres normas de suma importancia.

* " Mayor beneficio del ambiente sin degradación o riesgo en la salud o la seguridad, u otra consecuencia indeseable." *

* " Un balance entre la población y el empleo de los recursos que permita llegar a un estándar de vida elevado (balance costo/beneficio)." *

* " Mejorar la cantidad de recursos renovables y alcanzar la máxima recirculación posible de los recursos agotados." *

* " El mayor dano provocado por el fracaso del hombre en la recirculación de desechos es el agotamiento de las tierras de cultivo; es irreversible e irreparable y continuará sin importar el grado de industrialización de la sociedad, a medida que la gente persista en la idea de vivir en las grandes ciudades. " *

* Fuente : Zavala R. Rafael ALTERNATIVAS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS DE LA CONTAMINACION DEL VALLE DE MEXICO Tesis Profesional Esc. de Ingeniería ULSA

I) ANTECEDENTES

La naturaleza nos proporciona dos receptores casi inagotables para mantener un ambiente constante sobre la tierra. El primero es la temperatura de 4 grados CELSIUS del espacio absoluto, mediante el cual la naturaleza nos transmite el calor y completa los balances de energía. El segundo esta constituido por los océanos que sirven para completar los balances de materia de los procesos cíclicos al funcionar como desaguadero de los continentes. El mayor progreso en Ingeniería aparece cuando la gente controla sus actividades con el ambiente para obtener el provecho máximo con el mínimo de costo de estos receptores y de los procesos cíclicos de la naturaleza, pero desgraciadamente el desarrollo de una nación no siempre está exento de desequilibrar el medio ambiente, tratando de obtener beneficios al mínimo costo, por lo que los hace generar riesgos como son materias quimicotóxicas, descargas térmicas, descargas industriales, desechos domésticos, residuos hospitalarios, desperdicios comerciales, polvo, ruido, calor, mala iluminación y la fatiga, son riesgos que a fin de cuenta atentan contra el medio ambiente, así como al equilibrio físico y mental del hombre, y en general a los seres vivientes, todo lo anterior lo debemos definir como contaminación ambiental.

I.1- CONTAMINACION AMBIENTAL

El hombre por naturaleza propia ha buscado su beneficio para satisfacer sus necesidades sin importarle el desequilibrio ecológico y esto ha sido de siempre, desde nuestros antepasados descubriendo fuego, pólvora, generando desperdicios, etc., podemos decir que el problema en sí se incrementa desde la revolución industrial, cuando el hombre busca satisfacer un costo de operación (mano de obra), sin estimar el perjuicio ecológico que generaría.

Podemos decir que la contaminación ambiental en México, se manifiesta con el auge de la industria, la cual se presenta entre los años de 1950 y 1970. A partir de esa década cambia la actividad económica hacia los servicios. Los procesos industriales empleados en esa época no reflejan la preocupación por el ahorro del agua, de los energéticos y menos aún de los recursos naturales, por consiguiente tampoco del medio ambiente. Se estima que actualmente existen 30,000 industrias en el Distrito Federal y 130,000 en el Valle de México.**

I.2- EL MEXICO DE HOY

La magnitud del crecimiento de la industria en México, principalmente en la zona metropolitana, ha generado la concentración de la población, para desarrollar sus actividades,

** Fuente : SEDUE (Depto. Control de Industrias)

originando que cada vez sea más difícil cubrir adecuadamente los niveles de los servicios públicos; así mismo, dificulta el control del uso del suelo, para proteger las áreas verdes, zona de recarga de mantos acuíferos y por tanto el desarrollo social armónico de esta zona.

Según estudios realizados por los expertos en la materia, la ciudad de México es una de las más contaminadas en la tierra, por los siguientes factores:

- Actualmente circulan cerca de * 2'500,000 vehículos automotores.

- En diversos lugares, ríos de desechos fecales se desbordan sobre sus riberas, se secan con el sol y luego son separados por el aire en forma de polvo, que unidas a los gases y humos que despiden las fábricas y los vehículos automotores, envenenan al ambiente, estos desechos, además ocasionan la proliferación de diversos microbios, responsables de la muerte de no menos de 800,000 personas cada año. Según datos proporcionados por los expertos, se estima que México en 1982 se emitieron alrededor de 11,000 toneladas diarias de contaminantes.

- Se calcula que en la ciudad de México se producen mensualmente ** 3 millones de metros cúbicos de basura, por lo que para recolectarlos y transportarlos a los tiraderos se requieren por lo menos de 430 mil fletes de camiones de 7 metros cúbicos, que tienen un costo de 13 mil millones de pesos mensualmente gastados

Fuente : * Secretaría de protección y Vialidad (Control Vehiculr)
** Phillips D. LA BASURA C. Ecodesarrollo.

en recolectar y transportar la basura hasta los tiraderos al aire libre.

Lejos de solucionar el problema, lo agrava más, como consecuencia de la quema constante de residuos que se realizan en estos lugares, produciendo humos venenosos y polucionantes, contaminando también el subsuelo y los mantos acuíferos de los terrenos ocupados por estos vertederos.

- El ruido originado por el estruendo de los millones de vehículos automotores, que circulan en la ciudad, alcanza niveles dañinos para el oído humano. (120 decibeles, siendo el máximo autorizado por la organización mundial de la salud de 85 decibeles).

- El ruido estimula en exceso el sistema nervioso, de sus habitantes, llegando hasta la excitación nerviosa, que constituye un verdadero peligro para la existencia humana, pues tiene como consecuencia el agotamiento, la debilidad y la agresividad.

En base a datos estadísticos recopilados de diferentes organismos, se puede decir que la contaminación en el Distrito Federal es de 5 a 6 veces más alta que el límite máximo de seguridad establecida.**

En la ONU, se asevera que dentro de 10 años, más de la mitad de la población vivirá en las ciudades superpobladas y se considera que una de las más contaminadas y de más habitantes en la tierra, será la ciudad de México.

Fuente : ** SEDUE (Folleto 1991).

I.3- ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

Dicha problemática hace necesario ejecutar una serie de acciones para tender a mejorar la calidad de vida en la capital de la República, y en sus ciudades importantes, acciones tales como:

1.- INSTRUMENTOS LEGALES: Algunas de las dificultades surgidas en la lucha contra la contaminación ambiental en nuestra ciudad a través de los años, han obligado a las autoridades encargadas de este problema a modificar los reglamentos existentes y a formular leyes pertinentes que ayuden a hacer posibles cambios en todas las áreas que se ven afectadas y así es como surge la ley federal de protección al medio ambiente.

2.- DESCENTRALIZACION DE ACCIONES: La falta de una planeación adecuada de las zonas urbanas y la explosión demográfica han traído como resultado la existencia de áreas industriales mezcladas con zonas habitacionales, el congestionamiento de vías de comunicación, la falta de áreas verdes en las poblaciones, el ruido continuo y nocivo, la abundancia de desechos de todo tipo y una serie de interminables males; por lo que se requiere una reestructuración de las zonas industriales.

3.- NORMATIVIDAD: Sucede frecuentemente que se crean proyectos que por falta de continuidad en los planes y acciones del gobierno, se convierten en extemporaneos u obsoletos.

4.- PROTECCION A LAS ZONAS VERDES: Actualmente algunos parques nacionales sufren la presión del desarrollo urbano, lo cual ha provocado en las últimas tres décadas una reducción de la superficie de áreas verdes requeridas en términos relativos.

5.- CAMBIOS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE: Uno de los elementos más importantes de la contaminación ambiental en México, son las fuentes móviles (vehículos automotores). Esto afecta en dos formas: cuantitativamente (cantidad) y cualitativamente (mal estado de motores-calidad de combustible), por lo que son altamente tóxicos.

6.- OPTIMIZACION DE DESECHOS SOLIDOS: Se puede decir que tanto para el presente como para el futuro, esta fuente contaminante es de primordial importancia, debido a su gran demanda (cartón, plástico, vidrio, metales, etc.) y a su pésimo manejo ya desechados, por falta de tecnología, de economía y de cultura, por tal motivo es de suma importancia generar procesos para su optimización y ejecución de dichos materiales.

I.4- CONCLUSION

Es clara y obvia la problemática con la que se está viviendo en nuestros días, y estas son algunas de tantas alternativas que se pueden mencionar, pero algo que es evidente y que no debemos descartar, es que toda alternativa que se plante deberá ir enfocada a una acción correctiva e inmediata y no preventiva, puesto que si analizamos que clase de vida tenemos, se puede determinar que existen miles de acciones de como empezar a hacerlo, pero es necesario que concienticemos que lo que no hagamos nosotros en el presente posteriormente nadie lo hara.

II) S I T U A C I O N A C T U A L

Dentro de las fuentes contaminantes más dañinas en el Valle de México, tenemos a los desechos sólidos, de origen doméstico, industrial, hospitalario y comercial, que al contener porcentajes muy importantes de materia orgánica, provocan la generación de una fauna nociva, y además terminan depositándose en tiraderos a cielo abierto que se encuentran en todas las ciudades de la República y que generalmente se localizan encima de corrientes subterráneas susceptibles de aprovecharse para uso urbano, por lo que se corre el riesgo de contaminarlas a través de filtraciones.

II.1- CONTAMINANTES

Así como la fuente generadora más importante, está constituida por materiales orgánicos, también lo está por productos no biodegradables, tales como cartón, vidrio, plástico, madera, metales, etc., productos de alguna forma reciclables, los cuales desgraciadamente van contaminados con distintos elementos (productos químicos, elementos patógenos, etc.), como también mezclados entre sí mismos, por lo que representa un problema a los departamentos de limpieza, debido a que los empleados de estas dependencias, al recolectar los desechos (industriales, domésticos, hospitalarios, etc.), necesitan seleccionarlos y confinarlos para poder vender aquellos desechos que puedan ser reciclados y aprovechados.

II.2- CONFINAMIENTOS Y SOLUCIONES.

Para el sistema de confinamiento de los desechos sólidos, existen diferentes centros tecnológicos, los cuales se establecen en función del sistema establecido por cada municipio, como son los siguientes:

- TIRADEROS A CIELO ABIERTO
- RELLENOS SANITARIOS
- INCINERADORES
- DESHIDRATAACION
- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE BASURA

Sin embargo, algunos de los desechos sólidos pueden reutilizarse, puesto que existen alternativas de eliminación o de optimización, como son las siguientes:

- RECICLADO
- PIROLISIS
- RELLENOS SANITARIOS
- TRATAMIENTO QUIMICO

II.3- VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Dentro de cada alternativa de solución, existen ventajas y desventajas para los diferentes desechos sólidos a optimizar, de las cuales se debe tomar una decisión de que alternativa proporciona menor costo y mayor beneficio, las cuales a

continuación se indican:

PROCESO	V E N T A J A S	D E S V E N T A J A S
RECICLADO	<ul style="list-style-type: none"> -TRANSMUTACION DE DESECHOS SOLIDOS A MATERIA PRIMA -EXISTEN DESECHOS 100% REICLABLES (VIDRIO,CARTON,ETC.) -OPTIMIZACION DE RECURSOS NATURALES. -REDUCCION EN LA DEMANDA DE MATERIA PRIMA. -BAJO CONSUMO DE ENERGETICOS PARA SU REPROCESO -DECREMENTO DEL VALOR DEL PRODUCTO 	<ul style="list-style-type: none"> -NO TODOS LOS DESECHOS SON RECICLABLES. -PARA PODER RECICLAR UN DESECHO, DEBE DE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES (PIEDRAS, MADERA, PROD. QUIMICOS, ETC.) -DISMINUCION DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.
PIROLISIS	<ul style="list-style-type: none"> -APROVECHAMIENTO DEL ALTO CONTENIDO ENERGETICO DE LOS DESECHOS SOLIDOS. -GENERACION DE AGUA, CERAS, HOLLIN, GAS, ETC. 	<ul style="list-style-type: none"> -GENERACION DE BIOXIDO DE CARBONO. -DISENO DE HORNOES ESPECIALES. -PROCESO COSTOSO
RELLENOS SANITARIOS	<ul style="list-style-type: none"> -GENERACION DE GAS METANO. -DESECHOS INORGANICOS; NO PRESENTAN ASENTAMIENTOS, NI FILTRACIONES A MANTOS FREATICOS. -PROCESO DE BAJO COSTO 	<ul style="list-style-type: none"> -DESECHOS INORGANICOS; NULA RECUPERACION DE GAS METANO -NULA RECUPERACION DE MATERIA -NULA RECUPERACION DE ENERGIA -APODERAMIENTO DE TERRENOS
TRATAMIENTO QUIMICO	<ul style="list-style-type: none"> -OBTENCION DE MATERIAS PRIMAS (SUSTANCIAS QUIMICAS PRIMARIAS). 	<ul style="list-style-type: none"> -OPERACION DIFICIL Y COSTOSA -NULA ALTERNATIVA PARA ALGUNOS DESECHOS.

Analizando las ventajas y desventajas de las distintas alternativas de eliminación de desechos sólidos, encontramos que el proceso más conveniente tanto para la factibilidad económica

como para el impacto ecológico es el RECICLADO.

II.4- DESECHO A OPTIMIZAR.

Ya determinado que el proceso de reciclado es el proceso más viable para la optimización de desechos sólidos, se debe analizar que producto tiene o tendrá más demanda tanto en el presente como en el futuro, tomando en cuenta los estudios elaborados por una empresa de alto renombre en nuestro país, entre 500 consumidores de desechos sólidos en el ramo de productos envasados por distintos materiales (plásticos, cartón, vidrio, metal), se obtuvo la tabla siguiente:

	PLASTICO	CARTON	VIDRIO	METAL	NS/NC
VINO	1%	1%	95%	1%	2%
MEDICAMENTOS	22%	3%	66%	7%	2%
ZUMOS Y BEBIDAS (no gaseosas)	19%	19%	40%	21%	1%
LECHE	32%	51%	8%	3%	6%
CERVEZA	1%	-----	69%	28%	2%
CONFITURAS	46%	4%	19%	27%	4%
LEGUMBRES	3%	1%	44%	47%	5%
AGUAS NO GASEOSAS	42%	3%	49%	3%	3%
SODAS Y AGUAS GASEOSAS	8%	-----	53%	37%	2%

Como se observa en la tabla anterior, la encuesta reveló que el 55% de los encuestados, opina que el vidrio es con mucho, el

material que mejor responde a sus preferencias sobre envases para alimentos, bebidas, medicamentos, etc.

II.5- CONCLUSION

La encuesta revela que en México como en muchas partes del mundo, la tendencia de consumir productos envasados en vidrio, está entrando en un auge de demanda (presente a futuro), debido a sus diversas cualidades que presenta dicho material, lo cual dislumbra una problemática de contaminación, sin embargo este material ya desechado no debe de ser una problemática, puesto que consta de una factibilidad para ser reciclado, pero desgraciadamente el vidrio que se dispone a ser reciclado, presenta un alto grado de heterogeneidad tanto en propiedades físicas (tamano, color, presentación, etc.) como propiedades químicas, como tambien así de una amplia gama de elementos extranos que lo acompañan (papeles, trapos, tapas, metales, tierra, animales, etc.) y que desgraciadamente en su mayoría son nocivos para la calidad de un vidrio a reciclar.

La administración de este desecho sólido es en extremo delicado e importante, sobre todo cuando la tendencia de la industria de vidrio en nuestro país es el de usar el mayor porcentaje de vidrio reciclado en su proceso; por lo tanto, es necesario implementar un proceso para mantener un control estricto para el vidrio que se dispone a reciclar, que implica desde la compra, manejo, lavado,

molienda, selección, análisis, venta, etc. para facilitar su introducción a la industria del vidrio y así poder optimizar uno de los principales desechos sólidos que se dislumbra en nuestro país, tanto para el presente como para el futuro.

III) E L V I D R I O

III.1- DESARROLLO HISTORICO

La industria del vidrio ha adelantado más en los últimos cincuenta años que en los cuatro mil y pico de años que ha existido el vidrio hecho por el hombre, debido al advenimiento, en el siglo XX, de una revolución mecánica y el establecimiento de la investigación científica en la industria, empezaron a introducirse una serie de perfeccionamientos revolucionarios en el vidrio y su fabricación que no parece haber concluido aún, por lo que se han desarrollado nuevas propiedades, formas físicas y usos con los que nunca se había sonado. En otras palabras: en lo que respecta a la gran diversidad de sus aplicaciones, el vidrio puede ser un material tan nuevo como los plásticos.

El vidrio ha surgido en grado notable como material de ingeniería al que puede aplicarse el diseño científico y al que se le está aprovechando considerablemente. La mayor parte de los productos de vidrio modernos no son frágiles, y el vidrio no es quebradizo en el sentido vulgar del término. En general en los artículos de vidrio se ha conseguido un aumento sorprendente en la resistencia y la duración. Algunos productos templados son lo suficientemente fuertes para resistir el mal uso de hincar con ellos clavos de acero en una plancha de madera.

La fabricación del vidrio ha progresado considerablemente hacia una tecnología científica, dejando de ser el oficio que en el transcurso de los siglos se basó en la experiencia empírica con alguna otra invención esporádica, envuelto en recetas y fórmulas secretas y en procedimientos empíricos celosamente guardados.

Gracias a los estudios sistemáticos de las propiedades de muchos de miles de vidrios, se funden unas quinientas especies químicamente distintas, con las que se fabrican decenas de miles de diversos artículos para un millar de usos esencialmente distintos. Esta enorme diversidad no es bien conocida, por que una fracción importante de los artículos producidos sirven como partes componentes o materiales en diversos campos de la industria.

III.2- DEFINICION

Sin embargo, los vidrios comercialmente útiles son casi siempre multicomponentes y de constitución indudablemente compleja y no existe hasta ahora ninguna teoría completamente aceptada sobre la estructura atómica del vidrio.

Por lo que se ha aplicado el nombre de vidrio a diversas sustancias químicas inorgánicas y orgánicas cuando se encuentran en el estado llamado vítreo. Sin embargo, la industria mexicana del vidrio acepta la reciente definición de la A.S.T.M. (the American Society for Testing and Materials), que dice en parte: EL vidrio es un producto inorgánico obtenido por una fusión que se ha

enfriado hasta un estado rígido sin que haya una cristalización, presentandose como una masa amorfa, transparente, traslúcida u opaca, de densidad baja, cuyo punto de fusión es de unos 1400°C, la cual pasa antes por un estado pastoso.

III.3- CARACTERISTICAS

Ya aclarada la definición de lo que es el vidrio, cabe mencionar algunas cualidades características, tanto técnicas como industriales, por lo que ha entrado en auge la demanda del vidrio en los diversos consumos, como son las siguientes:

- 1.- Transparencia.
- 2.- Dureza y resistencia al rayado.
- 3.- Lisura. Esta extraordinaria cualidad de la superficie del vidrio nos permite "pulcritud", limpieza y el mantenimiento de condiciones estériles en los procesos de alimentos y medicinas.
- 4.- Inercia química. La excelente resistencia, a temperaturas, a casi todos los compuestos químicos (excepto ácido fluorhídrico), por tal motivo su funcionalidad en la industria.
- 5.- Excelentes propiedades de aislamiento eléctrico y dieléctricas.
- 6.- Propiedades ópticas esenciales en las lentes y los prismas.
- 7.- Límites amplios de colores bellos y permanentes; en la transmisión y en la reflexión.
- 8.- Centello y lustre elevados; superficies brillantes.
- 9.- Permanencia o naturaleza que no cambia con el tiempo.
- 10.- Material refractario.

- 11.- No es poroso.
- 12.- Coeficiente de dilatación calorífica muy baja.
- 13.- Transmisión elevada del calor en algunas aplicaciones.

De acuerdo a estas características esenciales, el uso del vidrio se hace indispensable, por lo que se deriva su proceso de fabricación, que poco a poco a mejorado su tecnología debido a su arrolladora demanda.

III.4- FABRICACION

El vidrio se hace calentando una mezcla que casi siempre consiste en arena silicia y óxidos metálicos secos pulverizados o granulados, o compuestos que producen dichos óxidos cuando se calientan.

En el proceso de la fusión se forma un líquido viscoso, se producen burbujas y la masa se hace transparente y homogénea a temperaturas próximas a 1500°C. Al sacarlos del crisol o del tanque de fusión, el vidrio fundido adquiere una rigidez suficiente, a consecuencia de su enfriamiento momentáneo, para poderle dar forma directamente y transformarlo en diferentes artículos. Esta fabricación de artículos o formas finales en el sitio en que se fabrica el vidrio es una peculiaridad rara en materiales estructurales. En los primeros segundos de la operación de darle forma, el vidrio se enfría tanto que se hace suficientemente rígido para manipularlo sin que se deforme. Cuando

el vidrio se enfría correctamente de modo que no sufra ninguna desvitrificación (cristalización), aumenta su viscosidad, salvo a temperaturas superiores a varios cientos de grados centígrados, el vidrio tiene una viscosidad tan grande que para otros fines prácticos es un material sólido sumamente rígido.

La mezcla usada en la fabricación intermitente suele contener una proporción apreciable de vidrio de reproceso para facilitar la fusión. Contiene también a menudo uno o varios de los materiales siguiente: oxidantes, decolorantes, colorantes u opacificantes, y agentes de refinación que ayudan a liberar los gases no disueltos en la masa de vidrio fundido.

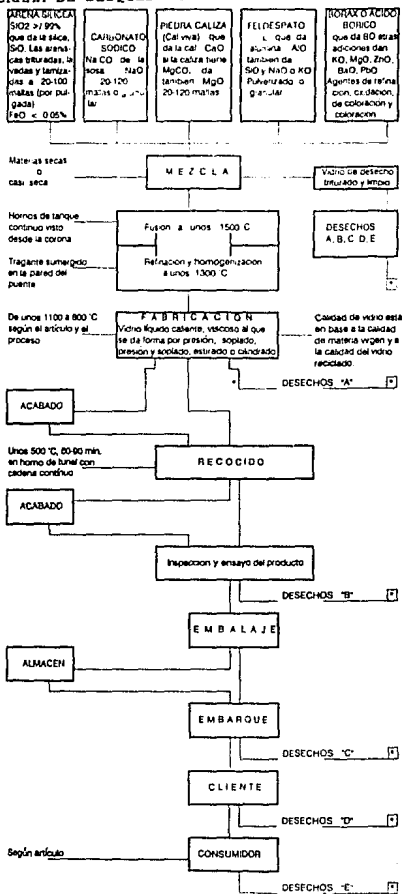
Según el método antiguo de fusión, se ponen crisoles de arcilla en un recinto separado del horno. El contenido de los crisoles puede estar protegido o no contra la atmósfera del horno, los crisoles se utilizan hoy mayormente para fabricar vidrios especiales. El nuevo tipo de hornos de fusión, el horno de tanque, se utiliza hoy para fundir la mayor parte de la producción. Este horno consiste en un gran tanque cerrado hecho con los mejores materiales refractarios. El combustible, gas o petróleo, se quema dentro del mismo tanque formando enormes llamas que pasan sobre la superficie de la masa de vidrio fundido y sobre las materias primas flotantes aún no fundidas. La mayoría de los hornos de tanques son continuos y las materias primas se introducen por el extremo de fusión con la misma rapidez con que sale el vidrio fundido por el otro extremo para ir a las máquinas que le dan

forma. Algunos hornos continuos muy grandes, que contienen aproximadamente en total 450 toneladas de vidrio, tienen una producción diaria de 250 toneladas; son comunes los tanques que producen 100 toneladas por día. La obtención de temperaturas al rededor de 1500' C. implica una tecnologia compleja y por lo general se emplean sistemas de caldeo regenerativos para recuperar una parte de las enormes cantidades de calor que se necesitan.

Cuando el vidrio fundido sale del tanque de fusión, se enfria y se endurece muy rápidamente. Sin embargo, en los pocos segundos durante los cuales está todavía a una temperatura comprendida entre el rojo amarillo y el rojo naranja, puede trabajarse fácilmente de muchos modos para darle forma: prensado, soplado, ; prensado y soplado en moldes; estirado; laminado; vaciado. El vidrio frío (desechos de producción o de consumo) puede volverse a calentar y trabajarse repetidas veces con la misma facilidad aplicando los mismos métodos y procesos de su fabricación, es decir el vidrio es un material 100% reciclable.

En la moderna producción a gran escala, un artículo de vidrio, inmediatamente después que se le ha dado forma, es transportado automáticamente hasta un horno de recocido continuo, en el cual vuelve a calentarse a una temperatura apropiada para hacer desaparecer los esfuerzos residuales en el vidrio al darle forma, y después se somete a un enfriamiento lento y controlado. A su salida del horno de recocido, el artículo es inspeccionado o bien, si es necesario, se somete a operaciones de acabado y embalado.

III.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO



III.6- CLASIFICACION

En el comercio, los vidrios de silicatos, se clasifican en cinco tipos quimicos: vidrio sódico-cálcico o "vidrio a la cal" (antiguo de miles de años), vidrio de plomo (descubierto en el siglo XVII) y tres tipos nuevos de bajo coeficiente de dilatación y, por consiguiente, resistentes al calor: vidrio de borosilicato (1910), vidrio con 96% de sílice (1939) y vidrio de sílice (1910).

- + VIDRIO SODICO-CALCICO (ventanas, botellas, tarros, etc.)
- + VIDRIO DE PLOMO (aisladores, tubos de radio, para radar, etc.)
- + VIDRIOS DE BOROSILICATO (utensilios resistentes al calor)
- + VIDRIOS CON 96% DE SILICE (lámparas tubulares germicidas)
- + VIDRIOS DE SILICE "99.8% de SiO₂" (resist. a muy altas temp.)

IV) ANALISIS DEL PROBLEMA A DESARROLLAR

IV.1- DATOS GENERALES

La pedacería de vidrio o vidrio a reciclar, constituye aproximadamente un 12% de 12 millones de toneladas anuales de materia prima utilizada en la industria del vidrio (silice soda cal), donde dicho proceso permite la introducción de un alto porcentaje de desecho en su materia prima, por lo que la gran mayoría del vidrio recopilado se destina para el proceso de dicho vidrio (envases soderos, medicinales, cerveceros, vineros, etc.)

El vidrio de desecho que se dispone a reciclar en la industria del vidrio esta constituido por dos fuentes, la que se genera dentro de la misma planta (merma del proceso) y la pedacería foránea (recopilada en tiraderos, centros de captación, etc.), pero desgraciadamente la característica esencial de este último, es su alto grado de heterogeneidad, tanto en propiedades físicas (tamaño, color, presentación, etc.), como propiedades químicas (diferentes compuestos de vidrio); y así también la amplia gama de elementos extraños que lo acompañan (papeles, trapos, tierra, animales, etc.) que desgraciadamente en su mayoría son nocivos para la calidad que pretende la industria del vidrio.

La administración de la pedacería de vidrio a reciclar es en extremo delicado e importante, sobre todo cuando la tendencia de los fabricantes del vidrio es usar el mayor porcentaje de dicho

material, pero desgraciadamente la calidad del vidrio producido está en función directa con la calidad de la mezcla que se alimenta al horno y al grado de heterogeneidad que contenga dicha pedacería a reciclar.

Por lo anterior, se debe mantener un control estricto en el proceso de reciclado, que implica desde la compra, manejo, lavado, molienda, selección, análisis, etc., para así poder garantizar una buena calidad de vidrio.

IV.2- VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Es así que la industria del vidrio en México, apoya el reciclado y la reutilización de sus productos, puesto que esto le representa algunos incentivos, tanto para el medio ambiente, como para su beneficio propio, como son los siguientes:

+ VENTAJAS

- Incremento de la vida de los hornos.
- Mayor estiraje de materia fundida del horno.
- Ahorro de combustible para la fundición.
- Ahorro de materia prima virgen (recursos naturales).
- Auxiliar en la homogenización de la mezcla.
- Disminución de la segregación cuando su tamaño es el adecuado.
- Disminuye los gases contaminantes y el carry-over.
- Cooperación con la campana anti-contaminación (optimización de desecho sólidos).

+ DESVENTAJAS

- Variación en propiedades físicas y químicas.
- Fuente potencial de piedra a los hornos.
- Aumenta la segregación cuando el tamaño es inadecuado.
- Proceso con alto porcentaje de merma.
- Area destinada para su almacenamiento (silos y patios).
- Actividad de trabajo insalubre.

IV.3- MATERIALES CONTAMINANTES

Pero por desgracia en México el consumidor de artículos envasados o elaborados de vidrio, al momento de desecharlos lo consideran un desperdicio y lo mezclan con otros desechos, por tal que los fabricantes de vidrio les representa una problemática a desarrollar, debido a que el vidrio destinado a ser reciclado está constituido por una diversidad de materiales que a fin de cuentas son perjudiciales para el proceso y afectan directamente a la calidad de vidrio que se pretende, por lo que es necesario eliminar la mayor parte de estos contaminantes para su reciclado, puesto que existen contaminantes que son muy dañinos para el proceso y no es posible eliminarlos al 100%, debido a que existen materiales que presentan dificultad para su eliminación por sus características físicas o químicas.

La pedacería de vidrio que se dispone a ser reciclada presenta dos tipos de contaminantes:

a) Los Contaminantes Físicos; que son aquellos donde solo se consideran los efectos físicos que cause el uso de la pedacería, como son los siguientes:

+ MATERIA ORGANICA.- Este contaminante está formado principalmente por los derivados de papel y por los plásticos; otros que se manifiestan en menor escala son la madera, trapos, etc.

El efecto de este material es como fuente potencial reductora, provocando en casos de tener la cantidad y medios propicios problemas de burbuja y vetas de color, sobre todo en vidrio oxidantes.

+ MATERIAL NO-MAGNETICO.- Dentro de este concepto, quedan todos los metales que no manifiestan atracción magnética como el aluminio (Al), estano (Sn), plomo (Pb), bronce, etc. y que de introducirse en la materia prima provocarían problemas que se traducen en pérdida de producción.

Es típico que en la pedacería de vidrio se presenten tapas, engargolados, sellos, etc., que están fabricados de aluminio (Al), estano (Sn), plomo (Pb) o alguna aleación metálica no magnética.

El problema que manifiesta muchas veces estos metales si no son eliminados, son los defectos de burbuja, semillas, vetas de color, piedras de silicón, causados principalmente por el aluminio (Al),

de allí que se tiene que concientizar que este material es terminantemente nocivo y su eliminación debe ser total.

+ MATERIAL MAGNETICO.- Esta contaminación esta formada principalmente por el fierro (Fe); de igual manera es también muy común en la pedacería la abundancia de fichas, tapas, etc., que constituyen este contaminante.

El problema de vetas de color, cambios en el color, ataque al material refractario del horno, orificios de chorreo tapado en artículos pequeños, etc., son los efectos principales que provoca este contaminante por lo que se debe de implementar una excelente separación magnética para la eliminación total de este contaminante.

+ MATERIAL INORGANICO.- Bajo este concepto quedan incluidos todos los compuestos inorgánicos como sulfatos, carbonatos, cloruros, etc., que por diversas circunstancias contiene la pedacería de vidrio. Esta contaminación al igual que las anteriores son no deseadas por la consecuencia negativa de su uso, la cual se puede manifestar principalmente como piedra, burbuja y semilla, que son defectos que afectan tanto a la calidad de los envases como a su funcionamiento.

b) Los Contaminantes Químicos; son aquellas sustancias que afectan al comportamiento en las reacciones químicas.

** "Reacciones químicas son los procesos por los cuales una sustancia se transforma en otra."

Cuando los fabricantes de vidrio de sílica soda cal, recurren al uso de la pedacería de vidrio, una de las principales inseguridades que padecen en el área de formulaciones o de materias primas, es la gran diversidad de "tipos" o de "clases" de vidrios que constituyen este material, pero se considera que a pesar de tener vidrios de una gama tan amplia, los elementos químicos que ofenden sensiblemente al vidrio sílica soda cal son lo que por lo normal encontramos en los siguientes productos:

CRISTAL -----> PLOMO (Pb)
CINESCOPIOS -----> BARIO (Ba)
FOCOS -----> PLOMO (Pb), BORO (B)
BOROSILICATOS ----> BORO (B)
VENTANA O PLANO --> MAGNESIO (Mg)

El porcentaje de este grupo de vidrios en la pedacería de vidrio que se dispone a reciclar es muy bajo, por lo que es muy esporádico el que se tenga una variación drástica en las propiedades físicas y químicas del vidrio que se pretende, por tal razón las especificaciones químicas de la pedacería de vidrio no es posible enmarcarlas en rangos estrechos, basta indicar que la experiencia de los fabricantes de vidrio sílica soda cal, les ha enseñado que normalmente la constitución química del vidrio de

Fuente : ** Manuales CATVE (VITRO ENVASES NORTEAMERICA)

desecho es compatible para sus formulaciones.

Como se ha analizado la pedacería de vidrio o vidrio de desecho, representa un alto porcentaje de materia prima utilizada por la industria del vidrio (sílice soda cal), debido a la gran diversidad de ventajas, tanto para su beneficio propio, como para el beneficio ecológico, pero desgraciadamente dicho insumo presenta una gama de contaminantes que afectan al proceso, por lo que es necesario eliminarlos, si es que se pretende una buena calidad de vidrio.

V) PROPOSITO DE SOLUCION VIABLE

Una vez que se ha analizado que la calidad del vidrio (silica soda cal en México), está en relación directa con el manejo que se le de al mismo al ser reciclado , por tal motivo se debe de implementar un buen proyecto, en donde se tenga un excelente manejo de materiales, un eficiente sistema de eliminación de contaminantes, un equipo satisfactorio, una buena implementación de especificaciones tanto de entradas como de salida de materiales, etc.; para así garantizar una optimización de desechos sólidos y se cuente con un proyecto que sea redituable tanto para la contaminación ambiental como para el inversionista.

Por lo tanto el siguiente paso después de que se ha determinado con exactitud el objetivo del proyecto, es desarrollarlo, pero para esto se necesita implementar un sistema donde se pueda conjuntar los dos elementos con que se pretende trabajar, que es la mano de obra y la maquinaria, para así cumplir con eficiencia el objetivo que se ha manifestado "predisponer el vidrio de desecho y poderlo suministrar como insumo en la fabricación de envases de vidrio (silica-soda-cal)".

Para poder desarrollar el proyecto se requiere una serie de equipos donde se pueda eliminar una gran cantidad de contaminantes (tierra, metales, madera, plástico, etc.), que afectan directamente a la calidad del vidrio que se pretende elaborar con esta materia prima, esto implica una maquinaria especializada

adaptada al proceso y a las características que manifiesta el vidrio de desecho, como pueden ser los siguientes equipos:

- Tolvas de almacenamiento de materiales.
- Cribas vibratorias.
- Poleas magnéticas.
- Transportadores.
- Molinos.
- Lavadoras.
- Elevadores de Cangilones.
- Etc.

pero hay que recordar, que así como el proceso depende de maquinaria especializada, también esta sujeta a la mano de obra para su buen funcionamiento, debido a que el vidrio de desecho cuenta con contaminantes con ciertas características que solo la mano de obra puede eliminar.

V.1- DESCRIPCION DEL PROYECTO A DESARROLLAR

La finalidad del proyecto a desarrollar, es la de suministrar la mayor cantidad de vidrio de desecho a la línea, por lo que se ha de implantar un LAY-OUT donde se pueda conjuntar adecuadamente las propiedades del equipo con las propiedades humanas, para obtener grandes beneficios del proceso y poder optimizar al máximo este desecho sólido.

El proceso para la optimización del desecho consiste en una

línea en serie, la cual se debe fundamentar en una secuencia lógica y ordenada, partiendo de equipo simple y sencillo, para que puedan ser bien conjuntados con la mano de obra y poder alcanzar el propósito que se pretende; pero para esto se deben de fijar una serie de objetivos a cumplir durante el proceso, es decir funciones bien específicas, como pueden ser las siguientes:

- Eliminación de partículas pequeñas.
- Eliminación de material magnético.
- Eliminación de material no magnético.
- Eliminación de material orgánico e inorgánico.
- Eliminación de tierra y piedras.
- Ajuste granulométrico a un tamaño deseado.
- Lavado.

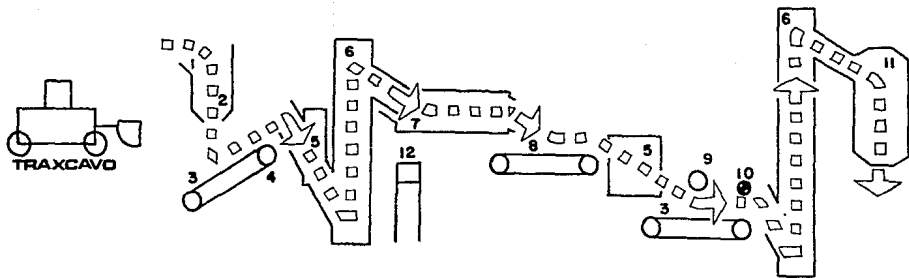
Partiendo de las funciones específicas antes mencionadas, dentro del proceso de eliminación de contaminantes que se pretende, se debe de bosquejar un diagrama de proceso de operaciones, donde se pueda concatenar los diferentes pasos lógicos tanto humanos como mecánicos, sin menguar nuestro objetivo final.

V.2- DECISION DE ALTERNATIVA A DESARROLLAR

A continuación se presentan tres alternativas de solución para el proceso de eliminación de contaminantes, las cuales posteriormente se analizarán en una hoja de toma de decisiones

para detectar que alternativa de solución cumple satisfactoriamente con los objetivos deseados u obligatorios, que se pretenden del sistema.

Cabe aclarar que las tres alternativas que se describen a continuación, se desarrollarán en base a los objetivos primordiales del proceso que son la eliminación de los contaminantes (tierra, lodo, materiales orgánicos e inorgánicos, metales, etc.), acondicionamiento granulométrico, eliminación de partículas pequeñas, lavado del vidrio y de un buen sistema de recuperación de agua.



ALTERNATIVA "A"

- 1 CRIBA FIJA
- 2 TOLVA DE ALIMENTACION
- 3 TRANSPORTADOR
- 4 POLEA MAGNETICA
- 5 MOLINO
- 6 ELEVADOR DE CANGILONES
- 7 LAVADORA
- 8 MALLA METALICA
- 9 SEPARADOR MAGNETICO
- 10 SISTEMA DE EXPULSION DE PAPELES
- 11 TOLVA RECEPTORA
- 12 SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA

Características

- Equipos 14
- Motores 10
- Mano de obra 45 personas
- Area requerida 416 m²
- Largo 52 mts.
- Ancho 8 mts.

* DIAGRAMA DEL PROCESO DE FLUJO ALTERNATIVA " A "



INICIO.

ALIMENTACION.

ELIMINACION DE PARTICULAS PEQUENAS.

TOLVA DE ALIMENTACION.

TRANSPORTADOR.

1a. ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL ORG.-INORG.

ELIMINACION DE MATERIAL MAGNETICO.

TRANSPORTADOR.

1a. MOLIENDA.

ELEVADOR DE CANGILONES.

LAVADO.

MALLA METALICA.



2a. ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL ORG.-INORG.

3a. ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL ORG.-INORG.

MALLA METALICA.

2a. MOLIENDA.

TRANSPORTADOR.

SEPARACION MAGNETICA.

INSPECCION Y ELIMINACION DE MATERIAL CONTAMINANTE.

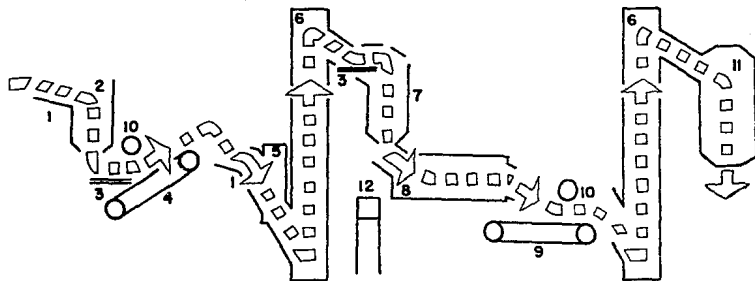
ELIMINACION DE PAPELES POR EXPULSION DE AIRE.

TRANSPORTADOR.

ELEVADOR DE CANGILONES.

TOLVA RECEPTORA.

FIN.



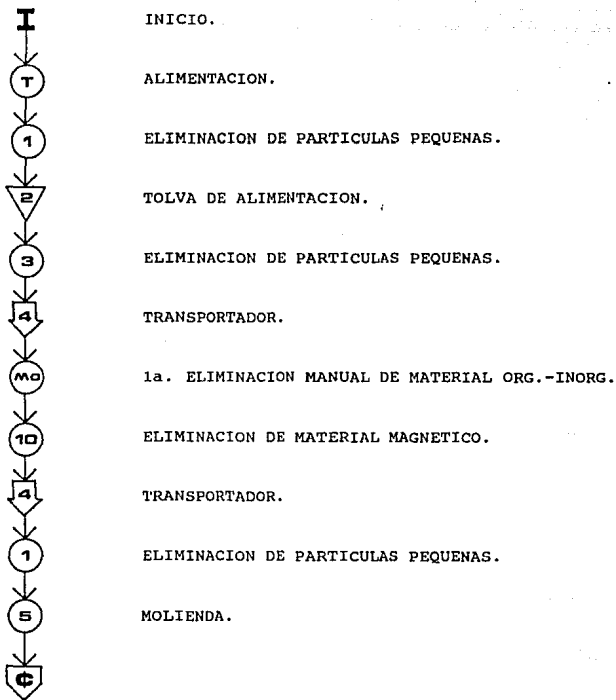
ALTERNATIVA "B"

- 1 CRIBA FIJA
- 2 TOLVA DE ALIMENTACION
- 3 CRIBA VIBRATORIA
- 4 TRANSPORTADOR
- 5 MOLINO
- 6 ELEVADOR DE CANGILONES
- 7 TOLVA
- 8 LAVADORA
- 9 MALLA METALICA
- 10 SEPARADOR MAGNETICO
- 11 TOLVA RECEPTORA
- 12 SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA

Caracteristicas

- Equipos 15
- Motores 10
- Mano de obra 3 personas
- Area requerida 432 m.²
- Largo 54 mts.
- Ancho 8 mts.

* DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO ALTERNATIVA " B "





ELEVADOR DE CANGILONES.

ELIMINACION GRANULOMETRICA.

TOLVA CONDUCTORA.

LAVADO.

MALLA METALICA.

ELIMINACION DE MATERIAL MAGNETICO.

2a. ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL ORG.-INORG

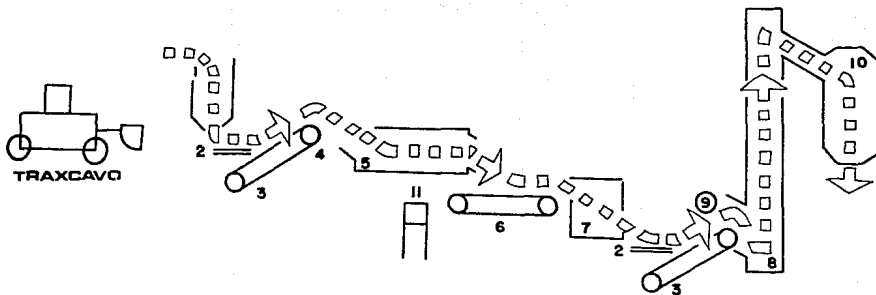
INSPECCION Y ELIMINACION DE MATERIAL CONTAMINANTE.

MALLA METALICA.

ELEVADOR DE CANGILONES.

TOLVA RECEPTORA.

FIN.



ALTERNATIVA "C"

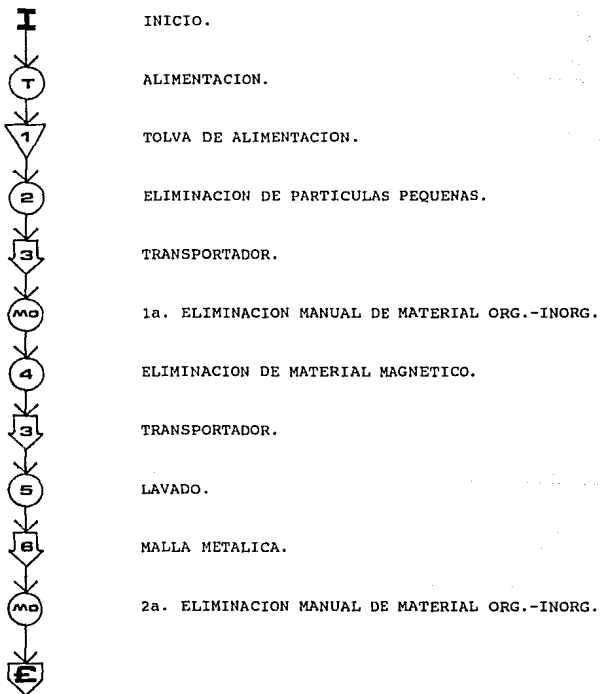
38

- 1 TOLVA DE ALIMENTACION
- 2 CRIBA VIBRATORIA
- 3 TRANSPORTADOR
- 4 POLEA MAGNETICA
- 5 LAVADORA
- 6 MALLA METALICA
- 7 MOLINO
- 8 ELEVADOR DE CANGILONES
- 9 SEPARADOR MAGNETICO
- 10 TOLVA RECEPTORA
- 11 SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA

Caracteristicas

- Equipos 12
- Motores 9
- Mano de obra 4 personas
- Area requerida 400 m²
- Largo 50 mts.
- Ancho 8 mts.

* DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO ALTERNATIVA " C "





3a. ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL ORG.-INORG.

MALLA METALICA.

MOLIENDA.

ELIMINACION GRANULOMETRICA.

TRANSPORTADOR.

ELIMINACION DE MATERIAL MAGNETICO.

INSPECCION Y ELIMINACION DE MATERIAL CONTAMINANTE.

TRANSPORTADOR.

ELEVADOR DE CANGILONES.

TOLVA RECEPTORA.

FIN.

Una vez descritas las tres alternativas con que se cuenta y analizando que cumplen con los objetivos primordiales, se puede decir que la decisión a elegir estará fundamentada en una serie de objetivos no primordiales que requiera cada sistema, como son la mano de obra, el mantenimiento, la inversión inicial y el acarreo de materiales, por lo que para decidir que alternativa se desarrollará se procederá a ponderar cada uno de estos objetivos en base a su importancia.

De los objetivos no primordiales pero de mayor importancia se puede decir que es el mantenimiento que requiera cada alternativa por lo que se ponderará con un valor de 10 y se evaluará cada alternativa en base a la necesidad que requiera cada uno, esto tomando en cuenta la cantidad de equipos, motores y de su lay-out, dándole un valor mayor al que tenga un menor número de equipos, motores y un lay-out mas accesible al proceso, que a fin de cuentas estos puntos son los que determinaran la necesidad de mantenimiento que requiera cada uno.

En segunda importancia esta la mano de obra, por lo que se pondera con un valor de 9 y se clasifica a cada alternativa en base a la necesidad de mano de obra que requiera cada una dándole un valor mayor al que la requiera menos.

En tercer término se esta clasificando a la cantidad de acarreo de material que requiera cada alternativa, debido a que a mayor cantidad de acarreo representará mayor cantidad de merma entre

equipo y equipo y por consiguiente mayor consumo de energía, por lo que se esta ponderando con un valor de 8 a este objetivo.

Por último se procederá a ponderar a la inversión inicial a la cual se le esta asignando un valor de 7 y se evaluará cada alternativa en base al número de equipos, motores, área y el lay-out que tenga cada alternativa.

Una vez determinado el valor de cada uno de los objetivos no obligatorios o deseados se procederá a tomar la decisión de que alternativa es mas conveniente para la implementación de solución en base a una hoja de toma de decisiones.

* HOJA DE TOMA DE DECISION PARA ALTERNATIVAS

OBJETIVOS OBLIGATORIOS		ALTERNATIVA					
		A		B		C	
- Eliminación material magnético		OK		OK		OK	
- Eliminación de tierra y lodo		OK		OK		OK	
- Lavado		OK		OK		OK	
- Eliminación de material org.-inorg.		OK		OK		OK	
- Recuperación de agua		OK		OK		OK	
- Eliminación de material no magnético		OK		OK		OK	
- Acond. granulométrico.		OK		OK		OK	
- Eliminación de partículas peq.		OK		OK		OK	
OBJETIVOS DESEADOS	PUN-TOS	CALI-FICA-CION	PUN-TOS	CALI-FICA-CION	PUN-TOS	CALI-FICA-CION	PUN-TOS
- Inversión inicial.	7	9	63	8	56	10	70
- Mano de obra	9	9	81	10	90	9	81
- Mantenimiento	10	9	90	8	80	10	100
- Acarreo de materiales	8	9	72	9	72	10	80
T O T A L E S			306		298		331

En base al análisis anterior se puede observar que la alternativa " C " es la que mejor cumple con los objetivos obligatorios y los deseados; sin embargo nos queda hacer un análisis de consecuencias adversas de lo que podría suceder si se selecciona la alternativa " C ", ya que es posible que las otras aunque son menos satisfactorias podrían implicar menos riesgos futuros, en base a la probabilidad y la gravedad de los hechos que se puedan suscitar.

Para analizar las consecuencias adversas que representa la alternativa " C ", en primer término se debe de hacer un análisis de todos aquellos hechos que pueden representar un riesgo al proceso, para que posteriormente se ponderen en base a su gravedad en una escala de cero a diez, es decir al de mayor gravedad se le calificará con diez y así sucesivamente, en segundo término se procede a determinar la probabilidad de que suceda alguno de los hechos, sin tomar en cuenta su gravedad, y finalmente se debe de analizar que para todo hecho de gravedad para el sistema se necesita tener una acción preventiva.

* CONSECUENCIAS ADVERSAS ALTERNATIVA " C "

HECHOS	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	ACCION PREVENTIVA
- Alto porcentaje de piedra a la salida	50 %	7	Elaborar especificaciones de compra del deshecho
- Alto porcentaje de partículas pequeñas a la salida	60 %	4	Mantenimiento a equipos y frecuentes análisis granulométrico
- Falla de equipo de alimentos	50 %	5	Alimentación directa por camión de volteo
- Falla de algún equipo de la línea	50 %	10	Programa de mantenimiento preventivo
- Alto porcentaje de mermas	70 %	6	Frecuente muestreo de merma a diferentes equipos
- Inasistencia de personal	50 %	5	Equipos destinados a trabajar a diferentes velocidades
- Falta de agua	50 %	10	Contar con cisterna

Como conclusión del propósito de solución viable, se ha demostrado que se tiene un sistema (alternativa "C") donde se puede conjuntar los dos elementos con que se pretende trabajar, que es la maquinaria y la mano de obra, y consiste en una línea en serie, fundamentada en un proceso lógico y ordenado, que cumple con una serie de objetivos planteados y además no presenta ninguna

consecuencia adversa de alta probabilidad y aún menos de gravedad, por lo que se determina a desarrollar este sistema para el objetivo planteado de ésta tesis.

VI) IMPLANTACION DE SOLUCION

Una vez decidido el sistema a implantar en el proceso para el aprovechamiento de un contaminante sólido e inorgánico (el vidrio), el siguiente paso es hacer una descripción general de las funciones y equipos con que se desea trabajar en la línea. En esta descripción se pretende delinear en forma global las distintas funciones que se intentan efectuar dentro del sistema, tanto en forma manual como por medio de equipo mecánico y además se ira especificando las características de los diferentes equipos que se vayan necesitando en el proceso para ejecutar los objetivos que se anhelan.

VI.1- DESCRIPCION DE FUNCIONES Y EQUIPOS A UTILIZAR.

El diagrama del proceso de flujo del sistema seleccionado en el capítulo anterior para la eliminación de contaminantes, indica once funciones primordiales, en donde tres de ellas se pretenden efectuar por ayuda de mano de obra y las siete restantes por medio de equipo mecánico, las cuales a continuación se iran describiendo objetivos, características, capacidades, etc.

1.- INTRODUCCION DEL DESECHO SOLIDO AL PROCESO.

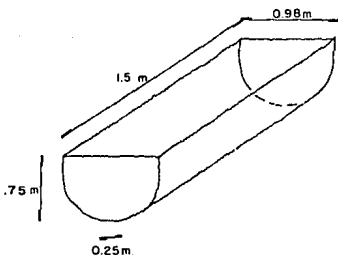
El proceso inicia en una función lógica la cual es la alimentación del desecho a la línea, dicha alimentación se esta

planeando en forma directa o por medio de equipo mecánico (palas mecánicas), para que sea depositado en una tolva de recepción y está alimente directamente el desecho según sean las necesidades de material que requiera la línea.

Se esta estimando tener una relacion de volumen entre la tolva de alimentación y los equipos destinados a alimentar dicha tolva, como también en cuestión dimensional, para que estos equipos puedan dar una funcionabilidad adecuada.

A continuación se presenta el análisis dimensional y volumétrico de los diferentes equipos que se pretenden destinar al suministro de material a la tolva de alimentación.

a) Pala mecánica chica (dimensiones y volumen de concha)



Volumen de pirámide regular



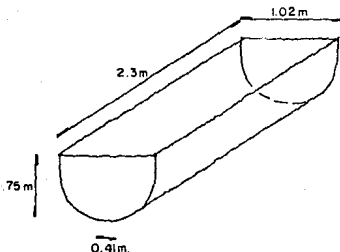
$$V = 1/3 h [B+B'+(BxB')^{1/2}]$$

donde: h = Altura
 B = Area de la base sup.
 B' = Area de la base inf.

DESARROLLO

$$\begin{aligned}
 h &= 0.75\text{m} & + \text{por lo tanto } V &= \frac{1}{3} h [B+B'+(B \times B')^{1/2}] \\
 & & + & \\
 B &= L \times L & + & V = \frac{1}{3} (0.75\text{m}) [(0.375\text{m}^2) + (1.47\text{m}^2) + \\
 B &= (0.25\text{m}) \times (1.5\text{m}) & + & + ((0.375\text{m}^2) \times (1.47\text{m}^2))^{1/2}] \\
 B &= 0.375 \text{ m}^2 & + & \\
 & & + & V = \frac{1}{3} (0.75\text{m}) [(0.375\text{m}^2) + (1.47\text{m}^2) + \\
 & & + & + (0.742 \text{ m}^2)] \\
 B' &= L \times L & + & \\
 B' &= (0.98\text{m}) (1.5\text{m}) & + & V = \frac{1}{3} (0.75\text{m}) [1.940 \text{ m}^2] \\
 B' &= 1.47 \text{ m}^2 & + & \\
 & & + & V = 0.646 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b) Pala mecánica grande (dimensiones y volumen de concha)



Volumen de pirámide regular



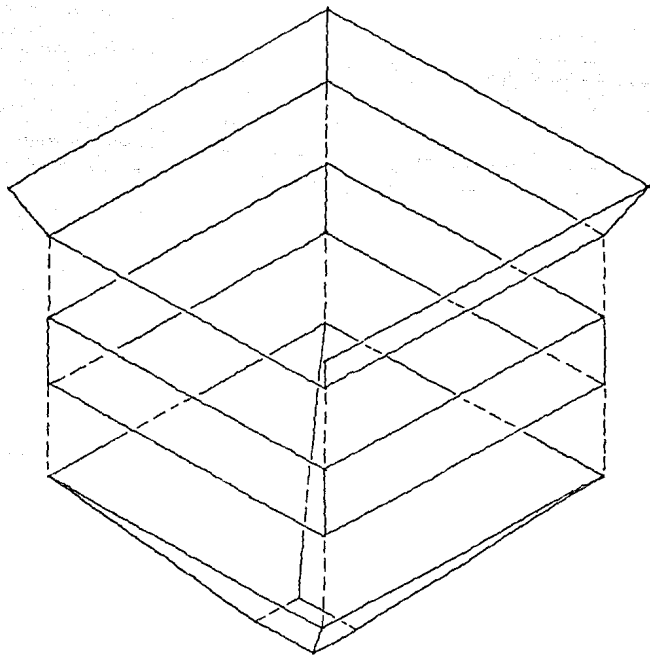
$$V = \frac{1}{3} h [B+B'+(B \times B')^{1/2}]$$

donde: h = Altura
 B = Area de la base sup.
 B' = Area de la base inf.

DESARROLLO

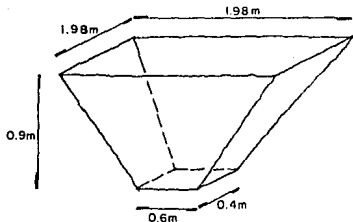
$$\begin{aligned}
 h &= 0.75\text{m} & + \text{por lo tanto } V &= \frac{1}{3} h [B+B'+(B \times B')^{1/2}] \\
 & & + & \\
 B &= L \times L & + & V = \frac{1}{3} (0.75\text{m}) [(0.92\text{m}^2) + (2.346\text{m}^2) + \\
 & & + & + ((0.92\text{m}^2) \times (2.346\text{m}^2))^{1/2}]
 \end{aligned}$$

TOLVA RECEPTORA.



* VOLUMEN A CONTENER POR LA TOLVA

V ----> TRONCO DE PIRAMIDE REGULAR
1



$$V = \frac{1}{3} h [B+B'+(B \times B')^{1/2}]$$

donde: h = Altura

B = Area de la base sup.

B' = Area de la base inf.

DESARROLLO:

$$h = 0.75m$$

$$B = L \times L$$

$$B = (1.98m) \times (1.98m)$$

$$B = 3.92 \text{ m}^2$$

$$B' = L \times L$$

$$B' = (0.4m) \times (0.4m)$$

$$B' = 0.24 \text{ m}^2$$

$$+ \text{ por lo tanto } V = \frac{1}{3} h [B+B'+(B \times B')^{1/2}]$$

+

$$+ V = \frac{1}{3} (0.90m) \left[(3.92m^2) + (0.24m^2) + \right. \\ \left. + \left((3.92m^2) \times (0.24m^2) \right)^{1/2} \right]$$

+

$$+ V = \frac{1}{3} (0.90m) \left[(3.92m^2) + (0.24m^2) + \right. \\ \left. + (0.97 \text{ m}) \right]$$

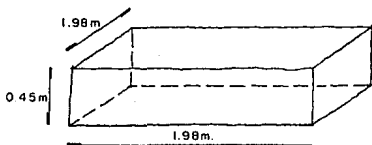
+

$$+ V = \frac{1}{3} (0.90m) \left[5.13 \text{ m}^2 \right]$$

+

$$+ V = 1.53 \text{ m}^3$$

V_2 --> PARALELEPIPEDO



$$V_2 = A * B * C$$

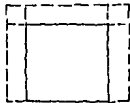
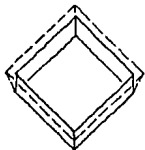
Donde: A = largo = 1.98m
 B = ancho = 1.98m
 C = altura = .45m

Desarrollando:

$$V_2 = 1.98m \times 1.98m \times .45m$$

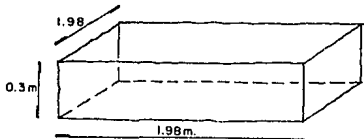
$$V_2 = 1.76 m^3$$

V_3 --> PARALELEPIPEDO



$$V_3 = V_{3a} + 3V_{3b} + 2V_{3c}$$

V_{3a} --> VOLUMEN DEL PARALELEPIPEDO



$$V_{3a} = A * B * C$$

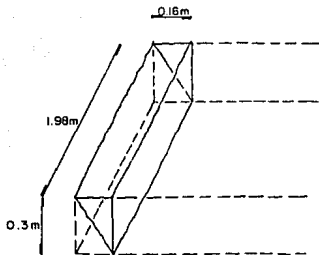
Donde: A = largo = 1.98m
 B = ancho = 1.98m
 C = altura = 0.3m

Desarrollando:

$$V_{3a} = 1.98m \times 1.98m \times 0.3m$$

$$V_{3a} = 1.176 m^3$$

V --> VOLUMEN DEL PRISMA
3b



$$V = (A * B * C) / 3$$

Donde: A = largo = 0.16m
B = ancho = 1.98m
C = altura = 0.3m

Desarrollando:

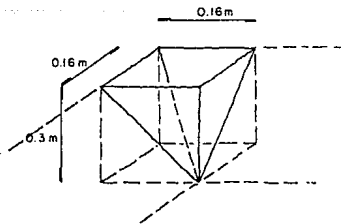
$$V = (.16m * 1.98m * 0.3m) / 3$$

$$V = 0.047 \text{ m}^3$$

NOTA: Lo multiplicamos por 3 por existir 3 partes iguales.

$$V = 0.142 \text{ m}^3$$

V --> VOLUMEN DE PRISMA
3c



$$V = (h * b) / 3$$

Donde: h = altura = 0.3m
b = area de la base
b = L * L = 0.025 m²

Desarrollando:

$$V = (0.3m * 0.025 \text{ m}^2) / 3$$

$$V = 0.0025 \text{ m}^3$$

NOTA: lo multiplicamos por 2 por existir uno de cada lado.

$$V = 0.00512 \text{ m}^3$$

POR LO TANTO:

$$V_3 = V_{3a} + V_{3b} + V_{3c}$$

DONDE:

$$V_{3a} = 1.176 \text{ m}^3$$

$$V_{3b} = 0.426 \text{ m}^3$$

$$V_{3c} = 0.0102 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 1.612 \text{ m}^3$$

NOTA: Analizando las características del volumen 3 se multiplicará por el 50% debido al funcionamiento de la tolva.

$$V_3 = 0.806 \text{ m}^3$$

SUMANDO:

$$\text{Volumen total} = V_1 + V_2 + V_3$$

DONDE:

$$V_1 = 1.53 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 1.76 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 0.806 \text{ m}^3$$

POR LO TANTO:

$$Vt = 1.53 \text{ m}^3 + 1.76 \text{ m}^3 + 0.806 \text{ m}^3$$

$$Vt = 4.096 \text{ m}^3$$

RELACION DE VOLUMEN CONCHAS - TOLVAS

- Volumen a contener concha chica es ; 0.646 m^3
- Volumen a contener concha grande es ; 1.183 m^3
- Volumen a contener por la tolva es ; 4.096 m^3

En conclusión podemos observar que la concha chica nos representa un 16% del volumen a contener por la tolva, es decir que para que sea llenada la tolva se necesitan 6 cargas de la concha chica y la concha grande representa un 29%, lo cual se abastece la tolva receptora con 3.5 cargas de dicha concha.

2.- ELIMINACION DE TIERRA Y PARTICULAS PEQUENAS.

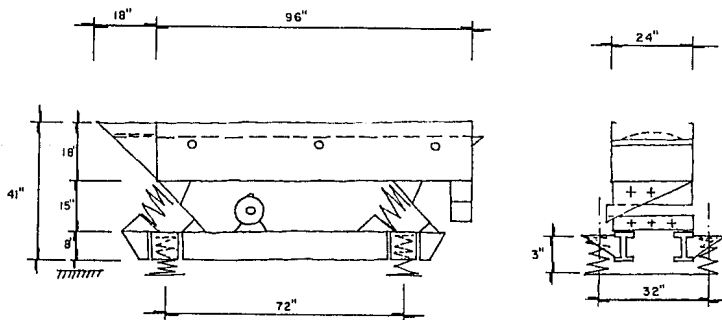
Determinado el equipo de alimentación y el de recepción, la siguiente función a desarrollar dentro de los objetivos que se pretenden cumplir durante el proceso, es la eliminación de tierra y partículas pequeñas; esto debido a que el vidrio que se dispone a reciclar contiene grandes cantidades de tierra así como de

contaminantes pequeños (piedras, maderas, plásticos, etc.), por lo que se pretende que esta sea la primera función a desarrollar, además de que se busca el menor acarreo de estos materiales, puesto que durante el proceso podría generar problemas considerables como es; obstrucción en el lavado, confusión en la selección manual, mala eficiencia del equipo magnético, etc.

Analizando el problema, se pretende que la eliminación de tierra como de partículas pequeñas se haga por medio de equipo mecánico, en primera instancia se estaba planeando hacer dicha eliminación por medio de un crivado sencillo, es decir que la tolva depositará el desecho en una malla metálica la cual presentaba una pendiente X, pero desgraciadamente se presentaban dos problemas a desarrollar, uno era eliminar que el desecho se atorara entre la tolva y la malla y el otro era que avanzara correctamente el material, por lo que se penso aumentar la pendiente de la malla, variar la distancia entre la tolva y la malla, disminuir la cantidad de materia que entregaría la tolva etc., pero en vez de eliminar problemas se presentaban otros problemas, como era la poca eliminación de tierra y partículas pequeñas, se disminuía la cantidad de materia a optimizar etc., por lo que se llevo a la conclusión que si se hacía vibrar la malla se haría avanzar el material adecuadamente, se evitaría los atorones y además se tendría una mayor eliminación de contaminantes.

Por lo que investigando en los equipos mecánicos en la industria con estas características, se determinó que se podía adaptar un tipo de criba vibratoria, la cual cumpla con las necesidades que se pretendían (variación de velocidades, distintos tamaños de partículas a desechar y mayor eliminación de contaminantes), y es así como se determinó adaptar una criba vibratoria al proceso, la cual a continuación se describirán todas sus características.

CRIBA VIBRATORIA..

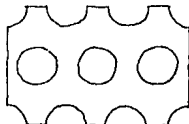


* Características de la criba vibratoria

- Marca	:	ALLIS-CHALMERS
- Modelo	:	"SH" RIPL-FLO
- Tamano	:	3ft x 6ft
- Inclinación	:	20' a la horizontal
- Amplitud de vibración	:	hasta 25mm (1")
- Montaje	:	apoyada en 4 ptos.
- Accesorios adicionales.	:	caja de alimentación y labios de descarga.

+ Malla de alambre acerado

- Perforaciones redondas
- Diámetro de perforación 1/4"
- Perforaciones tresbolillo
- Distancia entre centros 3/8"
- Porcentaje de area abierta 40.2%



+ Motor

- Marca	:	WESTING HOUSE
- Potencia	:	1/2 C.P.
- Velocidad	:	860 rpm
- Voltaje	:	220/440
- Corriente de Op.	:	3.2/1.6 Amp.
- Frecuencia	:	60 Hz
- Trifásico	:	
- Asíncrono	:	

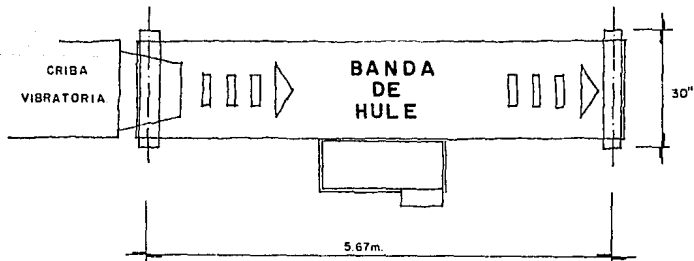


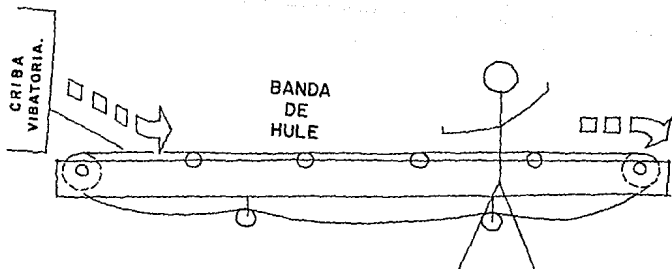
3.- PRIMERA ELIMINACION DE MATERIAL ORGANICO-INORGANICO
Y MATERIAL MAGNETICO.

Eliminando uno de los principales contaminantes (tierra), se pretende instalar un equipo en el cual se pueda cumplir una serie de objetivos dentro del proceso, los cuales son la eliminación de material orgánico-inorgánico en forma manual y la eliminación de

material magnético en forma automática, como también el de transportar el material al siguiente equipo mecánico.

El equipo con el que se pretende hacer estas funciones, es un transportador de banda de hule vulcanizado de 1/2" de espesor por 30" de ancho y 5.76m de largo entre centros de flechas, la cual es dirigida por 2 poleas de 14" de diámetro y un motor de 3 C.P.. En este transportador se aprovechará sus características para instalar en la polea final, una polea magnética, la cual eliminará una gran cantidad de material magnético, como también se instalará una estación de eliminación de material orgánico e inorgánico en forma manual, como se muestra a continuación.





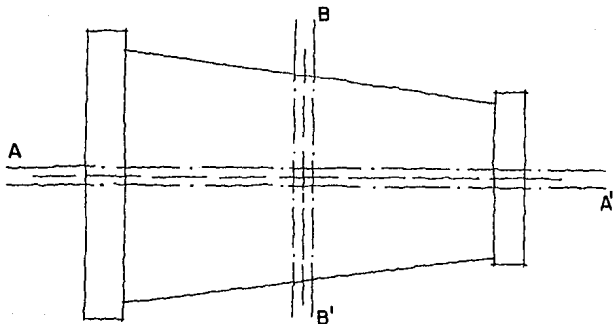
+ CARACTERISTICAS DE MOTOR

-	Marca	:	SIEMENS
-	Potencia	:	3 C.P.
-	Velocidad	:	1160 rpm
-	Voltaje	:	220/440
-	Corriente de Op.	:	11.5/5.75 Amp.
-	Frecuencia	:	60 Hz
-	Trifásico	:	
-	Asíncrono	:	

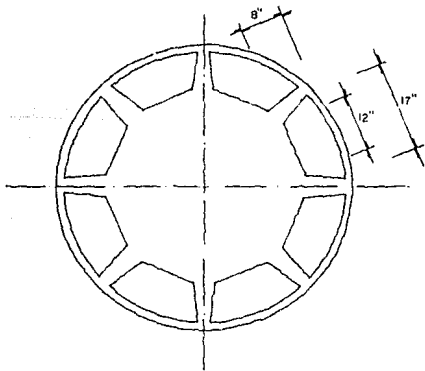
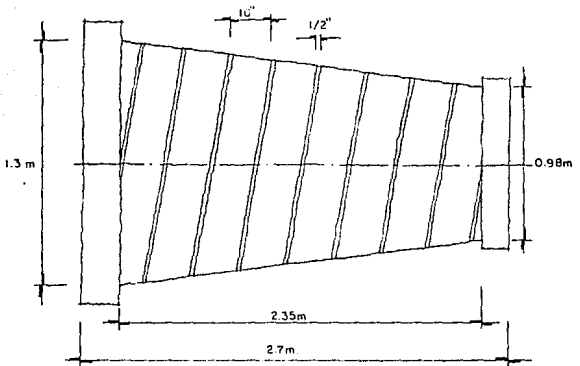
4.- LAVADO

El siguiente paso a desarrollar consiste en lavar el vidrio de desecho, es decir eliminar, lodo, sustancias químicas, sustancias solubles en agua, etc., pero para que esta función sea desarrollada se requiere de un sistema de lavado con ciertas características, tales como manejo de grandes cantidades de material y sobre todo eficiencia en su funcionamiento.

El sistema de lavado consiste en un cono truncado de lámina gris acerada con una serie de aspas en su interior, del mismo material, en forma de espiral, el cual es alimentado por el diámetro mayor, y al instante de hacer giros hace avanzar al material dándole un lavado adecuado y minucioso, por medio de una alimentación de agua que se encuentra al inicio del cono, como se muestra en el esquema que sigue.

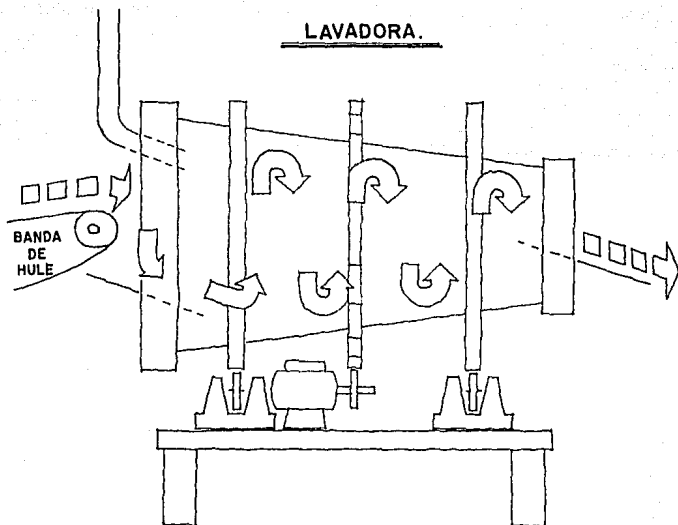


CORTE A - A'



CORTE B - B'

LAVADORA.



+ MOTOR

- Marca : SIEMENS
- Potencia : 5 C.P.
- Velocidad : 1750 rpm
- Voltaje : 220/440
- Corriente de Op. : 37/ 18.5 Amp.
- Frecuencia : 60 Hz
- Trifásico
- Asincrono

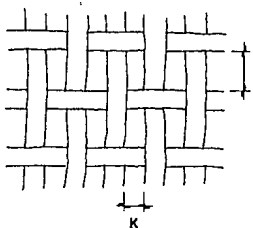
5.- SEGUNDA ELIMINACION DE MATERIAL ORGANICO-INORGANICO

Ya que se ha realizado la función de lavado, la siguiente función es la segunda eliminación de material orgánico-inorgánico en forma manual.

La eliminación empieza cuando la lavadora entrega el material a una banda transportadora de malla metálica de tipo rectangular con un ancho 36" por 9 m de largo entre centros de flechas, la cual es dirigida por dos poleas de 12" de diámetro y accionada por un motor de 5 C.P..

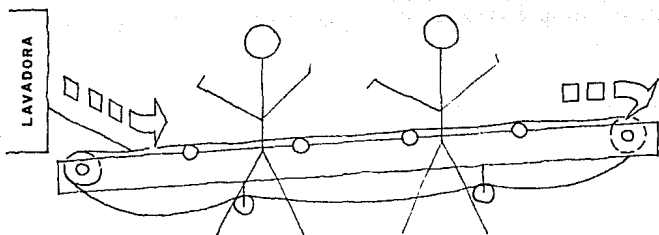
El transportador se desarrollo con estas características para poder instalar dos estaciones de eliminación de material orgánico e inorgánico en forma manual, y además con la intención de que la malla metálica elimine partículas pequeñas y la mayor cantidad de agua que pueda contener el vidrio lavado.

* Características de la MALLA METALICA

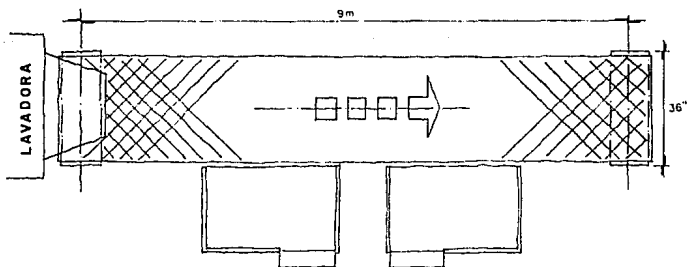


MALLA RECTANGULAR

- Calibre del alambre: 10 (aprox. 19/64")
- L = Largo de apertura 3/8"
- K = Ancho de apertura 3/16"
- Porcentaje de area abierta : 42%
- Peso aprox. por m2 : 15.354 Kg.



MALLA METALICA.



* CARACTERISTICAS DE MOTOR

- Marca	:	US
- Potencia	:	5 C.P.
- Velocidad	:	1800 rpm
- Voltaje	:	220/440
- Corriente de Op.	:	14.2/7.1 Amp.
- Frecuencia	:	60 HZ
- Trifásico	:	
- Asíncrono	:	

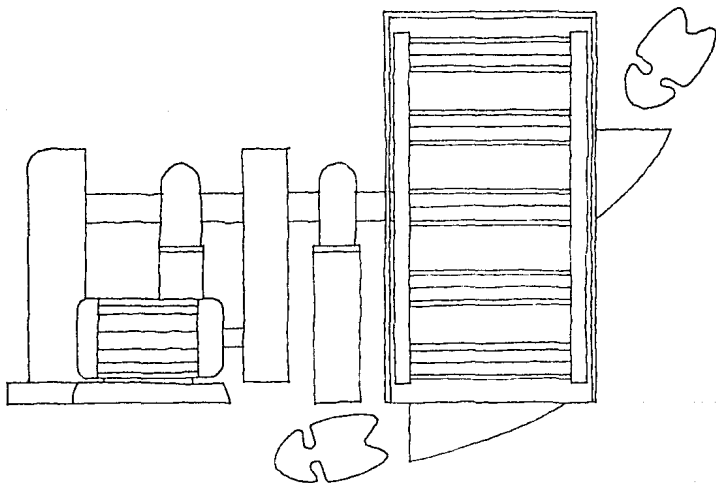
6.- TRITURACION

Una vez que el vidrio de desecho se le ha dado un lavado y se le ha eliminado una gran cantidad de contaminantes, la siguiente función, es el de uniformizar el tamaño de partícula de vidrio que se pretende suministrar como insumo en la industria del vidrio, por medio de una trituración, la finalidad es la facilidad de manejo, así como disminuir la segregación en el proceso de fundición, ahorro de combustible en la fundición, poder eliminar una mayor cantidad de contaminantes, etc., por lo que se dispone que esta función sea efectuada por un equipo mecánico llamado molino de impacto.

El molino de impacto realiza su trituración de material, por medio de un rodete en su interior (jaula de ardilla), el cual es conducido por la flecha motriz de un motor de 15 C.P., que lo hace girar rápidamente para recibir una vena descendente de material para que sea golpeado fuertemente y así cumplir el objetivo deseado. La separación de los barrotos del rodete en combinación con la velocidad de éste, nos determinarán el tamaño de partícula resultante, por lo que tiene la ventaja de que el material que no

adquiera el tamaño adecuado no podrá abandonar el interior del rodete, por consiguiente será golpeado nuevamente hasta adquirir las características del equipo y así le permitan la salida.

* MOLINO DE IMPACTO



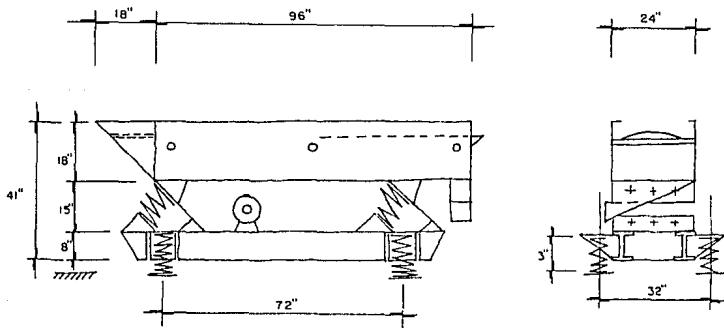
* CARACTERISTICAS DEL MOTOR

- Marca : SIEMENS
- Potencia : 15 C.P.
- Velocidad : 1750 rpm
- Voltaje : 220/440
- Corriente de Op. : 37/18.5 Amp.
- Frecuencia : 60 Hz
- Trifásico
- Asíncrono

7.- ELIMINACION GRANULOMETRICA

Triturado el material el siguiente paso a desarrollar, es el de eliminar todo material que no cumpla con la granulometría deseada, que en este caso es el de eliminar todo material que sea mayor a $1 \frac{1}{2}$ in, la cual en su gran mayoría esta compuesta por materiales contaminantes tales como plásticos, maderas, metales, etc., por lo que se pretende que dichos materiales sean eliminados por medio de un cribado, en forma similar como se elimino las partículas pequeñas pero ahora en forma inversa, es decir eliminar las partículas grandes y aprovechar las partículas pequeñas para que sean conducidas al siguiente proceso.

A continuación se presenta un esquema y las características de la criba vibratoria con la que se pretende ejecutar dicha función.



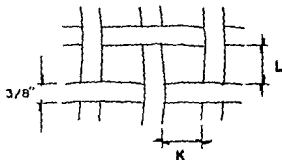
CRIBA VIBRATORIA

* Características de la criba vibratoria

- Marca	:	ALLIS-CHALMERS
- Modelo	:	"SH" RIPL-FLO
- Tamaño	:	3ft x 6ft
- Inclinación	:	20' a la horizontal
- Amplitud de vibración	:	hasta 25mm (1")
- Montaje	:	apoyada en 4 ptos.
- Accesorios adicionales	:	caja de alimentación y labios de descarga.

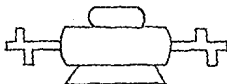
+ Malla de alambre acerado

- Calibre de alambre 3/8"
- L = largo de apertura 1"
- K = ancho de apertura 1"
- Porcentaje de área abierta
- peso aproximado por m²



+ Motor

- Marca : WESTING HOUSE
- Potencia : 1/2 C.P.
- Velocidad : 860 rpm
- Voltaje : 220/440
- Corriente de Op. : 3.2/1.6 Amp.
- Frecuencia : 60 Hz
- Trifásico
- Asíncrono

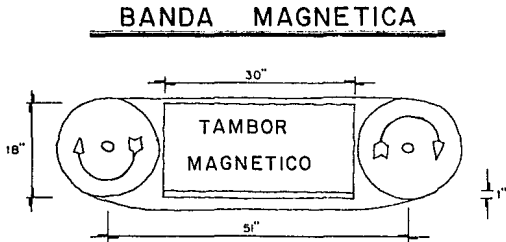


8.- TERCERA ELIMINACION DE MATERIAL ORGANICO-INORGANICO
Y MATERIAL MAGNETICO

Después de que la materia se ha cribado por segunda ocasión nos resta por ejecutar las dos últimas eliminaciones de contaminantes, una es la de material magnético en forma automática y la otra es de material orgánico-inorgánico en forma manual. Dichas funciones se desean desarrollar por medio de un equipo que nos permita cumplir estos objetivos y además se pueda transportar el material al siguiente equipo mecánico.

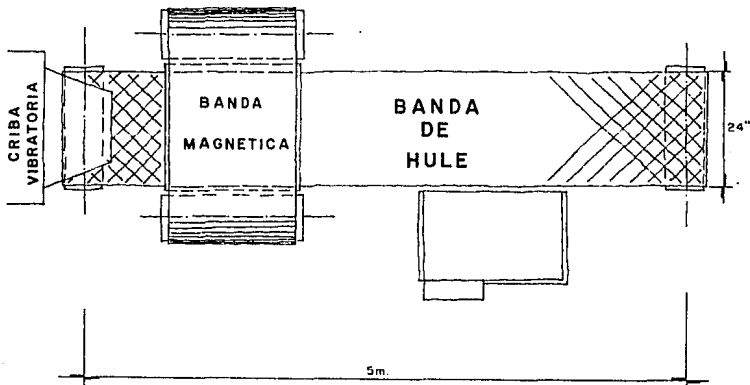
El sistema con el que se desea hacer estas funciones, es por medio de un transportador de banda de hule vulcanizado de 1/2" de espesor por 24" de ancho y 5.00 mts. de largo entre centros de flechas, la cual es dirigida por dos poleas de 14" de diámetro y un motor de 1 1/2 C.P.. En este transportador se aprovechará sus características, para instalar una banda magnética por la parte superior a una altura de 10" del transportador, la cual eliminará todo material magnético que pase por debajo de esta.

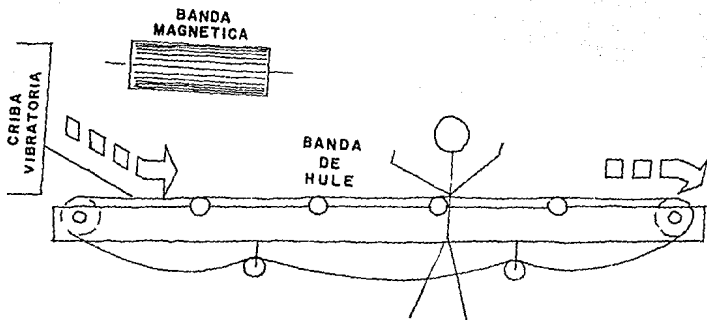
La banda magnética consiste, en una banda de hule vulcanizado de 1/2" de espesor por 30" de ancho y 51" de largo entre centros de flechas, la cual es dirigida por dos poleas de 18" de diámetro e impulsadas por un motor de 1 1/2 C.P.. Esta banda magnética realiza su función por medio de una placa magnética que se encuentra entre las dos poleas, el cual atrae a los materiales que pasan por la parte de abajo en el transportador y a su vez la banda de hule vulcanizado de la banda magnética arroja los materiales atraídos por la placa a un lado del transportador, como se muestra a continuación.



La segunda eliminación que se pretende ejecutar sobre el transportador, es la de implementar la tercera eliminación de material orgánico-inorgánico.

Esta función consiste en instalar una estación de eliminación de material orgánico-inorgánico en forma manual, en la cual se pretende eliminar todo aquel material contaminante que no haya sido eliminado durante el proceso de la línea.





* CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES

- Marca
- Potencia
- Velocidad
- Voltaje
- Corriente de Op.
- Frecuencia
- Trifásico
- Asíncrono

TRANSPORTADOR

U.S.
 1 1/2 C.P.
 1180 rpm
 220/440
 5.2/2.6
 60 Hz

B. MAGNETICA

U.S.
 1 1/2 C.P.
 1180 rpm
 220/440
 5.2/2.6
 60 Hz

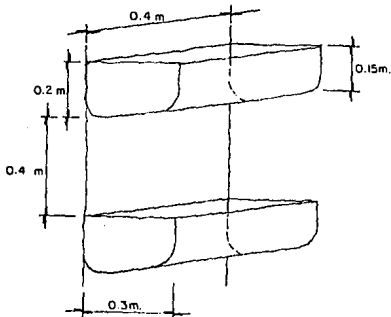
9.- ALMACENAJE

Una vez que se tiene el material listo para ser reciclado nos queda por definir como será el almacenaje.

La banda transportadora entregará el material a un elevador de cangilones, el cual dará el material a una tolva de almacenamiento para que esté predispuesto para utilizarse como insumo.

A continuación se describen los equipos a utilizarse en el almacenamiento así como el análisis volumétrico de los equipo a utilizar.

* ANALISIS VOLUMETRICO DE CANGILONES.



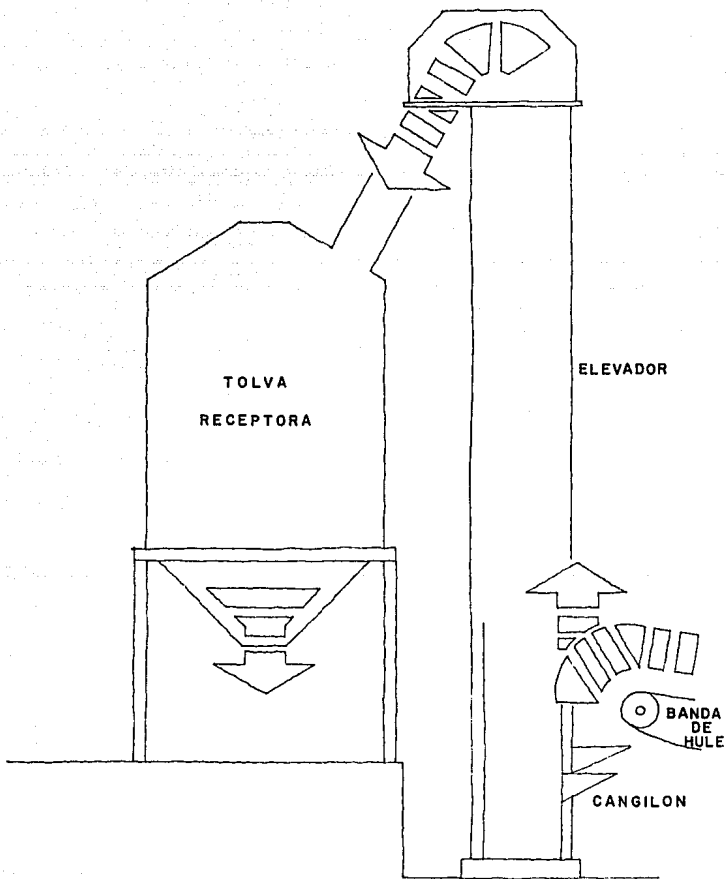
TRONCO DE PIRAMIDE REGULAR

$$V_1 = \frac{1}{3} h (B' + B + ((B \times B')^{1/2}))$$

DONDE: h = Largo de cangilon
B = Area del lado mayor
B' = Area del lado menor

POR LO TANTO:

$$\begin{aligned} h &= 0.3 \text{ m} \\ B &= L \times L = 0.4 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} = 0.08 \text{ m}^2 \\ B' &= L \times L = 0.4 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} = 0.06 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



DESARROLLANDO:

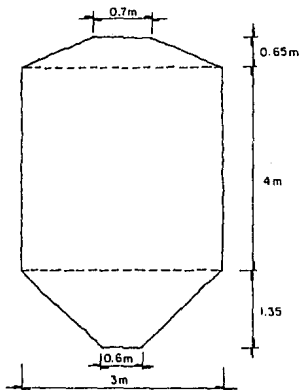
$$V_1 = \frac{1}{3} (0.3\text{m}) (0.08\text{m}^2 + 0.06\text{m}^2 + (0.08\text{m} \times 0.06\text{m})^{1/2})$$

$$V_1 = 0.209 \text{ m}^3$$

* Características del motor del elevador de cangilones

- Marca : Siemens
- Potencia : 50 HP
- Voltaje : 220 / 440
- Velocidad : 1180 rpm
- Corr. Op. : 18.1 / 9.05
- Frecuencias : 60 Hz
- Trifásico
- Asíncrono

* Análisis dimensional y volumétrico de Tolva Receptora



Material --> lámina gris de 1/2" de espesor

* Volumen a contener por la tolva receptora



--> Tronco de pirámide regular

$$V_1 = \frac{1}{3} h (B' + B + ((B' \times B)^{1/2}))$$

DONDE: h = Altura
 B' = Area de la base sup.
 B = Area de la base inf.

POR LO TANTO:

$$h = 1.35 \text{ m}$$

$$B' = 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$$

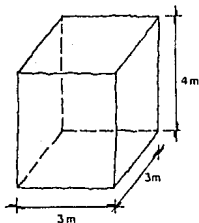
$$B = 0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} = 0.36 \text{ m}^2$$

DESARROLLANDO:

$$V_1 = \frac{1}{3} (1.35\text{m}) (0.36\text{m}^2 + 9\text{m}^2 + (0.36\text{m} \times 9\text{m}^2)^{1/2})$$

$$V_1 = \frac{1}{3} (1.35\text{m}) (11.16\text{m}^2) = 5.022 \text{ m}^3$$

V_2 -----> PARALELEPIPEDO - RECTANGULAR



$$V_2 = A \times B \times C$$

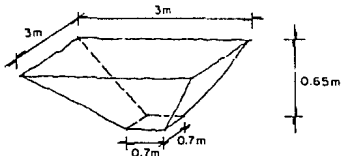
DONDE: A = largo = 3m
 B = ancho = 3m
 C = altura = 4m

DESARROLLANDO:

$$V_2 = 3\text{m} \times 3\text{m} \times 4\text{m}$$

$$V_2 = 36 \text{ m}^3$$

V_3 -----> TRONCO DE PIRAMIDE REGULAR



$$V_3 = \frac{1}{3} h (B' + B + (B' \times B)^{1/2})$$

DONDE:
 h = altura = 0.65m
 B' = area base superior
 B = area base inferior

POR LO TANTO:

$$h = 0.65 \text{ m}$$

$$B' = L \times L = 0.7 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} = 0.49 \text{ m}^2$$

$$B = L \times L = 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$$

DESARROLLANDO:

$$V_3 = \frac{1}{3} (0.65 \text{ m}) (0.49 \text{ m}^2 + 9 \text{ m}^2 + (9 \text{ m}^2 * 0.49 \text{ m}^2)^{1/2})$$

$$V_3 = \frac{1}{3} (7.53 \text{ m}^3) = 2.51 \text{ m}^3$$

NOTA: Sumando $V_1 + V_2 + V_3$ obtendremos el volumen total de la tolva receptora.

$$\text{VOLUMEN TOTAL} = V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

DONDE:

$$V_1 = 5.022 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 36 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 2.51 \text{ m}^3$$

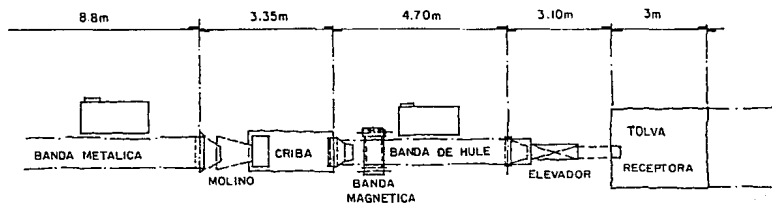
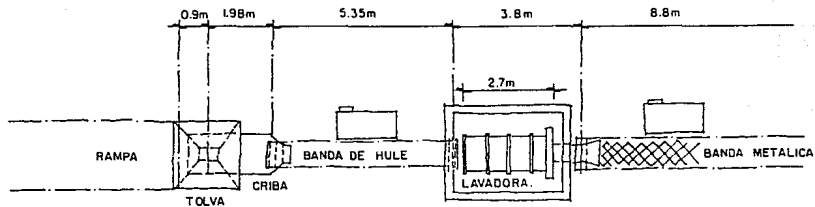
POR LO TANTO:

$$V_t = 5.022 \text{ m}^3 + 36 \text{ m}^3 + 2.51 \text{ m}^3 = 43.53 \text{ m}^3$$

RELACION DE VOLUMEN - TOLVA DE ALIMENTACION - TOLVA RECEPTORA

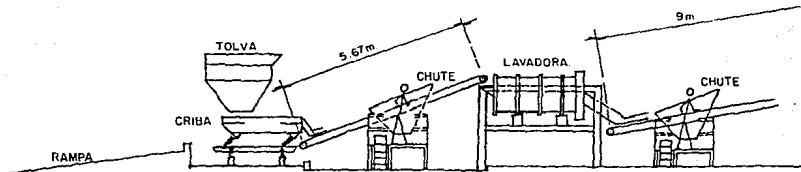
- Volumen a contener por tolva de alimentación ; $4.096m^3$
- Volumen a contener por tolva receptora ; $45.53m^3$
- Volumen a contener por el medio de transporte; $7m^3$ (promedio)

Como conclusión se puede determinar que la tolva de alimentación representa el 9% y el medio de transporte común (camión de volteo) representa el 15.4% del volumen a contener por la tolva receptora, es decir, para poder llenar la tolva receptora se necesita 10 cargas de la tolva de alimentación y para vaciarla se requiere de 7 carros de volteo.

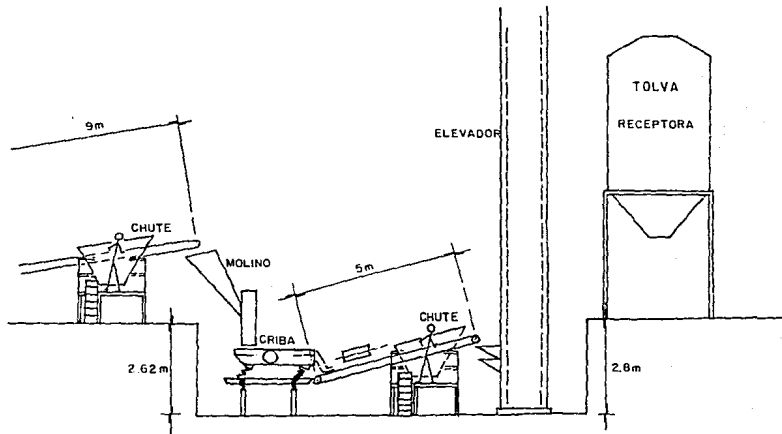


88

PLANTA.



1/9



VISTA LATERAL.

VI.3- SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA

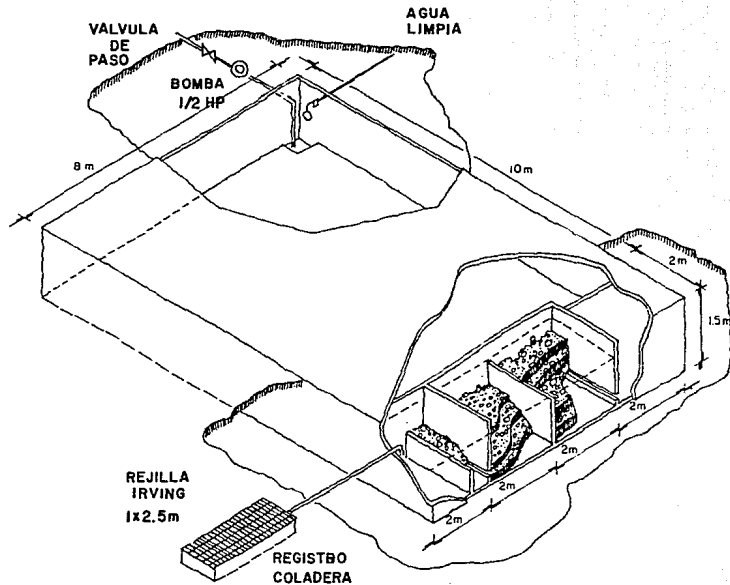
El sistema de recuperación de agua con el que se pretende trabajar, consiste en un sistema simple y sencillo de filtración de agua por medio de arenas, el cual esta compuesto por dos partes; una destinada a filtración que parte del principio de vasos comunicantes en donde se va minando el agua por las diferentes arenas, para que así pase a la segunda parte del sistema que consiste en el área de almacenaje en donde es una simple cisterna con una alimentación de agua limpia si se requiere y un ducto de extracción con su bomba hidráulica, instalada para alimentar a la lavadora constantemente.

+ Area de filtración.

- Arena de rio.
- Grava blanca o gravilla.
- Carbón activado.

+ Area de almacenaje.

- Capacidad aprox. 120 m³



SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA

* CAPACIDAD DE LA LINEA.

Una vez que se ha descrito los equipos con los que se desea trabajar se determinará la capacidad estimada de la línea, para que posteriormente se pueda determinar en base a esta si el proyecto de tesis tiene una rentabilidad.

En primer término para calcular la capacidad se tendrán que definir las dos variables primordiales en el proceso que son las que determinarán la velocidad de la línea y por consiguiente la capacidad, una de estas variables es la cantidad de contaminantes que se estima en promedio trae el vidrio de desecho y la otra limitante es la velocidad de la línea en las estaciones de eliminación manual, para que así tengan la eficiencia adecuada de su función.

En base a pruebas se ha determinado que el vidrio de desecho en nuestro país trae alrededor de un 85 % de vidrio y un 15 % de contaminantes diversos, por lo que a continuación se tendrá que describir la composición de este 15 %, para poder determinar en que parte del proceso se pretenden eliminar y así poder saber que cantidad de material se va a manejar, la que se eliminará en los diferentes puntos del sistema y la que se obtendrá al final de la línea.

1.- CONTAMINANTES CARACTERISTICOS EN EL VIDRIO DE DESECHO (15%).

- Material Inorgánico (9%).

Piedra y Tierra.	5.40 %
Material Magnético.	2.55 %
Material no Magnético.	0.75 %
Partículas peq. y Otros.	0.30 %

- Material Orgánico (6%).

Plástico.	2.40 %
Restos Alimenticios.	1.20 %
Papel.	1.80 %
Madera.	0.60 %

Una vez que se tiene definido cuales son los principales contaminantes que contiene el vidrio de desecho, se procede a determinar el porcentaje de contaminantes que eliminará la mano de obra y el porcentaje que eliminará los equipos, para así saber la cantidad de material que se pretende manejar y a que velocidad en cada uno de los equipos tanto en su entrada como en su salida.

2.- ELIMINACION DE CONTAMINANTES POR CADA EQUIPO.

- Tierra y Piedras (5.4%):	Criba Vibratoria (1)	2.0 %
	Lavadora	3.0 %
	Malla Metálica	0.4 %

- Mat. Magnético (2.55%) :	Polea magnética	0.80 %	
	Eliminación Manual	0.15 %	x c/est.
	Criba Vibratoria (2)	0.35 %	
	Banda Magnética	0.80 %	
- Mat. no Magnético (0.75%) :	Elim. Manual	0.15 %	x c/est.
	Criba Vibratoria	0.15 %	
- Part. Pequeñas (0.30%) :	Criba Vibratoria (1)	0.12 %	
	Lavadora	0.12 %	
	Malla Metálica	0.06 %	
- Papel (1.80 %) :	Eliminación Manual	0.15 %	x c/est.
	Lavadora	0.40 %	
	Criba Vibratoria (2)	0.80 %	
- Plástico (2.40 %) :	Eliminación Manual	0.50 %	x c/est.
	Criba Vibratoria (2)	0.40 %	
- Madera (0.60 %) :	Eliminación manual	0.12 %	x c/est.
	Criba Vibratoria (2)	0.12 %	
- Rest. Alimenticios (1.2%) :	Elim. Manual	0.25 %	x c/est.
	Lavadora	0.10 %	
	C. Vibratoria (2)	0.10 %	

Por lo tanto:

- Criba vibratoria (1) (Part. Peq.)	2.12 %
- Eliminación Manual (1er. est.)	1.32 %
- Polea Magnética	0.80 %
- Lavadora	3.62 %
- Malla Metálica	0.46 %
- Eliminación Manual (2a. y 3a. est.)	2.64 %
- Criba vibratoria (2) (Part. Grand.)	1.92 %
- Banda Magnética	0.80 %
- Eliminación Manual (4a. est.)	1.32 %

	15.00 %

Determinado el porcentaje estimado a eliminar por cada equipo, se procederá a calcular la capacidad de la línea partiendo de una velocidad media en las estaciones de eliminación manual de 10 mts. por minuto.

3.- BANDA DE HULE (1A. ESTACION).

- Ancho de material sobre banda 35.0 cm.
- Altura de material sobre banda 2.54 cm.
- Velocidad media de la banda 10 mts./min.
- Densidad del vidrio de desecho 1.33 grms/cm³

Volumen/mt. = (Ancho x Altura x lmt. x Densidad)

Volumen/mt. = 11.82 kg/mt.

Cap. de la Banda = (Velocidad de Banda x Volumen/mt.)

Capacidad de la Banda = 118.2 kg/min.

Por lo tanto una vez calculada la cantidad de materia que manejara la banda por minuto, se podrá determinar la capacidad que se requiere de alimentación en la forma siguiente:

Capacidad requerida de alimentación = Cap. de la Banda de Hule
+ el % de contam. que
elimine la criba ví-
bratoria (part. peq.)

Cap. Req. de Alim. = (118.2 kg/min + 2.12 % de Cont.)

Capacidad requerida de alimentación = 120.7 kg/min.

Obtenida la cantidad de materia que se requiere en la alimentación y la cantidad de materia que se manejará en la banda de hule se podrá determinar la cantidad de material que recibirá la lavadora.

- Eliminación Manual	1.32 %
- Polea magnética	0.80 %

	2.12 % (Cont. a elim. en B. de H.)

Por lo tanto la lavadora recibirá 115.69 kg/min.

4.- LAVADORA

Para determinar la velocidad de la lavadora es decir la cantidad de vueltas por minuto, se procederá a seccionar el cono de la lavadora en 8 partes para así determinar el perímetro de cada sección y poder obtener la distancia total que recorrería la materia en su interior.

	Diámetro	Perímetro
1a. Sección	126.71 cm.	398.0 cm.
2a. Sección	122.70 cm.	385.5 cm.
3a. Sección	119.10 cm.	374.2 cm.
4a. Sección	115.47 cm.	362.8 cm.
5a. Sección	111.84 cm.	351.4 cm.
6a. Sección	108.20 cm.	339.9 cm.
7a. Sección	104.58 cm.	328.5 cm.
8a. Sección	101.00 cm.	317.3 cm.

		28.57 mts.

Se está estimando que debido a la baja velocidad de la lavadora es nula la velocidad centrífuga, por consiguiente se considera que la materia viaje el 40 % de la periferia de las secciones (28.57 mts x 0.40 = 11.43 mts), es decir que para que se maneje la misma velocidad de 10 mts por minuto la lavadora deberá girar a una velocidad de 7 vueltas por minuto.

Para calcular la cantidad de material que entregará la lavadora a la malla metálica, simplemente se le eliminará al material de

entrada el porcentaje de contaminantes estimado que se pretende que elimine, es decir 115.69 kg/min. menos el 3.62% de contaminantes.

Por lo tanto la malla metálica recibirá 111.5 kg/min. de de vidrio de desecho.

5.- MALLA METALICA (2a. Y 3a. ESTACION).

Para calcular la capacidad y la velocidad con la que trabajará la malla metálica se deberá de tomar en cuenta los dos objetivos que se realizaran en esta, debido a que se pretende eliminar lo mas posible la humedad que adquirio en la lavadora y de tener la segunda y tercer estación de eliminación manual.

- Ancho de material sobre la malla 45 cm.
- Altura de material en la malla 1.9 cm. aprox. 3/4"
- Densidad del vidrio sucio 1.33 grms/cm³
- Volumen a transportar 111.5 kg/min

$$\text{Volumen/m} = (\text{Ancho} \times \text{Altura} \times \text{1mt.} \times \text{Densidad})$$

$$\text{volumen/m} = 11.4 \text{ kg/m}$$

Por lo tanto :

$$\text{Velocidad de la Malla} = \text{Vol. a Transportar} / \text{Volumen/m}$$

$$\text{Velocidad de la Malla} = 9.78 \text{ m/min. Aprox } 10 \text{ m/min.}$$

Para calcular la cantidad de material que entregará la malla

metálica, se hará de la forma siguiente:

- Malla Metálica	0.46 %
- 2a y 3a eliminación manual	2.64 %

	3.10 % (Cont. a elim. en M.M.)

Por lo que el molino recibirá 108.04 kg/min. y son los mismos que deberá de entregar a la criba vibratoria que esta destinada a eliminar particulas grandes.

Para calcular la cantidad de material que recibirá la última banda de hule, simplemente se le restará el 1.92 % de contaminantes que eliminará la criba vibratoria al material que reciba la misma del molino.

Por lo tanto la banda de hule final recibirá 105.96 kg/min.

6.- BANDA DE HULE (4a. ESTACION Y BANDA MAGNETICA)

- Ancho de Material en la Banda	40 cm
- Altura de Material en la Banda	1.9 cm
- Densidad del Vidrio Sucio	1.33 grms/cm ³
- Volumen a Transportar	105.96 kg/min

$$\text{Volumen/m} = (\text{Ancho} \times \text{Altura} \times \text{1mt.} \times \text{Densidad})$$

$$\text{Volumen/m} = 10.13 \text{ kg/m}$$

Por lo tanto :

$$\text{Velocidad de la Banda} = \text{Vol. a Transportar} / \text{Volumen/m}$$

$$\text{Velocidad de la Banda} = 10.45 \text{ m/min. Aprox } 10 \text{ m/min.}$$

Una vez calculada la velocidad de la banda se determinara la cantidad de contaminantes que se eliminara en la misma.

- Banda Magnética	0.80 %
- 4a. Eliminación Manual	1.32 %

	2.12 % (Cont. a Eliminar en B de H)

Por lo tanto en la criba vibratoria se eliminaran el 2.12 % de contaminantes, es decir que entregará 103.71 kg/min al elevador de cangilones.

7.- ELEVADOR DE CANGILONES.

- Volumen a Contener por Cangilón	0.011 m3
- Volumen a Transportar por el Elevador	103.7 kg/min
- Densidad del Vidrio Quebrado	1.33 grms/cm3
- Capacidad del Cangilón al 100 %	14.63 kg
- Cap. de Trabajo del Cangilón al 50 %	7.31 kg

Vel. del Elevador = Vol. a Transp. / Cap. del Cangilón al 50 %

Vel. del Elevador = 14.18 Cang./min.

8.- CONCLUSIONES DE CAPACIDAD DE LINEA.

Como conclusión se puede definir que la línea tiene una capacidad de limpieza de vidrio de desecho de 103.71 kg/min mas un porcentaje de humedad que retiene el vidrio en la lavadora que se estima de un 2 %, por lo que se define que su capacidad de la línea oscila en 105.78 kg/min.

NOTA : Cabe aclarar que en la línea hay equipos que se pueden adaptar a las necesidades que requiera la misma, en base a las características en las que se encuentre el vidrio de desecho tales como la lavadora, las cribas, las bandas, etc., es decir que la capacidad de la línea estará determinada por la cantidad de contaminantes que traiga el vidrio de desecho, por lo que se concluye que a mayor cantidad de contaminantes va a ser menor la capacidad y a menor contaminantes mayor la capacidad.

VII) ANALISIS ECONOMICO

VII.1- COSTOS DE INVERSION INICIAL.

a) ADQUISICION DE EQUIPO.	\$ 226'000,000.00
b) ADQUISICION DE TERRENO.	\$ 520'000,000.00
c) ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO.	\$ 460'200,000.00
d) INVENTARIO.	\$ 55'172,200.00
TOTAL	\$ 1'261'372,200.00

VII.2- COSTOS DE OPERACION.

	SEMANAL.	POR TONELADA.
a) MANO DE OBRA.	\$ 2'814,516.00	\$ 4,929.00
b) MANTENIMIENTO.	\$ 869,230.70	\$ 1,522.29
c) ENERGIA ELECTRICA.	\$ 472,500.00	\$ 827.50
d) AGUA.	\$ 57,600.00	\$ 100.10
e) FLETES POR DESPERDICIO.	\$ 3'069,000.00	\$ 5,375.00
f) GASTOS IND. DE ADMINISTRACION.	\$ 10'394,002.00	\$ 18,203.00
g) DEPRECIACION.	\$ 434,615.00	\$ 761.15
h) ALQUILER DE EQUIPO MECANICO.	\$ 5'796,000.00	\$ 10,151.00
TOTAL	\$ 23'907,474.00	\$ 41,869.00

VII.3- ANALISIS COSTO BENEFICIO.

a) COSTO DE TONELADA DE VIDRIO SUCIO.	(\$ 145,190.00)
b) PRECIO DE VENTA DE VIDRIO LIMPIO.	(\$ 228,600.00)
c) TONELADAS REQUERIDAS A LAVAR PARA REMUNERAR LA INVERSION INICIAL.	(63,854 Ton.)
d) TIEMPO REQUERIDO PARA FINIQUITAR LA INVERSION INICIAL.	(112 Semanas.)

VII.1- COSTO DE INVERSION INICIAL.

a) ADQUISICION DE EQUIPO:

EQUIPO	COSTO APROX.
Tolva de alimentación	\$ 11'000,000.00
Criba vibratoria (1)	\$ 18'000,000.00
Banda de hule (1)	\$ 3'000,000.00
Polea magnética	\$ 4'000,000.00
Lavadora	\$ 18'000,000.00
Malla metálica	\$ 6'000,000.00
Molino de impacto	\$ 15'000,000.00
Criba vibratoria (2)	\$ 18'000,000.00
Banda de hule (2)	\$ 3'000,000.00
Banda magnética	\$ 12'000,000.00
Elevador de cangilones	\$ 22'000,000.00
Tolva receptora	\$ 16'000,000.00
Báscula (30 ton.)	\$ 35'000,000.00
Estructura y soportería	\$ 30'000,000.00
Instalación	\$ 15'000,000.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 226'000,000.00

b) ADQUISICION DE TERRENO.

AREA	SUPERFICIE (m ²)
Requerida por la línea (ancho 8 mts.) (largo 50 mts.)	400 m ²
Requerida por la oficina	20 m ²

AREA	SUPERFICIE (M ²)
Requerida por la báscula.	80 m ²
Requerida para maniobras e inventario	800 m ²
Inventario de 4 días = 380 ton. montones de : 10 mts. de diámetro. 1.5 mts de altura	
Vol = $(1/3) \times 3.1416 \times r^2 \times \text{Altura}$	
Vol = 39.26 m ³	
Toneladas/ Monton = Volumen X Densidad	
Toneladas/ Monton = 39.26m ³ X 1,300 Kg/m ³	
Toneladas/ Monton = 51.05	
por lo tanto (380 ton./ 51.05 ton. = 7.5 montones)	
Superficie total requerida	1,300 m ²

Determinada el área que se requiere para la instalación de una pequeña empresa para el aprovechamiento de un contaminante sólido (el vidrio), se determinará el costo aproximado de la adquisición del terreno estimando un costo por metro cuadrado de \$ 400,000.00 pesos, por lo que se estima que el terreno cueste \$ 520'000,000.00 de pesos.

c) ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO.

* Arquitectura

La cimentación consiste en una nave para la instalación de un establecimiento de lavado de vidrio de desecho, el cual estará estructurada en su perímetro por columnas de concreto reforzado y

muros de block de 15x20x40 cm. con traveses de concreto reforzado en el sentido transversal.

La dimensión de la nave se estima de $1,300 \text{ m}^2$, la cual se pretende techar una tercera parte de la misma con el sistema de techado tipo arcotek (parabola).

El área de oficina es de 20 m^2 con un baño para servicio.

El área de patio es de 800 m^2 , en el cual se pretende utilizar para maniobras de equipo móvil y para el almacenamiento del inventario (se requiere que dicha área no este techada para una adecuada ventilación).

El sistema de recuperación de agua estará estructurado a base de muros de concreto reforzado, así como las diferentes celdas en el sistema de filtración.

* Cimentación

La cimentación será de zapatas corridas de concreto reforzado, las cuales se colocarán sobre terreno natural, en donde previamente deberá ser compactado y nivelado según lo requiera el sistema.

* Estructura

La estructura en el área destinada a techarse se plantea mediante traveses y columnas de concreto reforzado, para que las armaduras de acero trabajen en sentido perpendicular.

El sistema de losa de piso será de concreto reforzado trabajando en sección compuesta.

*** Instalación Hidráulica**

El suministro de agua se tendrá de dos formas, una de la toma directa y la otra del sistema de recuperación la cual guiarán el agua por medio de tubería de cobre al tinaco para el suministro de la misma ya sea a la línea o al baño.

La instalación sanitaria será en el interior de la construcción con tubería de P.V.C., al igual que las bajadas pluviales de la nave y en el exterior será mediante tubos de albanal (se prevén registros Irving para dar mantenimiento al sistema de recuperación de agua).

*** INSTALACION ELECTRICA.**

La instalación eléctrica distribuirá la energía para el alumbrado y los distintos equipos, en donde la acometida principal será mediante 3 fases y 4 hilos .

El desbalanceo de fases deberá estar dentro de los límites permitidos por el reglamento.

La distribución de las cargas se hará mediante circuitos derivados.

Los conductores serán tipo "THW"

La iluminación será adecuada conforme al proyecto.

El cuadro de cargas especifica las propuestas al proyecto.

*** Conclusión de Costo**

En base a las características especificadas que presenta el proyecto se determina que el metro cuadrado de construcción será de \$ 354,000.00 pesos aproximadamente, lo que representa un gasto de acondicionamiento de terreno de \$ 460'200,000.00 pesos.

d) Inventario

Se pretende manejar un inventario de 380 toneladas equivalentes a 4 días de lavado, el cual se estima que este compuesto de la siguiente manera:

kg	COLOR	TONELADAS	COSTO/TON.	COSTO/INVENTARIO
54	CRISTALINO	205.2	\$ 164,000.00	\$ 33'652,800.00
22	VERDE	83.6	\$ 143,000.00	\$ 11'954,800.00
22	AMBAR	83.6	\$ 105,000.00	\$ 8'819,800.00
2	V. PLANO	7.6	\$ 98,000.00	\$ 744,800.00
TOTAL		380 Ton.		\$ 55'172,200.00

VII.2- COSTO DE OPERACION.

a) MANO DE OBRA.

- SALARIO PARA DOS TURNOS

Peones de línea	4 c/ turno	= 8 obreros
Peón de limpieza	1 c/ turno	= 2 "
Cajero-Pesador	1 c/ turno	= 2 "
Mecánico	1 turno mixto	= 1 "
TOTAL		= 13 Obreros

No.	FUNCION	SALARIO FIJO POR DIA	SALARIO C/ 7' DIA	TOTAL
8	Peón de línea	\$ 13,320.00	\$ 15,551.00	\$ 124,408.00
2	Peón de limpieza	\$ 13,320.00	\$ 15,551.00	\$ 31,102.00
2	Cajero-Pesador	\$ 17,295.00	\$ 20,177.50	\$ 40,355.00
1	Mecánico	\$ 20,185.00	\$ 23,549.00	\$ 23,549.00
				\$ 219,414.00

TOTAL SALARIO	\$ 219,414.00
50 % PRESTACIONES	\$ 109,707.00
	<u> </u>
	\$ 329,121.00 / DIA.

Por lo tanto :

(\$ 329,121.00 / DIA X 6 = \$ 1'974,726.00 / SEMANA.)

- SUELDO POR DOS TURNOS

	Supervisor		uno c/ turno = 2 Empleados	
No.	FUNCION	SALARIO FIJO POR DIA	SALARIO C/ 7' DIA.	TOTAL
2	Supervisor	\$ 39,990.00 (3 S.M.M.)	\$ 46,655.00	\$ 93,310.00

TOTAL SALARIO	\$ 93,310.00
50 % PRESTACIONES	\$ 46,655.00
	<u> </u>
	\$ 139,965.00 / DIA.

Por lo tanto :

(\$ 139,965.00 / DIA X 6 = \$ 839,790.00 / SEMANA)

- TOTAL NOMINA SEMANAL.

SALARIO OBREROS	\$ 1'974,726.00
SUELDO EMPLEADOS	\$ 839,790.00
	<u> </u>
TOTAL	\$ 2'814,516.00

- TONELADAS LAVADAS POR SEMANA (7.5 hrs./turno)

105.78 Kg./min. ---> 6,346.8 Kg./hr. ---> 47,601 Kg./turno.

95,202 Kg./día. -----> 571,212 Kg./Semana.

Por lo tanto:

\$ 2'814,516.00 / 571 Ton. = \$ 4,929.00 / Ton.

b) MATERIALES PARA MANTENIMIENTO.

El costo de materiales para mantenimiento se calculará en base a un estimado del 20 % anual del costo de la línea.

Por lo tanto:

$$226'000,000.00 \times 20 \% = 45'200,000.00 \text{ Anual} / 52 \text{ Semanas.}$$

$$\$ 869,230.77 \text{ Sem.} / 571 \text{ Ton.-Sem.} = \$ 1,522.00 \text{ Ton.}$$

c) ENERGIA ELECTRICA.

CONSUMO : MOTORES 37 HP
 ALUMBRADO 6 Kw Aprox.

$$37 \text{ HP.} \times 0.746 \text{ Kw/HP} = 27.602 \text{ Kw} \times 15 \text{ Hrs.} = 414.03 \text{ Kw-Hr.}$$

$$6 \text{ Kw} \times 6 \text{ Hrs.} = 36.00 \text{ Kw-Hr.}$$

$$550 \text{ Kw} - \text{Hr.}$$

Por lo tanto :

$$450 \text{ Kw} - \text{Hr.} \times \$ 175.00 = \$ 78,750.00 / \text{día} \times 6$$

$$\$ 472,500.00 \text{ Sem.} / 571 \text{ Ton/Sem.} = \$ 827.5 \text{ Ton.}$$

d) CONSUMO DE AGUA.

El consumo promedio estimado al día es de 8 m^3 por turno de los cuales se pretende reciclar el 80 % del consumo, es decir se tendrá un gasto de 3.20 m^3 por día.

Por lo tanto :

$$3.2 \text{ m}^3 \text{ día} \times 6 = 19.2 \text{ m}^3 \text{ Sem.} \times \$ 3,000.00 = \$ 57,600.00 \text{ Sem.}$$

$$57,600.00 \text{ Sem.} / 571 \text{ Ton.-Sem} = \$ 100.10 \text{ Ton.}$$

e) FLETES POR ACARREO DE DESPERDICIO.

Se estima eliminar del vidrio de lavado el 15 % en desperdicios, es decir nos representa eliminar 18.3 kg. / min.

Por lo tanto:

$18.3 \text{ kg/min} \times 60 = 1,098 \text{ kg/hr} \times 15 \text{ hrs} = 16,470 \text{ kg/día.}$

$16,470 \text{ kg/día} \times 6 = 98,820 \text{ kg/Sem.}$

$\$ 31,000 \text{ Ton.} \times 99 \text{ Ton.} = \$ 3'069,000.00 \text{ Semana.}$

$\$ 3'069,000.00 \text{ Sem.} / 571 \text{ Ton.-Sem.} = \$ 5,374.8 \text{ Ton.}$

f) GASTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION

- GASTOS FIJOS.

Sueldo de Secretaria	\$ 800,000.00	Mensual.
	\$ 400,000.00	50 % Prest.

	\$ 1'200,000.00	Mensual.
Ingresos del Contador	\$ 2'500,000.00	Mensual.
Apertura de negocio	\$ 1'000,000.00/12	Mensual.
Licencias :	\$ 15'000,000.00/12	Mensual.
Bomberos		
S.S.A.		
Uso de Suelo		
L. Funcionalidad.		
Etc.		

TOTAL	\$ 5'033,333.00	Mensual.
	\$ 60'400,000.00	Anual.

- GASTOS VARIABLES.

Ingresos	\$ 6'787'591,200.00	Anual.
Gastos de Operación:		
Gastos fijos por Admon.	\$ 60'400,000.00	Anual.
Mano de obra Op.	\$ 146'354,830.00	Anual.
Mantenimiento.	\$ 45'200,000.00	Anual.
Energía Eléctrica.	\$ 24'570,000.00	Anual.
Agua.	\$ 2'995,200.00	Anual.
Fletes por Desperdicio.	\$ 159'588,000.00	Anual.
Depreciación	\$ 22'600,000.00	Anual.
Alquiler de Equipo Mec.	\$ 301'392,000.00	Anual.
Materia Prima	\$ 4'957'628,702.00	Anual.
TOTAL	\$ 1'066'862,468.00	Utilidad.
	X 35 %	
	\$ 373'401,863.00	Impuesto.
10 %	\$ 106'686,247.00	P.T.U
UTILIDAD NETA	\$ 586'774,358.00	Anual.

Por lo tanto para determinar los gastos indirectos de administración se calculará de la siguiente forma:

CONCEPTO	ANUAL	SEMANAL	POR TON.
- G. f. X Admon.	\$ 60'400,000.00	\$ 1'161,539.00	\$ 2'034.00
- Impuesto	\$ 373'401,863.00	\$ 7'180,805.00	\$ 12,576.00
- P.T.U.	\$ 106,686,247.00	\$ 2'051,659.00	\$ 3,593.00
TOTAL	\$ 540'488,110.00	\$ 10'394,002.00	\$ 18,203.00

g) DEPRECIACION

La depreciación anual la estimaremos en base a los porcentajes establecidos por la ley del impuesto sobre la renta, en la cual especifica en su artículo 45 que para equipo mecánico deberá de ser el 10% anual del costo total del equipo.

Por lo tanto:

$226'000,000.00 \times 10 \% = 22'600,000.00$ Anual / 52 Semanas.

$\$ 434,615.00$ Sem. / 571 Ton.-Sem. = $\$ 761.00$ Ton.

h) ALQUILER DE EQUIPO MECANICO (Traxcavo).

Se pretende alquilar para todas las maniobras de material un traxcavo mediano del tipo llantas de hule duro y con una capacidad en su concha de 1.2 m^3 aproximadamente.

Cabe aclarar que en el costo del alquiler va incluido el operador de la misma mas todos los gastos que se originen por mantenimiento del equipo.

Costo de alquiler $\$ 483,000.00$ por turno.

Por lo tanto :

$\$ 483,000.00 \times 2 = \$ 966,000.00$ dia $\times 6 = \$ 5'796,000.00$ Sem.

$\$ 5'796,000.00$ Sem. / 571 Ton.-Sem. = $\$ 10,151.00$ Ton.

VII.3- ANALISIS COSTO BENEFICIO.

a) COSTO DE TONELADA DE VIDRIO SUCIO.

El costo por tonelada de vidrio se determinará en base a la demanda estimada que se tiene en el mercado entre los diferentes colores de vidrio, de igual forma como se estimo los porcentajes de cada color en el inventario, es decir:

COLOR	PORCENTAJE	COSTO/TON.	TOTAL
Vid. Cristalino	54	\$ 164,000.00	\$ 88,560.00
Vid. Verde (Esm.-Georgia)	22	\$ 143,000.00	\$ 31,460.00
Vid. Ambar	22	\$ 105,500.00	\$ 23,210.00
Vid. Plano	2	\$ 98,000.00	\$ 1,960.00

	TOTAL		\$ 145,190.00

Por lo que se determina que el costo promedio por tonelada de vidrio sucio a lavar es de \$145,190.00 pesos y por lo tanto el costo de materia prima será el siguiente:

\$ 145,190.00 X 1.15 X 571 Ton.-Sem. X 52 Sem. = \$ 4,957'628,702.00

b) PRECIO DE VENTA DE VIDRIO LIMPIO O LAVADO.

El precio de venta de la tonelada de vidrio limpio o lavado depende de varios factores, como son el color o tipo de vidrio, la cantidad de contaminantes que contenga, la mezcla de colores y tipos, etc., es decir todo depende de la calidad del mismo, pero para nuestros fines se determinará el precio de venta por tonelada en base a un precio promedio de compra entre las diferentes vidrieras del valle de México.

COLOR	PORCENTAJE	PRECIO/TON.	TOTAL
Vid. Cristalino	54	\$ 261,000.00	\$ 140,940.00
Vid. Verde (Esm.-Georgia)	22	\$ 208,000.00	\$ 45,760.00
Vid. Ambar	22	\$ 179,000.00	\$ 39,380.00
Vid. Plano	2	\$ 126,000.00	\$ 2,520.00

	TOTAL		\$ 228,600.00

Por lo que se determina que el ingreso promedio por tonelada de vidrio limpio o lavado es de \$ 228,600.00 pesos y por consiguiente se podra estimar los ingresos anuales de la siguiente

forma:

\$ 228,600.00 X 571 Ton.-Sem. X 52 Sem. = \$ 6,787'591,200.00

c) TONELADAS REQUERIDAS A LAVAR PARA REMUNERAR LA INVERSION INICIAL.

Costo de Merzas 15%	\$ 21,779.00
Costo Prom. de Ton. de Vid. Sucio.	\$ 145,190.00
Precio Prom. de Ton. de Vid. Limpio.	\$ 228,600.00

Costo de Operacion por Ton. Lavada.	\$ 61,632.00

Utilidad Neta por Ton. Lavada	\$ 19,754.00

Determinada la utilidad neta por tonelada se procedera a calcular las toneladas requeridas a lavar para que sea remunerada en su totalidad la inversión inicial, simplemente dividiendo el costo de la inversión inicial entre la utilidad neta.

INVERSION INICIAL / UTILIDAD NETA = TON. REQUERIDAS
\$ 1'261'372,200.00 / \$ 19,754.00 = 63,854 Ton.

d) TIEMPO REQUERIDO PARA FINIQUITAR LA INVERSION INICIAL.

Para determinar el tiempo en el cual se finiquita la inversión inicial, simplemente se procederá a dividir las toneladas requeridas a lavar para remunerar la inversión inicial entre las toneladas estimadas a lavar por semana.

TON. REQUERIDAS / TON. POR SEMANA = TIEMPO REQUERIDO
63,854 Ton. / 571 Ton.- Sem. = 112 Semanas.

VII. 4- ANALISIS ECONOMICO A LARGO PLAZO

TIEMPO	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
INVERSIONES	1,261,372,200					
INGRESOS		6,787,591,200	6,787,591,200	6,787,591,200	6,787,591,200	6,787,591,200
GASTOS FIJOS I ADMON.		60,400,000	60,400,000	60,400,000	60,400,000	60,400,000
MANO DE OBRA		146,354,830	146,354,830	146,354,830	146,354,830	146,354,830
MANTENIMIENTO		45,200,000	45,200,000	45,200,000	45,200,000	45,200,000
ENERGIA ELECTRICA		24,570,000	24,570,000	24,570,000	24,570,000	24,570,000
AGUA		2,995,200	2,995,200	2,995,200	2,995,200	2,995,200
PLANTAS I DESPACHIDO		159,588,000	159,588,000	159,588,000	159,588,000	159,588,000
DEPRECIACION		22,600,000	22,600,000	22,600,000	22,600,000	22,600,000
ALQ. EQUIPO MECANICO		301,392,000	301,392,000	301,392,000	301,392,000	301,392,000
BATERIA PRIMA		4,957,628,702	4,957,628,702	4,957,628,702	4,957,628,702	4,957,628,702
GASTOS DIRECTOS		5,698,128,732	5,698,128,732	5,698,128,732	5,698,128,732	5,698,128,732
UTILIDAD BRUTA		1,089,462,468	1,089,462,468	1,089,462,468	1,089,462,468	1,089,462,468
DEPRECIACION		22,600,000	22,600,000	22,600,000	22,600,000	22,600,000
UTILIDAD ANY. DE IMP.		1,066,862,468	1,066,862,468	1,066,862,468	1,066,862,468	1,066,862,468
IMPUESTO (35 %)		373,401,864	373,401,864	373,401,864	373,401,864	373,401,864
P. T. V. (10 %)		106,686,247	106,686,247	106,686,247	106,686,247	106,686,247
UTILIDAD DISP. IMP.		586,774,357	586,774,357	586,774,357	586,774,357	586,774,357
FLUJO DEPOSITIVO		609,374,357	609,374,357	609,374,357	609,374,357	609,374,357
FACTOR DE DESCUENTO		0.9708	0.9425	0.9151	0.8884	0.8626
VALOR PRESENTE DE F. D.		591,625,537	574,393,770	557,663,824	541,421,194	525,651,622
INV. INICIAL VS. TPPE		(669'746,663)	(95'352,893)	462,310,931	1,003,732,125	1,529,383,747
VALOR PRESENTE NETO	1,329,383,747					

Analizando las cantidades en terminos reales y sin tomar en cuenta la inflación que se pueda presentar en los cinco primeros años, se calculo con una tasa real del 3 % anual el valor presente neto del flujo de efectivo, el cual resultado ser positivo y por consiguiente se puede concluir que el proyecto es rentable.

C O N C L U S I O N

El hombre por naturaleza ha buscado el beneficio propio para satisfacer sus necesidades al mínimo costo sin importarle el desequilibrio ecológico generando todo tipo de desperdicios, tales como son materias quimicotóxicas, descargas térmicas, descargas industriales, residuos hospitalarios, desperdicios comerciales, desechos domésticos, polvo, ruido, calor, etc., pero en si en México el problema se manifiesta entre las décadas de 1950 y 1970 en donde cambia la actitud económica hacia los servicios y los procesos industriales empleados en esa época no reflejan la preocupación por el ahorro de agua, de los energéticos y menos aún de los recursos naturales, por consiguiente tampoco del medio ambiente.

La magnitud del crecimiento de la industria en México principalmente en la zona metropolitana, ha generado la concentración de la población, para desarrollar su actividades originando que cada vez sea mas difícil cubrir adecuadamente los servicios públicos, por ejemplo se calcula que en la ciudad de México se produce 10,000 toneladas diárias de basura, de las cuales solo es posible recoger 7,000 toneladas diárias. Este hecho da idea a las consecuencias negativas de la salud del hombre.

Analizando uno de los principales problemas de la contaminación que es la basura o mas bien a lo que estamos acostumbrados a

llamar basura, sería mas propio denominarla residuos, puesto que las definiciones de desperdicios, desechos o basura, presupone un deseo de eliminarlo, de deshacerse de ellos, ya que no se les atribuye el valor suficiente para conservarlos.

Analizando la problemática de la basura, el primer problema que debemos eliminar es el de los residuos sólidos, puesto que la concentración de casi el 90 % de los habitantes del mundo en ciudades o en sus proximidades, provoca que los residuos sólidos urbanos no reciban la debida atención que merecen y son sin embargo, aquellos cuya preferencia resulta mas aparente y su proximidad más molesta.

La solución principal que la sociedad ha dado a este problema ha sido bastante primitiva; quitárselos de la vista arrojandolos en las afueras de las ciudades, u ocultar el problema enterrandolos.

Debido a la concentración de la población y al aumento de residuos, día a día, resulta mas inconveniente, difícil y costoso arrojar los residuos en tiraderos al aire libre, así que es necesario pensar en otras posibilidades, principalmente el aprovechamiento mediante recuperación y transformación.

Si recordamos que las profecías optimistas coinciden que en un futuro cercano, a la humanidad le aguarda una grave crisis de materias primas, minerales y energéticos.

En consecuencia de los residuos sólidos urbanos, industriales y agrícolas, por su cuantía y composición, deben ser considerados como recursos estratégicos de metales, minerales y energía.

Por tal motivo se describe en esta tesis una de tantas alternativas de solución al problema de los residuos, consiste en un simple proceso en el cual se conjunta equipos, maquinaria y mano de obra, para poder optimizar un residuo al 100% sin degradarlo o alterarlo que en este caso es el vidrio, pero cabe aclarar que dicha alternativa surge debido a un mal manejo de orden cultural, tecnológico y económico, puesto que todo tipo de residuos sólidos ya sean domésticos, industriales, comerciales, etc., que van a parar a un tiradero deben ser clasificados como despilfarro.

Por último debemos concientizar que mientras más se optimice los residuos y se cuide el agua, el suelo, la atmósfera y la energía, es decir los recursos naturales en bien de la humanidad estaremos mas próximos a llegar a ese deseo social, universal, de acabar con el hambre, acabar con el desequilibrio social y acabar con el desorden urbano.

Otro punto que debemos concientizar, es que nosotros somos parte de la ecología; nosotros la mejoramos o la alteramos.

Nuestro medio ambiente esta siendo destruido constantemente y

lo estamos consumiendo rapidamente y creo que estamos a tiempo de hacernos las siguientes tres preguntas:

QUE VAMOS A HACER ?

QUIEN LO VA HACER ?

Y COMO LO VAMOS HACER ?

Primero: decidir que clase de vida deseamos.

Segundo: yo, tú, él; lo que no hagamos nosotros nadie lo hará.

Tercero: Esta tesis es una de miles de opciones de como empezar a hacerlo.

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

- * Deutschman Aaron D., Michels Walter J., Wilson Charles E.
DISEÑO DE MAQUINAS.
Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México a 1985.
- * Deffis Caso Armando.
LA CASA ECOLOGICA AUTOSUFICIENTE.
Ed. Conceptos S.A. México 1988
- * Pollack Herman W.
MAQUINAS HERRAMIENTAS Y MANEJO DE MATERIALES.
Barcelona : Dossatt 1982
- * Singer - Holmyard.
A HISTORY OF TECHNOLOGY.
Hall and Williams U.S.A. 1980
- * Van Horne James
ADMINISTRACION FINANCIERA
Septima Edicion, México D.F. 1988
- * Salvat Editores.
CONTAMINACION AMBIENTAL.
Barcelona 1973 - 1974
- * Wiley Interscience.
ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY.
Third Edition 1972
- * Balmes.
ENCICLOPEDIA DE LA TECNICA Y DE LA MECANICA.
Cuarta Edición Barcelona, Espana
- * Baumeister Theodore, Avallone Eugene A., Baumeister III T.
MARKS MANUAL DEL INGENIERO MECANICO
Ed. Mc Graw Hill, Octava Edición México 1988
- * Shigley Joseph Edwards, Mitchell Larry D.
MANUAL DE DISEÑO MECANICO.
Ed. Mc Graw Hill 1989 3a edición
- * MANUAL DE EQUIPO, MAQUINARIA Y OPERACION EMHART.
- * MANUALES DE INSTALACION, EQUIPO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE
CATVE (VITRO ENVASES NORTEAMERICA).
- * Reyes Soto Guillermo Antonio.
SISTEMAS PARA EL MANTENIMIENTO DE UN HORNO DE FUNDICION DE
VIDRIO.
Tesis (Ing. Mecánico Electricista) ULSA Esc. de Ingeniería

- * Buendia Calzada Enrique F.
METODOS DE CALCULO PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES A NIVELES
ELEVADOS.
Tesis (Ing. Mecánico Electricista) ULSA Esc. de Ingenieria.
- * Zavala R. Rafael.
ALTERNATIVAS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS DE LA
CONTAMINACION DEL VALLE DE MEXICO.
Tesis (Ingeniero Civil) ULSA Esc. de Ingenieria.