

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA UTILIZACION DE  
ALTOS PORCENTAJES DE VIDRIO DE RECICLO EN LA  
ELABORACION DE ENVASES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A:

ELADIO GONZALEZ TREJO



México, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Jurado asignado:**

**Presidenta:**

Prof. Moreno Padilla Caritino

**Vocal:**

Prof. Silva Pichardo Genovevo

**Secretario:**

Prof. Texta Mena Jose Agustín

**1er. suplente:**

Prof. González Mariscal Norma Gisela

**2do. suplente:**

Prof. Gutiérrez Garavito David

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

"Vidriera los Reyes S.A. de C.V." Fábrica de envases de vidrio, Tlalnepantla, Edo. de Mex.

**Asesor del tema:**

M.en C. Prof. Caritino Moreno Padilla

**Supervisor Técnico:**

I.Q. Prof. Gisela González Mariscal

**Sustentante:**

Eladio González Trejo

**DEDICO ESTA TESIS, CON TODO MI AMOR, A MI ESPOSA MARTHA Y A MIS HIJOS, EDUARDO Y ARMANDO, POR LA MOTIVACION QUE SIGNIFICAN.**

**CON ESPECIAL AFECTO Y GRATITUD A MIS QUERIDOS PADRES CARLOS Y LEONOR POR SU APOYO Y SOLIDARIDAD, ASIMISMO A MIS HERMANOS Y HERMANAS, UNA DE LAS CUALES VIVE EN NUESTRO RECUERDO, CHAYO.**

**A LA PROF. GISELA GONZALEZ M., CUYA ORIENTACION TECNICA Y ASESORIA , SIEMPRE AMABLES Y ACERTADOS, ME PERMITIERON CONCLUIR ESTE TRABAJO. EN EL MISMO SENTIDO, A LOS PROFESORES INTEGRANTES DEL JURADO, POR SU CRITICA, EN ESCENCIA CONSTRUCTIVA Y DIDACTICA.**

**EN PARTICULAR, MI AGRADECIMIENTO PARA MI ASESOR DEL TEMA, M. EN C. PROF. CARITINO MORENO P., POR SU VALIOSA GUIA Y SU DON DE GENTES, QUE CONSTATAN YA VARIAS GENERACIONES DE EGRESADOS Y DE ESTUDIANTES.**

**TAMBIEN A MIS COMPAÑEROS , AMIGOS, Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME ANIMARON CON SU ENTUSIASMO, A CUMPLIR CON ESTE OBJETIVO, FORMAN UN VERDADERO EQUIPO DE GENTE BUENA.**

**CREO QUE TODOS USTEDES, CON SU DECIR Y HACER, CON SUS CORAZONES Y CON SU MENTE, ME HAN PERMITIDO VER COMO SE ACRISOLA EL ESPIRITU UNIVERSITARIO Y COMO ESTE, DA SENTIDO A NUESTRO DEVENIR; GRACIAS SINCERAS, POR TODO ESO.**

**ATTE: ELADIO GONZALEZ T.**

TITULO: "ESTUDIO TECNO-ECONOMICO PARA LA UTILIZACION DE ALTOS PORCENTAJES DE VIDRIO DE RECICLO EN LA ELABORACION DE ENVASES"

I.- OBJETIVO:

DEMOSTRAR MEDIANTE UN ESTUDIO TECNO-ECONOMICO QUE ES POSIBLE EN MEXICO LA FABRICACION DE VIDRIO PARA ENVASES A MENORES COSTOS Y SIN MENOSPRECIO DE LA CALIDAD, UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA PRINCIPAL EL VIDRIO RECICLADO, BENEFICIANDO ADEMAS EL ENTORNO ECOLOGICO.

INDICE GENERAL

	No. PAGINA
II.- INTRODUCCION	
-DEFINICION DEL VIDRIO	5
-BREVE CONTEXTO HISTORICO	
-IMPORTANCIA DEL VIDRIO EN LA MODERNIDAD	8
III.- GENERALIDADES	
-DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL	9
-LA NECESIDAD DE REAPROVECHAR EL VIDRIO DE RECICLO	40
IV.- DESARROLLO	
-IMPLICACIONES TECNICAS DEL RECICLO	49
-IMPLICACIONES ECONOMICAS	99 , 108 , 116
V.- RESULTADOS	
-RESUMEN GENERAL	127
VI.- CONCLUSIONES	128
VII.- BIBLIOGRAFIA	129

## II.- DEFINICION

ES EL VIDRIO UN MATERIAL TAN COTIDIANO EN NUESTRAS VIDAS Y HA ACOMPAÑADO TANTO TIEMPO AL HOMBRE EN EL TRANSCURSO HISTORICO Y AUN ANTES, QUE UNA DEFINICION DEL MISMO SE ANTOJA SUPERFLUA, PERO SE JUSTIFICA SI OBSERVAMOS LA AMPLIA VARIEDAD DE ARTICULOS QUE INVOLUCRAN SU USO Y EL SINNUMERO DE SUSTANCIAS A LAS QUE PARECE APLICABLE EL TERMINO.

SE HA DICHO QUE EL VIDRIO ES UNA SUSTANCIA EN ESTADO AMORFO, PRODUCTO DE LA FUSION DE OXIDOS INORGANICOS, GENERALMENTE SILICATOS, QUE SE HA ENFRIADO HASTA UNA CONDICION DE RIGIDEZ, POR LO COMUN TRASLUCIDA O TRANSPARENTE, DE BRILLO ESPECIAL Y RESISTENTE A LA MAYORIA DE LOS AGENTES QUIMICOS. QUE EXHIBE CAMBIOS CONTINUOS EN SUS PROPIEDADES TERMODINAMICAS SI SE HACE VARIAR SU TEMPERATURA DENTRO DE CIERTOS RANGOS, CON LO CUAL SE POSIBILITA SU UTILIZACION PRACTICA POR DIVERSOS METODOS, DE NUMEROSOS BIENES Y SERVICIOS TALES COMO ENVASES ,LENTES, VENTANAS, LAMPARAS, ETC.

UNA DEFINICION DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNICO HA SIDO DADA POR LA A.S.T.M. ( AMERICAN STANDARD FOR TESTING MATERIALS), DICIEENDO QUE EN GENERAL " EL VIDRIO ES UN PRODUCTO INORGANICO DE FUSION QUE HA SIDO ENFRIADO HASTA UNA CONDICION RIGIDA SIN CRISTALIZACION". ES DECIR, CONSIDERA AL VIDRIO COMO UN LIQUIDO SUBENFRIADO, QUE PARA FINES PRACTICOS APARENTA SER SOLIDO.

EFFECTIVAMENTE, LOS SOLIDOS IMPLICAN UN ESTADO DE LA MATERIA LLAMADO CRISTALINO EN EL QUE LOS ATOMOS PRESENTAN PATRONES GEOMETRICOS DEFINIDOS Y REGULARMENTE REPETIDOS, CONTRASTANDO ESTO CON EL ARREGLO ATOMICO " AL AZAR " DE LA FASE LIQUIDA, QUE ES LA QUE PREVALECE EN EL VIDRIO AUN A LA RIGIDEZ HABITUAL DE SU USO COMUN.

## CONTEXTO HISTORICO

EL HOMBRE HA TENIDO CONOCIMIENTO DEL VIDRIO DESDE LOS PRIMEROS TIEMPOS DE QUE SE TIENE REGISTRO, HABIENDOLO EMPLEADO EN SU ESTADO NATURAL LLAMADO OBSIDIANA, PARA ELABORAR NUMEROSOS OBJETOS COMO PUNTAS DE FLECHA, CUCHILLOS Y OBJETOS CEREMONIALES O ARTESANALES.

NO SE CONOCE CUANDO SE PRODUJO ARTIFICIALMENTE EL VIDRIO, SIN EMBARGO SE APAREJA SU DESCUBRIMIENTO AL DESARROLLO DE LA ALFARERIA Y LA METALURGIA COMO CONSECUENCIA DEL ACCESO A LAS ALTAS TEMPERATURAS.

LA PIEZA DE VIDRIO MAS ANTIGUA QUE SE CONOCE PORTANDO UNA FECHA , ES UNA CUENTA ALARGADA DE POSIBLE ORIGEN EGIPCIO, CON EL CARTUJO DE "AMENHOTEP" ( 1551-1527 A.C.), Y ES ABUNDANTE EL VIDRIO DE ESTE PERIODO DE LA DECIMOCTAVA DINASTIA, PERO SE HA ENCONTRADO VIDRIO MUY ANTERIOR A ESA EPOCA , DE FECHADO INCUESTIONABLE, EN DIVERSOS LUGARES.

EL PRIMER VIDRIADO CONOCIDO ESTA SOBRE CUENTAS DE LA EPOCA BADARIANA\* EN EGIPTO, APROXIMADAMENTE 5000 A.C. DE TONO VERDOSO, DE POSIBLE ORIGEN ASIATICO.

UN ELABORADO MOSAICO DE VIDRIO FUNDIDO CON LA REPRESENTACION DE UN TERNERO, ESTA EN LA JOYERIA DEL 1900 A.C. DE DAHSHUR (LOCALIDAD CERCANA A MENFIS). SIN EMBARGO, LOS OBJETOS FECHABLES ANTERIORES A 1500 A.C. EN EGIPTO, PARECEN SER IMPORTADOS, LO CUAL NOS LLEVA A MIRAR AL ASIA MENOR, PUES HAY EVIDENCIAS DE FABRICACION DE VIDRIO ENTRE LAS CULTURAS SIRIA Y MESOPOTAMICA CON POSIBLES FECHAS DE 2500 A.C. Y 2200 A.C. RESPECTIVAMENTE, ASIMISMO EN TELL ASMAR (AL NORESTE DE BAGDAD) SE FECHAN OBJETOS DE VIDRIO ENTRE EL 2700 Y EL 2600 A.C.

YA PARA EL AÑO 1350 A.C. HABIA EN EGIPTO FACTORIAS IMPORTANTES DE VIDRIO, SIN DUDA CON TRABAJADORES EMIGRADOS DE TODO EL ORIENTE PROXIMO, Y HACIA EL SIGLO VII A.C. SE HICIERON FRECUENTES LOS OBJETOS HECHOS DE ESTE MATERIAL, EN LAS COSTAS ATLANTICAS, LLEVADOS SIN DUDA POR LOS COMERCIANTES FENICIOS QUIZA INCLUSO HASTA BRITANIA.

EN LOS TIEMPOS PTOLOMEICOS\*\* Y ROMANOS HUBO INDUSTRIAS BIEN ESTABLECIDAS NO SOLO EN MESOPOTAMIA SINO EN TYRO, SIDON, PALESTINA Y SIRIA . SE SABE ADEMAS QUE EN LA PRIMERA PARTE DE LA ERA CRISTIANA, FUE EGIPTO EL PRINCIPAL CENTRO DE DISTRIBUCION DE MANUFACTURAS DE VIDRIO HACIA TODO EL MUNDO ANTIGUO.

CON RESPECTO A LAS TECNICAS EMPLEADAS, LOS PRIMEROS OBJETOS DEBEN HABER SIDO HECHOS A PARTIR DE MEZCLAS DE BAJO PUNTO DE FUSION CALENTADAS POR CARBON VEGETAL A UNOS 1000 °C. Y MOLDEADAS CON ARCILLA O ARENA, ESTO PERMITIO LA SUSTITUCION DEL PRIMITIVO METODO DE LA ABRASION Y OTROS QUE DIERON FORMA A OBJETOS PREHISTORICOS. SE ESTIMA QUE EL MOLDEO ERA USUAL ALREDEDOR DEL AÑO 1200 A.C. LOGRANDOSE FACILMENTE

OBJETOS DE USO DIARIO COMO TAZONES, PLATOS, COPAS E INCLUSO INTRINCADOS DISEÑOS.

LA INVENCION DEL SOPLADO DE VIDRIO FUE REVOLUCIONARIA Y CONVIRTIÓ ESTE MATERIAL DE UN LUJO A UNA NECESIDAD YA QUE PROPICIO LA FABRICACION A GRAN ESCALA Y BAJO COSTO. SE SITUA ESTE ACONTECIMIENTO PROBABLEMENTE EN BABILONIA, ENTRE EL FINAL DEL PERIODO PTOLOMEICO\*\* Y EL AÑO 20 A.C.

POSTERIORMENTE, GRACIAS A LA ESTABILIDAD COMERCIAL QUE DIO EL IMPERIO ROMANO, LA INDUSTRIA VIDRIERA PROGRESO CON RAPIDEZ EXTENDIENDOSE A GRECIA, ITALIA Y LAS PROVINCIAS OCCIDENTALES DE GAUL Y RHINELAND. EN EL AÑO 220 D.C. ALEJANDRO SEVERO DICTAMINO UN IMPUESTO A LOS MANUFACTUREROS DE VIDRIO EN ROMA QUE ERAN NUMEROSOS Y TENIAN UNA PARTE DE LA CIUDAD ASIGNADA A ESE GREMIO.

HACIA EL SIGLO XI LA FABRICACION DEL VIDRIO EN VENECIA CONOCIO UN GRAN AUGE, HACIENDOLA EL CENTRO DE ESTA INDUSTRIA . EN EL AÑO DE 1291 LOS TRABAJADORES DEL VIDRIO FUERON TRASLADADOS A LA ISLA DE MURANO Y SE TOMARON MEDIDAS ESTRICTAS PARA PROTEGER LOS SECRETOS DE ELABORACION DE FORMULAS Y OBJETOS, MODELO DE EXCELENCIA.

EN LA PRIMERA PUBLICACION DE "L'ARTE VETRARIA", LIBRO DE NERI, A. EDITADO EN FLORENCIA EN 1612, SE DESCRIBE CON CLARIDAD EL USO DE VARIOS OXIDOS, AFINANTES Y COLORANTES, INCLUYENDO AL MAS ESPLENDIDO DE TODOS, EL ORO, PARA ELABORAR ROJO RUBI.

EN AMERICA , EL MISTERIOSO ARTE DE HACER VIDRIO FUE DESARROLLADO POR COLONOS INGLESES EN 1609, EN EL ESTADO DE VIRGINIA, E.U., SIENDO LA PRIMERA INDUSTRIA ESTABLECIDA EN EL CONTINENTE AMERICANO, UNA FABRICA DE VIDRIO.

LA ERA DE 1880-1920, ES CONOCIDA COMO LA REVOLUCION MECANICA DE LA MANUFACTURA DEL VIDRIO, EN ELLA SE INVENTAN LOS FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS DE FORMADO, COMO EL "PRENSA-SOPLO", QUE INCLUIA LA COLOCACION MANUAL DE UNA GOTA GRANDE DE VIDRIO ENTRE UNA CAVIDAD Y UN EMBOLO PARA SER PRENSADA , SU POSTERIOR TRANSFERENCIA A UN SEGUNDO MOLDE DONDE SE APLICABA UN SOPLADO FINAL CON AIRE COMPRIMIDO, INFLANDO LA CAVIDAD ASI FORMADA, HASTA OBTENER LA FORMA DEFINITIVA.

EL PROCESO "SOPLO-SOPLO", DESCUBIERTO EN INGLATERRA AÑOS DESPUES, IMPLICABA LAS BASES PARA FABRICAR ENVASES DE CUELLO ESTRECHO.

EN LA ULTIMA DECADA DEL SIGLO XIX, MICHAEL J. OWENS, INVENTOR Y FABRICANTE NORTEAMERICANO, DESARROLLA E INTRODUCE LA MAQUINA DE HACER BOTELLAS,



UNIFORMES EN PESO, FORMA, CAPACIDAD Y DIMENSIONES A BASE DEL PROCESO DE SUCCION Y SOPLADO.

EL PROCESO MODERNO DE PRODUCCION DE ENVASES SE INICIA CON UN GOTEO AUTOMATICO DE VIDRIO EN SINCRONIA CON LA MAQUINA FORMADORA, UTILIZANDOSE "CARGAS" DE IGUAL PESO, TERMICAMENTE HOMOGENEAS. ASI NACE LA NUEVA VERSION DE LAS MAQUINAS OWENS Y POSTERIORMENTE LAS ACTUALES DE "SECCIONES INDEPENDIENTES".

EN ESTE MOMENTO LA INDUSTRIA DEL VIDRIO SE ENCUENTRA IMPACTADA POR UNA SERIE DE INNOVACIONES Y CAMBIOS TECNOLOGICOS EN TODAS SUS AREAS, RESULTADO PRINCIPALMENTE DE LOS ESFUERZOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PROPIOS DE NUESTRO TIEMPO.

FINALMENTE, CONSIDERANDO QUE EL VIDRIO DESEMPEÑA UN PAPEL DE GRAN IMPORTANCIA EN PRACTICAMENTE TODAS LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE, YA QUE ESTA PRESENTE DE MANERA DIRECTA O INDIRECTA EN LA SATISFACCION DE SUS NECESIDADES, PARA ALIMENTARSE, GUARECERSE, EN SUS INDUSTRIAS, SUS MEDIOS DE TRANSPORTE Y COMUNICACION, SUS DESEOS DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACION CIENTIFICA, SE PONE DE MANIFIESTO QUE TODA ACCION ENCAMINADA AL MEJOR CONOCIMIENTO Y DOMINIO DEL VASTO CAMPO DEL VIDRIO, TENDRA EN EL MUNDO MODERNO Y FUTURO, CALUROSA ACOGIDA.

\* BADARIANA, EPOCA: "EN EL BADARI", EGIPTO MEDIO, ENTRE LOS MILENIOS V Y VI A.C. DEL PERIODO NEOLITICO EGIPCIO.

\* \* PTOLOMEICO: PERIODO QUE SIGUIO A LA MUERTE DE ALEJANDRO MAGNO Y QUE ABARCA DEL 323 A.C. AL 30 A.C. CARACTERIZADO POR EL GOBIERNO EN EGIPTO DE LA DINASTIA DE LOS PTOLOMEOS.

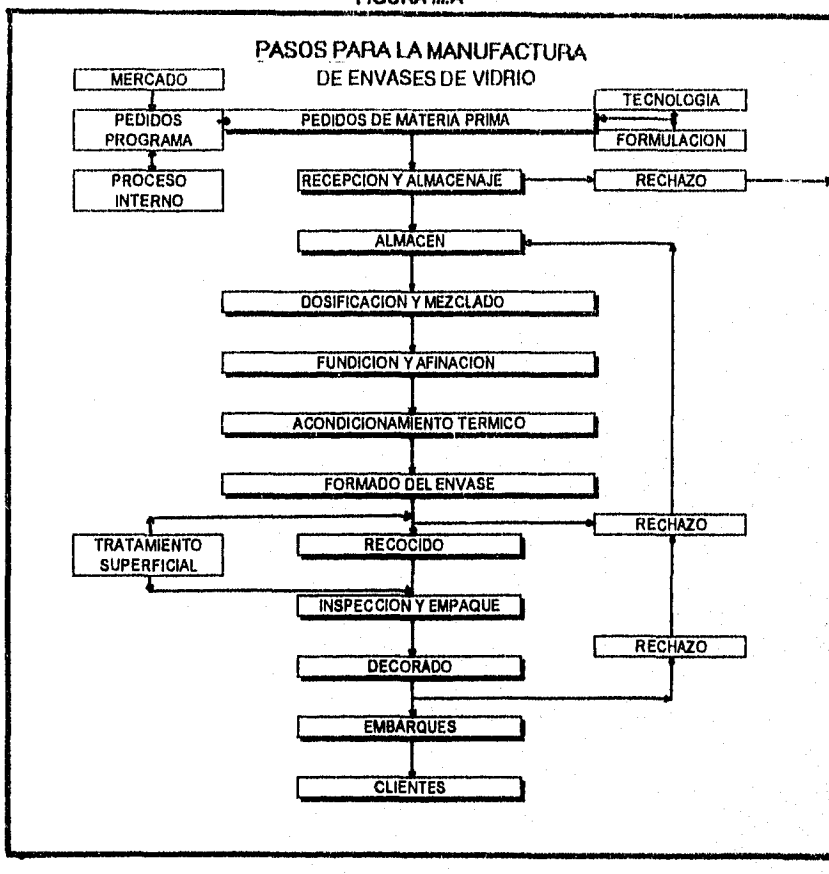
### III.- GENERALIDADES

#### DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACION DE ENVASES DE VIDRIO

EN LA FABRICACION DE OBJETOS UTILITARIOS HECHOS DE VIDRIO, EL PROCESO EN GENERAL SIGUE UN DIAGRAMA DE FLUJO PARECIDO, COMENZANDO CON LA ELABORACION DEL VIDRIO QUE POSTERIORMENTE SE CONVIERTE EN INSUMO PARA LAS MAS DIVERSAS APLICACIONES.

EN LA INDUSTRIA MODERNA DE LOS ENVASES DE VIDRIO, SE SIGUE EL PATRON ANTERIORMENTE DESCRITO, SEGUN PUEDE VERSE EN EL SIGUIENTE DIAGRAMA DE FLUJO EN EL QUE SE ADICIONARON LATERALMENTE ALGUNOS DE LOS MAS IMPORTANTES APOYOS PARA QUE EL PROCESO SEA POSIBLE. ( VEASE LA FIGURA III.A)

FIGURA III.A



CADA UNO DE ESTOS PASOS TIENE MULTIPLES REQUERIMIENTOS PROPIOS QUE RESULTARIA PROLIJO ENUMERAR, PERO TOMEMOS COMO EJEMPLO QUE EN EL AREA DE FORMADO SE REQUIERE DEL DISEÑO DEL ENVASE Y LA MOLDURA, LA ELABORACION DE LA MISMA, LAS PRUEBAS CON LAS ALEACIONES DE QUE SE FABRICARAN SUS PARTES, ETC.

TODO EL DIAGRAMA ANTERIOR SE ENCUENTRA INSCRITO EN UN MARCO COMPUESTO POR EL APOYO QUE LE BRINDA EL AREA DE MANTENIMIENTO Y POR SUPUESTO EL AREA ADMINISTRATIVA.

#### DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO

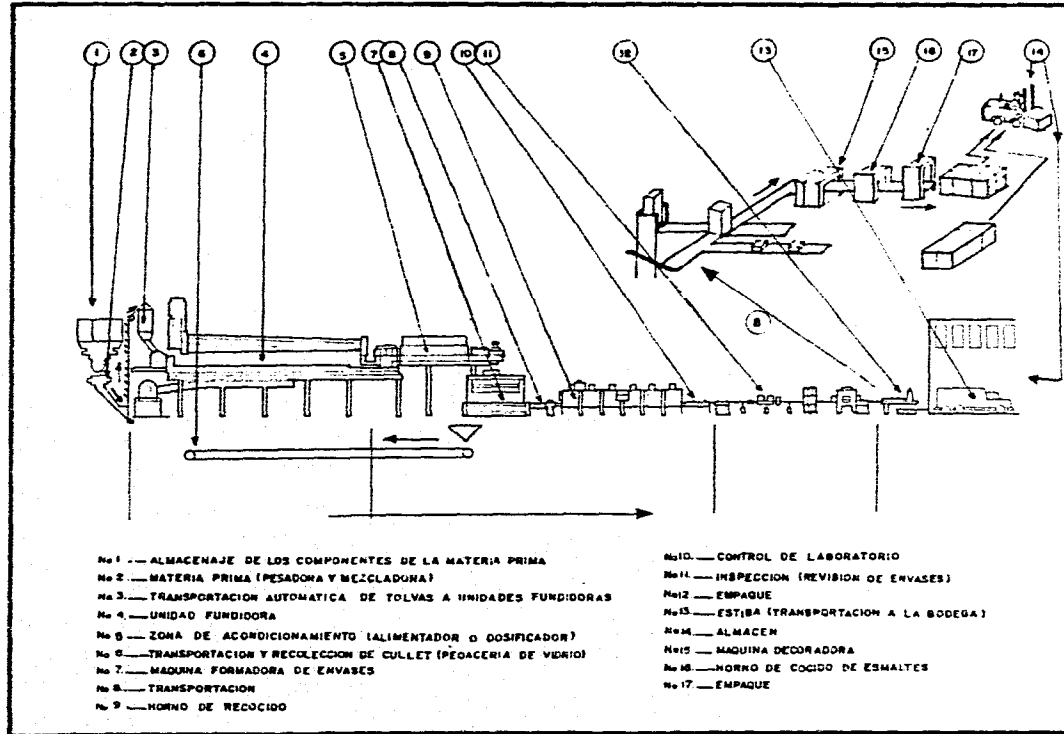
CONSIDERAREMOS EN NUESTRA DESCRIPCION QUE LAS SIGUIENTES PARTES SON FUNDAMENTALES PARA PRODUCIR ENVASES CON LA CALIDAD QUE EL MERCADO REQUIERE.

- A) DISEÑO CORRECTO DE LA FORMULA Y PEDIDO DE MATERIALES NECESARIOS
- B) ESPECIFICACIONES Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS.
- C) RECEPCION, PROCESOS INTERNOS Y ALMACENAMIENTO DE INSUMOS.
- D) ELABORACION DE LAS MEZCLAS SEGUN LA FORMULA, Y TRANSPORTACION HASTA EL HORNO O REACTOR.
- E) FUSION, REFINACION Y ACONDICIONAMIENTO TERMICO DEL VIDRIO PRODUCIDO.
- F) CONFORMACION DEL ENVASE, RECHAZO Y RECICLO DE DEFECTUOSOS.
- G) TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN CALIENTE AL ENVASE.
- H) TRATAMIENTO TERMICO AL ENVASE O RECOCIDO.
- I) TRATAMIENTO SUPERFICIAL COMPLEMENTARIO AL ENVASE YA FRIO.
- J) INSPECCION DEL PRODUCTO Y CONTROL DE ESPECIFICACIONES.
- K) RECICLO DEL VIDRIO PRODUCTO DE LOS ENVASES RECHAZADOS.
- L) DECORADO O ACABADO DE ENVASES ESPECIALES.
- M) NUEVA INSPECCION, RESELECCION Y RECICLADO.
- N) EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO.
- O) DISTRIBUCION AL MERCADO
- P) SERVICIOS AL CLIENTE Y RETROALIMENTACION DE RESULTADOS.

**(VEANSE LAS FIGURAS M.B Y M.C, EN LA PAG.10-B Y 10-C, RESPECTIVAMENTE)**

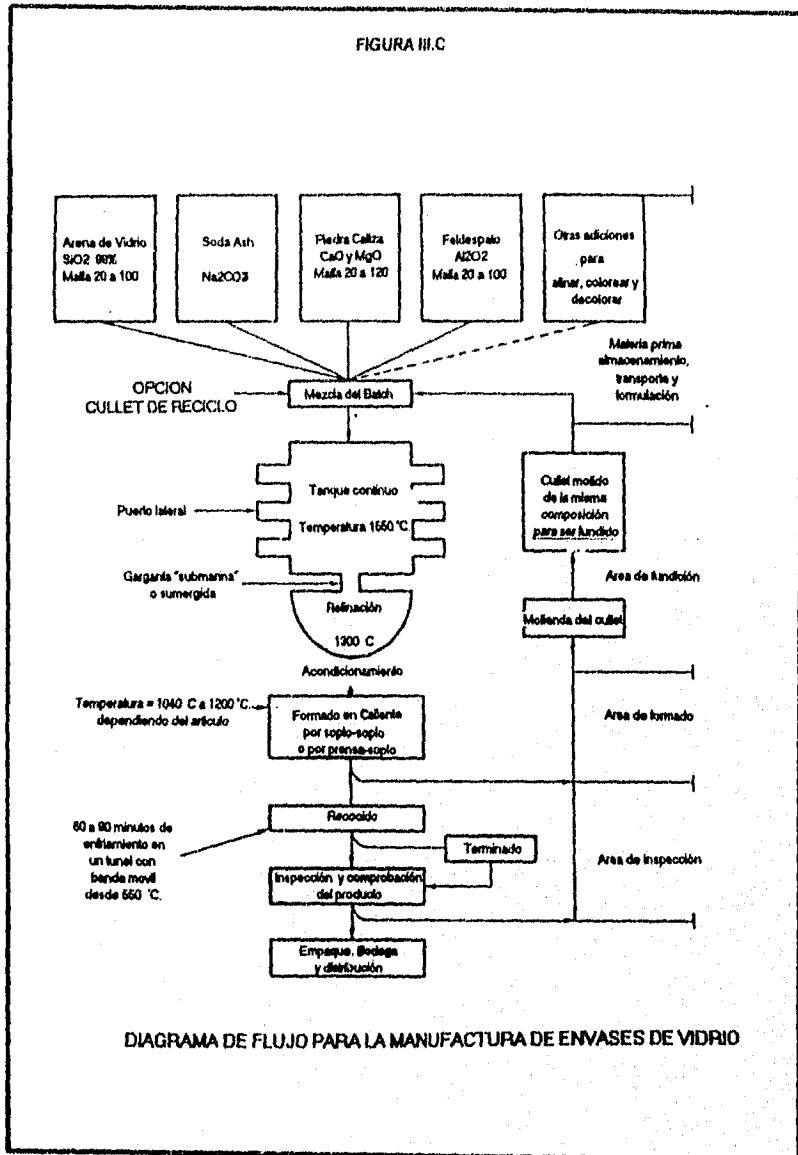
FIGURA III.B

PAG.10-B



REPRESENTACION GRAFICA DEL PROCESO DE MANUFACTURA  
 DE ENVASES DE VIDRIO

FIGURA III.C



DESCRIBIREMOS BREVEMENTE COMO SE ENLAZAN ESTAS ETAPAS A FIN DE ALCANZAR EL RESULTADO DE SATISFACER A PLENITUD LAS NECESIDADES DEL MERCADO DE LOS ENVASES DE VIDRIO.

#### A) DISEÑO DE LA FORMULA DE VIDRIO PARA ENVASES

COMENZAREMOS POR DEFINIR UN ENVASE DE VIDRIO, DICHIENDO QUE ES UN RECIPIENTE O VEHICULO CONTENEDOR A TRAVES DEL CUAL SE CONSERVAN Y SE HACEN LLEGAR UN GRAN NUMERO DE PRODUCTOS AL MERCADO Y AL CONSUMIDOR DEL CONTENIDO.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, UN ENVASE DEBE SATISFACER IDEALMENTE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS.

- DEBE ESTAR ORIENTADO SEGUN LA RAMA DE LA INDUSTRIA EN QUE SERA USADO
- DEBERA SER FUNCIONAL PARA PODER MANEJARSE EN LAS LINEAS DE LLENADO, Y TAMBIEN DURANTE SU DISTRIBUCION Y MERCADEO.
- DEBERA PRODUCIR EN EL CONSUMIDOR UNA SENSACION DE BIENESTAR
- BARATO EN RELACION AL CONTENIDO
- PRESERVADOR DEL CONTENIDO
- INERTE
- HIGIENICO
- RESISTENTE A LOS AGENTES EXTERNOS
- ESTETICO Y PRESENTABLE DE ACUERDO CON LA MERCADOTECNIA
- NO CONTAMINANTE CUANDO FINALMENTE SEA DESECHADO Y DE PREFERENCIA RECICLABLE.

CON TODAS ESTAS CONSIDERACIONES EN MENTE, EL DISEÑADOR DE LA FORMULA BUSCARA ENTRE LAS MATERIAS PRIMAS NACIONALES, TODAS AQUELLAS QUE LE PERMITAN, CON BASE EN LAS CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO FINAL, LAS MAS ADECUADAS. EN GENERAL CONSIDERARA LAS NECESIDADES QUE SE REQUIERE SATISFACER EN LAS PRINCIPALES APLICACIONES A QUE DA LUGAR EL VIDRIO POR SU VERSATILIDAD.

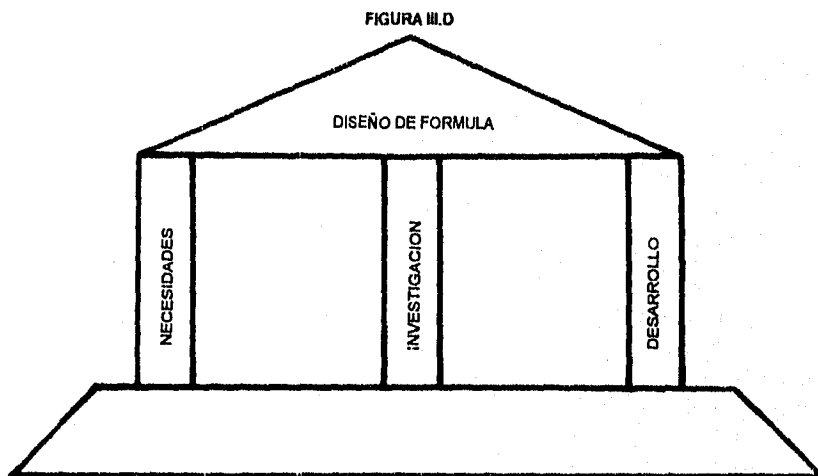
- REFRESCOS
- CERVEZAS
- VINOS Y LICORES
- ACEITES
- LACTEOS
- ALIMENTOS EN CONSERVA

- ESPECIAS Y CONDIMENTOS GRANULADOS
- PERFUMES, ESENCIAS Y COSMÉTICOS
- MEDICAMENTOS
- PRODUCTOS INDUSTRIALES

EN LOS CASOS EN QUE EL CONSUMIDOR TENGA NECESIDAD DE UNA NUEVA PRESENTACION O UN NUEVO TIPO DE VIDRIO, ASIMISMO LA MODIFICACION DE ALGUNA CARACTERISTICA, SERA NECESARIO HACER LOS TRABAJOS DE INVESTIGACION QUE PROCEDAN, HASTA ALCANZAR LA MEJOR ALTERNATIVA, CONFIRMADA CON RESULTADOS PRACTICOS.

DE ESTE MODO, PODEMOS AFIRMAR QUE EL DISEÑO DE LA FORMULA PARTE DE UNA NECESIDAD ESPECIFICA, ESTA ENCAUSA LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO HASTA SATISFACER LOS OBJETIVOS RACIONALMENTE PLANEADOS.

(VEASE LA FIGURA III.D EN ESTA PAGINA)



**BASES EN LAS QUE DESCANSA EL DISEÑO DE UNA FORMULA DE VIDRIO.**

## B) CONTROL DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

LAS MATERIAS PRIMAS, SERAN AQUELLOS MATERIALES Y COMPUESTOS QUIMICOS NECESARIOS PARA PREPARAR LA MEZCLA FUNDIDA QUE NOS PROPORCIONE EL VIDRIO, EN LA INDUSTRIA VIDRIERA DE ENVASES, LAS DE MAYOR CONSUMO SON LAS SIGUIENTES:

NOMBRE COMERCIAL	OXIDO DE INTERES PARA EL VIDRIO
ARENA SILICA	Si O <sub>2</sub>
CARBONATO DE SODIO	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
FELDESPATO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CALIZA	Ca O
SULFATO DE SODIO	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NITRATO DE SODIO	Na NO <sub>3</sub>
BICROMATO DE SODIO	Na <sub>2</sub> CrO <sub>3</sub>
CARBON	C , CO, CO <sub>2</sub> , CO <sub>3</sub>
HEMATITA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO
AZUFRE	S , SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>
SELENIO	Se , SeO <sub>2</sub>
VIDRIO DE RECICLO: MISMA PLANTA Y FORNEO.	TODOS LOS OXIDOS

AUNQUE DEBEMOS HACER NOTAR QUE ALGUNAS PLANTAS UTILIZAN REGULARMENTE MAS DE CIENTO SUBSTANCIAS DIFERENTES, ADQUIRIDAS EN CANTIDADES QUE PUEDEN VARIAR CONSIDERABLEMENTE.

COMO CADA MATERIAL TIENE CARACTERISTICAS PARTICULARES, DEBE RECIBIRSE, ALMACENARSE Y REGULARSE DE MANERA DISTINTA, DE MODO QUE EXISTE CIERTA COMPLEJIDAD EN EL MANEJO DE LOS MISMOS. HAY SIN EMBARGO CONDICIONES QUE CORRESPONDE VERIFICAR A "CONTROL DE CALIDAD" DE INSUMOS Y QUE SON DE VITAL IMPORTANCIA PARA EL VIDRIERO. EL ENFASIS PRINCIPAL SE PONE EN LOS SIGUIENTES ASPECTOS:



A) COMPOSICION QUIMICA

B) CONDICIONES FISICAS DE ARRIBO A LA PLANTA

CON RESPECTO AL PUNTO " COMPOSICION QUIMICA", EXISTEN ESPECIFICACIONES PARA LAS CARACTERISTICAS SIGUIENTES:

- 1.- ANALISIS QUIMICO PORCENTUAL DE OXIDOS UTILES PARA EL VIDRIO
- 2.- HOMOGENEIDAD Y CONSTANCIA DE LA COMPOSICION POR LOTES
- 3.- CONTAMINACION CON AGENTES INDESEABLES

EN RELACION A LAS CONDICIONES FISICAS DE ARRIBO, SE VIGILA:

- 1.- LA GRANULOMETRIA Y SU DISTRIBUCION
- 2.- EL % DE HUMEDAD
- 3.- LA TEMPERATURA DE ALGUNOS MATERIALES
- 4.- EN EL CASO DEL VIDRIO DE RECICLO, LA SEPARACION POR COLORES.

ESTOS PARAMETROS CONTINUAN CUIDANDOSE DURANTE LOS PROCESOS INTERNOS A QUE SE SOMETE LA MATERIA PRIMA EN ALGUNOS CASOS.

EN GENERAL SE DICE QUE LAS MATERIAS PRIMAS DEBEN SER SECAS Y CONVENIENTEMENTE GRANULADAS, PARA FACILITAR SU INCORPORACION A LA FORMULA.

SE OFRECE EN SEGUIDA UN CUADRO QUE CONTIENE UN ANALISIS QUIMICO MAS COMPLETO DEL CONTENIDO EN OXIDOS DE LOS MATERIALES PRIMARIOS MAS COMUNES, QUE HABRAN DE USARSE PARA ELABORAR PRIMERO LA FORMULA TEORICA Y FINALMENTE LA MEZCLA DE FUSION PARA OBTENER EL VIDRIO DESEADO.

MATERIA PRIMA	ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS										TOTAL
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	GASES	
ARENA TIPO "B"	98.37	0.88	0.105	0.06	0.02		0.25				99.685
ARENA TIPO "A"	99.55	0.21	0.026	0.30	0.03					SO <sub>3</sub>	99.846
SODA						57.783				0.103	57.886
CALIZA	1.142	0.098	0.04	53.83	1.206						56.316
FELDESPATO "A"	68.89	17.55	0.385	0.48		6.56	5.54				99.405
FELDESPATO "B"	67.833	18.046	0.66	0.57		6.509	5.531				99.149
ESPATO FLUOR	48.24		0.989	28.968	0.078					F <sub>2</sub>	96.732
NITRATO DE SODIO						36.42					36.42
DICROMATO DE SODIO						20.977				Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	71.93
										50.953	
										Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
CROMITA	1.4	15.4	28.45		9.9					45.6	100.75
HEMATITA			42.28								42.28
										SO <sub>3</sub>	
SULFATO DE SODIO						43.46				56.15	99.61
ESCORIA	27.24	10	7.02	39.87	6.85	1.23	0.67	1.02	6.1		100
										SO <sub>3</sub> -F <sub>2</sub> O	
VIDRIO RECICLADO	70.076	3.008	0.181	10.52	0.609	14.07	1.002	0.061		0.186-0.121	99.834

CUADRO # 1 QUE MUESTRA EL ANALISIS QUIMICO

DE LAS MATERIAS PRIMAS MAS COMUNES PARA

ELABORAR VIDRIO.

### C) RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

EN ESTE CAMPO DE ACCION SE MANEJAN NUMEROSOS EQUIPOS, DE LOS QUE LISTAMOS LOS MAS USUALES PARA LA ENTREGA DE MATERIAS PRIMAS A LAS PLANTAS DE ELABORACION DE ENVASES DE VIDRIO.

- CAMIONES Y TRAILERS, GENERALMENTE DEL TIPO " DE VOLTEO"
- CARROS TOLVA, DE NEUMATICOS O DE FERROCARRIL
- TRAILERS CERRADOS PARA MATERIALES ENCOSTALADOS
- VAGONES DE FERROCARRIL PARA EL MISMO FIN
- "GONDOLAS", O CARROS RECIPIENTE DE FERROCARRIL, PARA MATERIALES COMO LA PIEDRA CALIZA O EL VIDRIO DE RECICLO.

UNA VEZ PESADO EL CONTENIDO, SE LLEVA A CABO UNA INSPECCION VISUAL Y SE TOMA UNA PEQUEÑA MUESTRA REPRESENTATIVA, POR DIVERSOS MEDIOS, SEGUN EL CASO PARA CARACTERIZACIONES DE TIPO FISICO.

ALGUNOS MINUTOS DESPUES, SI ES ACEPTADO, (LO QUE OCURRE 99 % DE LOS CASOS) SE REGISTRA SU INGRESO Y SE PROCEDE A DESCARGAR. SI EL MATERIAL ES A GRANEL, HACIA FOSAS CON BANDAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES TIPO CANGILONES, CON COLECTORES DE POLVO FUGITIVO Y SI EL MATERIAL LLEGA ENCOSTALADO, GENERALMENTE SE DESCARGA MANUALMENTE, IGUAL PROCEDIMIENTO SE USA SI EL MATERIAL LLEGA "EN PIEDRA".

EL VIDRIO DE RECICLO PUEDE SER MANEJADO DESCARGANDOLO A BANDAS O BIEN DIRECTAMENTE AL PISO, NORMALMENTE DE CEMENTO, Y APILADO, O EN GRANDES SILOS, FIJOS O DESARMABLES.

SE PUEDE DECIR QUE, EN GENERAL, LOS MATERIALES A GRANEL VAN A DAR A LOS SILOS DE RESERVA DE LAS PLANTAS, QUE EN NUESTRO PAIS GUARDAN MATERIALES PARA AL MENOS DOS SEMANAS DE RESERVA.

LOS MATERIALES ENCOSTALADOS O EN CUÑETES, SE ALMACENAN EN BODEGAS TECHADAS, POR LOTES DE TARIMAS Y SEPARANDO AQUELLOS QUE PUDIERAN REACCIONAR ENTRE SI, COMO ES EL CASO DE JUNTARSE CARBON, NITRATO Y AZUFRE, QUE PUEDEN FORMAR POLVORINES.

LOS VIDRIOS DE RECICLO PROPIOS O FORANEOS, SE MANEJAN DE DOS MANERAS, SIENDO ENSILADOS LOS DEL PROPIO RECICLO INTERNO, PUES ES LA MISMA FORMULA QUE LA PRODUCCION DE LA PLANTA Y LOS VIDRIOS FORANEOS O RECICLADOS EXTERNOS QUE AL RECIBIRSE SON TIRADOS EN PATIOS Y POSTERIORMENTE UN TRASCABO LOS ALIMENTA A LAS BANDAS Y ELEVADORES Y SE

ENSILAN, PERO SOLO EN LOS SILOS DE CONSUMO, QUE POR LO NORMAL SON DE UNA CAPACIDAD DE UNA DECIMA PARTE DE LOS DE RESERVA. (VEASE FIG III.E Y III.F)

FIG. III.E DIAGRAMA DE RECEPCION Y ALMACENAMIENTO

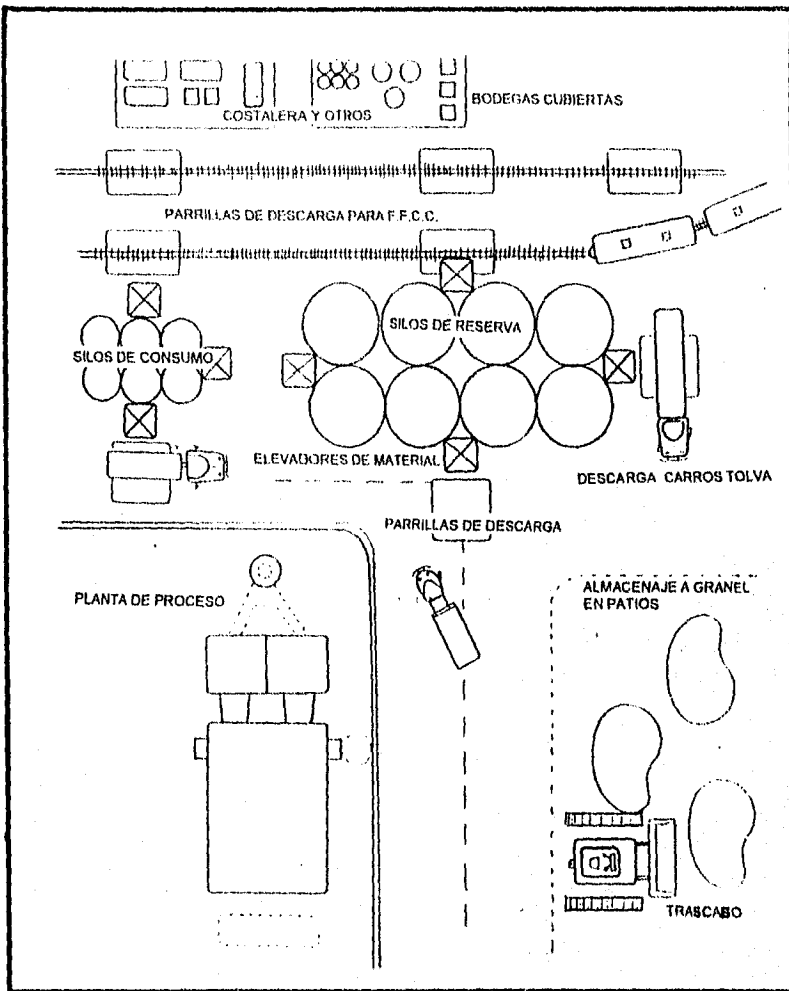
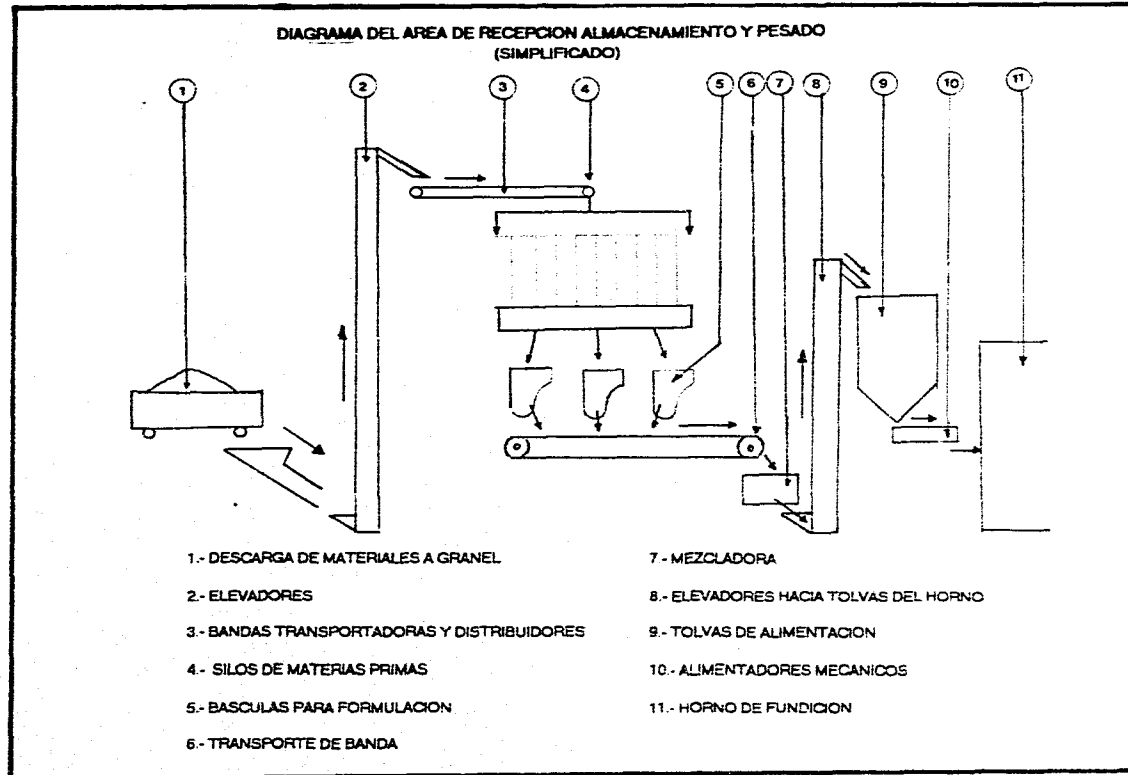


FIG. 11.F



#### D) ELABORACION DE MEZCLAS SEGUN LA FORMULA

NORMALMENTE DEBAJO DE LA BATERIA DE SILOS DE CONSUMO, SE ENCUENTRA UN SET DE BASCULAS, MANUALES O AUTOMATICAS, QUE PERMITEN PESAR LOS MATERIALES NECESARIOS. ESTO SE HACE DEL MODO SIGUIENTE.

DE LA BASE DE LOS SILOS Y TOLVAS DE INGREDIENTES, SALEN BAJANTES O DUCTOS CON EL DIAMETRO Y ANGULO DE FLUJO ADECUADO SEGUN EL MATERIAL DE QUE SE TRATE, HACIA UN RECIPIENTE CONICO CON CAPACIDAD DE HASTA TRES TONELADAS DE MATERIALES, COLGADO DE UN SENSOR O PALANCAJE QUE PERMITAN EVALUAR EL PESO EXACTO, ESTO CONFORMA LA BASCULA.

EL OPERADOR, CUENTA CON UN LISTADO DE MATERIALES Y EL PESO QUE DEBE AGREGAR DE CADA UNO, EN UNA SECUENCIA FIJA CADA CICLO, HASTA COMPLETAR UN "BATCH", CON TOLERANCIAS CERRADAS A  $\pm 1$  KG EN LOS INGREDIENTES MAYORES Y A ALGUNOS GRAMOS EN LOS MENORES, QUE SON COLORANTES Y AFINANTES.

SI LA TOLERANCIA ES EXCEDIDA, EL PESADOR QUITARA MANUALMENTE EL MATERIAL ADICIONAL, Y SI FALTA, LO AGREGARA CON CUIDADO.

UNA VEZ COMPLETADO EL PROCESO DE AGREGAR LA ARENA, SODA, CALIZA Y FELDESPATO, ASI COMO LOS COLORANTES, AFINANTES Y LOS VIDRIOS DE RECICLO, TODO ES DESCARGADO A UNA GRAN REVOLVEDORA MUY PARECIDA A LAS DE CONCRETO DONDE SE MEZCLAN UNOS MINUTOS CON SUAVE ADICION DE AGUA HASTA LLEGAR APROXIMADAMENTE AL 2 % EN PESO. LA FINALIDAD DE AGREGAR HUMEDAD ES LA DE EVITAR SEGREGACIONES DE LOS MATERIALES MAS FINOS Y EL DESPRENDIMIENTO DE POLVO AL MANEJAR EL PREPARADO, POR OTRA PARTE, AGREGAR MAS HUMEDAD, HARIA DIFICIL EL MANEJO DE LOS GRANULADOS, PUES FORMARIAN UNA PASTA LODOSA QUE PUEDE ATORAR EL EQUIPO.

YA HOMOGENEIZADA LA MEZCLA SE DESCARGA NUEVAMENTE HACIA LAS BANDAS TRANSPORTADORAS QUE LA LLEVARAN EN LAS TOLVAS DEL HORNO DE FUSION.

LO QUE EN TODOS LOS CASOS SE BUSCA, INDEPENDIEMENTE DEL EQUIPO DE PESADO QUE SE UTILICE, MANUAL O AUTOMATICO, ES LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, LA FACILIDAD DEL MISMO, LA CONSERVACION DE LA FORMULACION Y LA CONTINUIDAD DEL PROCESO DE PREPARACION Y CARGADO AL HORNO.

EN ESTAS CONDICIONES SE TIENE LISTA LA MEZCLA PARA SER FUNDIDA .

EXISTEN NUMEROSAS CARACTERISTICAS ADICIONALES QUE SE TIENEN QUE CUMPLIR EN EL DISEÑO DE FORMULA Y QUE IMPLICAN POR SUPUESTO LA SELECCION DE LA MEJOR OPCION AL MENOR COSTO, DE MODO OPTIMO.

PARA HACER UN BUEN SEGUIMIENTO Y EVALUACION DE LOS DESARROLLOS, DEBE CONTARSE AL MENOS CON EL SIGUIENTE EQUIPO DE SOPORTE O BIEN MEDIANTE TERCEROS, TENER ACCESO A PRUEBAS Y ANALISIS CONCLUYENTES DE LO SIGUIENTE:

1.- ANALISIS QUIMICOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

2.- FUSIONES DE MUESTRAS

3.- DIVERSOS, SE LISTAN;

- A) DENSIDAD
- B) PUNTO DE SUAVIZADO DEL VIDRIO
- C) COEFICIENTE DE EXPANSION LINEAL
- D) TEMPERATURA DE RECOCIDO
- E) TEMPERATURA DE RELEVACION DE ESFUERZOS
- F) RESISTENCIA AL ATAQUE QUIMICO
- G) TEMPERATURA DE LIQUIDEZ
- H) ESFUERZOS INTERNOS POR "CUERDAS" O FALTA DE HOMOGENEIDAD
- I) COLOR (LONGITUD DE ONDA DOMINANTE, PUREZA Y BRILLANTEZ)
- J) PETROGRAFIA Y OCLUSIONES DIVERSAS
- K) BURBUJAS (CONTEO, COMPOSICION)
- L) GRADO DE RECOCIDO ALCANZADO POR EL ENVASE FINAL ETC.

4.- SI SE TIENEN FACILIDADES, ES DESEABLE A ESCALA PILOTO UN PROCESO QUE PERMITA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO QUE HABRAN DE TENER LAS DIFERENTES COMPOSICIONES QUIMICAS PROPUESTAS O FORMULADAS : AQUI, LAS COMPUTADORAS NOS OFRECEN HOY DIA LA POSIBILIDAD DE AUXILIARNOS CON SUS ENORMES CAPACIDADES , SIMULANDO EL PROCESO O CALCULANDO MEDIANTE ALGORITMOS LAS PROPIEDADES FINALES DE MANERA MUY CERCANA A LA REAL.

5.- INFORMACION BIBLIOGRAFICA DETALLADA Y ACTUALIZADA EN TECNOLOGIA DE VIDRIO ESPECIALMENTE DEL AREA DE ENVASES.

6.- FUENTE DE MATERIAS PRIMAS DE CALIDAD CONSTANTE, NACIONALES DE PREFERENCIA Y EN LA CANTIDAD SUFICIENTE QUE GARANTICE EL ABASTO Y PERMITA ALCANZAR EL OBJETIVO FINAL.

7.- CAPACIDAD DE RECEPCION , MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES.

8.-INVENTARIO A MANEJAR DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DEL AREA PRODUCTIVA ASIMISMO LAS OPCIONES EN CASOS DE APREMIO Y NUMEROSOS FACTORES MAS .

EL LISTADO ANTERIOR EN NINGUN CASO PODRA PASARSE POR ALTO PUES DE ELLO SIEMPRE DEPENDERA EL RESULTADO .

TAMBIEN EXISTEN ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIRSE, TALES COMO LA PROTECCION A LA LUZ ULTRAVIOLETA Y LA RESISTENCIA AL ATAQUE DEL MEDIO AMBIENTE HUMEDO, QUE DEBERAN SER CONTEMPLADAS EN EL DISEÑO.

SE ANEXAN A MANERA DE EJEMPLO LAS ESPECIFICACIONES DE COLOR QUE NORMALMENTE CUBRE LA INDUSTRIA DE LOS ENVASES EN GENERAL.

(VEASE LA TABLA III.A, EN ESTA PAGINA)

TABLA DE ESPECIFICACIONES DE COLOR					
COLOR	ESPESOR	LONG. DE ONDA		PUREZA	BRILLANTEZ
	mm.	DOMINANTE $\mu m$		%	%
VERDE ESMERALDA	10	550-580		54-74	30-40
VERDE GEORGIA	10	515-545		de 2 a 8	70-80
AMBAR	3,175	578-584		78-98	23-48
CRISTALINO	38,1	565-575		0-4	75-100

TABLA III.A



## E) FUSION Y REFINACION

LA OBTENCION, MANTENIMIENTO Y MEDICION DE ALTAS TEMPERATURAS ES UNO DE LOS RETOS PRINCIPALES DE LA FABRICACION DE VIDRIO, ADICIONALMENTE LA ACCION CORROSIVA DEL VIDRIO FUNDIDO SOBRE LOS RECIPIENTES Y PAREDES QUE LO CONTIENEN, Y EL ATAQUE DE LA MATERIA PRIMA DE LOS MATERIALES MAS VOLATILES Y GASES DESPRENDIDOS POR LAS REACCIONES, CONFORMAN EL CUADRO AL QUE HA DE ENFRENTARSE EL TECNOLOGO DE LA INDUSTRIA VIDRIERA.

PARA LA OBTENCION DE LAS ALTAS TEMPERATURAS DE MANERA ECONOMICA Y PRACTICA, LOS PRINCIPALES COMBUSTIBLES ACTUALES SON: EL GAS NATURAL, EL ACEITE DIESEL Y EL GAS L.P. OTROS COMBUSTIBLES HAN DEJADO DE USARSE POR LA RAZON DE QUE SUS CONTENIDOS DE CONTAMINANTES LOS HACEN NO DESEABLES EN LA PRESENTE COYUNTURA..

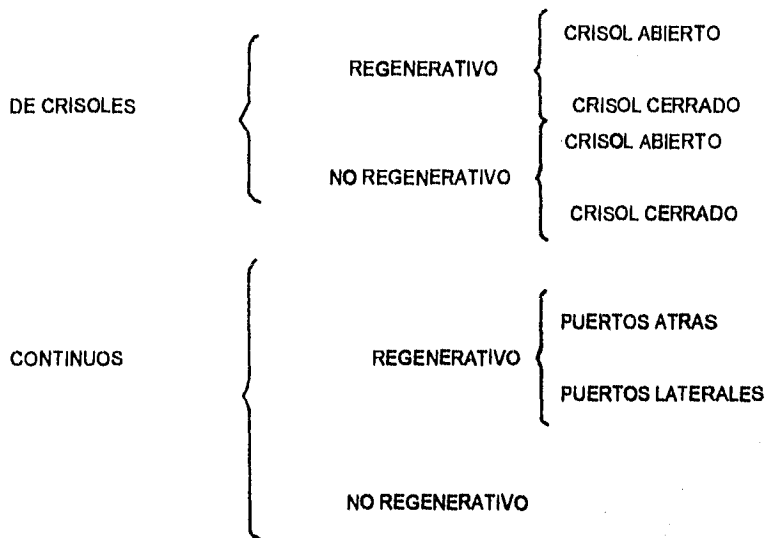
DE LOS ANTERIORES, EL GAS NATURAL ES PROBABLEMENTE EL MAS PROXIMO AL IDEAL, ACCESIBLE EN LA MAYOR PARTE DE LAS LOCALIDADES DE LA REPUBLICA A PRECIOS MODERADOS Y EN GRAN CANTIDAD, CON UN CONTENIDO CALORIFICO PROMEDIO NETO DE UNAS 8600 Cal / m<sup>3</sup>.

SIN EMBARGO AUNQUE SE PREFIERE EL GAS NATURAL, SE TIENE SIEMPRE UNA RESERVA DE COMBUSTIBLE LIQUIDO YA QUE EN NINGUNA INDUSTRIA SE ESTA EXENTO DE CONTRATIEMPOS, DE MODO QUE SE HA ACONDICIONADO EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE LIQUIDO PARA QUE EN CASO DE EMERGENCIA PUEDA SER USADO DE INMEDIATO SIN AFECTAR LA PRODUCCION, YA QUE REQUIERE DE DIFERENTES CONDICIONES OPERATIVAS Y PUEDEN LLEGAR A AFECTAR LA MEZCLA FUNDIDA O LA UNIDAD DE FUNDICION. ESTOS COMBUSTIBLES TIENEN UN CONTENIDO CALORIFICO DE ALREDEDOR DE 8860 Kcal POR LITRO. LAS TEMPERATURAS QUE DEBEN MANTENERSE EN LOS HORNOS ESTAN COMPRENDIDAS ENTRE 1500 Y 1550 °C.

ASIMISMO LOS REFRACTARIOS DE QUE ESTA HECHA LA UNIDAD DE FUNDICION SON LOS QUE REALMENTE HACEN POSIBLE LA FABRICACION DE VIDRIO A ESCALA INDUSTRIAL YA QUE PROPORCIONAN LOS RECIPIENTES Y AL MISMO TIEMPO CONSERVAN EL CALOR PERMITIENDO ECONOMIA EN LA PRODUCCION.

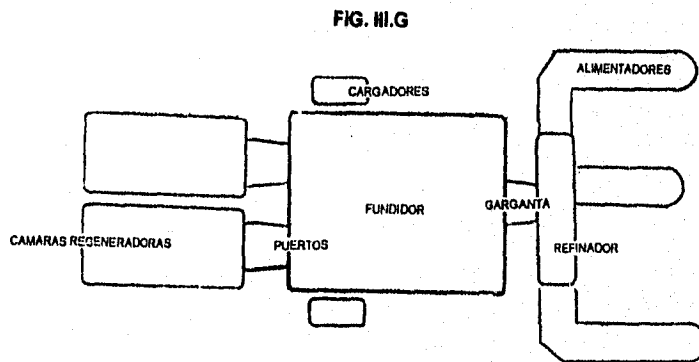
## LOS HORNOS

LOS DIVERSOS TIPOS DE HORNOS QUE EN LA ACTUALIDAD SE EMPLEAN SE PUEDEN CLASIFICAR DE LA SIGUIENTE MANERA:



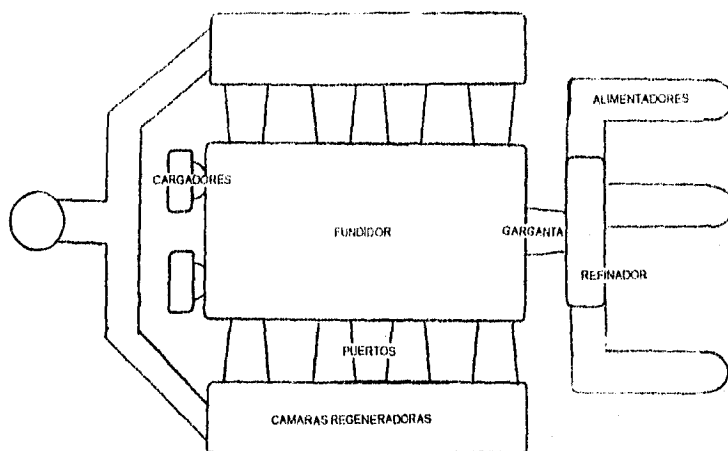
EN LAS PLANTAS DE IMPORTANCIA SE UTILIZAN LOS HORNOS REGENERATIVOS DE PUERTOS ATRAS O DE PUERTOS LATERALES EN LAS UNIDADES MAS GRANDES, POR LO QUE SE PROCEDERA A DESCRIBIRLOS.

**DIAGRAMA DE UN HORNO DE PUERTOS ATRAS (VER FIG. III.G)**



## EL HORNO TIPO PUERTOS LATERALES

FIG. III.H



COMO PUEDE APRECIARSE, LA ALIMENTACION DE MEZCLA AL HORNO SE EFECTUA POR MEDIO DE CARGADORES MECANICOS, INSTALADOS EN LA PARTE POSTERIOR DEL HORNO EN LOS DE TIPO PUERTOS LATERALES Y POR LAS PAREDES EN LOS DE TIPO PUERTOS ATRAS.

LOS HORNO TIENEN DOS GRANDES CAMARAS REGENERADORAS DE CALOR, CON EL FIN DE HACER MAS ECONOMICA LA OPERACION Y MAS FACIL LA OBTENCION DE ALTAS TEMPERATURAS. EN ESTAS CAMARAS SE ENCUENTRAN ENTRETEJIDOS MILES DE LADRILLOS REFRACTARIOS, COLOCADOS DE TAL FORMA QUE PERMITAN EL PASO DE LOS GASES DE COMBUSTION O EL AIRE DE ENTRADA AL HORNO PERO OFRECIENDO UNA GRAN AREA DE CONTACTO PARA MAYOR ECONOMIA DE COMBUSTIBLE.

EL TRAYECTO SEGUIDO POR EL AIRE DE COMBUSTION EN UN HORNO CON CAMARAS RECUPERADORAS DE CALOR ATRAS SERIA EL SIGUIENTE:

EL AIRE IMPULSADO POR UN GRAN ABANICO, PASA A TRAVES DEL EMPAQUE DE LADRILLOS Y SE PRECALIENTA HASTA UNOS 1200°C. AL SALIR POR LA PARTE SUPERIOR DE LA CAMARA PASA POR EL PUERTO QUE ES EL NOMBRE DEL DUCTO QUE HACE LA CONEXION CON EL TANQUE DE FUNDICION Y EN CUYO PUNTO SE ESTA INYECTANDO EL GAS POR LAS PAREDES O POR LA PARTE SUPERIOR E INCLUSO POR EL PISO DE DICHO PUERTO. DEPENDIENDO DEL SISTEMA DE QUEMADO.

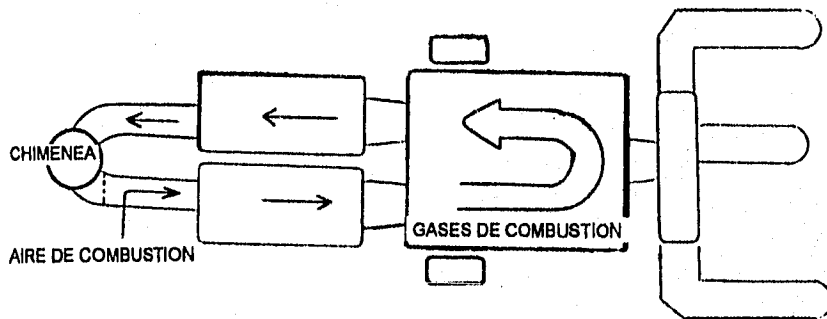
AL ENTRAR EN CONTACTO EL AIRE CALIENTE CON EL GAS NATURAL, DA PRINCIPIO LA COMBUSTION QUE SE DIFUNDE POR TODA LA CAMARA DEL HORNO SOBRE LA SUPERFICIE DEL VIDRIO, CALENTANDOLO PARA PERMITIR LA INTEGRACION DE LOS INGREDIENTES QUE, MEZCLADOS, CONTINUAN ENTRANDO AL HORNO Y FLOTAN SOBRE LA SUPERFICIE DE ESTA VERDADERA "ALBERCA" DE VIDRIO LIQUIDO A 1500 GRADOS CENTIGRADOS.

LOS GASES EXHAUSTOS SALEN POR EL OTRO PUERTO Y CRUZAN LA CAMARA DE REGENERACION QUE ABSORBE EL CALOR REMANENTE, DE TAL MODO QUE AL ABANDONARLA, DICHS GASES ESTAN A TAN SOLO 550 GRADOS CENTIGRADOS Y DE AHI SE DIRIGEN A LA CHIMENEA POR UN LARGO TUNEL Y POR TIRO NATURAL SALEN A LA ATMOSFERA A 150 GRADOS CENTIGRADOS, APROXIMADAMENTE.

CADA VEINTE MINUTOS EL CICLO SE INVIERTE PRENDIENDO LOS QUEMADORES DEL LADO OPUESTO Y APAGANDO LOS ACTUALES, HACIENDO TAMBIEN QUE EL AIRE CIRCULE EN SENTIDO CONTRARIO MEDIANTE UN JUEGO DE GRANDES VALVULAS Y RECUPERANDO ASI EL CALOR QUE ANTES DEJARON LOS GASES DE SALIDA EN LA CAMARA QUE QUEDO CALIENTE:

DIAGRAMA DE FLUJO AL INVERTIRSE EL CICLO DE QUEMADO.

FIG. N. 1



## EL PROCESO DE LA FUSION

ESTE ES BASICAMENTE EL MISMO, TANTO SI SE PRACTICA EN CRISOLES, HORNOS INTERMITENTES O CUALQUIERA DE LOS DESCRITOS ANTERIORMENTE, SE COMPONE DE TODOS LOS PROCESOS POR LOS QUE TRANSCURRE EL BATCH, HASTA QUE EL VIDRIO PROPIAMENTE DICHO APARECE.

PODEMOS DIVIDIR LAS REACCIONES EN VARIOS NIVELES DE TEMPERATURA, ESTOS PUEDEN SER:

- \* ENTRE 20 Y 740 GRADOS CENTIGRADOS
- \* ENTRE 740 Y 900 GRADOS CENTIGRADOS
- \* ENTRE 900 Y 1400 GRADOS CENTIGRADOS

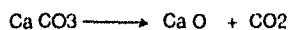
DESPUES DE ESTA ULTIMA TEMPERATURA SE CONSIDERA QUE TODA LA MATERIA SE HA FUSIONADO Y SE INICIA ENTONCES LA FASE DE REFINACION O AFINACION.

LOS FENOMENOS QUIMICOS QUE SE PRESENTAN EN ESTAS ETAPAS SON BASICAMENTE DE HIDRATACION, EN ALGUNOS DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA, EN SEGUIDA ALGUNAS DISOCIACIONES DE CARBONATOS, NITRATOS Y SULFATOS, CONVERSIONES A SILICATOS Y ASOCIACIONES DE OXIDOS LIBERADOS.

EN LA PRIMERA FASE, LAS MATERIAS PRIMAS LLEGAN A LA ENTRADA DEL HORNO CON CIERTO CONTENIDO DE HUMEDAD, (LA DE LA ARENA, LA CALIZA, EL FELDESPATO Y EL CULLET O VIDRIO RECICLADO) ESTA ES RAPIDAMENTE COMPARTIDA POR LA SODA, QUE SE HIDRATA, PUDIENDO ABSORBER HASTA 10 MOLECULAS DE AGUA, POR MOLECULA DE CARBONATO DE SODIO CON UNA REACCION LIGERAMENTE EXOTERMICA, QUE "ENTIBIA" LA MEZCLA., POSTERIORMENTE, A LOS 33 GRADOS CENTIGRADOS, PIERDE 9 DE ESAS MOLECULAS Y PASA DE DECAHIDRATO A MONOHIDRATO, EL EXCESO DE AGUA SOBRANTE EMPIEZA A DISOLVER PARCIALMENTE EL CARBONATO DE SODIO, QUE ENGLOBA LOS GRANOS DE LOS OTROS MATERIALES, LO QUE DESPUES FACILITARA SU FUSION.

PARTE DEL CARBONATO DE SODIO, PASA A BICARBONATO, LA HUMEDAD DE LA CARGA SE EMPIEZA A EVAPORAR AL ENTRAR EN EL HORNO, PERO HA CUMPLIDO SU FUNCION DE ASOCIAR A LA ARENA, LA SODA Y LA CALIZA, DE MODO QUE CUANDO A 130 GRADOS LA MEZCLA ESTA DESHIDRATADA, TODO ESTA DISPUESTO PARA LA FORMACION DE UN EUTECTICO, ESTO ES MUY IMPORTANTE YA QUE DE OTRA MANERA, SERIA MUY DIFICIL LA FUNDICION DE LA ARENA SILICA SOLA, E IGUAL OCURRIRIA PARA LA CALIZA.

LA TEMPERATURA DE FUSION DE LA SODA SERIA DE 851 GRADOS CENTIGRADOS, PERO ANTES OCURRIRIA QUE EL CARBONATO DE CALCIO SE COMBINARA ALREDEDOR DE LOS 600 GRADOS CON EL CARBONATO DE SODIO, APROVECHANDO QUE LA CALIZA SE DISOCIA DEL MODO SIGUIENTE:



SE PRESENTA ENTONCES LA EUTECTICA  $2 \text{ CO}_2 \text{ --- Na}_2 \text{ O --- Ca O}$

COMBINANDOSE AMBOS CARBONATOS PARA FORMAR UNO DOBLE, QUE COMO SE DEFINIO, TIENEN LA PROPIEDAD DE FUNDIR A UNA TEMPERATURA INFERIOR A LA DE SUS CONSTITUYENTES ORIGINALES. AQUI PODEMOS OBSERVAR YA UN LIGERO BRILLO VIDRIADO SOBRE EL BATCH, ACOMPAÑADO DE UN BURBUJEO SUPERFICIAL, PROVOCADO POR EL BICARBONATO QUE FUNDE A 600 GRADOS.

TAMBIEN EL NITRATO DE SODIO PASA A NITRITO LIBERANDO OXIGENO, ESTE OXIDARA AL ANHIDRIDO ARSENIOSO,  $\text{As}_2 \text{ O}_3$ , TRANSFORMANDOLO EN  $\text{As}_2 \text{ O}_5$ .

EN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO SE HA PODIDO OBSERVAR QUE LOS GRANOS DE CALIZA SE DISUELVEN COMO UN TROZO DE AZUCAR EN EL AGUA; LENTAMENTE SE VA CONSTITUYENDO LA EUTECTICA FUNDIDA, DANDOLE UN ASPECTO BLANQUECINO A LA SUPERFICIE DEL BATCH QUE FLOTA EN EL INTERIOR DEL HORNO.

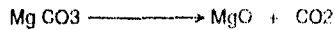
EN ESTA PRIMERA ETAPA EL AFINANTE SULFATO DE SODIO, NO HA SUFRIDO NINGUNA MODIFICACION, Y NO FUNDE HASTA LOS 884 GRADOS CENTIGRADOS, LUEGO SE DESCOMPONDRA A LOS 1350 GRADOS Y JUGARA EL PAPEL DE AFINANTE.

LA ARENA Y EL FELDESPATO QUEDAN INERTES EN ESTA PRIMERA FASE Y SE CALIENTAN SIN SER ATACADOS. TODAS LAS MATERIAS PRIMAS SE ENCUENTRAN INMERSAS EN UN MEDIO EN PROCESO DE LICUEFACCION Y LISTAS PARA UNA SEGUNDA SECUENCIA DE EVENTOS.

ENTRE 740 Y 900 GRADOS, LA SILICE VA A REACCIONAR VIVAMENTE EN UN MEDIO YA LIQUIDO QUE CARACTERIZA ESTE PERIODO, PARA FORMAR UN SILICATO DE CALCIO CON DESPRENDIMIENTO DE  $\text{CO}_2$ ;



SI EN LA MEZCLA HAY DOLOMITA, ESTA CONTIENE CARBONATO DE MAGNESIO QUE AQUI SE DESCOMPONE.



Y ENTONCES EL MAGNESIO SE COMBINA CON LA SILICE PARA FORMAR UN SILICATO DE MAGNESIO.



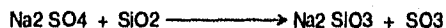
EL NITRATO DE SODIO SE DISOCIA COMPLETAMENTE EN SODIO, NITROGENO Y OXIGENO, EL SODIO RESULTANTE SE EMPIEZA A ALIAR A LA SILICE PARA FORMAR EL CORRESPONDIENTE SILICATO.

EN ESTE PUNTO, SITUADOS A 900 GRADOS CENTIGRADOS, HABLAMOS YA DE UNA FASE LIQUIDA FORMADA CON UNA MEZCLA DE SILICATOS DE SODIO, DE CALCIO, DE MAGNESIO Y DE SULFATO DE SODIO. LA ARENA Y EL FELDESPATO CONTINUAN COMPORTANDOSE COMO INFUNDIDOS.

ENTRE 900 Y 1400 GRADOS CENTIGRADOS, SE VA A DIGERIR LA ARENA Y EL FELDESPATO, EL VIDRIO DE RECICLO TIENE VISCOSIDAD PARA FLUIR Y MEZCLARSE CON EL VIDRIO EN FORMACION, EL FELDESPATO SE FUNDE POR SI MISMO Y VA DISOLVIENDOSE EN EL MEDIO FORMADO POR EL VIDRIO INCIPIENTE Y EL DE RECICLO.

EL RESTO DE LA ARENA QUE NO HA PARTICIPADO, AL IRSE INCORPORANDO VA ENDURECIENDO EL VIDRIO, Y LENTAMENTE SE VA HACIENDO MAS DIFICIL FUNDIR ESTOS SUS ULTIMOS GRANOS, PUES LA SOLUCION SE VA SATURANDO DE  $\text{SiO}_2$ . Y ES AHORA CUANDO INTERVIENE EL SULFATO DE SODIO EN UN DOBLE PAPEL YA QUE ES EL QUE HARA LA FUSION Y AFINARA EL VIDRIO.

EL SULFATO SE DESCOMPONE A 1400 GRADOS Y FAVORECE LA DIGESTION DE LA ARENA RESTANTE, PUES PERMITE LA FORMACION DE UN POCO MAS DE SILICATO DE SODIO Y ATENUA LA SATURACION DE LA SILICE EN EL VIDRIO YA EXISTENTE.



EL SO<sub>3</sub> AL LIBERARSE, AGITA LA MASA TOTAL FAVORECIENDO LA HOMOGENEIZACION Y ARRASTRANDO GASES, LO QUE CONDUCE A LA REFINACION.

TODO EL PROCESO ANTERIOR QUE TRAE CONSIGO LA FUSION Y EL DESPRENDIMIENTO DE GASES, ES DESEABLE QUE SE EFECTUE RAPIDAMENTE, LO QUE REQUIERE DE UN RAPIDO CALENTAMIENTO DE LA CARGA, PARA REDUCIR LA VISCOSIDAD Y ACELERAR EL DESPRENDIMIENTO DE LAS BURBUJAS. LA LENTITUD EN ESTE PASO Y LAS TEMPERATURAS MODERADAS, TRAERAN CONSIGO UN ESTADO EN EL QUE NO OBSTANTE HABERSE DESPRENDIDO LAS BURBUJAS GRANDES, QUEDAN EN EL VIDRIO MULTITUD DE OTRAS PEQUEÑAS, DIFICILES DE ELIMINAR AUN CUANDO DESPUES SE AUMENTE LA TEMPERATURA. ESTO, FINALMENTE, JUSTIFICA LAS TEMPERATURAS DE OPERACION DEL HORNO QUE CIRCUNDAN LOS 1500 GRADOS CENTIGRADOS.

UN RESUMEN DE REACCIONES DEL PROCESO DE LA FUSION, ES EL SIGUIENTE:

TEMPERATURA	REACCION
130 °C.	DESAPARECE EL AGUA DE HUMIDIFICACION
308 °C.	TRANSFORMACION DEL NITRATO DE SODIO EN NITRITO.
400 °C.	DESCOMPOSICION DE LA DOLOMITA SI LA HAY EN LA FORMULA.
600 °C.	FORMACION DE CARBONATO DOBLE DE SODIO Y CALCIO.
884 °C.	FORMACION DE SILICATOS DE SODIO Y DE MAGNESIO.
	FUSION DEL SULFATO DE SODIO.
1 100 °C.	DISOLUCION DE LA SILICE EN EL SILICATO.
	FUSION DEL FELDESPATO.
1400 °C.	DESCOMPOSICION DEL SULFATO DE SODIO Y LA ARENA SILICA O SILICE.



## LA REFINACION

LOS MEDIOS QUIMICOS PARA EFECTUAR EL REFINADO DEL VIDRIO INCLUYEN LA IDEA DE COMPOSICIONES REDUCTORAS DE LA VISCOSIDAD Y LA INCORPORACION A LA MEZCLA DE INGREDIENTES GENERADORES DE GASES EN GRANDES VOLUMENES EN ESPECIAL DURANTE LOS ULTIMOS ESTADOS DE FUSION.

EL BORATO DE SODIO SE HA CONSIDERADO COMO UN INGREDIENTE MUY APROPIADO PARA TAL FIN DE MODO QUE EL AGREGAR 1% DE ESTE, TIENE YA UNA PODEROSA INFLUENCIA EN EL AFINADO. TAMBIEN EL SULFATO DE SODIO, QUE NO SE DESCOMPONE MAS QUE A ELEVADAS TEMPERATURAS, SE APROVECHA EN LA ETAPA FINAL DE LA FUSION PARA REFINAR CON SU GRAN GENERACION GASEOSA.

A LO QUE SE ASPIRA EN LOS PROCESOS DE FUSION Y REFINACION, CUALQUIERA QUE SEA EL MEDIO EMPLEADO, ES A TENER UNA PRODUCCION DE VIDRIO FUNDIDO, QUE ESTE EXENTO DE BURBUJAS Y CON UNA HOMOGENEIDAD ABSOLUTA EN SU COMPOSICION QUIMICA.

ESTA ETAPA SE CONCLUYE EN UNA EXTENSION DEL HORNO, QUE PUEDE ESTAR JUNTA O SEPARADA POR UN MURO O BARRERA REFRACTARIA QUE TIENE UN VOLUMEN DE MANEJO DE VIDRIO DE UNA DECIMA PARTE DE LA DEL TANQUE DE FUNDICION.

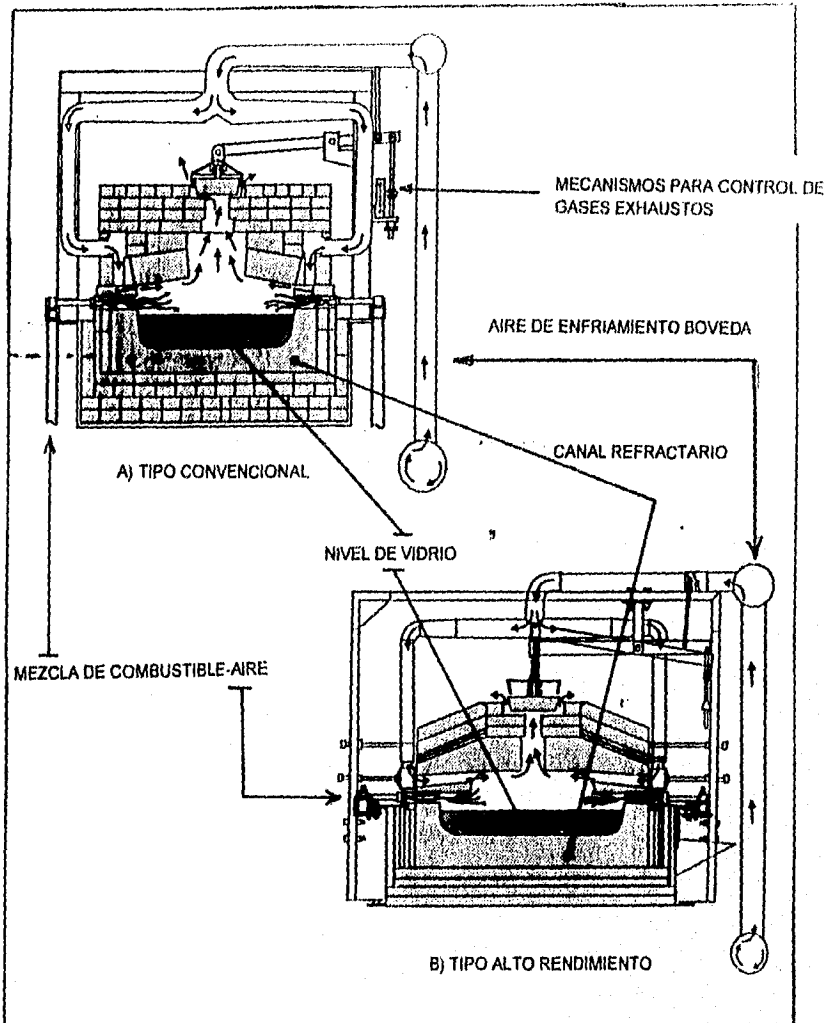
## EL ACONDICIONAMIENTO TERMICO

SE CONSIDERA ESTE COMO DE FUNDAMENTAL IMPORTANCIA Y CONSISTE EN LOGRAR QUE EL VIDRIO QUE YA ESTA QUIMICAMENTE HOMOGENEO, LOGRE AHORA UNA TOTAL HOMOGENEIDAD TERMICA, ANTES DE FORMAR GOTAS DE VIDRIO Y PROCEDER A FABRICAR ENVASES EN LA MAQUINA.

LO ANTERIOR SE CONSIGUE HACIENDO FLUIR EL VIDRIO A REGIMEN LAMINAR, POR UN ANGOSTO CANAL DE MATERIAL REFRACTARIO ( UNOS 70 Cm.) CON UNA PROFUNDIDAD DE 15 Cm., ESTA "BANDA DE VIDRIO" ES ENFRIADA LENTAMENTE DE MANERA CALCULADA, COMPENSANDO LAS PERDIDAS DE CALOR DEBIDAS A LA GEOMETRIA DEL CANAL DE MODO QUE AL FINAL DE SU RECORRIDO DE UNOS 7 METROS, TODO EL FRENTE DE AVANCE DE LA CORRIENTE TIENE LA MISMA TEMPERATURA. EN ESE MOMENTO SE HACE PASAR POR UN ORIFICIO DE SALIDA LLAMADO " BUSHING" Y SE CORTAN LAS GOTAS QUE DARAN LUGAR A ENVASES EN LA MAQUINA FORMADORA. (VER FIGURA M.J, EN LA PAG.30)

FIG. III.J

DIAGRAMA DEL CORTE DE UN CANAL ALIMENTADOR



SE ILUSTRAN EN EL DIAGRAMA DE LA PAGINA ANTERIOR, UN CANAL ALIMENTADOR Y ALGUNOS DE SUS SISTEMAS AUXILIARES.

EN LOS CANALES DE ACONDICIONAMIENTO O "ALIMENTADORES, DE LOS CUALES HAY UNO POR CADA LINEA PRODUCTIVA, EL VIDRIO PIERDE CONTROLADAMENTE UNOS 100 GRADOS CENTIGRADOS, SEGUN EL PESO DEL ARTICULO QUE VA A FORMARSE EN LA MAQUINA, SE MANEJAN TEMPERATURAS DE GOTA DESDE 1040 GRADOS CENTIGRADOS HASTA 1250. Y DESDE 3 TONELADAS POR DIA HASTA 150.

LA IMPORTANCIA DEL ACONDICIONAMIENTO RADICA EN QUE AL ESTAR TOTALMENTE HOMOGENEIZADA LA GOTA O CARGA, TANTO QUIMICA, COMO TERMICAMENTE, LOS ENVASES QUE DE ELLA SE HAGAN EN LA FORMADORA, TENDRAN, POR EL PROCESO DE SOPLADO, PAREDES MUY UNIFORMES EN ESPESOR, LO CUAL ES UNO DE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN.

#### F) PROCESO DE CONFORMACION DEL ENVASE

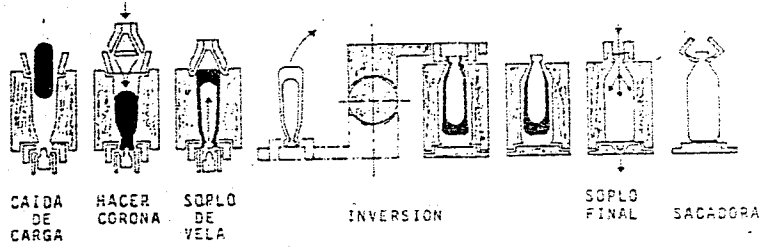
ACTUALMENTE ES 100 % MECANIZADO Y CON UNA TECNOLOGIA DE LO MAS AVANZADO, TIENE LUGAR EN DOS ETAPAS, YA SEA POR EL PROCESO DE SOPLO-SOPLO O POR EL DE Prensado y soplado.

PARA CONFORMAR LA BOTELLA O ENVASE, SE UTILIZAN MOLDES GENERALMENTE DE HIERRO, MONTADOS A GRANDES MECANISMOS EN TANDEM QUE TRABAJAN SINCRONIZADAMENTE, ES LA MAQUINA INVENTADA POR MICHAEL J. OWENS EN 1899 EN SU MODERNA VERSION LLAMADA "DE SECCIONES INDEPENDIENTES" Y QUE PUEDE FABRICAR DESDE 10 HASTA 200 PIEZAS POR MINUTO.

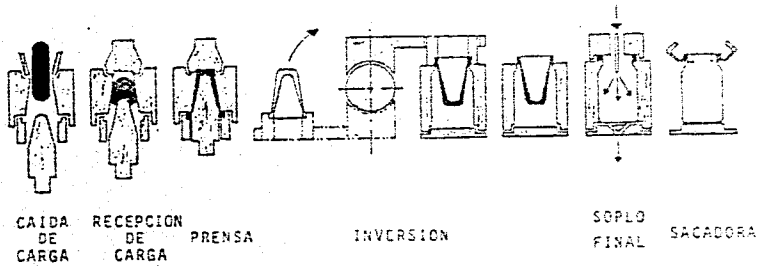
LA SECUENCIA ES LA SIGUIENTE, UNA GOTA HOMOGENEA DE VIDRIO, DEL PESO CORRECTO Y VISCOSIDAD ADECUADA, ES CORTADA Y CAE POR GRAVEDAD, SU FORMA ES CILINDRICA Y SE DESLIZA RAPIDAMENTE POR UNA CANAL METALICA DE UNOS 5 cm. DE DIAMETRO, LUEGO DE 3 METROS DE RECORRIDO, ENTRA AL PREMOLDE METALICO DONDE SE LE FORMARA LA CORONA O BOCA DEL ENVASE Y SE LE FORMA EN ESA MISMA ZONA UNA PEQUEÑA CAVIDAD, EN SEGUIDA, RAPIDAMENTE SE PASA AL MOLDE FINAL CON UN BRAZO MECANICO, EN ESTE MOLDE FINAL SE LE SOPLA HASTA CONFORMARLA TOTALMENTE. (VER FIGURA M.K, EN LA PAG.32)

FIG. IIIK

PROCESO: SOPLO-SOPLO



PROCESO: PRENSA-SOPLO



DESPUES, EL MOLDE FINAL SE ABRE, EN ESPERA DE QUE EL ENVASE ADQUIERA RIGIDEZ POR ENFRIAMIENTO, LO QUE OCURRE APROXIMADAMENTE A LOS 700 GRADOS, ENTONCES UNOS "DEDOS" METALICOS, QUITAN EL ENVASE Y LO DEJAN SEGUIR ENFRIANDOSE FUERA DEL MOLDE. UNOS SEGUNDOS MAS TARDE, UNA BANDA SE LLEVA LA BOTELLA O ENVASE FORMADO A LOS TUNELES DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y TERMICO RESPECTIVAMENTE.

ESTE CICLO DURA UNOS CUANTOS SEGUNDOS Y SE REPITE A LO LARGO DE MILLONES DE ENVASES PRODUCIDOS EN LA INDUSTRIA, CON LO QUE QUEDA CLARO EL GRADO DE PRECISION REQUERIDO EN LA MAQUINA PARA CONSEGUIR ENVASES LIBRES DE DEFECTOS A TRAVES DE GRANDES PERIODOS DE OPERACION.

SI DURANTE EL PROCESO MECANICO YA DESCRITO APARECEN DEFECTOS VISIBLES AL OPERADOR O TECNICO ENCARGADO DE LA PRODUCCION, ESTE DESVIA LAS PIEZAS DEFECTUOSAS CON AIRE COMPRIMIDO O CON UNAS PINZAS MANUALES, HACIA UN FOSO DE ENFRIAMIENTO Y MOLIENDA, PARA POSTERIORMENTE RECICLAR EL VIDRIO.

CON FRECUENCIA SE MUESTREAN LOS ENVASES QUE SALEN DE LA MAQUINA PARA DETECTAR CUALQUIER CLASE DE DESVIACIONES Y DEFECTOS PRODUCIDOS.

#### G)TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN CALIENTE AL ENVASE.

COMO YA FUE MENCIONADO, AL SALIR EL ENVASE RECIEN FABRICADO Y ANTES DE QUE TENGA MENOS DE 550 GRADOS EN SU SUPERFICIE, SE LE HACE PASAR POR UN TUNEL CUYO INTERIOR ESTA SATURADO DE VAPORES METALICOS, QUE AL ADHERIRSE A LA SUPERFICIE EN CAPAS CON ESPESORES DE ANGSTROMS, LA ENDURECEN Y COMPLETAN ASI LA LLAMADA PRIMERA ETAPA DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN CALIENTE, QUE POSTERIORMENTE SERA COMPLEMENTADA EN LA SALIDA DE LAS LINEAS DE PRODUCCION CON ALGUN LUBRICANTE , COMO LUEGO DESCRIBIREMOS. EL METAL EMPLEADO NO DEBE ENTRAR EN EL ENVASE NI FORMAR OXIDOS DAÑINOS PARA LOS CONSUMIDORES O LOS CONTENIDOS, TAMPOCO DEBE FORMAR PARES CORROSIVOS CON LAS TAPAS METALICAS QUE EL CLIENTE PUDIERA PONER A LOS ENVASES YA LLENOS, EXISTE UNA AMPLIA VARIEDAD DE TRATAMIENTOS PARA DIVERSOS FINES.

#### H) TRATAMIENTO TERMICO DE RECOCIDO AL ENVASE

DEBIDO A QUE DESPUES DE FORMADOS LOS ENVASES, ESTOS SE ENFRIAN CON RAPIDEZ, APARECEN ESFUERZOS ENTRE LA CARA EXTERNA E INTERNA, ACENTUADOS POR EL DISTINTO DIAMETRO Y POR EL COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA. COMO CONSECUENCIA DE ESTOS ESFUERZOS A NIVEL MOLECULAR, EL VIDRIO RESULTA CON POCA ESTABILIDAD TERMICA Y MECANICA, QUEDANDO EXPUESTO A QUE LOS AGENTES EXTERNOS PONGAN EN PELIGRO SU UTILIDAD COMO CONTENEDOR, ESTO PORQUE AL MENOR DAÑO SUPERFICIAL, PUEDE ESTALLAR ESPONTANEAMENTE.

ES POR ESA CAUSA QUE INMEDIATAMENTE DESPUES DE FORMADO Y TRATADO EN SU SUPERFICIE, SE SOMETE A LOS ENVASES DE VIDRIO A UN ENFRIAMIENTO GRADUAL QUE PERMITA LA RELEVACION DE LOS ESFUERZOS CONTENIDOS E IMPIDA QUE SE FORMEN NUEVAMENTE, BASADO ESTO EN ENFRIAR LA CARA EXTERNA A LA MISMA VELOCIDAD A LA CUAL SE ENFRIA LA CARA INTERNA Y DE ESTE MODO AL CONTRAERSE IGUALES, EVITAR TENSIONES ENTRE LAS MISMAS.

LO ANTERIOR IMPLICA ENFRIAR DESDE APROXIMADAMENTE 550 GRADOS, HASTA TEMPERATURA AMBIENTE A RAZON DE UNOS 4 GRADOS CENTIGRADOS POR MINUTO, LO QUE REQUIERE DE UN LARGO TUNEL, AISLADO CONVENIENTEMENTE Y CON UNA BANDA METALICA QUE TRANSPORTE LENTAMENTE LOS ENVASES POR SU INTERIOR AL TIEMPO QUE CONTROLA LA CURVA DE RECOCIDO, QUE ASI SE LLAMA A ESTE PROCESO.

UNA DE LAS CARACTERISTICAS DEL VIDRIO CON ESFUERZOS INTERNOS ES QUE DESVIA EL PLANO DE LA LUZ POLARIZADA DE MANERA PROPORCIONAL A LA INTENSIDAD DE LA TENSION CONTENIDA. ESTO NOS SUGIERE EL METODO DE MEDICION Y CONTROL DE TALES ESFUERZOS MEDIANTE EL USO DE UN POLARIMETRO O UN POLARISCOPIO CON EL QUE FRECUENTEMENTE SE VERIFICA CIERTO NUMERO DE MUESTRAS A TODO LO ANCHO DEL TUNEL DE RECOCIDO QUE ES DE UNOS 2 METROS. LAS VELOCIDADES DE TRANSPORTACION DE LA PRODUCCION SON DE APROXIMADAMENTE 30 cm POR MINUTO Y LA LONGITUD PUEDE LLEGAR A VARIAS DECENAS DE METROS, LO NORMAL SON 30 METROS.

SE HA IDENTIFICADO UNA TEMPERATURA PARTICULAR LLAMADA " DE RECOCIDO ", A LA CUAL LOS ESFUERZOS DESAPARECEN RAPIDAMENTE Y SE SITUA ESTA CERCA DE LOS 550 GRADOS CENTIGRADOS.

TODO EL PASO DE RECOCIDO PUEDE DESCRIBIRSE MEDIANTE UNA REPRESENTACION GRAFICA DE LAS DIFERENTES TEMPERATURAS A LO LARGO DEL

HORNO DE RECOCIDO LLAMADA TAMBIEN, "CURVA DE RECOCIDO" Y QUE NOS PERMITE IDENTIFICAR LAS DISTINTAS ETAPAS QUE TIENEN LUGAR DURANTE EL RECORRIDO DEL PRODUCTO BAJO TRATAMIENTO TERMICO.

(VER FIG. III. EN ESTA PAGINA)

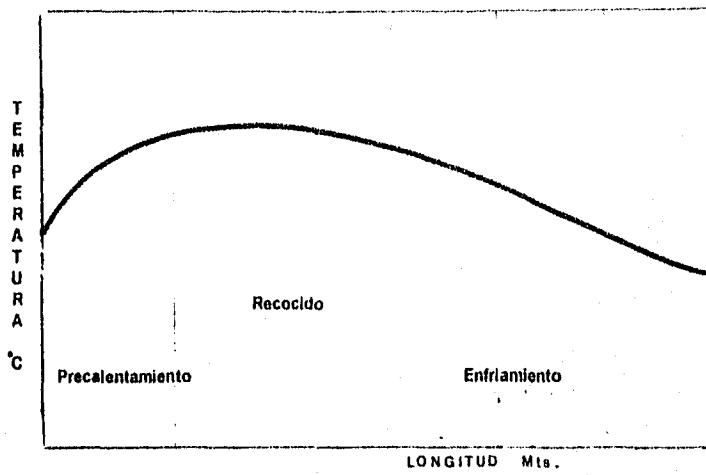


DIAGRAMA Y CURVA DE OPERACION DE UN HORNO DE RECOCIDO

#### I) TRATAMIENTO SUPERFICIAL COMPLEMENTARIO, EN FRIO.

AL SALIR DEL TUNEL DE RECOCIDO, UNA VEZ FRIOS LOS ENVASES, SE REQUIERE QUE SE DESLICEN ENTRE SI, PARA SU MEJOR MANEJO POR LAS BANDAS TRANSPORTADORAS, DE MANERA QUE SE LES APLICA UN LUBRICANTE NO DAÑINO PARA LA SALUD, QUE COMPLEMENTA EL TRATAMIENTO QUE SE HABIA APLICADO AL SALIR LOS ENVASES CALIENTES DE LA MAQUINA FORMADORA.

EL TRATAMIENTO EN FRIO CONSISTE EN UN ROCIADO POR ASPERSION CON ALGUN ACEITE COMESTIBLE O DE ALGUN POLIMERO EN EMULSION, QUE AL EVAPORARSE EL SOLVENTE, DEJAN UNA CUBIERTA INVISIBLE, ESTA PROTEGE AL ENVASE DE RALLADURAS SUPERFICIALES, EN CONJUNTO CON EL TRATAMIENTO METALICO QUE SIRVE DE BASE, LOS DAÑOS QUE SUFRE EL VIDRIO ASI PREPARADO, SON MINIMOS COMPARADOS CON LOS QUE RECIBE SIN TRATAMIENTO. ESTO ES DE PARTICULAR IMPORTANCIA PARA AQUELLOS PRODUCTOS QUE HABRAN DE CONTENER BEBIDAS A PRESION Y LOS ENVASES DE TIPO "NO RETORNABLE", QUE EN OCASIONES TIENEN PAREDES MUY DELGADAS Y QUE REQUIEREN DE ESTE TIPO DE PROTECCION.

ESTOS TRATAMIENTOS SE APLICAN DE MODO QUE NO ENTREN AL ENVASE, CON EQUIPO ELECTRONICO DE PRECISION, Y SE ELIGEN DE TAL MODO QUE NO FORMEN PARES CORROSIVOS CON LAS TAPAS METALICAS, NI QUE IMPIDAN LA ADHERENCIA DE LAS ETIQUETAS Y DECORADOS POSTERIORES.

#### J) INSPECCION DEL PRODUCTO Y CONTROL DE ESPECIFICACIONES

YA AL FINAL DEL PROCESO, LOS ENVASES DE VIDRIO SON INSPECCIONADOS, DE MANERA INDIVIDUAL POR EQUIPOS ELECTRONICOS, Y TAMBIEN VISUALMENTE POR INSPECTORES, EN LA LINEA DE SALIDA. TAMBIEN SE MUESTREAN POR LOTES DE ACUERDO A TECNICAS ESTADISTICAS APROPIADAS.

TODO LO ANTERIOR ES NECESARIO PUES EL NUMERO DE DEFECTOS POSIBLES QUE PUEDEN APARECER ES DE VARIAS DECENAS Y LAS ESPECIFICACIONES DE CADA TIPO DE PRODUCTO SON NUMEROSAS Y ESTRUCTAS, POR LO QUE SE DESTINA A UN LABORATORIO INTERNO ESPECIALIZADO, LA TAREA DE VERIFICAR LAS DIVERSAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIRSE.

SI LOS LOTES DE PRODUCCION SE ACEPTAN, PASAN A BODEGAS O AL AREA DE DECORACION SI ES QUE SE REQUIERE, DE OTRO MODO, LOS LOTES RECHAZADOS, SON ENVIADOS A MOLIENDA, PARA SER RECICLADOS COMO VIDRIO EN FORMA DE MATERIA PRIMA DE RECICLO.



K) RECICLO DEL VIDRIO PRODUCTO DE LOS ENVASES RECHAZADOS.

A LO LARGO DE TODO EL PROCESO DE FABRICACION DE VIDRIO Y DE LOS ENVASES, SE PRESENTAN DIVERSAS CAUSAS QUE OBLIGAN A SEPARAR Y ENVIAR A RECICLO DEL 5 AL 15 % DEL TOTAL DE LA PRODUCCION Y EN OCASIONES HASTA EL 100 % CON MOTIVO DE EMERGENCIAS O PAROS DE GRANDES SECCIONES DE LAS PLANTAS PRODUCTIVAS. SIN EMBARGO TODO ESTE VIDRIO ES REUTILIZABLE, PREVIOS PROCESOS DE ENFRIAMIENTO, CUANDO ES REQUERIDO, MOLIENDA, SEPARACION DE IMPUREZAS Y CLASIFICACION POR COLORES. EN SEGUIDA SE FORMULA COMO MATERIA PRIMA DE COMPOSICION CONOCIDA, PUES TIENE LA MISMA QUE SE PRODUCE CON EL VIDRIO DE LA PLANTA, Y SE REINTEGRA AL PROCESO SIN MENOSCABO DE SUS PROPIEDADES ORIGINALES.

L) DECORADO O ACABADO DE ENVASES ESPECIALES.

ALGUNAS PRODUCCIONES ESPECIALES, REQUIEREN DE TRATAMIENTOS O DECORADOS DE DIVERSAS CLASES, DE ACUERDO CON EL USO AL QUE ESTARAN DESTINADAS, POR LO QUE EN LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ENVASES, EXISTEN SECCIONES DEDICADAS A SATISFACER ESTAS NECESIDADES. ASI PODEMOS MENCIONAR QUE SE APLICAN AL PRODUCTO, UNO O VARIOS DE LOS SIGUIENTES PROCESOS: DECORACION CON ETIQUETA CERAMICA, PLASTICA O METALIZADA, DE PAPEL O DE APLICACION CON AEROSOL. TAMBIEN EXISTEN PROCESOS ESPECIALES, COMO MATEADO O ATAQUE CON ACIDO, DE EROSION CON ABRASIVOS, DE NEUTRALIZACION QUIMICA DE LA SUPERFICIE INTERNA PARA USO EN PRODUCTOS MEDICINALES, ETC.

M) NUEVA INSPECCION, RESELECCION Y RECICLADO.

DURANTE EL PASO ANTERIOR, TAMBIEN ES NECESARIO HACER INSPECCION Y RESELECCION DE PRODUCCION SIN DEFECTOS, LO QUE DA ORIGEN A MAS VIDRIO DE RECICLO. ALGUNAS VECES EL VIDRIO YA DECORADO, SI TIENE ALGUNAS RESTRICCIONES AL MOMENTO DE RECICLARLO, DE ACUERDO CON EL DECORADO QUE LLEVA. PERO EN GENERAL ES DOSIFICABLE NUEVAMENTE.

#### N) EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

EN LA INDUSTRIA DE LOS ENVASES DE VIDRIO, ES MUY IMPORTANTE EL CUIDADO QUE SE DE AL PRODUCTO FINAL DESDE SU EMPAQUE, HASTA SU DEPOSITO EN ESPERA DE SER UTILIZADO EN LAS LINEAS DE LLENADO. LO NORMAL ES QUE SE EMPAQUE CON SUAVIDAD DENTRO DE CAJAS DE CARTON Y SEPARADORES DEL MISMO MATERIAL, EN NIVELES O PISOS SEPARADOS, DESDE ALGUNAS DECENAS, SEGUN LA CAPACIDAD DEL EMPAQUE Y EL TAMAÑO DEL ENVASE A RESGUARDO.

TAMBIEN SE CONSIDERA EL PESO DEL ARTICULO, PUES UNA VEZ LLENA LA CAJA DE EMPACADO, NO DEBERIA PESAR MAS ALLA DE 25 Kg. QUE ES LO QUE UNA PERSONA PODRIA MANEJAR MANUALMENTE SIN RIESGO PARA SU SALUD, SI LO HACE APROPIADAMENTE.

ESTAS CAJAS SE ACOMODAN JUNTAS, TAMBIEN EN VARIOS NIVELES O "PISOS" HASTA LLENAR LAS DIMENSIONES DE UNA TARIMA CONVENCIONAL, PARA ASI SER MANEJADAS CON MONTACARGAS O BANDAS TRANSPORTADORAS, HASTA LA BODEGA DE EMBARQUE O RESERVA DE LA PLANTA PRODUCTORA Y LUEGO DE IGUAL FORMA HASTA LOS TRANSPORTES QUE LA LLEVARAN A LAS BODEGAS O AREAS DE RECEPCION DEL CLIENTE.

OTRA POSIBILIDAD MAS MODERNA ES LA DE PALETIZAR LOS ENVASES, ESTO ES, PONER JUNTOS EN "TENDIDOS" SIN SEPARACION, TODOS LOS ENVASES NECESARIOS PARA UN AREA DEL TAMAÑO DE LA MISMA TARIMA ANTERIOR, COLOCADOS SOBRE UNA PLACA DE CARTON RIGIDO DE LAS DIMENSIONES DE LA TARIMA, LUEGO ENCIMA OTRO "PISO" O NIVEL IGUAL, Y ASI HASTA LA ALTURA CONVENIENTE ( ALREDEDOR DE UN METRO), LUEGO ESTE MULTI NIVEL DE ENVASES Y LAMINAS DE CARTON, ALTERNADAMENTE, SE ENVUELVE TOTALMENTE CON POLIETILENO DE MANERA MECANIZADA Y SE FLEJA PARA LLEVARLO LUEGO A LAS BODEGAS.

CON RESPECTO A ESTAS, SE PREFERIRAN LAS DE CONDICIONES OPTIMAS DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS DESTINADOS, EN MUCHOS CASOS, A CONTENER ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO, ENTRE LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES SE MENCIONAN: QUE SEAN AMPLIAS AREAS TECHADAS, Y DE PREFERENCIA CERRADAS, CON PISOS PLANOS DE CEMENTO O EQUIVALENTES, LIBRES DE POLVO, GOTERAS Y CONTAMINANTES AMBIENTALES, SIN ACCESO A ROEDORES, AVES E INSECTOS, QUE PUDIERAN CONTAMINAR EL ENVASE, SIN VIBRACIONES EXCESIVAS, BIEN ILUMINADAS Y A SALVO DE INUNDACIONES, DE PREFERENCIA EN ZONAS SIN HUMEDAD ALTA, LAS BODEGAS SE MANTIENEN ORDENADAS Y CLASIFICADO EL PRODUCTO POR COLORES.

#### O) DISTRIBUCION AL MERCADO

ESTA REQUIERE EN TODOS LOS CASOS DE MEDIOS DE TRANSPORTE ADECUADOS, ESTO ES, EN VOLUMEN DE 5 METROS CUBICOS EN ADELANTE Y DESDE UNA HASTA VARIAS TONELADAS, COMO CORRESPONDE AL EQUIPO AUTOMOTOR DE FLETES INDUSTRIALES, LLAMESE TRAILERS, PLATAFORMAS, DE CAJA ETC. Y TAMBIEN SE UTILIZA EL EQUIPO DE CARROS DE FERROCARRIL COMO LO SON LOS FURGONES O VAGONES COMUNES, QUE NO LLEVEN EL ENVASE EXPUESTO A LA INTEMPERIE.

CUANDO CONTIENEN YA EL PRODUCTO ENVASADO PARA EL CUAL SERAN DESTINADOS, EL TAMAÑO DEL TRANSPORTE UTILIZADO PUEDE SER MENOR, EN RAZON DEL VOLUMEN, PUES AHORA PESA MAS Y POR LO TANTO YA ESTE FACTOR ES EL MAS CRITICO. SE UTILIZAN VAGONETAS O CAMIONETAS TIPO PANEL O PICK UP Y CAMIONES REPARTIDORES DE DISTINTOS TAMAÑOS.

EL CONSUMIDOR DE MENUDEO LLEVA CON FRECUENCIA PRODUCTOS ENVASADOS EN VIDRIO, EN NUMERO DE UNIDADES, Y TAL VEZ HASTA NIVEL DE UNA CAJA CON UNA DOCENA DE ENVASES LLENOS, PERO SI ESTOS ENVASES DE VIDRIO SE TRANSPORTAN SUELTOS O EMPACADOS INAPROPIADAMENTE, REPRESENTAN CIERTO RIESGO, TANTO PARA EL USUARIO, COMO PARA EL CONTENIDO.

#### P) SERVICIOS AL CLIENTE Y RETROALIMENTACION DE RESULTADOS

LOS PRINCIPALES SERVICIOS QUE EL CONSUMIDOR DE ENVASES, PARA LLEVAR SU PRODUCTO AL MERCADO, RECIBE EN EL CONTEXTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL, SE PUEDEN CLASIFICAR EN LAS SIGUIENTES GRANDES AREAS.

I.- SERVICIOS DE ASESORAMIENTO TECNICO.

II.- VENTA.

III.- MERCADOTECNIA.

IV.- SERVICIOS FINANCIEROS.

EN ALGUNOS CASOS, ALGUNOS DE ESTOS SERVICIOS ALCANZAN AL CONSUMIDOR DE MENUDEO, QUE CONSUME PRODUCTOS ENVASADOS EN VIDRIO.

POR SUPUESTO, EL EQUIPO HUMANO QUE ATIENDE ESTAS AREAS, DEBERA MANTENERSE ACTUALIZADO AL RESPECTO Y SERA EL RESPONSABLE DE LA CREACION DE UN ADECUADO CANAL DE COMUNICACION **INDUSTRIA - CLIENTE - USUARIO**, QUE PERMITA ATENDER Y SUPERAR LAS EXPECTATIVAS DEL MERCADO.

## LA NECESIDAD DE REAPROVECHAR EL VIDRIO DE RECICLO

INDEPENDIEMENTE DEL VIDRIO PROVENIENTE DE LA PROPIA PLANTA , DEL CUAL YA HEMOS HABLADO EN SECCIONES DESCRIPTIVAS ANTERIORES. EXISTE OTRO TIPO DE VIDRIO, PROVENIENTE DEL EXTERIOR, DE BAJO COSTO Y DE FORMULACION SEMEJANTE A LA DEL VIDRIO EN GENERAL, PERO QUE REQUIERE DE AJUSTES PARA SER UTILIZADO EN GRAN ESCALA. ESTE MATERIAL, QUE OCUPA NUESTRO ESTUDIO, ES EL LLAMADO "CULLET" O VIDRIO DE RECICLO DE LOS GRANDES CENTROS DE RECOLECCION Y RECUPERADORAS DE DESECHOS INDUSTRIALES, EXISTENTES EN TODOS LOS CENTROS DE POBLACION.

DESDE VARIOS PUNTOS DE VISTA, SEAN ESTOS ECOLOGICOS, DE AHORRO DE ENERGETICOS O DE MEJOR APROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS, RESULTA TAN MOTIVADOR EL USO DE ESTE MATERIAL QUE NO EXISTE NINGUNA PLANTA DE ENVASES DE VIDRIO QUE SE RESISTA A USARLO, SIN EMBARGO QUEDAN LIMITADAS A SU USO EN BAJAS PROPORCIONES, POR SU TECNOLOGIA PARA EL REPROCESO DE ESTE MATERIAL, DE MANERA QUE EN OCASIONES IMPLICA MAS PROBLEMAS QUE VENTAJAS, REPERCUTIENDO PRINCIPALMENTE EN LA CALIDAD DEL VIDRIO PRODUCIDO.

ES EL "CULLET" BIEN PROCESADO PARA SU RECICLO, EL QUE OCUPA ESTE ESTUDIO, POR LO QUE SE HARAN PROPUESTAS TECNICAS CONCRETAS Y ECONOMICAMENTE VIABLES, QUE PERMITAN EL MAXIMO APROVECHAMIENTO DE ESTE ABUNDANTE MATERIAL, CONSIDERADO NORMALMENTE COMO DESPERDICIO, Y QUE BIEN PUEDE LLEGAR A CONVERTIRSE CON ALGUNOS AJUSTES , EN LA PARTE COMPONENTE MAS IMPORTANTE DE LA FORMULA PARA LA FABRICACION DE VIDRIO DE LA INDUSTRIA DE LOS ENVASES.

EN EL MUNDO SE PRODUCEN DIARIAMENTE ALREDEDOR DE CUATRO MILLONES DE TONELADAS DE BASURAS DOMESTICAS URBANAS E INDUSTRIALES, QUE CON UNA DENSIDAD MEDIA DE 200 Kg/m<sup>3</sup>, EQUIVALEN A 20 MILLONES DE METROS CUBICOS Y QUE SI SE APILARAN, OCUPARIAN UN ESPACIO DE BASE CUADRADA DE UN KILOMETRO POR LADO Y 200 METROS DE ALTURA.

SOLO EL 30 % DE ESTOS RESIDUOS RECIBE ALGUN TIPO DE TRATAMIENTO, EL 70% RESTANTE CONSTITUYE UN PROBLEMA ECOLOGICO, HIGIENICO , SANITARIO, POLITICO, SOCIAL Y ECONOMICO, TAMBIEN DESDE EL PUNTO DE VISTA ENERGETICO SIGNIFICA UN GRAN DESPERDICIO DE POTENCIAL.

LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERAN POR HABITANTE ES UN INDICE RELACIONADO CON EL NIVEL DE VIDA DE LA COMUNIDAD, EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA LA PRODUCCION DIARIA PROMEDIO SUPERA LOS 3 Kg POR HABITANTE, ESTO SIGNIFICA QUE AL CRECER LA POBLACION Y EL INCREMENTO RESIDUAL POR PERSONA, EN DOS DECADAS PODRIA DUPLICARSE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DIARIOS.

LA TENDENCIA EN EUROPA ES PARECIDA Y EN LA CIUDAD DE MEXICO LA PRODUCCION DIARIA DE RESIDUOS LLAMADOS SOLIDOS, ALCANZA HASTA 15 000 ton DIARIAS, DE ESTAS, 10 000 ton (EL 65% APROX.) PERTENECEN A LA BASURA TIPO 'DOMESTICA', ES DECIR QUE LA GENERACION DIARIA POR HABITANTE MERODEA LOS 0.75 Kg QUE POR CERCA DE 20 MILLONES DE PERSONAS REPRESENTAN EL TOTAL DE 15 000 ton POR DIA GENERADAS EN LA GRAN URBE.

EL VIDRIO CONTENIDO EN LA BASURA REPRESENTA EL 5% DEL TOTAL , MIENTRAS QUE EN LA INDUSTRIA, PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE VIDRIO SE REQUIEREN 697 Kg DE ARENA SILICA, 200 Kg DE CARBONATO DE SODIO , 216 Kg DE CARBONATO DE CALCIO (CALIZA), 138 Kg DE FELDESPATO Y 4500 KW·hr DE ENERGIA , GENERANDOSE ADEMAS 200 Kg DE DESECHOS Y 15 Kg DE PARTICULAS Y CONTAMINANTES EN EL AIRE. EL RECICLAJE DE VIDRIO EVITARIA LOS GASTOS PARA OBTENER BUENA PARTE DE LOS COMPONENTES Y AHORRARIA UN 10 % DE LA ENERGIA MENCIONADA, POR CADA TONELADA PRODUCIDA.

LA GENERACION DE DESECHOS ES UNA ACTIVIDAD PROPIA DEL HOMBRE, DE HECHO TRANSFORMAR CONSCIENTEMENTE Y EN SU BENEFICIO A LA NATURALEZA, ES LO QUE PODEMOS LLAMAR CIVILIZACION, PERO ESTA TRANSFORMACION AL GENERAR

RESIDUOS, IMPLICA TAMBIEN, APAREJADA, LA GRAVE RESPONSABILIDAD DE PRESERVAR Y RESTAURAR EL EQUILIBRIO ECOLOGICO AFECTADO Y ASIMISMO LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE, CON TODOS LOS RECURSOS AL ALCANCE, SIENDO AUN MAS DESEABLE LA PREVENCION DE LAS CAUSAS QUE ATENTEN CONTRA DICHO EQUILIBRIO.

SEA PUES EL OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO, EL PRESENTAR UNA CONTRIBUCION A LA PRESERVACION DEL ENTORNO ECOLOGICO MEDIANTE EL PROCESO DEL RECICLADO, MOSTRANDO QUE ESTA POSIBILIDAD ES VIABLE DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNICO Y TAMBIEN DESDE EL ECONOMICO, CONVIRTIENDO UN RESIDUO "SOLIDO" EN UNA MATERIA PRIMA BASICA DE LA INDUSTRIA VIDRIERA MODERNA DE NUESTRO PAIS Y APOYANDO LA CONCIENTIZACION DEL MEJOR APROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS Y MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE VIDA.

#### ANTECEDENTES

LA COMPOSICION DE LA BASURA GENERADA EN LA CD. DE MEXICO SUMA 15 000 TONS. DIARIAS CON LA SIGUIENTE COMPOSICION GENERAL.

MATERIA ORGANICA	51	%
PAPEL Y CARTON	20	
DIVERSOS NO CLASIFICADOS	10	
VIDRIO	5	
TELAS	4	
PLASTICOS	4	
METALES	3.5	
CUERO Y HUESO	2.5	
TOTAL DE DESECHOS "SOLIDOS"	100.0	%

DE LO ANTERIOR, 67 % PROVIENE DE LAS VIVIENDAS, LA INDUSTRIA GENERA 24 % Y LA VIA PUBLICA EL 9 %.

EL VIDRIO COMPRENDE ENTONCES 750 TONS. DIARIAS QUE DE SER UTILIZADAS COMO MATERIA PRIMA REPRESENTAN LA PRODUCCION DE UNA PLANTA COMPLETA DE LAS MAS GRANDES, COMO LAS HAY EN EL VALLE DE MEXICO.

## JUSTIFICACION DEL DISEÑO DE FORMULA

ACTUALMENTE, JUSTIFICAR POR QUE SE USA CIERTA FORMULACION Y NO OTRA CUALQUIERA, SIGNIFICA UN COMPROMISO ENTRE DIVERSOS FACTORES HISTORICOS QUE TIENEN QUE VER CON EXPERIENCIAS ACUMULADAS POR MUCHOS AÑOS, ASIMISMO CON LAS CARACTERISTICAS DESEADAS ACTUALMENTE Y CON LO QUE EXISTE EN EL MERCADO DE COMPETENCIA.

ACEPTANDO QUE:

A) LAS POSIBILIDADES NUMERICAS DE COMBINACIONES DE OXIDOS PARA VIDRIO, SON ENORMES.

B) EXISTEN DEFINIDOS ALGUNOS RANGOS EN EL CONTENIDO DE OXIDOS PARA FABRICAR ENVASES EN LOS QUE SE CONOCEN LAS CARACTERISTICAS FINALES, Y QUE SE MANIFIESTAN SOLAMENTE SI EXISTEN CIERTAS SUSTANCIAS PRESENTES.

C) CONOCIENDO TAMBIEN LA CLASIFICACION FUNCIONAL DE AQUELLOS OXIDOS QUE PARTICIPAN EN LAS FORMULAS CONVENCIONALES DE VIDRIO EN LAS CATEGORIAS DE :

\* **FORMADORES DE VIDRIO;** B<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, Si O<sub>2</sub>, Ge O<sub>2</sub>, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, V<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, As<sub>2</sub> O<sub>3</sub>.

\* **INTERMEDIOS;** Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, PbO, BeO, ZnO.

\* **MODIFICADORES DE PROPIEDADES;** MgO, LiO, BaO, Ca O, SrO, Na<sub>2</sub> O, K<sub>2</sub> O.

PODEMOS CONCLUIR QUE UNA COMPOSICION DE VIDRIO ADECUADA PUEDE SER DEFINIDA EN TERMINOS DE SUS CONTENIDOS DE FORMADORES DE VIDRIO, OXIDOS INTERMEDIOS Y MODIFICADORES.

ESTO ULTIMO EN UNA MEZCLA TRAERA POR CONSECUENCIA LA POSIBILIDAD DE FORMAR Y MANTENER CIERTO ARREGLO MOLECULAR O DESORDEN CARACTERISTICO DE ESE ESTADO VIDRIOSO, LO CUAL LE DARA SUS CARACTERISTICAS EN BUENA MEDIDA.

UNA CONDICION NECESARIA PARA QUE UN OXIDO FORME VIDRIO ES QUE LA UNION CATION - OXIGENO SEA CAPAZ DE ALGUNA FLEXIBILIDAD TAL QUE ADMITA UNA ESTRUCTURA DESORDENADA, Y TAMBIEN LO SUFICIENTEMENTE FUERTE PARA MANTENER DICHO "DESORDEN" UNA VEZ CONSEGUIDO.

PARA PODER FORMAR VIDRIO, EL DESORDEN OBTENIDO DURANTE EL PROCESO DE LA FUSION, DEBERA PREVALECER EN BUENA MEDIDA AL IR ENFRIANDO, DE MODO QUE YA A TEMPERATURA AMBIENTE Y CON SUFICIENTE RIGIDEZ, EXHIBA EL ESTADO MOLECULAR CARACTERISTICO DE CUANDO ERA LIQUIDO A ELEVADA TEMPERATURA. LO ANTERIOR SE OBTIENE SOLAMENTE EN EL CASO DE CATIONES DE RELATIVAMENTE ALTA CARGA Y TAMAÑO PEQUEÑO. EN NUESTRO CASO SIGNIFICA QUE EL NUMERO DE COORDINACION CON RESPECTO AL OXIGENO, ES BAJO, POR EJEMPLO 3 ó 4.

Y COMO LA CARGA DEL CATION ESTARA DISTRIBUIDA ENTRE UN NUMERO RELATIVAMENTE PEQUEÑO DE VECINOS, LA FUERZA DE LA LIGADURA CATION - OXIGENO, SERA RELATIVAMENTE ALTA.

VARIAS FORMULACIONES MATEMATICAS SE HAN PRESENTADO PARA EXPRESAR LA IDEA DE QUE LA PROBABILIDAD DE FORMAR UN VIDRIO A PARTIR DE ALGUNOS OXIDOS PUEDE SER GRANDE O PEQUEÑA SEGUN EL TIPO DE OXIDO. ALGO COMUN A ESTOS CALCULOS SON LOS INDICES RELATIVOS AL TAMAÑO DE ION Y SU CARGA, DE AQUI SE SIGUE A LA ALINEACION DE TALES OXIDOS PARA PROPOSITOS DE CLASIFICACION EN UNA LISTA PARECIDA A LA PRESENTADA EN EL INCISO "C" , DE FORMADORES DE VIDRIO ETC.

EXTENDIENDONOS EN EL TEMA DIREMOS QUE DE LOS " FORMADORES DE VIDRIO " SE CONSIDERA INDUSTRIALMENTE COMO PRINCIPAL AL  $\text{SiO}_2$ .

CON RESPECTO A LOS INTERMEDIOS O ESTABILIZADORES, DIREMOS QUE SON AQUELLOS OXIDOS QUE IMPARTEN AL VIDRIO UN ALTO GRADO DE RESISTENCIA QUIMICA. ADICIONALMENTE Y EN COMBINACION CON LOS OXIDOS FLUXES O MODIFICADORES DE PROPIEDADES, IMPARTEN AL VIDRIO SUS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD, CARACTERISTICOS E IMPORTANTES DURANTE LA ETAPA DE FORMADO EN LAS MAQUINAS.

ALGUNOS ESTABILIZADORES COMUNES SON LOS OXIDOS DE ALCALINO - TERREOS,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaO}$ , ETC, A LOS QUE DEBEMOS AGREGAR EL  $\text{Al}_2\text{O}_3$  POR SU ESPECIAL IMPORTANCIA EN MEJORAR LA RESISTENCIA DEL VIDRIO AL ATAQUE QUIMICO POR EL AGUA.

CON RESPECTO A LOS MODIFICADORES DE PROPIEDADES O FLUXES, DIREMOS QUE SON AQUELLOS OXIDOS QUE REACCIONAN RELATIVAMENTE A BAJA TEMPERATURA Y PERTENECEN AL GRUPO I DE OXIDOS ALCALINOS. LOS VIDRIOS RICOS EN TALES "FLUXES" TIENDEN A TENER UNA BAJA RESISTENCIA QUIMICA. LOS VIDRIOS SODA -



SILICE, ALTOS EN NaO, SON SOLUBLES EN AGUA Y EN LA INDUSTRIA SE CLASIFICAN COMO SILICATOS SOLUBLES O VIDRIOS SOLUBLES EN AGUA.

AUNQUE EL TEMA ES MUY EXTENSO, MENCIONAREMOS UNA MANERA GENERAL DE ESTABLECER LAS BASES QUIMICAS DE LA FORMULACION.

SUPONGAMOS QUE SE NECESITA UN VIDRIO PARA ENVASES CON LAS CARACTERISTICAS SIGUIENTES:

A) ADECUADA DURABILIDAD QUIMICA O RESISTENCIA AL ATAQUE POR AGUA, (QUE PASE LA PRUEBA DE LA A.S.T.M. C- 225)

B) FACIL DE FUNDIR Y AFINAR: NO MAS DE 1550 GRADOS CENTIGRADOS DE TEMPERATURA EN EL HORNO Y NO MAS DE 40 "SEMILLAS" O PEQUEÑAS BURBUJAS POR ONZA DE VIDRIO.

C) TRABAJABILIDAD ADECUADA EN LAS MAQUINAS FORMADORAS: ESTO ES QUE TENGA POSIBILIDADES DE AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN AL MENOS 5% CON POCOS CHECKS Y ROTURA POR MANEJO MECANICO.

D) COSTO NO MAYOR A LOS VIDRIOS CORRIENTES EN USO ACTUAL.

E) FABRICABLE CON MATERIAS PRIMAS ABUNDANTES Y CONSTANTES EN COMPOSICION, DE PREFERENCIA NACIONALES Y AL ALCANCE INMEDIATO.

ASI PODEMOS ESTABLECER LA PRIMERA MATRIZ DE DISEÑO.

**CARACTERISTICAS O  
ESPECIFICACIONES PEDIDAS**

**EFFECTO EN LA COMPOSI-  
CION QUIMICA**

A) DURABILIDAD QUIMICA QUE  
APRUEBE EL TEST A.S.T.M. C- 225

- ALCALIS TOTALES MENORES  
AL 14%  
- CONTENIDO DE ALUMINA  
APROXIMADO DE 1/8 DEL DE AL-  
CALIS TOTALES.

- DURABILIDAD QUIMICA PARA SO-  
PORTAR EL ATAQUE DEL AGUA O  
"INTEMPERISMO".

- EL CONTENIDO DE MgO PO-  
DRIA SER DE AL MENOS 1%.

- FACILIDAD DE FUSION Y AFINACION

- EL CONTENIDO DE SiO<sub>2</sub> PROBABLEMENTE ESTARA ENTRE 72% Y 73%.

- PEQUEÑAS CANTIDADES DE FLUORUROS PODRIAN SER NECESARIAS (EN GENERAL < 1%)

- TRABAJABILIDAD PARA UNA BUENA VELOCIDAD DE FRAGUADO EN LA MAQUINA Y PRODUCTIVIDAD ALTA CON POCOS CHECKS Y ROTURAS (RESISTENCIA MECANICA).

- UN CONTENIDO DE CaO PROBABLEMENTE DE AL MENOS 11% O MAS.

LO ANTERIOR NOS LLEVA A PLANTEAR UNA COMPOSICION TENTATIVA PARA UN VIDRIO CON LAS CARACTERISTICAS DESEADAS.

SE INDICA TAMBIEN CON UN NUMERO A LA IZQUIERDA , EL ORDEN DE IMPORTANCIA EN QUE LOS CONSTITUYENTES FUERON CONSIDERADOS.

ORDEN	COMPOSICION APROXIMADA. % GENERAL	% AJUSTADO
3 SILICA (SiO <sub>2</sub> )	72.0	72.0
2 ALUMINA (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.7	1.5
Y CALIZA (CaO)	11.1	11.0
4 MAGNESIA (MgO)	1.5	1.5
1 ALCALI (Na <sub>2</sub> O . K <sub>2</sub> O)	13.5	13.8
Y SULFATOS (SO <sub>3</sub> )	0.2	0.2
5 FLUOR (Fe)	TRAZAS	0.0
<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

LA TABLA ANTERIOR NO SIGNIFICA QUE SE HA OBTENIDO UN VIDRIO COMERCIAL, DEBERA SER COMPLETADA POR UN PROCESO DE EXPERIMENTACION Y MEDICIONES DE LABORATORIO HASTA MODIFICARSE Y CONFIRMARSE O SER DESECHADA.

EL PROCESO PRESENTADO, FUE LLEVADO A CABO POR VEZ PRIMERA EN 1944 CON BUENOS RESULTADOS Y ACTUALMENTE CADA INDUSTRIA LO HA REFINADO, CONSTITUYENDO ESTO UNA PARTE MUY IMPORTANTE DE LA TECNOLOGIA OCULTA AL PUBLICO, SIN EMBARGO EL PROCEDIMIENTO BASICO NO HA CAMBIADO.

ES ASI COMO EN NUESTRO CASO TENEMOS UNA FORMULACION ESTANDAR QUE SEGUIR, AUN SI USAMOS UNICAMENTE CULLET DE RECICLO, ESTA ES LA SIGUIENTE.

#### CONTENIDO ESTANDAR DE OXIDOS

LA COMPOSICION DE LOS VIDRIOS PARA ENVASES EN GENERAL, DE LOS USOS MENCIONADOS, SE MUEVEN DENTRO DE LOS SIGUIENTES RANGOS PARA LAS NECESIDADES DE LA DEMANDA NACIONAL, EN CUANTO A SU COMPOSICION DE OXIDOS.

Si O <sub>2</sub>	65 - 75 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 - 6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0.30
Ca O	5 - 12
Mg O	0 - 0.70
Na <sub>2</sub> O	11 - 16
K <sub>2</sub> O	0 - 1.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0.5
S O <sub>3</sub>	0 - 0.30
Ba O	0 - 0.7
F <sub>2</sub>	0 - 0.5
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0.2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0.17
OTROS	< 0.05 ( Zn O, Pb O, Se, Cu, Ti, ETC. )

SIN EMBARGO, UNA VEZ ESTABLECIDO EL PORCENTAJE ESTANDAR DE OPERACION, CUALQUIER ALTERACION EN LOS OXIDOS QUE PUEDA PROVOCAR MAS DE 0.0010 UNIDADES (  $\text{gr/cm}^3$  ) DE CAMBIO EN LA DENSIDAD DEL VIDRIO, SE CONSIDERA GRAVE, YA QUE OCASIONA " CUERDAS " O INHOMOGENEIDADES QUE AL TENER DIFERENTES PROPIEDADES DE EXPANSION TERMICA Y COMPORTAMIENTO, ACERCAN EL PELIGRO DE ROTURA O ESTALLAMIENTO DE ENVASES DURANTE SU USO, TANTO EN LA PLANTA MISMA COMO EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE O EN LAS MANOS DEL CONSUMIDOR.

SE CONSIDERA ALTAMENTE RIESGOSO QUE LA PRODUCCION CONTENGA ESTE TIPO DE DEFECTOS; RESULTA FUNDAMENTAL, PUES, EL ESTRICTO CONTROL DEL CONTENIDO DE OXIDOS DENTRO DE MARGENES ESTRECHOS.

UTILIZAREMOS EN NUESTRO ESTUDIO UNA FORMULA ESTANDAR PARA VIDRIO VERDE ESMERALDA USADA COMERCIALMENTE Y PODREMOS OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO DE SUS PROPIEDADES A MEDIDA QUE SE SUBSTITUYEN ALGUNOS MATERIALES POR CANTIDADES CADA VEZ MAYORES DE VIDRIO RECICLADO Y OBSERVAREMOS LOS BENEFICIOS QUE SE IRAN HACIENDO EVIDENTES.

#### IV.- EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DEL CULLET

COMO YA SE MENCIONO, EL VIDRIO RECICLADO QUE SE HA DE UTILIZAR COMO MATERIA PRIMA, DEBE SATISFACER UNA SERIE DE ESPECIFICACIONES ANTES DE SER CONSIDERADO UNA MATERIA PRIMA INTEGRABLE A LA FORMULACION, SI ADEMÁS CONSIDERAMOS QUE AHORA QUEREMOS UTILIZAR ELEVADOS PORCENTAJES DE CULLET, ESTO ES, QUE AL MENOS 80 % DE LA FORMULA SEA DE VIDRIO RECICLADO, SIENDO LO NORMAL DEL 20 AL 40 %, SE VE CON CLARIDAD LA NECESIDAD DE LA PUESTA A PUNTO DE UN PROCESO CAPAZ DE LIMPIAR Y ACONDICIONAR EL VIDRIO QUE LLEGA DE LOS CENTROS DE ACOPIO.

EL ANALISIS DEL VIDRIO DE GRANDES CENTROS DE PROCESO DE LAVADO INDICA QUE LAS PERDIDAS PROMEDIO AL PROCESAR EL CULLET PARA CUBRIR LAS ESPECIFICACIONES, SON DEL 14 % EN PESO, Y PRESENTAN LA SIGUIENTE RELACION DE MATERIALES SEPARADOS:

MATERIALES INORGANICOS	9 %
PIEDRAS Y TIERRA	5.4
MATERIALES MAGNETICOS	2.6
MATERIALES NO MAGNETICOS	0.7
VIDRIO FINO Y PARTICULAS PEQUEÑAS	0.3
MATERIALES ORGANICOS	6.0
PLASTICOS	2.4
RESTOS ALIMENTICIOS	1.2
PAPEL	1.8
MADERA	0.6
TOTAL GENERAL	14.0 %

SE PROPONE EN SEGUIDA UN PROCESO, ( MODIFICADO PARA HACERLO MAS EFICIENTE), PARA PODER LAVAR VIDRIO MUY SUCIO EN CANTIDADES DE AL MENOS 100 TONS POR TURNO DE 8 HORAS Y AUN ASI CUMPLIR CON LAS ERICTAS ESPECIFICACIONES TECNICAS, HACIENDOLO ADEMÁS RENTABLE EN FORMA MECANIZADA, YA QUE EN LA ACTUALIDAD LOS PROCESOS VAN DE MANUALES A MUY

POCO MECANIZADOS Y CON RENDIMIENTOS QUE APENAS PERMITEN CUBRIR LA DEMANDA PARA USAR EN FORMULAS ESCASAMENTE UN 40 % O MENOS Y DE UNA CALIDAD CERCANA A LOS LIMITES DE RECHAZO. (VER LA FIGURA IV.A, PAG. 60)

FIG.IV.A

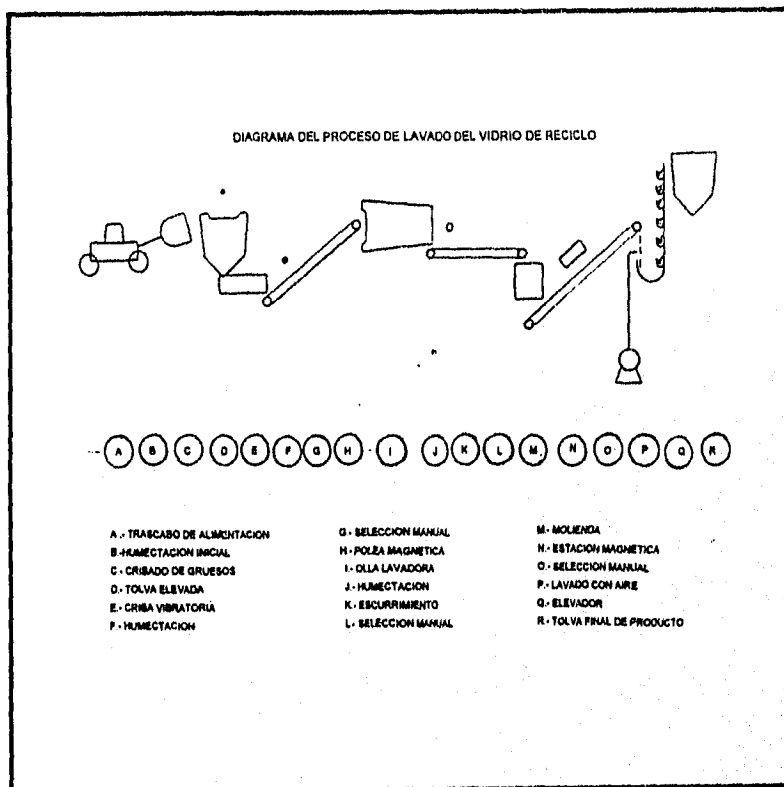


TABLA IV.a  
MATRIZ DE DECISIONES

OPERACION PROBLEMA	SOLUCION PROPUESTA	ALTERNATIVAS DESECHADAS	PERSONAL Y EQUIPO IMPLICADOS EN LA SOLUCION PROPUESTA
A. MANEJO EN PATIOS A GRAN EL Y CIELO ABIERTO	TRASCABO DE RUEDAS DE HULE SOLIDAS	* TRASCABO DE GRUGAS * SILOS	1 TRASCABO 1 RESPONSABLE DE PATIOS 1 OPERADOR DE TRASCABO
B. ALIMENTACION AL PROCESO	ACARREO CON EL TRASCABO A UNA TOLVA ELEVADA	* TOLVA A NAS DEL PISO Y ELEVADOR	1 TRASCABO 1 TOLVA METALICA 1 ESTRUCTURA METALICA 1 OPERADOR DE TRASCABO
C. ELIMINACION DE POLVOS AL ALMENTAR	HUMECTACION CON ROCIO DE AGUA	* CONFINAMIENTO * COLECTORES DE POLVOS	1 SISTEMA DE TUBERIAS 1 BOMBA DE AGUA ESPREAS
D. ELIMINACION DE PIEZAS GRANDES	CRIBA DE REJA EN LA TOLVA	* SELECCION MANUAL EN PATIOS	1 CRIBA DE FIERRO CON MALLA DE 10 cm
E. ELIMINACION INICIAL DE TIERRA Y FINOS	CRIBA DE MAGNETO VIBRATORIA	* LAVADO CON AIRE A PRESION EN CAIDA LIBRE * CRIBA MECANICA VIBRATORIA	1 CRIBA VIBRATORIA POR MAGNETOS
F. ELIMINACION DE POLVOS FUGITIVOS AL CRIBAR	HUMECTACION POR ESPREAS CON AGUA	* CONFINACION * COLECTORES DE POLVOS	1 EQUIPO DE ESPREAS 1 BOMBA DE AGUA IGUAL AL PASO 'C'
G. PRIMERA SELECCION MANUAL	BANDA DE HULE MOTORIZADA	* BANDA METALICA * BANDA DE HULE ANGDSTA * NO SELECCION	1 BANDA DE HULE ANCHA Y LENTA 1 MOTORIZACION Y TRANSMISION
H. SEPARACION DE METALES FERROSOS	POLEA MAGNETICA	* SEPARACION MANUAL * BANDA MAGNETICA	1 POLEA MAGNETICA 1 BANDA PARA DESECHOS
I. LAVADO DE TODOS LOS CONTAMINANTES ADHERIDOS	OLLA DE LAVADO ESPECIALIZADA CON AGUA DE RECICLO	* AGUA CALIENTE * SOLUCION CAUSTICA * AGUA POTABLE * NO USO DE OLLA	1 LAVADORA CONICA CON HELICOIDAL INTERIOR, MONTADA EN RUEDAS METALICAS 1 ESTRUCTURA SOPORTE 1 MOTOR IMPULSOR 1 VARIADOR DE VELOCIDAD 1 BOMBA DE AGUA 1 SISTEMA DE RECICLO PARA AGUA INDUSTRIAL
J. ENJUAGUE FINAL	ESPREADO CON AGUA DE RECICLO "NUEVA"	* AGUA POTABLE * POST-LAVADO * NO ENJUAGUE	ESPREAS SISTEMA DE BOMBEO AGUA INDUSTRIAL SISTEMA DE DRENAJE
K. ELIMINACION DEL EXCESO DE AGUA	ESCURRIMIENTO POR GRAVEDAD EN BANDA METALICA MALLA PPA E INOXIDABLE	* BANDA DE HULE * SECADO CON AIRE * SECADO POR CALOR * VIBRACION * NO ESCURRIMIENTO	1 BANDA METALICA SOBRE RODILLOS SISTEMA DE DRENAJE 1 MOTOR IMPULSOR

continuacion de tabla IV.a

CONTINUACION DE LA MATRIZ DE DECISIONES

OPERACION PROBLEMA	SOLUCION PROPUESTA	ALTERNATIVAS DEBECHADAS	EQUIPOS Y PERSONAL IMPLICADOS EN LA SOLUCION
L ELIMINAR PIEDRAS Y OTROS CONTAMINANTES DE MENORES DIMENSIONES	SEGUNDA SELECCION MANUAL EN LA BANDA METALICA ANCHA	* NO SELECCION * SELECCION ESPECIALIZADA CON EQUIPO ELECTRONICO	1 BANDA DE MANEJO DE DESECHOS 2 PERSONAS
M CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES DE GRANULOMETRIA	MOLIENDA POR IMPACTO	* MARTILLOS * MUELAS * BOLAS, BARRAS, ETC. * NO MOLIENDA	1 MOLINO DE JAULA DE ARDILLA
N TRANSPORTE	BANDA DE HULE	* BANDA METALICA	1 BANDA DE HULE Y MOTORIZACION
O SEPARACION DE TAPAS Y OTROS METALES LIBERADOS POR LA MOLIENDA	ESTACION CON BANDA MAGNETICA	* POLEA MAGNETICA * EXCLUSIVAMENTE MANUAL	1 ESTACION MAGNETICA MOTORIZADA 1 BANDA DE MANEJO DE LOS DESECHOS
P ELIMINACION DE CONTAMINANTES NO MAGNETICOS Y OTROS DE CORTAS DIMENSIONES	TERCERA SELECCION MANUAL	* PROCESOS SELECTIVOS ELECTRONICOS * NO SELECCION	1 BANDA DE MANEJO DE LOS DESECHOS 2 PERSONAS
Q ELIMINACION DE PAPELES ALUMINIZADOS Y PLASTICOS	LAVADO CON AIRE DE BAJA PRESION Y EN CAIDA LIBRE, CORTA.	* CALCINACION * PROCESO MANUAL * NO SEPARACION	1 ABANICO Y BOQUILLAS 1 BANDA DE MANEJO DE LOS DESECHOS
R MANEJO DEL PRODUCTO FINAL A TOLVAS	ELEVADOR DE CANGILONES	* BANDA INCLINADA	1 ELEVADOR DE CANGILONES
S ALMACENAMIENTO DEL GULLET DE RECICLO YA PROCESADO Y LIMPIO	TOLVA METALICA ELEVADA	* SILOS	1 TOLVA METALICA 1 ESTRUCTURA DE SOPORTE, METALICA
T EVITAR LA MEZCLA DE COLORES DE VIDRIO	TOLVA METALICA ELEVADA ADICIONAL	* NO TOLVA ADICIONAL	1 TOLVA METALICA 1 ESTRUCTURA DE SOPORTE, METALICA



ES POSIBLE QUE SE PUEDAN SUGERIR OTRAS ALTERNATIVAS DE PROCESOS O DE ORDEN DE LOS PASOS, LO MAS IMPORTANTE ES QUE TALES OPCIONES SEAN LO MAS LOGICAS POSIBLES EN CONCORDANCIA CON LO QUE SE QUIERE CONSEGUIR, TAMBIEN DEBERAN SER SENCILLAS EN LO POSIBLE, PERO EFICIENTES, Y FINALMENTE DEBERAN ESTAR DISPONIBLES, CONTANDO CON ALGUNA CLASE DE RESPALDO EN SERVICIO Y REFACCIONES.

PODEMOS GENERALIZAR DICIENDO QUE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN AL PROCESAR CULLET SON LOS SIGUIENTES;

A) QUE SEA RENTABLE.

- \* BAJA INVERSION INICIAL
- \* MINIMA MANO DE OBRA
- \* MINIMO MANTENIMIENTO
- \* MINIMO COSTO POR TONELADA PROCESADA
- \* MAXIMA CAPACIDAD DE PROCESO
- \* ATRACTIVO FLUJO DE RETORNO DE INVERSION

B) CAPAZ DE ELIMINAR LOS CONTAMINANTES DEL VIDRIO

C) DE TECNOLOGIA SENCILLA

D) CON EL MINIMO DE MERMAS

E) NO CONTAMINANTE DEL MEDIO AMBIENTE

**(VER LA TABLA IV.a, EN LAS PAGS. 51 Y 52)**

## DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE PROCESO

EL DIAGRAMA QUE DESCRIBE EL PROCESO DE LAVADO DEL VIDRIO DE RECICLO, CONSTA DE VARIOS EQUIPOS EN SECUENCIA LOGICA DE OPERACIONES CONTINUAS, EN LAS QUE SE PRETENDE ELIMINAR DE MANERA EFICIENTE Y ECONOMICA EL MAYOR NUMERO POSIBLE DE CONTAMINANTES, CONTENIDOS EN EL VIDRIO QUE SE ALIMENTA , Y AL FINAL TAMBIEN DAR AL PRODUCTO RESULTANTE, YA LIMPIO, LAS CARACTERISTICAS ADECUADAS PARA SU UTILIZACION DIRECTA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE VIDRIO, AL CUAL ESTA DESTINADO.

EL PROCESO ACTUAL REQUIERE DE UNA COMBINACION DE EQUIPOS MECANICOS Y DE MANO DE OBRA, PARA DAR COMO RESULTADO UN PRODUCTO PROCESADO DENTRO DE ESPECIFICACIONES FISICAS Y QUIMICAS LATERALMENTE, LOS SUBPRODUCTOS DEL PROCESO TAMBIEN REQUIEREN DE ALGUN TRATAMIENTO Y DE RECURSOS ADICIONALES PARA SU ELIMINACION COMO DESECHOS DE LA PLANTA DE PROCESO, COMO SON LOS LODOS RESIDUALES, BASURA, ETC.

### 1.- ALIMENTACION DEL VIDRIO DE RECICLO AL PROCESO DE LAVADO.

ESTA OPERACION SE LLEVA A CABO MEDIANTE EL TRADICIONAL EQUIPO DE ACARREO QUE ES LA PALA MECANICA O TRASCABO, CON ALGUNAS CARACTERISTICAS DESTINADAS A HACER MAS EFICIENTES SUS FUNCIONES, COMO:

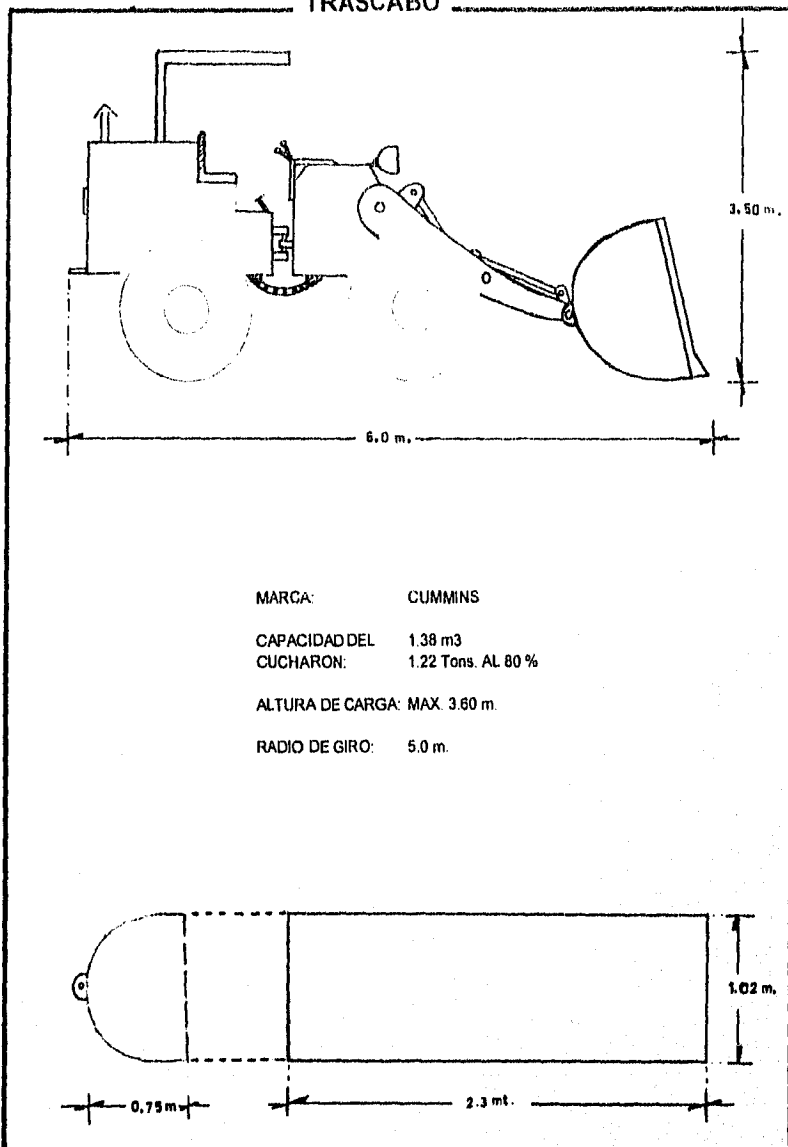
A.-RUEDAS DE HULE MACIZO PARA EVITAR DAÑOS AL PISO CEMENTADO Y PAROS EN EL PROCESO POR PONCHADURAS AL RODAR SOBRE EL VIDRIO.

B.-GRAN CAPACIDAD DE ALIMENTACION EN EL CUCHARON O PALA DEL EQUIPO, CON EL FIN DE AHORRAR TIEMPO EN EL LLENADO DE LA TOLVA INICIAL Y EVITAR UN GRAN NUMERO DE VIAJES DEL EQUIPO, OPTIMIZANDO ASI SU DURACION.

C.-CASETA DEL OPERADOR PROTEGIDA CON VIDRIERAS ADECUADAS Y MEDIOS FILTRANTES PARA EVITAR LA LLEGADA DE POLVOS FUGITIVOS HASTA LOS OJOS Y VIAS RESPIRATORIAS DEL OPERADOR.

LA RELACION DE VOLUMENES ENTRE ESTE TAMAÑO DE PALA ALIMENTADORA Y EL DE LA TOLVA RECEPTORA ES DE 1 A 13, CON LO CUAL SE MANTIENE UNA ALIMENTACION CONSTANTE Y PERMITE UNA DISTRIBUCION DE TRABAJO BALANCEADA PARA OTRAS FUNCIONES QUE CUMPLE EL TRASCABO Y QUE SE DESCRIBEN MAS ADELANTE. A CONTINUACION SE DESCRIBEN LAS CARACTERISTICAS DE MAYOR INTERES. (VER FIG. IV.B, EN LA PAG.55)

FIG. IV.B  
TRASCABO



### VOLUMEN DE ACARREO DEL TRASCABO

AQUI LA PALA O CUCHARON DEL TRASCABO ES LA BASE PARA DETERMINAR EL VOLUMEN Y TIEMPOS DE ACARREO, CON LAS DIMENSIONES APUNTADAS EN LA FIGURA CORRESPONDIENTE, CONSIDERANDOLA COMO LA MITAD DE UNA ELIPSE DE SEMIEJE MAYOR "a" Y SEMI-EJE MENOR "b", Y MULTIPLICANDO POR LA LONGITUD DEL CUCHARON "L", TENEMOS LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

$$A = (\pi a \times b) / 2$$

$$A = (3.1416 \times 0.75 \text{ m.} \times 0.51 \text{ m.}) / 2 = 0.601 \text{ m}^2$$

$$V = 0.601 \text{ m}^2 \times 2.3 \text{ m.} = 1.382 \text{ m}^3$$

CON EL VOLUMEN ANTERIOR Y LA DENSIDAD MEDIA DEL MATERIAL DE 1.1 Ton./ m<sup>3</sup> CALCULAMOS LO QUE PUEDE CARGAR EL TRASCABO EN CADA VIAJE.

CAPACIDAD = VOLUMEN X DENSIDAD DEL MATERIAL

$$\text{CAPACIDAD} = 1.382 \text{ m}^3 \times 1.1 \text{ Ton./ m}^3 = 1.520 \text{ Ton.}$$

CONSIDERANDO AHORA QUE SOLO LLEVA EL 80 % DE SU CAPACIDAD TOTAL;

$$1.520 \times 0.8 = 1.216 \text{ Ton. X CADA VIAJE.}$$

DE AQUI PODEMOS DEDUCIR EL NUMERO DE VIAJES EN EL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO, CONSIDERADO COMO 7 HORAS POR TURNO, PARA ACARREAR 115 Tons.

$$115 \text{ Tons.} / 1.216 \text{ Tons./ viaje} = 94 \text{ VIAJES}$$

CON LO CUAL ESTIMAMOS LA CARGA DE TRABAJO POR HORA EN;

$$94 \text{ VIAJES} / 7 \text{ HORAS} = 13.42 \text{ VIAJES X HORA}$$

Y DE AQUI VEMOS QUE EL OPERADOR DISPONE DE 4.47 MINUTOS POR VIAJE LO QUE ES PERFECTAMENTE MANEJABLE CON LAS DISTANCIAS Y ACTIVIDADES DESTINADAS AL TRASCABO.

## 2.-TOLVA DE RECEPCION-ALIMENTACION INICIAL.

DETERMINADAS LAS CARACTERISTICAS Y CAPACIDADES DEL PROCESO, SE DERIVAN LAS DE LA TOLVA INICIAL, QUE CUMPLE VARIAS FUNCIONES, A SABER:

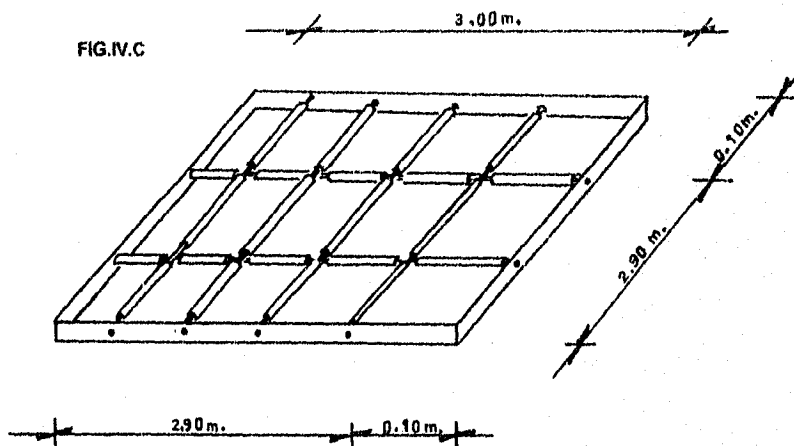
A.-CRIBA INICIALMENTE EL VIDRIO ALIMENTADO DE LAS IMPUREZAS DE GRAN TAMAÑO, PUES TIENE UNA MALLA METALICA DE REJA EN LA PARTE SUPERIOR, CON EL FIN DE IMPEDIR QUE SE ATOREN EN EL PROCESO.

B.-HUMECTA LIGERAMENTE EN LA MISMA CRIBA INICIAL, POR MEDIO DE UN LEVE ROCIADO CON AGUA PARA EVITAR LA FUGA DE POLVOS AL MEDIO AMBIENTE.

C.-CONTIENE EL MATERIAL SUFICIENTE PARA DAR CONTINUIDAD AL PROCESO DE LAVADO Y CON SU GEOMETRIA CONICA PIRAMIDAL, LO CONDUCE HACIA LA PRIMERA CRIBA QUE HABRA DE SEPARAR LOS FINOS.

D.-ALIMENTA DE MANERA CONTINUA Y POR MEDIO DE UN VIBRADOR Y UNA COMPUERTA MANUAL, HACIA LA CRIBA INICIAL DE SEPARACION.

SUS CARACTERISTICAS SON; (VER FIG. IV.C, MISMA PAGINA)



**MATERIAL:** SOLERA DE FIERRO GRIS DE 1"  
CUADRICULADO EN VARILLA DE 1/2"  
INTERCALADOS DE TUBOS DE FIERRO NEGRO 3/4"

**CONSTRUCCION:** MARCO DE SOLERA CON UNIONES DE SOLDADURA  
INTERIOR CUADRICULADO CON VARILLA SOLDADA  
EN CADA CRUCE Y CON INTERCALADO DE TUBOS  
CON GIRO LIBRE.

## DIMENSIONAMIENTO

PARA DIMENSIONAR LA TOLVA INICIAL, SE TOMARON EN CONSIDERACION LAS MEDIDAS DEL CUCHARON O PALA DEL TRASCABO, ASI COMO SU ELEVACION MAXIMA PARA SERVIR O CARGAR EL VIDRIO.

CONSIDERANDO QUE EL TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO SON 7.0 HORAS / DIA.

$115 \text{ tons.} / 7 \text{ hr.} = 16.43 \text{ tons.} / \text{ hr.}$

SI CONSIDERAMOS LA CAPACIDAD TOTAL EN UNA HORA, POR LAS CONSIDERACIONES HECHAS EN EL CAPITULO DE ANALISIS DEL TRASCABO;

OBTENEMOS  $16.43 \text{ tons.} / 1.1 \text{ ton.} / \text{ m}^3 = 14.93 \text{ m}^3$

QUE ES EL VOLUMEN DE LA TOLVA QUE REQUERIMOS, POR LO QUE OBTENDREMOS UNA TOLVA ADECUADA A ESTAS NECESIDADES.

COMO SABEMOS QUE LA ALTURA MAXIMA DE CARGA ES DE 3.60 m. Y QUE AUN NOS FALTA EL CONO INFERIOR DE DESCARGA, UNA TOLVA CUADRADA DE 3.0 m. X LADO Y UNA ALTURA DE 1.5 m. MAS UNA PIRAMIDE TRUNCA INVERTIDA, COMO CONO DE DESCARGA, CON ANGULO DE DESLIZAMIENTO DE 45 GRADOS, NOS DARA UNA CAPACIDAD APROXIMADA, CON EL TAMAÑO ADECUADO.

VOLUMEN EN LA TOLVA DE 3.0 m. X 3.0 m. X 1.5 m. =  $13.50 \text{ m}^3$

VOLUMEN EN EL CONO PIRAMIDAL INVERTIDO Y TRUNCO POR LA INSTALACION DE LA COMPUERTA DE ALIMENTACION EN 0.40 m. X 0.40 m.;

Area de la base menor = A 1

$0.40 \text{ m.} \times 0.40 \text{ m.} = 0.16 \text{ m.}$

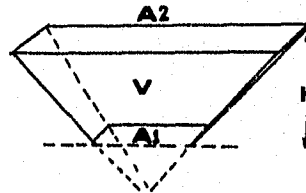
Area de la base mayor = A 2

$3.00 \text{ m.} \times 3.00 \text{ m.} = 9.00 \text{ m}^2$

Volumen = V

Altura = h

AQUI DEBEMOS CALCULAR LA h ;



Coseno  $\alpha$  = Cateto adyacente / Hipotenusa

Coseno  $\alpha$  = 0.7071

Cateto adyacente = 1.50 m.

DESPEJANDO;

Hipotenusa = Cateto adyacente / Coseno  $\alpha$

Hipotenusa = 1.50 m. / 0.7071 = 2.12 m.

AHORA PODEMOS CALCULAR LA ALTURA DEL CONO PIRAMIDAL:

$C^2 = A^2 + B^2$

DESPEJANDO:

$A^2 = C^2 - B^2$

Y CON C = 2.1213 m. Y B = 1.50 m.

$A^2 = (2.1213)^2 - (1.50)^2 = 4.50 - 2.25 = 2.25 \text{ m}^2$

FINALMENTE A = 1.5 m. = h

AHORA CALCULAMOS EL VOLUMEN DEL CONO DE DESCARGA;

$V = (\text{ALTURA} \times \text{AREA DE LA BASE}) / 3$

$V = (1.5 \text{ m.} \times (3.0 \text{ m.} \times 3.0 \text{ m.})) / 3$

$V = 4.50 \text{ m}^3$

VOLUMEN TOTAL DE LA TOLVA =  $13.50 \text{ m}^3 + 4.50 \text{ m}^3 = 18.00 \text{ m}^3$

ALTURA TOTAL DE LA TOLVA = 1.50 m. + 1.50 m. = 3.00 m.

COMO DEBEMOS TRUNCAR EL FONDO PARA INSTALAR UNA COMPUERTA DE ALIMENTACION DE 0.40 m. X 0.40 m., LA ALTURA SE REDUCE EN;

Hipotenusa = 0.20 m. / 0.7071 = 0.28 m.

Y SIMILARMENTE AL CASO ANTERIOR h = 0.20 m.

ASI EL VOLUMEN CORTADO SERA DE  $V = 0.01 \text{ m}^3$

ALTURA ACTUAL DE LA TOLVA = 3.00 m. - 0.20 m = 2.80 m

SI DEBEMOS INSTALAR DEBAJO LA CRIBA VIBRATORIA QUE REQUIERE 1.04 m. MAS 0.10 m. COMO MARGEN, NECESITAMOS EN TOTAL UN ESPACIO DE 1.14 m.

TAMBIEN NECESITAMOS 0.03 m. PARA LA PARRILLA DE RETENCION DE LA ENTRADA A ESTA TOLVA INICIAL, DE MODO QUE EN TOTAL DEBEMOS EXCAVAR DEBAJO DE LA TOLVA EN 1.37 m. O BIEN ELEVARLA A 3.50 m. QUE ES LA ALTURA MAXIMA DE CARGA DEL TRASCABO Y CAVAR PARA LA INSTALACION DEL ALIMENTADOR VIBRATORIO LA PROFUNDIDAD DE 0.90 m.

LA SITUACION MAS RAZONABLE ES CAVAR DEBAJO DE LA TOLVA, LA ALTURA DE LA CRIBA, ESTO ES 1.37 m.





3.- CRIBA ELIMINADORA DE PARTICULAS PEQUEÑAS, TIERRA Y FINOS.

EN ESTA ETAPA SE ELIMINAN GRANDES CANTIDADES DE TIERRA Y PARTICULAS CON UNA GRANULOMETRIA NO DESEADA, UTILIZANDO PARA ELLO UNA CRIBA VIBRATORIA CON TAMAÑO DE MALLA DE 1/2" DE DIAMETRO, QUE DEJA PASAR A UN NIVEL INFERIOR LOS DESECHOS Y NO PERMITE EL PASO DEL VIDRIO QUE POSTERIORMENTE SE CONTINUARA TRATANDO. ESTE EQUIPO CUMPLE CON DETERMINADAS CARACTERISTICAS QUE MEJORAN SU FUNCION, Y QUE SON LAS SIGUIENTES.

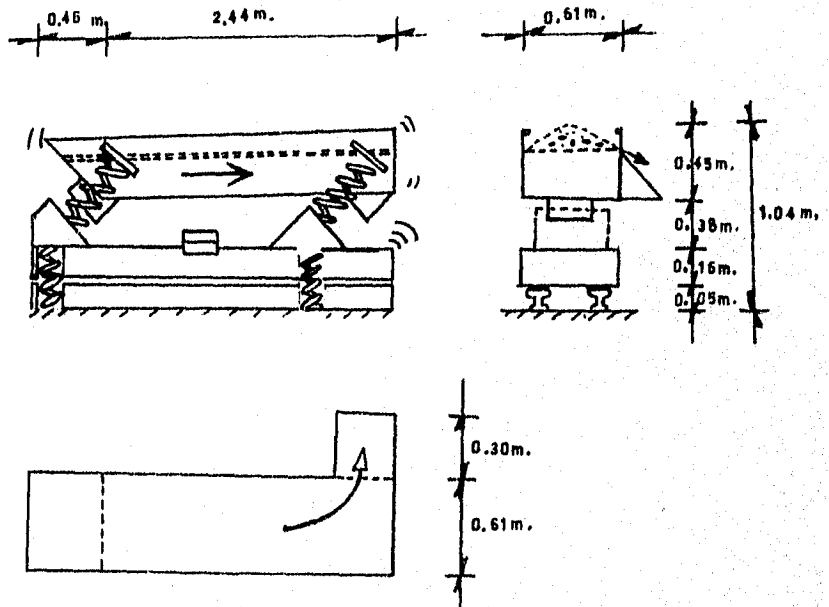
A.-CAPACIDAD DE CRIBADO, QUE PERMITE MANEJAR CON CIERTA HOLGURA AL MENOS LAS 117.6 TONELADAS QUE SE PLANEA PROCESAR Y TAMBIEN EL GRAN CONTENIDO DE TIERRA Y FINOS QUE AQUI SE ELIMINAN, ESTIMADOS EN 2.62 %, LO QUE SIGNIFICA 3.082 TONS. POR DIA.

B.-MALLA METALICA DE PLACA DE ACERO QUE POR SU MAYOR RESISTENCIA A LA ABRASION, SOPORTA EL ATAQUE DE QUE ES OBJETO POR PARTE DEL VIDRIO.

C.-VIBRADO POR MEDIO DE ELECTROIMANES, CON LO QUE SE DISMINUYE EL MANTENIMIENTO MECANICO, DEBIDO AL TRABAJO INTENSO Y A QUE SE MANEJA UN MATERIAL DE GRAN PESO ESPECIFICO.

OTRAS CARACTERISTICAS Y CONSIDERACIONES SON: (VER FIG. IV.E, PAG. 61)

FIG. IV.E DIMENSIONES



#### 4.-PRIMERA BANDA TRANSPORTADORA DE HULE Y PARA ELIMINACION MANUAL

LUEGO DE ELIMINAR EN LA CRIBA BUENA PARTE DE LA TIERRA, SE PRETENDE TRANSPORTAR HACIA LA OLLA DE LAVADO EL VIDRIO RESULTANTE, Y ADICIONALMENTE EN ESE TRAYECTO, EFECTUAR OPERACIONES DE LIMPIEZA, DE TIPO MANUAL Y AUTOMATICO, COMO SON;

A.-SELECCION MANUAL DE MATERIALES INDESEABLES Y OSTENSIBLEMENTE GRANDES, COMO MADERAS, CARTON, PIEDRAS, METALES, ALAMBRES, ROCAS DE VIDRIO ETC. QUE A JUICIO DEL TRABAJADOR CAPACITADO EN ESTA SECCION, PUEDEN SER DAÑINOS Y DEBEN ELIMINARSE.

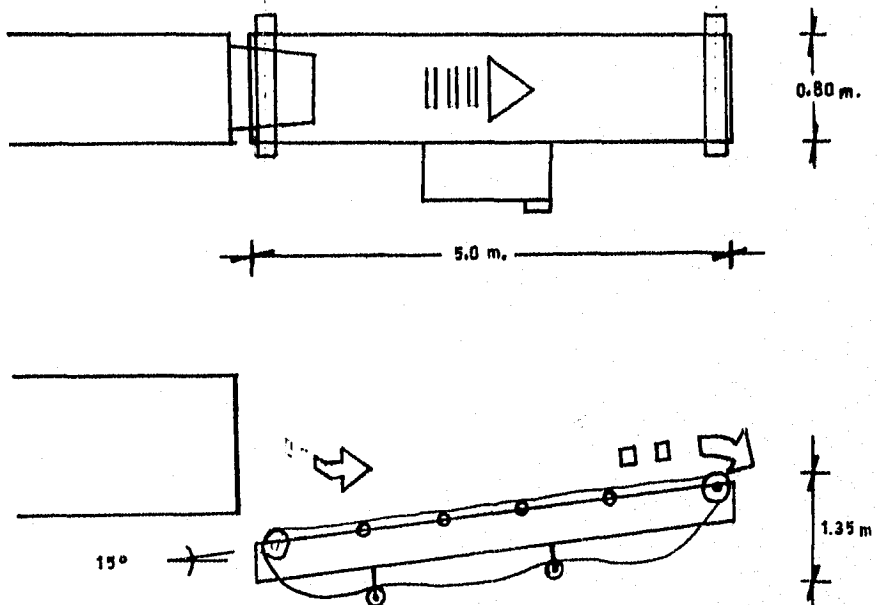
B.-POLEA MAGNETICA EN EL EXTREMO FINAL, PARA ELIMINAR DE MODO AUTOMATICO LAS TAPAS FERROSAS Y OTROS PEDAZOS METALICOS DEL MISMO TIPO, QUE USUALMENTE ACOMPAÑAN AL VIDRIO.

C.-VELOCIDAD Y CAPACIDAD DE TRANSPORTE ADECUADOS PARA LA OBTENCION DE LOS OBJETIVOS ANTERIORES, SIN MENOSCABO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTACION DE MATERIALES.

D.-HULES VULCANIZADOS Y RESISTENTES A LA ABRASION DE LOS MATERIALES QUE SE MANEJAN.

A CONTINUACION SE APUNTAN OTRAS CARACTERISTICAS. (VER FIG. IV.F, MISMA PAG.)

FIG. IV.E DIMENSIONES



(CONTINUACION DE LA PAG. ANTERIOR, FIG. IV.E)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE TRANSPORTE POR BANDA DE HULE

**MOTOR**

MARCA: IEM  
POTENCIA: 5 H.P.  
VELOCIDAD: 1750 R.P.M.  
VOLTAJE: 220/440  
FRECUENCIA: 60 HZ.

**REDUCTOR**

MARCA: FALK  
RELACION: 20.93: 1

**BANDA:**

CARACTERISTICAS: HULE VULCANIZADO  
TRIPLE CAPA  
TEJIDO DE NYLON

**RODILLOS**

TIPO: STD. 300  
SEPARACION: APROX. 1.0 m.

LONGITUD: 11 m..  
ANCHURA: 0.80 m.

**POLEA MAGNETICA**

TIPO: ESTANDAR, SEPARADORA DE FERROSOS  
DIAMETRO: 0.40 m.  
ANCHURA: 0.90 m.

5.-OLLA DE LAVADO DE VIDRIO DE RECICLO.

EL PRESENTE PASO CONSISTE EN DESPRENDER Y ELIMINAR DEL VIDRIO LAS IMPUREZAS ADHERIDAS AL MISMO, POR MEDIO DE LA DISOLUCION Y AGITACION MAS O MENOS VIOLENTA CON AGUA, EN EL INTERIOR DE UN CILINDRO CONICO DE ACERO, PROVISTO DE ASPAS EN SUS PAREDES, AJINEADAS EN FORMA DE ESPIRAL PARA FACILITAR EL LAVADO Y AL MISMO TIEMPO EL AVANCE DEL VIDRIO POR SU INTERIOR, MEDIANTE UN MOVIMIENTO GIRATORIO DE LA OLLA.

EL SIGUIENTE DIAGRAMA PERMITE CARACTERIZAR ESTE EQUIPO ESPECIALIZADO, SE ANEXAN TAMBIEN OTROS DATOS DE IMPORTANCIA. (VER FIG.IV.G, ABAJO Y FIG. IV.H, PAG. 65)

FIG. IV.G

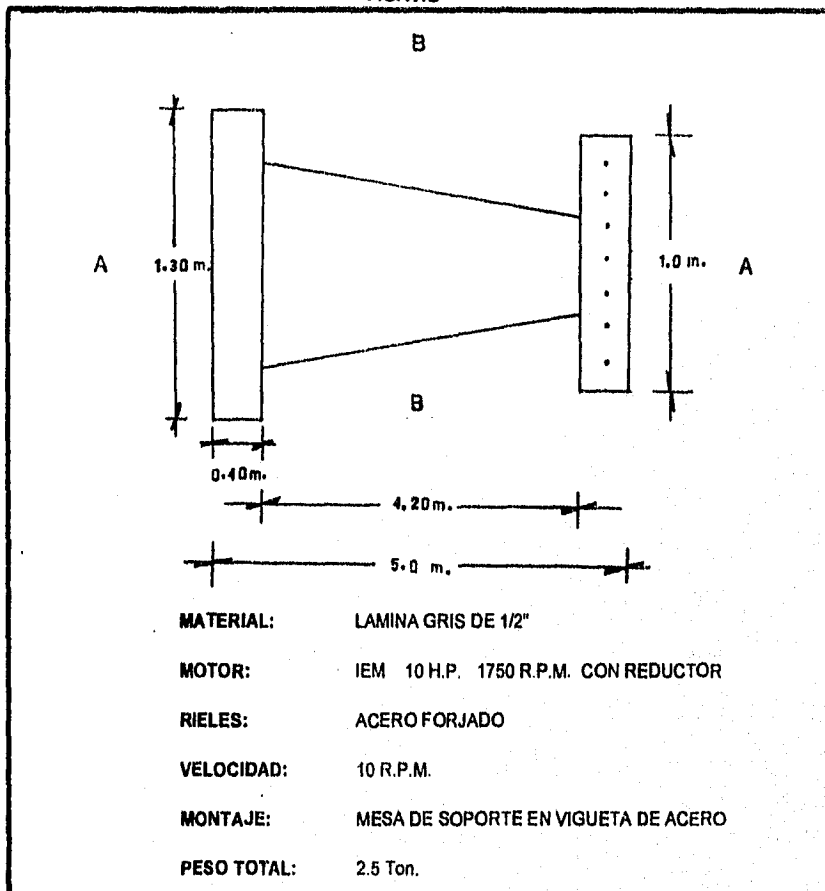


FIG. IV.H

OLLA LAVADORA

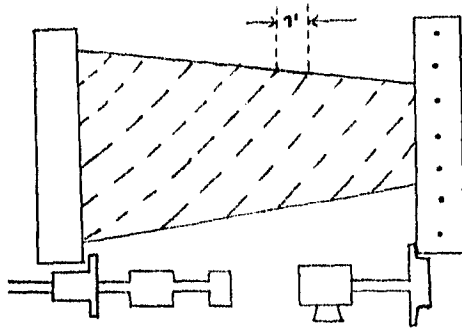
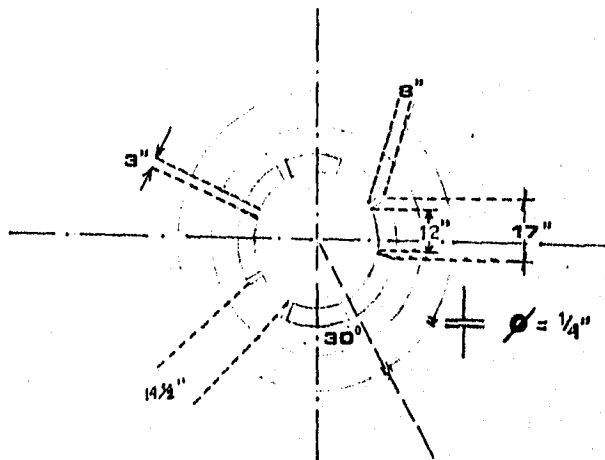


DIAGRAMA MECANICO DE CORTE TRANSVERSAL



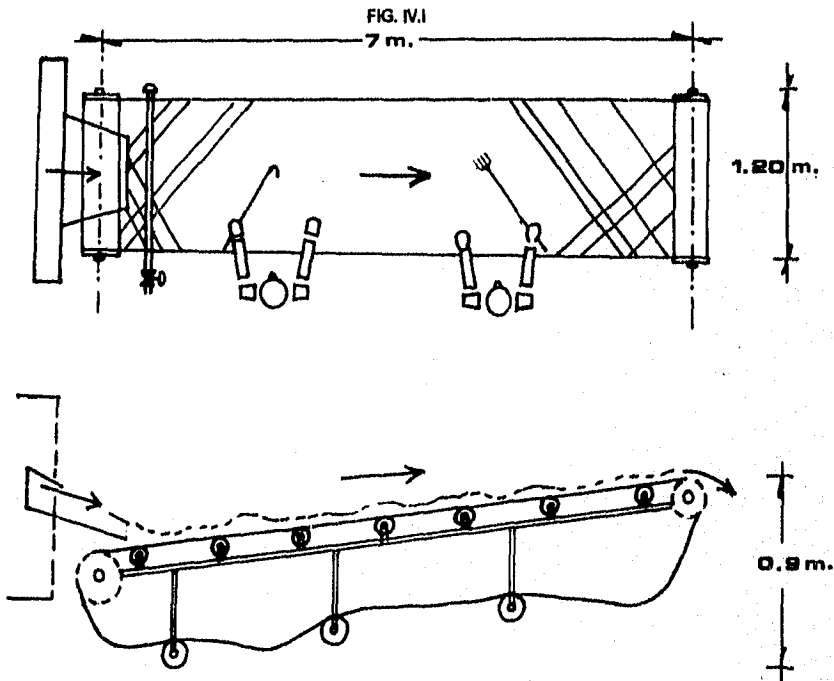
#### 8.-MALLA METALICA DE ENJUAGUE, ESCURRIMIENTO Y SELECCION.

ESTE PROCESO EMPIEZA AL ENTREGAR LA LAVADORA EL VIDRIO YA LIBRE DE TIERRA E IMPUREZAS ORGANICAS ADHERIDAS, EN ESTA BANDA METALICA QUE INICIA CON:  
A.-UN ROCIADO INTENSO CON AGUA LIMPIA QUE SE DENOMINA ENJUAGUE Y ASEGURA LA TOTAL ELIMINACION DEL AGUA DE LAVADO CONTENIENDO MICROIMPUREZAS.

B.-ESCURRIMIENTO A TRAVES DE LA MALLA METALICA DE ACERO INOXIDABLE, POR GRAVEDAD, YA QUE EL MISMO MOVIMIENTO LENTO EN ESTA ANCHA BANDA PERMITE EL GOTEO DE LA MAYOR PARTE DEL AGUA.

C.-SELECCION MANUAL DE IMPUREZAS RESTANTES EN EL VIDRIO QUE HASTA AQUI SE HAN CONFUNDIDO CON DICHO MATERIAL PERO QUE UNA VEZ LIMPIO SON CLARAMENTE IDENTIFICABLES, COMO PIEDRAS PEQUEÑAS, PIEZAS DE CERAMICA, TROZOS DE PLASTICO, ARILLOS DE ALUMINIO, HUESOS, ETC.

CARACTERISTICAS: (VER FIG. IV.1, MISMA PAGINA)

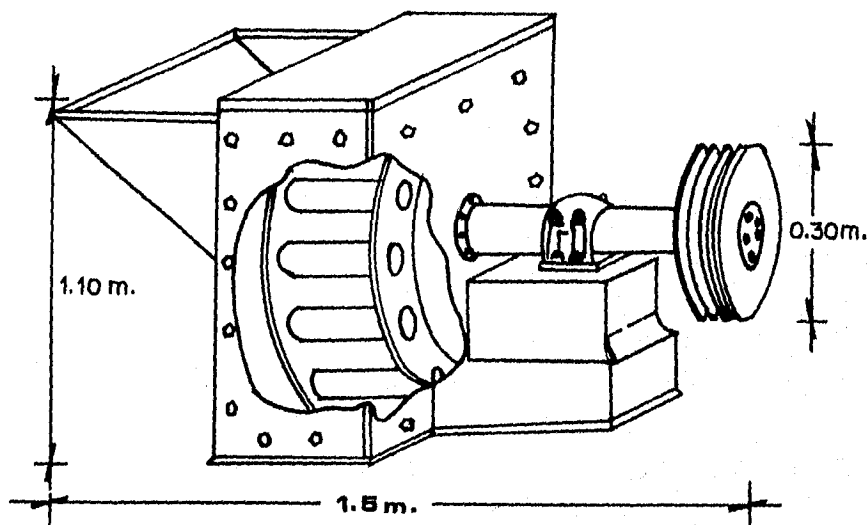


## 7.-MOLINO DE TRITURACION

AQUI LA OPERACION PRINCIPAL ES LA DE UNIFORMIZAR EL TAMAÑO DE PARTICULA PARA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO, QUE TIENEN COMO FINALIDAD, FACILITAR EL MANEJO, EVITAR LA SEGREGACION EN LA FORMULA UNA VEZ PREPARADA Y CONTRIBUIR AL PROCESO DE LA FUSION Y AL CONSECUENTE AHORRO DE ENERGETICOS, VIDA DE HORNO ETC.

EL MOLINO REALIZA SU FUNCION POR IMPACTO, TRITURANDO EL MATERIAL CON UNA JAULA DE ARDILLA, GIRANDO A GRAN VELOCIDAD CONTRA LA CORRIENTE DEL MATERIAL QUE CAE EN UNA VENA CONSTANTE.

LA SEPARACION DE LAS BARRAS DE LA JAULA Y SU VELOCIDAD, DETERMINAN LA DISTRIBUCION DE TAMAÑO DE PARTICULA QUE SE OBTIENE, LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO SE LISTAN EN SEGUIDA. (FIGURA IV.J)



<b>MOTOR:</b>	IEM	<b>REJA DE IMPACTO:</b>	
<b>POTENCIA:</b>	10 H.P.	<b>MATERIAL:</b>	ACERO AL MANGANESO
<b>VELOCIDAD:</b>	1750 R.P.M.	<b>VELOCIDAD:</b>	5300 R.P.M.
<b>MALLA OBTENIDA:</b>			1/2" PROMEDIO

#### 8.-BANDA TRANSPORTADORA CON ELIMINACION MANUAL Y AUTOMATICA

AQUI SE PRETENDE DAR LOS ULTIMOS PROCESOS DE ELIMINACION PARA ALGUNOS ACOMPAÑANTES FINALES DEL VIDRIO YA LAVADO Y MOLIDO, ENTRE ESTOS CONTAMINANTES ESTAN PAPELES, ALUMINIO EN LAMINILLAS, TAPAS DE PLASTICO, TAPAS METALICAS O FICHAS, Y ALGUNOS ORGANICOS, POR LO QUE EN ESTE PASO ESTAN LOS SIGUIENTES PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA:

A.-LAVADO CON AIRE, CON LO CUAL SE ELIMINA MEDIANTE UNA CORRIENTE DE AIRE, EL MATERIAL QUE TIENE MENOR DENSIDAD QUE EL VIDRIO Y QUE POR SU FORMA PUEDE SER ARRASTRADO DURANTE UNA PEQUEÑA CAIDA LIBRE AL SALIR DEL MÓLINO.

B.-ESTACION MAGNETICA CON BANDA, PARA RETIRAR METALES FERROSOS, DE MANERA INTENSIVA, TAPAS, FICHAS, ALAMBRES, ETC.

C.-SELECCION MANUAL , CON AYUDA DE PERSONAL ENTRENADO, SE RETIRAN LOS CONTAMINANTES QUE, EN NUMERO MUY DISMINUIDO, PERSISTEN, COMO ES EL CASO DE ALGUNAS FICHAS QUE NO FUERON DESPRENDIDAS DE CUELLOS DE BOTELLAS, TAPAS PLASTICAS, METALES PESADOS COMO PLOMO O COBRE ETC.

D.-POLEA MAGNETICA, EN EL FINAL DEL PROCESO, PARA ELIMINAR AQUELLOS METALES FERROSOS QUE VIAJABAN POR DEBAJO DEL MATERIAL AL SER TRANSPORTADO POR LA BANDA DE HULE QUE ESTAMOS DESCRIBIENDO.

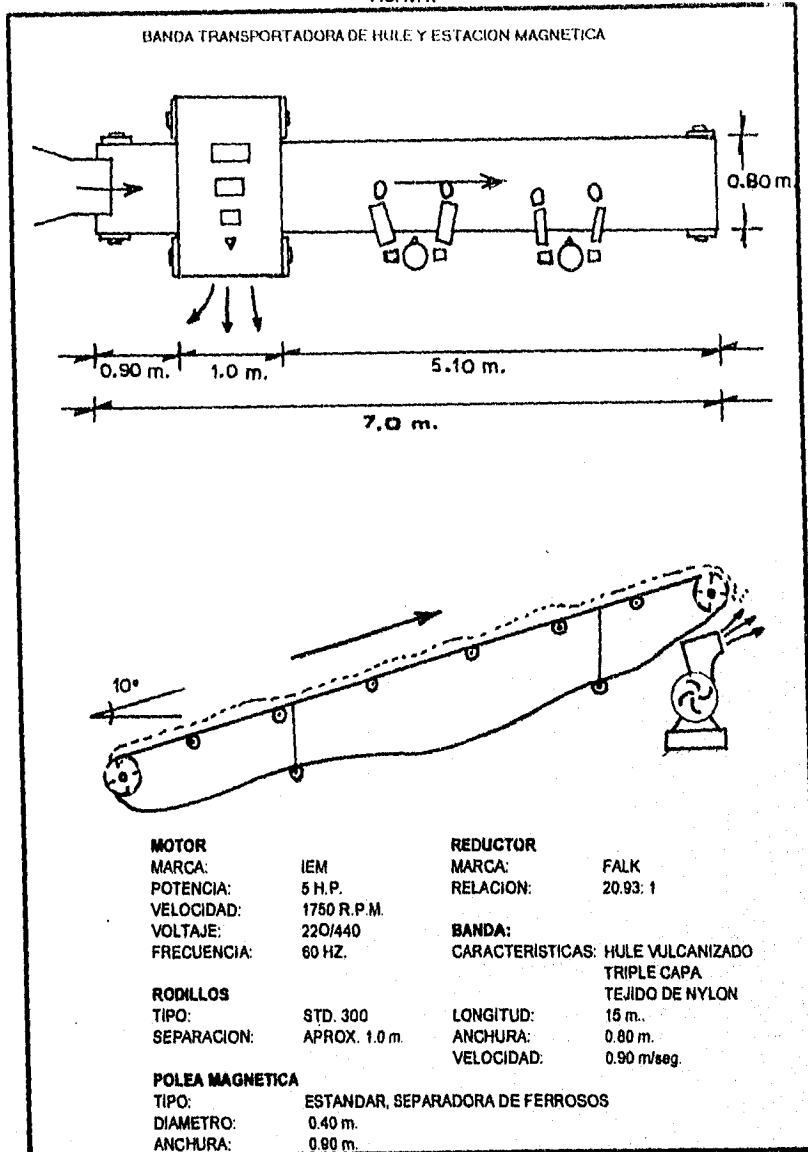
E.-LAVADO FINAL CON AIRE, EN LA ULTIMA CAIDA LIBRE, EN LA ENTRADA DE ALIMENTACION AL ELEVADOR DE CANGILONES, UN ABANICO PROVEE DE UNA CORRIENTE REGULADA QUE SEPARA LAS PARTICULAS FINALES DE MATERIALES DE BAJA DENSIDAD QUE VIAJABAN POR DEBAJO DEL MATERIAL EN LA BANDA DE HULE.

F.-TRANSPORTE DESDE EL MOLINO HASTA EL ELEVADOR, EN ESTA BANDA DE HULE VULCANIZADO, DE VELOCIDAD ADECUADA PARA OPTIMIZAR LAS OPERACIONES ANTERIORES, SE TRANSPORTA EL PRODUCTO FINAL HUMEDO.

LAS CARACTERISTICAS DE TODO ESTE EQUIPO SON: **(VER FIG. IV.K, PAG. 66)**

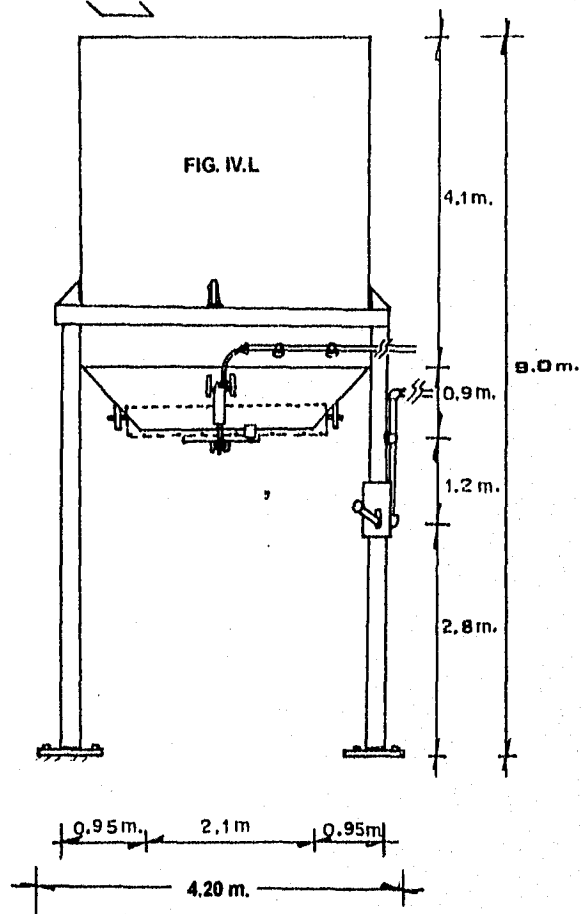


FIG. IV. K



### 10.-TOLVA FINAL DE VIDRIO PROCESADO

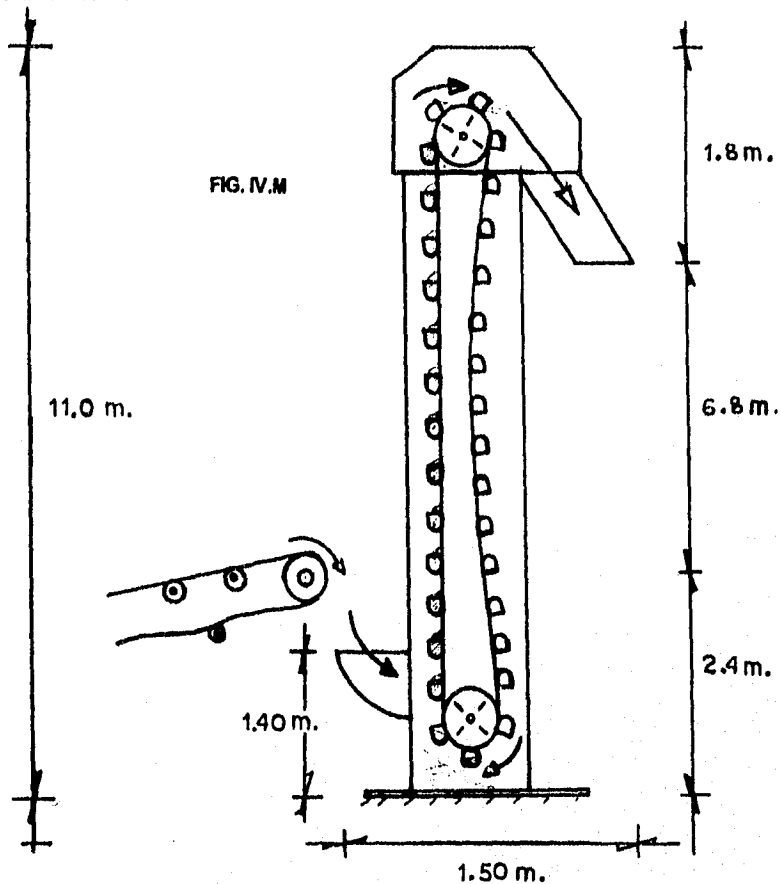
RECIBE Y ALMACENA MOMENTANEAMENTE EL VIDRIO YA PROCESADO PARA SU RECICLO, NORMALMENTE SE TRATA DE UNA TOLVA METALICA, ELEVADA PARA FACILITAR LA CARGA A CAMIONES DE VOLTEO QUE LUEGO TRANSPORTAN EL MATERIAL A LAS DIFERENTES PLANTAS ELABORADORAS DE VIDRIO PARA ENVASES. NORMALMENTE CONSTRUIDA DE MATERIAL ACERADO PARA RESISTIR LA ABRASION Y CON ANGULOS DE DESCARGA DEL MATERIAL APROPIADOS PARA MANEJAR MATERIAL HUMEDO, TAMBIEN SE AGREGAN PERFORACIONES PARA EL ESCURRIMIENTO DEL AGUA CONTENIDA EN EL VIDRIO Y FINALMENTE UNA COMPUERTA NEUMATICA EN POSICION DE SER ACCIONADA POR EL PROPIO OPERADOR DEL CAMION DE TRANSPORTE CUANDO ACOMODA SU UNIDAD PARA LLENARLA, BAJO LA TOLVA. CARACTERISTICAS: (VER FIG. IV.L)



9.-ELEVADOR DE CANGILONES

RECIBE EL MATERIAL YA PROCESADO POR COMPLETO Y LO LLEVA AL NIVEL DE ALIMENTACION DE LA TOLVA FINAL DE ALMACENAMIENTO DE VIDRIO LAVADO, DE DONDE SE TRANSPORTARA LUEGO, YA COMO MATERIA PRIMA A LAS PLANTAS DE FABRICACION DE ENVASES DE VIDRIO. (VER FIG. IV.M)

CARACTERISTICAS:



MATERIAL DEL ELEVADOR:

LAMINA GRIS DE 1/4" REFORZADA

BANDA DE CARGA:

HULE VULCANIZADO TRIPLE CAPA  
ENTRETEJIDO DE NYLON

CANGILONES

ACERO

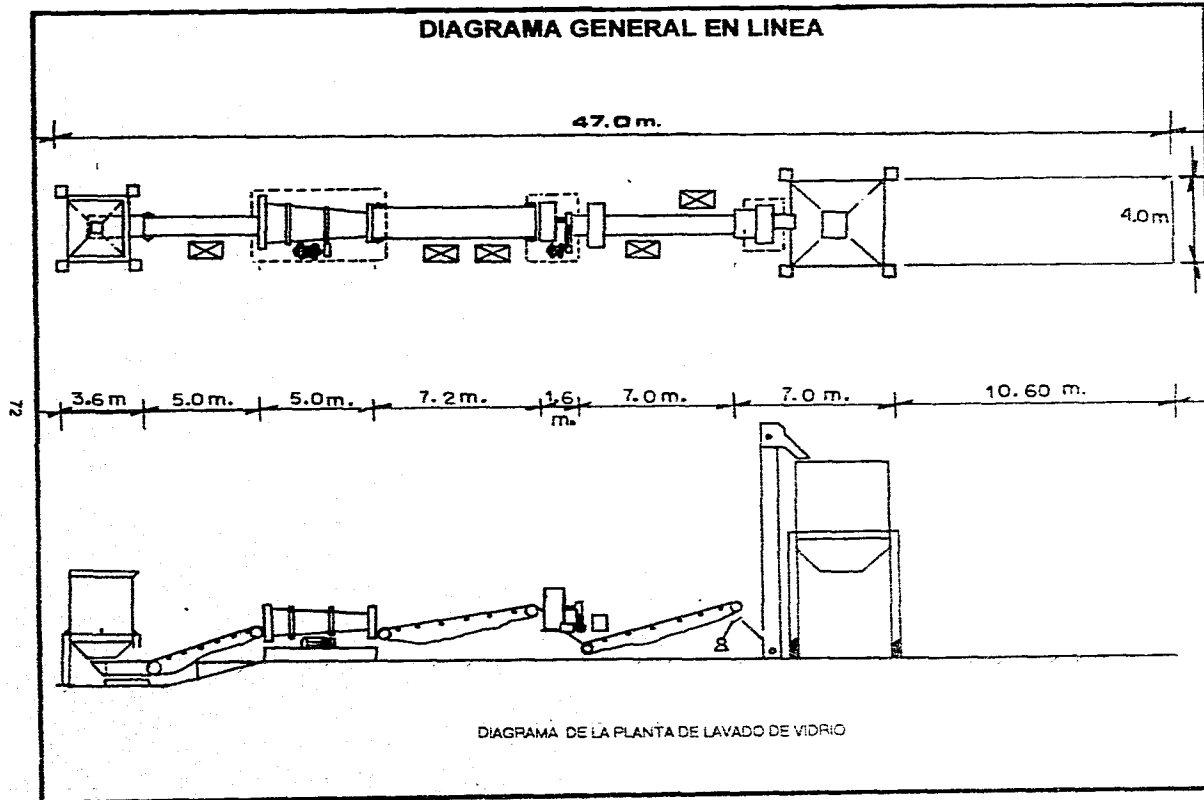
CAPACIDAD:

20 Tons. X Hr.

MOTOR:

15 H.P. C/REDUCTOR

FIGURA IV.N



## SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA

EL AGUA UTILIZADA PARA LAVAR LOS CONTAMINANTES ADHERIDOS AL VIDRIO RECICLADO, ASI COMO LA QUE SE UTILIZA PARA EL ENJUAGUE, SE RECUPERA EN GRAN MEDIDA POR MEDIO DE UN SISTEMA RELATIVAMENTE SENCILLO, CON LA PRINCIPAL APLICACION DEL METODO DE DECANTACION DE LOS SOLIDOS INSOLUBLES, EN SUSPENSION.

TAMBIEN LA FILTRACION CON ARENAS Y FINALMENTE UNA CLARIFICACION SEGUIDA DE CLORACION SON SUFICIENTES PARA QUE EL AGUA SEA REUTILIZABLE EN EL PROPIO PROCESO, SIN NECESIDAD DE ENVIAR AL DRENAJE PUBLICO NINGUN LIQUIDO RESIDUAL. EL AGUA FALTANTE QUE SE LLEVAN LOS LODOS SEPARADOS, EL VIDRIO PROCESADO Y LA EVAPORACION, SE COMPENSAN CON LAS AGUAS PUBLICAS, PUDIENDO UTILIZARSE AGUA DE CALIDAD INDUSTRIAL PARA ESTE FIN.

### CONSIDERACIONES EN EL SISTEMA DE RECICLADO DE AGUA.

DE PRUEBAS DIVERSAS SE HA DETERMINADO QUE EL VIDRIO DE RECICLO SE CONSIDERA CON UN CONTENIDO DE 15 % DE IMPUREZAS YA CLASIFICADAS, AL INGRESAR AL PROCESO DE LAVADO, A CONTINUACION SE LISTA LA COMPOSICION BASE DE ESE PORCENTAJE Y DE AHI SE OBTENDRA LA CANTIDAD DE SOLIDOS DE DESECHO, TANTO EN FORMA DE LODOS, COMO EN FORMA DE BASURA Y FINOS DE VIDRIO CON TIERRA, QUE DEBERAN ELIMINARSE.

LA CANTIDAD ESTIMADA NORMALMENTE PARA DAR LIMPIEZA COMPLETA A UNA TONELADA DE VIDRIO YA PROCESADA, ES DE 0.293 m<sup>3</sup> DE AQUI QUE PARA LAVAR LA CANTIDAD DE 100 TONS. SE REQUIERE PROCESAR 117.6 Tons. DE RECICLADO INICIAL O "CULLET", ESTO SIGNIFICA 34.5 m.<sup>3</sup> DE AGUA EN TOTAL. ESTE ULTIMO DATO TIENE IMPORTANCIA EN EL TAMAÑO DE LAS INSTALACIONES DE AGUA TRATADA.

**(VER LAS FIGS. IV.Ñ, IV.O Y IV.P, EN LAS PAG.74, 75 Y 76 RESPECTIVAMENTE)**

FIG. IV.A

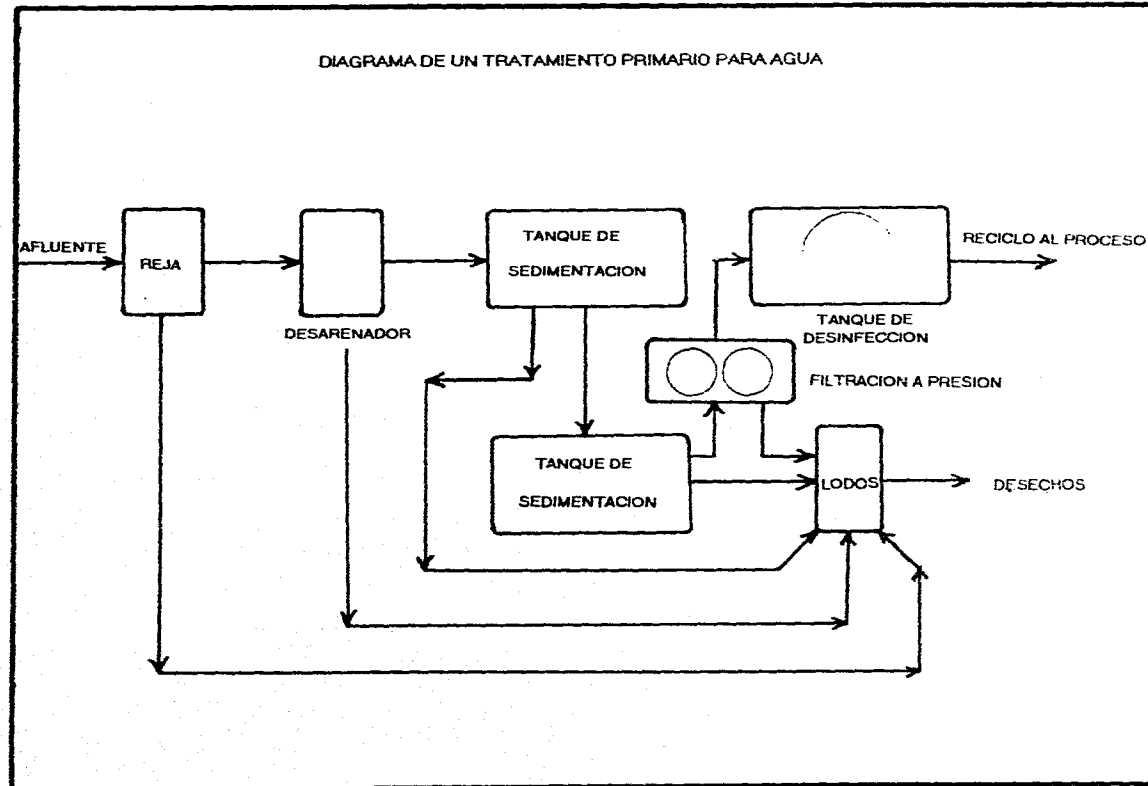


FIG. IV.0

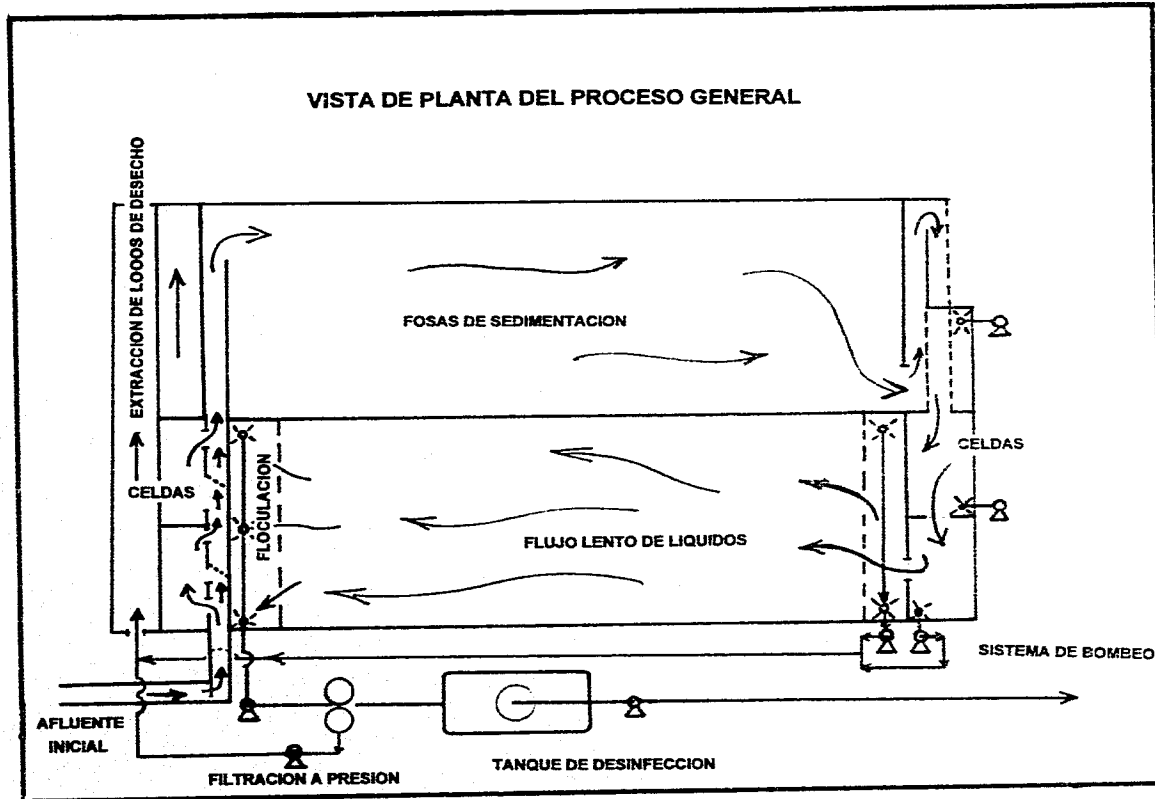
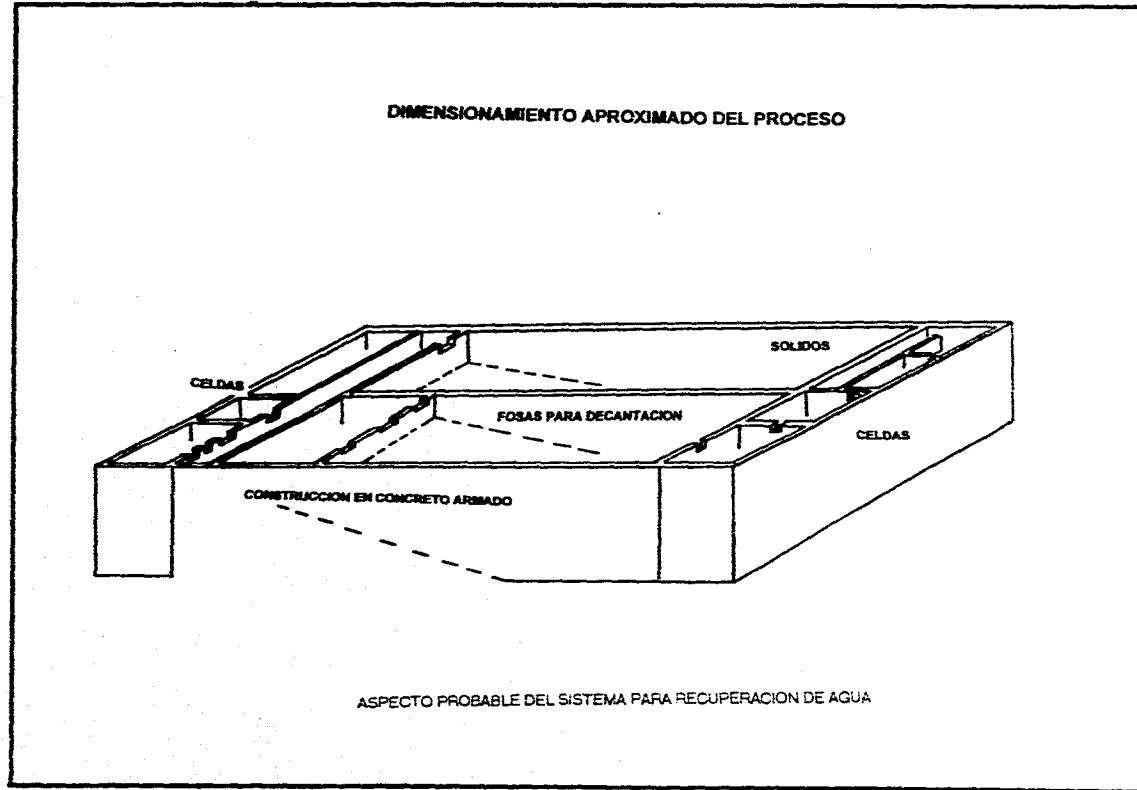


FIG.IV.P

DIMENSIONAMIENTO APROXIMADO DEL PROCESO

76



ASPECTO PROBABLE DEL SISTEMA PARA RECUPERACION DE AGUA



## RESULTADOS DEL PROCESO ANTERIOR

COMO RESULTADO DEL PROCESO ANTERIOR SE OBTIENE LA SIGUIENTE RELACION DE ELIMINACION DE CONTAMINANTES DURANTE EL LAVADO DE CULLET DE RECICLO PARA COLOR VERDE ESMERALDA.

1.- TIERRA Y PIEDRAS (5.4%)	PORCENTAJE
- OLLA LAVADORA	3.00
- CRIBA VIBRATORIA	2.00
- SELECCION MANUAL	0.40
2.- MATERIAL MAGNETICO (2.6 %)	
- POLEAS MAGNETICAS	1.40
- BANDA MAGNETICA	0.80
- SELECCION MANUAL	0.20
- LAVADO CON AIRE	0.15
- CRIBA VIBRATORIA	0.05
3.- MATERIAL NO MAGNETICO ( 0.7 %), INCLUYE ALUMINIO Y OTROS METALES.	
- LAVADO CON AIRE	0.40
- CRIBA VIBRATORIA	0.25
- SELECCION MANUAL	0.05
4.- MATERIALES FINOS Y PARTICULAS < 0.6 cm. ( 0. 3%), INCLUYE VIDRIO FINO	
- CRIBA VIBRATORIA	0.12
- OLLA LAVADORA	0.12
- LAVADO CON AIRE	0.06
5.- PAPEL Y CARTON ( 1.8 %)	
- SELECCION MANUAL	0.80
- LAVADO CON AIRE	0.60

- OLLA LAVADORA	0.40
<b>6.- PLASTICO ( 2.4% )</b>	
- SELECCION MANUAL	1.35
- LAVADO CON AIRE	0.80
- OLLA LAVADORA	0.15
- CRIBA VIBRATORIA	0.10
<b>7.- MADERA ( 0.6 % )</b>	
- SELECCION MANUAL	0.45
- OLLA LAVADORA	0.10
- LAVADO CON AIRE	0.05
<b>8.- RESIDUOS ALIMENTICIOS ( 1.2 %), INCLUYE HUESO Y SEMILLAS DE FRUTAS.</b>	
- OLLA LAVADORA	0.70
- SELECCION MANUAL	0.30
- CRIBA VIBRATORIA	0.10
- LAVADO CON AIRE	0.10
<b>TOTALES SEPARADOS</b>	<b>15.00 %</b>

EL CULLET PROCESADO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES YA MENCIONADAS Y PRESENTA EL SIGUIENTE CONTENIDO DE OXIDOS

Si O <sub>2</sub>	70.076 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.008
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.181
Ca O	10.524
Mg O	0.609
Na <sub>2</sub> O	14.070
K <sub>2</sub> O	1.002
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-----
Ba O	0.061
S O <sub>3</sub>	0.186
F <sub>2</sub> O	0.121
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.044
<b>TOTAL</b>	<b>99.882 %</b>

LA DIFERENCIA A 100 % ES POR LOS ERRORES EN EL ANALISIS, Y POR EL CONTENIDO DE OTROS OXIDOS QUE NO SE ANALIZAN, PORQUE SU CONTENIDO AFECTA MUY POCO DEBIDO A LAS CONCENTRACIONES QUE YA SON REALMENTE BAJAS, Y TAMBIEN DEBEMOS ACLARAR QUE AUNQUE LO NORMAL ES QUE EL OXIDO DE SILICIO SE OBTENGA POR LA DIFERENCIA A 100 %, CERRANDO DE ESTA MANERA A 100 UNIDADES EL CONTENIDO TOTAL DE OXIDOS, AQUI SE PRESENTA EL RESULTADO REAL DE CADA COMPONENTE, CON EL FIN DE HACER MAS CLARA LA EXPOSICION DE CADA PASO.

ESTE ANALISIS, ARRIBA MENCIONADO, ES EL QUE SE ANOTO EN LA HOJA DE OXIDOS PRESENTADA DURANTE LA DESCRIPCION DEL PROCESO QUE SE SIGUE POSTERIORMENTE, ADEMAS LO UTILIZAREMOS PARA EVALUAR LA POSIBILIDAD DE USAR ALTOS CONTENIDOS DE ESTE MATERIAL O "CULLET", SIN AFECTAR LOS ESTANDARES DE FORMULACION, YA ESTABLECIDOS PARA EL VIDRIO QUE SE REQUIERE EN LA INDUSTRIA DE LOS ENVASES, QUE SE PUEDE CONSIDERAR MUY PARECIDA EN TODO EL MUNDO, SIENDO LAS VARIANTES, ADAPTACIONES LOCALES DE LA FORMULA A NECESIDADES LOCALES BASTANTE ESPECIFICAS.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### DIFERENCIAS ENTRE FORMULA ESTANDAR Y VIDRIO DE RECICLO (CULLET)

OXIDO DE INTERES	VIDRIO NORMAL	CULLET
Si O <sub>2</sub>	70.080	70.076
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.670	3.008
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.160	0.181
Ca O	11.011	10.524
Mg O	0.530	0.609
Na <sub>2</sub> O	14.050	14.070
K <sub>2</sub> O	0.870	1.002
BaO	0.060	0.061
S O <sub>3</sub>	0.250	0.186
F 2	0.220	0.121
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.130	0.044

ESTO INICIALMENTE CONDUCE A ALGUNAS DIFERENCIAS EN LAS PROPIEDADES DE AMBAS CURVAS DE VISCOSIDADES Y ENTRE OTRAS COSAS ES LO QUE NOS OBLIGA A PROCESARLO Y FORMULARLO HASTA QUE LAS DIFERENCIAS CON EL OBJETIVO QUE SE DESEA ALCANZAR ES REALMENTE EL MINIMO TECNICAMENTE ALCANZABLE EN UN PROCESO INDUSTRIAL.

ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES IMPORTANTES DEL VIDRIO QUE NO DEBERAN ALTERARSE DE MANERA QUE AFECTEN , AL UTILIZAR " CULLET "

- CONTENIDO ESTANDAR DE OXIDOS
- RELACION TEMPERATURA - VISCOSIDAD
- DENSIDAD Y CONTENIDO DE "CUERDAS"
- COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA
- DURABILIDAD
- COLOR
- CONTENIDO DE BURBUJAS
- CONTENIDO DE PIEDRAS Y OCLUSIONES

DESPUES DE ELABORAR UNA FORMULA , ANALIZAREMOS CON MAYOR DETALLE LAS RAZONES POR LAS CUALES NO ES DESEABLE QUE SE ALTEREN LAS PROPIEDADES LISTADAS Y ADEMAS EN QUE CONSISTE CADA UNA DE ELLAS.

ELABORACION DE LA FORMULA PARA VIDRIO CONTENIENDO CULLET  
PROCESADO

PARA PODER SATISFACER EL ESTANDAR DE OXIDOS SOLICITADO Y CON ELLO LAS PROPIEDADES ESPERADAS EN EL VIDRIO RESULTANTE, SE PROCEDERA A UTILIZAR UN FORMATO BASE, QUE PUEDE SER EL SIGUIENTE:

	A	B	C	D	E	F
I	MATERIAS PRIMAS PROPUESTAS	KILOGRAMOS DE MATERIALES	OXIDOS QUE APORTAN LAS MATERIAS PRIMAS EN %	PERDIDAS POR GASES %	% DE OXIDOS TOTALES (SUMA)	COSTOS N\$
II						
III	OXIDOS DESEADOS					
IV	OXIDOS REALES PROVENIENTES DE LAS MAT'S. PRIMAS					

PARA OBTENER UNA TONELADA DE VIDRIO REAL, SE AGREGO UNA COLUMNA CON EL CONCEPTO DE " PERDIDAS POR GASES", PRODUCIDOS DURANTE LAS REACCIONES DEL PROCESO DE FUSION QUE ABANDONAN EL VIDRIO AL IRSE FORMANDO, CUMPLIENDO DE PASO EL PAPEL DE AFINANTES Y EL DE AGITACION DE LA MASA VITREA, CONTRIBUYENDO ASI A LA MEJOR DISOLUCION DE LAS DIVERSAS OCLUSIONES QUE PUDIERAN APARECER Y TAMBIEN HOMOGENEIZANDO EL PRODUCTO FINAL.

EN SEGUIDA SE AGREGA EL FORMATO EN SU FORMA DEFINITIVA, AL QUE SE HA DENOMINADO ANEXO I , Y AL CUAL, SE LE HA ESCRITO EN EL RENGLON NUMERO 13 LA COMPOSICION BASE REQUERIDA DEL VIDRIO, QUE CORRESPONDE A LA FORMULA ESTANDAR.

		ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS														
MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	SO <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TOTAL COSTO			
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13	COMPOSICION REQUERIDA	70.06	2.67		SUM = 11.450	0.16	11.011	0.53	SUM = 14.910	14.05	0.87	0.06	0.25	0.22	0.13	100.011
14																
15																

ANEXO 1.- FORMATO UTILIZABLE PARA FORMULACION  
MENCIONADO EN LA PAG. 81

**PASO NUMERO 2.**

- YA ESTABLECIDO EL FORMATO Y LA COMPOSICION BASE QUE SE DESEA ALCANZAR, ES CONVENIENTE TENER A LA MANO UN REPORTE COMPLETO CON LAS COMPOSICIONES QUIMICAS DE LOS MATERIALES UTILIZABLES, EN PORCENTAJE DE OXIDOS, ACTUALIZADOS Y DE PREFERENCIA CON TRES CIFRAS DECIMALES. (ANEXO )

- SE DECIDE UNA BASE DE CALCULO PARA EL PESO TOTAL DE LA FORMULA O "BATCH" QUE SE ESTA ELABORANDO, LO MAS RECOMENDABLE ES USAR COMO TAL, LA CANTIDAD DE 1 TON. METRICA DE VIDRIO, ES DECIR, LOS MATERIALES QUE SERAN NECESARIOS PARA PRODUCIR 1000 Kg. DE VIDRIO YA COMO PRODUCTO FINAL.

- TAMBIEN DEBEMOS DECIDIR EN ESTE MOMENTO LA CANTIDAD DE "CULLET" O VIDRIO DE RECICLO QUE PENSAMOS UTILIZAR EN LA FORMULACION, CON BASE EN LAS EXISTENCIAS O SUMINISTROS, PERO DESDE LUEGO EN FUNCION DE SU COMPOSICION QUIMICA, ESTO NOS PLANTEA UN LIMITE, PUES NO PODREMOS SOBREPASAR CON LA CANTIDAD DE CULLET PLANTEADA, NINGUNA DE LAS CANTIDADES MAXIMAS PERMITIDAS POR EL ESTANDAR DE OXIDOS, EXCEPTO EL OXIDO DE FIERRO, EN CIERTA MEDIDA.

EL PRODUCTO OBTENIDO CON EL PROCESO DE LAVADO YA DESCRITO, DEBERA PERMITIRNOS EL USO DE AL MENOS 80 % DE VIDRIO.

EL CONTENIDO DE CULLET DE LA PRIMERA FORMULA CALCULADA AQUI COMO EJERCICIO, SERA DE 0 % DE VIDRIO DE RECICLO, EN LA SEGUNDA PARTE HAREMOS UNA FORMULA CON UN PORCENTAJE ELEVADO , ESTO ES 80 % .

MATERIA PRIMA	ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS										TOTAL
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	B2O3	BaO	GASES	
ARENA TIPO "B"	98.37	0.88	0.105	0.06	0.02		0.25				99.685
ARENA TIPO "A"	99.55	0.21	0.026	0.30	0.03						99.846
SODA						57.783				SO3 0.103	57.886
CALIZA	1.142	0.098	0.04	53.83	1.206						56.315
FELDESPATO "A"	68.89	17.55	0.385	0.48		6.56	5.54				99.405
FELDESPATO "B"	67.833	18.046	0.66	0.57		6.509	5.531				99.149
ESPATO FLUOR	48.24		0.969	28.968	0.078					F2 18.477	96.732
NITRATO DE SODIO						36.42					36.42
DICROMATO DE SODIO						20.977				Cr2O3 50.953	71.93
CROMITA	1.4	15.4	28.45		9.9					Cr2O3 45.6	100.75
HEMATITA			42.28								42.28
SULFATO DE SODIO						43.46				SO3 56.15	99.61
ESCORIA	27.24	10	7.02	39.87	6.85	1.23	0.67	1.02	6.1		100
VIDRIO RECICLADO	70.076	3.008	0.181	10.52	0.609	14.07	1.002	0.061		SO3-F2O 0.186-0.121	99.834

**TABLA DE MATERIALES UTILIZABLES**

MENCIONADO EN LA PAG. 83 ANEXO II



MATERIA PRIMA	ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS											TOTAL
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	SO <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	GASES	
ARENA SILICA	99.11	0.45	0.05	0.026								99.636
SODA						57.83						57.83
CALIZA	0.81	0.144	0.032	53.999	1.22							56.205
FELDESPATO	70.19	16.76	0.417	0.548		6.075	5.275					99.265
ESPATOFLUOR	48.24		0.969	28.968	0.078						F2:18.477	96.732
SULFATO DE SODIO						43.417			56.07			99.487
DICROMATO DE SODIO						20.977				50.953		71.93
VIDRIO RECICLADO	70.46	2.607	0.198	10.509	0.682	13.937	0.995	0.066	0.217	0.044	F2:0.137	99.654

ANEXO III

TABLA DE COMPOSICIONES DE LOS MATERIALES MAS COMUNES

PASO NUMERO 3

- ANOTAMOS AHORA ALGUNOS MATERIALES QUE EN PARTICULAR CUBREN ALGUNOS OXIDOS ESPECIFICOS COMO  $SO_3$ ,  $Cr_2O_3$  Y ELEMENTOS NECESARIOS COMO EL FLUOR. ANOTAMOS UNICAMENTE LAS CANTIDADES NECESARIAS PARA CUBRIR EXACTAMENTE ESAS NECESIDADES, YA QUE NINGUN OTRO MATERIAL APORTARA MAS. TALES CANTIDADES, CALCULADAS DE LA TABLA GENERAL DE COMPOSICIONES DEL ANEXO I, SE ESCRIBEN EN LA COLUMNA DE KILOGRAMOS NECESARIOS DE CADA MATERIAL.

TAMBIEN SE ANOTARON EN LAS RESPECTIVAS COLUMNAS, LOS OTROS OXIDOS QUE APORTAN ESTOS MATERIALES. DEBEMOS CONTINUAR CUIDANDO EL NO REBASAR LAS CANTIDADES MAXIMAS NECESARIAS DE CADA OXIDO.

ESTE PASO SE ILUSTRAN EN EL ANEXO IV, EN LOS RENGLONES 8, 9 Y 10, RESPECTIVAMENTE.

PASO NUMERO 4.

DETERMINAREMOS AHORA LA CANTIDAD DE MATERIA PRIMA NECESARIA PARA CUBRIR EL PEDIDO DE  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  Y DE  $MgO$ , ESTE ULTIMO PAR DE OXIDOS, SE CONOCEN COMO FACTOR R-O Y SE CUIDA MUCHO DE QUE SUMANDO SUS CONTENIDOS NO SE REBASE CIERTA PROPORCION DENTRO DE LA FORMULA TOTAL. EN ESTE CASO EL ESTANDAR MARCA QUE LA SUMA DEBE SER 11.54 %.

NUEVAMENTE RESTAMOS LOS REQUERIMIENTOS BASE DE LOS OXIDOS YA APORTADOS Y EL RESULTADO LO ANOTAMOS EN EL RENGLON NUMERO 7.

VEAMOS:

EN EL ANEXO No. V. PAG 88

87

ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS														
MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	B2O	SO3	F2	Cl2 O3	TOTAL	COSTO
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8 ESPATOFLUOR	1.19	0.574		0.012	0.345	0.001					0.22			
9 SULFATO DE SODIO	0.445						0.194			0.25				
10 DICROMATO DE SODIO	0.256						0.054						0.13	
11														
12														
13 COMPOSICION REQUERIDA		70.06	2.67	0.16	11.011	0.50	14.05	0.67	0.06	0.25	0.22	0.13	100.011	
14														
15														

ANEXO IV  
 MENCIONADO EN EL PASO No 3 DE LA PAG 86

ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS													
MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	SO <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TOTAL COSTO
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7 FALTANTES		69.486	2.67		11.195 EN TOTAL								
					SUM = 0.346								
8 ESPATOFLUOR	1.19	0.574		0.012	0.345	0.001					0.22		
9 SULFATO DE SODIO	0.446						0.194			0.25			
10 DICROMATO DE SODIO	0.256						0.054					0.13	
11													
12													
13 COMPOSICION REQUERIDA		70.06	2.67	0.16	11.541 EN TOTAL	14.91 EN TOTAL							
					11.011	0.53	14.05	0.87	0.06	0.25	0.22	0.13	100.011
14													
15													

PASO NUMERO 3

- CONOCIENDO LO ANTERIOR, Y TAMBIEN QUE LA PRINCIPAL APORTACION DE DICHOS OXIDOS, LO DAN RESPECTIVAMENTE, LA ARENA (X), EL FELDESPATO (Y) , Y LA CALIZA (Z), SE PLANTEA UN SISTEMA DE TRES ECUACIONES CON TRES INCOGNITAS, DE LA MANERA SIGUIENTE.

PARA Si O2       $0.9911 (X) + 0.7019 (Y) + 0.0081 (Z) = 69.486$

PARA Al 2 O3     $0.0045 (X) + 0.1676 (Y) + 0.00144 (Z) = 2.670$

PARA R-O         $0.00026 (X) + 0.00548 (Y) + 0.55219 (Z) = 11.195$

ARENA      FELDESPATO      CALIZA

PARA ENTENDER MEJOR EL PLANTEAMIENTO DEL DETERMINANTE, ES CONVENIENTE EL SIGUIENTE ARREGLO:

INCOGNITA	MATERIAL	Si O2	Al 2 O3	R-O
X	= ARENA	0.9911	0.7019	0.0081
Y	= FELDESPATO	0.0045	0.1676	0.00144
Z	= CALIZA	0.00026	0.00548	0.55219

CON ESTO PROCEDEMOS A CALCULAR EL " DELTA " DEL DETERMINANTE ( $\Delta$ ) :

0.99110	0.7019	0.00810
0.00450	0.16760	0.00144
0.00026	0.00548	0.55219
-----		
0.99110	0.7019	0.00810
0.00450	0.16760	0.00144

TERMINOS ( + )	TERMINOS ( - )
0.091 723 375	0.000 000 352
0.000 000 199	0.000 007 820
0.000 000 262	0.001 744 119
-----	-----
0.091 723 836	0.001 752 291

$$\text{" DELTA " = 0.091 723 836 - 0.001 752 293 = 0.089 971 543}$$

$$\text{" DELTA " = 0.0.089 971 543}$$

EL CALCULO ANTERIOR SIRVE COMO DENOMINADOR EN EL CALCULO DE LOS Kg. DE CADA MATERIAL, POR EJEMPLO PARA LA CANTIDAD DE ARENA SILICA, QUEDA;

69.486	0.7019	0.0081
2.670	0.1676	0.00144
11.195	0.00548	0.55219
-----	-----	-----
69.486	0.7019	0.0081
2.670	0.1676	0.00144

TERMINOS ( + )	TERMINOS ( - )
6.430 723 899	0.015 197 884
0.000 118 516	0.000 548 328
0.011 315 189	1.034 844 370
-----	-----
6.442 157 605	1.050 590 582

FINALMENTE OBTENEMOS EL RESULTADO:

$$\frac{6.430 945 448 - 0.024 735 738}{0.091 815 878} = 59.925 248 950 \text{ Kg. DE ARENA.}$$

REPITIENDO EL METODO ANTERIOR PARA CADA COMPONENTE:

PARA EL FELDESPATO: 14.149 074 750 Kg.

PARA LA CALIZA : 20.105 185 760 Kg.

YA CALCULADAS LAS TRES CANTIDADES ANTERIORES, SE COLOCAN EN LOS TRES PRIMEROS RENGLONES DEL FORMATO INICIAL YA DEFINIDO. LUEGO DESARROLLAMOS EL CONTENIDO DE CADA OXIDO EN LA COLUMNA RESPECTIVA Y BASANDONOS EN LA HOJA DE ANALISIS DE CADA MATERIAL, COMO YA ANTERIORMENTE LO HICIMOS CON ALGUNOS MATERIALES.

ARENA SILICA , RENGLON No. 1:

OXIDO	COMPOSICION	Kg.DE ARENA	OXIDOS APORTADOS EN Kg.
Si O2	0.99110	59.925	59.391 667
Al 2 O3	0.00450	59.925	0.269 662
Fe 2 O3	0.00050	59.925	0.029 963
CaO	0.00026	59.925	0.015 580
	-----	-----	-----
	0.99636 X	59.925	= 59.706 210

EN SEGUIDA LA CALIZA, RENGLON No. 3:

OXIDO	COMPOSICION	Kg. DE CALIZA	OXIDOS APORTADOS EN Kg.
Si O2	0.00810	20.105	0.162 850
Al 2 O3	0.00144	20.105	0.028 951
Fe2 O3	0.00032	20.105	0.006 433
CaO	0.53999	20.105	10.856 498
MgO	0.01220	20.105	0.245 281
	-----	-----	-----
	0.56205 X	20.105	= 11.300 013

PARA EL FELDESPATO, RENGLON No. 4, EN SEGUIDA:

OXIDO	COMPOSICION	Kg. DE FELDESPATO	OXIDOS APORTADOS EN Kg.
Si O2	0.70190	14.149	9.931 183
Al 2 O3	0.16760	14.149	2.371 372
Fe2 O3	0.00417	14.149	0.059 001
CaO	0.00548	14.149	0.077 536
	-----	-----	-----
	0.879 15	X 14.149	= 12.439 092

COMO YA SE INDICO, ESTOS DATOS QUEDAN ANOTADOS EN LOS RENGLONES  
NUMERO 1,3 Y 4 DEL FORMATO ANEXO

( ANEXO VI. PAG 93 )



MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS											TOTAL COSTO	
		SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	BaO	SO3	F2	Cl2 O3		
1 ARENA SILICA	59.925	59.392	0.27	0.029	0.015									
2														
3 CALIZA	20.105	0.163	0.029	0.006	10.856	0.245								
4 FELDESPATO	14.149	9.931	2.371	0.059	0.077									
5														
6 COMPOSICION ALCANZADA		70.05	2.67	0.106	10.948	0.245			0.06	0.25	0.22	0.13		
7 OXIDOS AUN FALTANTES		69.486	2.67						0	0	0	0		
8 ESPATOFLUOR	1.19	0.574		0.012							0.22			
9 SULFATO DE SODIO	0.445							0.154		0.25				
10 DICROMATO DE SODIO	0.256							0.054				0.13		
11														
12														
13 COMPOSICION REQUERIDA EN %		70.06	2.67	0.16					0.06	0.25	0.22	0.13	100.013	
14				(LIM. MAX)					(LIM. MAX.)					
15														

ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS													
MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	SO <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	TOTAL (COS)
1													
2 SODA	25.349						14.672						
3													
4													
5													
6 COMPOSICION ALCANZADA		70.06	2.67	0.106	10.948	0.245	14.672 EN TOTAL		0.06	0.25	0.22	0.13	
7 OXIDOS AUN FALTANTES		69.486	2.67				11.196 EN TOTAL	14.672 EN TOTAL	0	0	0	0	
8							SUM = 0.346	13.902					
9							FACTOR R-O	FACTOR R2-O					
10 DICROMATO DE SODIO													
11													
12													
13 COMPOSICION REQUERIDA EN %		70.06	2.67	0.16			11.54 EN TOTAL	14.92 EN TOTAL	0.06	0.25	0.22	0.13	100.11
14				(LIM MAX)			11.011	0.53	14.05	0.97			
15									(LIM MAX)				

## ANEXO VII

PASO No 6 - FINALMENTE EN EL RENGLON No. 2 SE AGREGA LA COMPOSICION DE LA SODA

PARA CUBRIR EL Na<sub>2</sub>O

MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS										TOTAL COSTO		
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>		Cl <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
1 ARENA SILICA	59.925	59.992	0.27	0.029	0.015									
2 SODA	25.349						14.672							
3 CALIZA	20.105	0.163	0.029	0.006	10.856	0.245								
4 FELDESPATO	14.149	9.931	2.371	0.059	0.077									
5														
6 COMPOSICION ALCANZADA		70.06	2.67	0.106	10.948	0.245	14.672 EN TOTAL	0.06	0.25	0.22	0.13			
7 OXIDOS AUN FALTANTES		69.486	2.67		11.195 EN TOTAL		14.672 EN TOTAL	0	0	0	0			
					SUM = 0.345		13.802	0.87						
8 ESPATOFLUOR	1.19	0.574		0.012	0.345	0.001				0.22				
9 SULFATO DE SODIO	0.446						0.194		0.25					
10 DICROMATO DE SODIO	0.256						0.054					0.19		
11														
12							11.54 EN TOTAL	14.92 EN TOTAL						
13 COMPOSICION REQUERIDA EN %		70.06	2.67	0.16	11.011	0.53	14.06	0.87	0.06	0.25	0.22	0.13	100.011	
14				(LIM. MAX)					(LIM. MAX.)					
15														

## ANEXO VIII

ASPECTO FINAL DE LA FORMULACION TERMINADA

ELABORACION DE UNA FORMULA CONTENIENDO 80 %  
DE CULLET O VIDRIO RECICLADO

PARA LA ELABORACION DE UNA FORMULA CONTENIENDO ELEVADOS PORCENTAJES DE VIDRIO DE RECICLO COMO MATERIA PRIMA, SE SIGUEN BASICAMENTE LOS MISMOS PASOS QUE EN EL CASO ANTERIOR EN QUE LA FORMULA SOLO CONTENIA MATERIALES ARENOSOS. LA PRINCIPAL DIFERENCIA CONSISTE EN QUE AHORA SE DEFINE COMO PRIMER PASO, EL CONTENIDO DE CULLET QUE SE HABRA DE AGREGAR, LUEGO SE DESARROLLAN LOS OXIDOS APORTADOS Y LOS QUE HAGAN FALTA SE COMPLEMENTAN CON MATERIA PRIMA COMO EN EL CASO ANTERIOR, UTILIZANDO EL MISMO FORMATO. EN SEGUIDA SE PLANTEA NUEVAMENTE EL DETERMINANTE PARA LA RESOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTANEAS Y SE OBTIENE DE AHI LA CANTIDAD EN KILOGRAMOS DE CADA MATERIAL DE LOS LLAMADOS MAYORES.

LA FORMULA FINAL CON 80 % DE VIDRIO VERDE DE RECICLO, SE ANEXA EN SEGUIDA.

LOS CALCULOS DEL DETERMINANTE SON AHORA COMO SIGUE, PARA LAS NECESIDADES DE ARENA:

USANDO EL MISMO VALOR DEL DIVISOR ANTERIOR POR ESTAR EMPLEANDO LAS MISMAS COMPOSICIONES DE LAS MATERIAS PRIMAS, ESTO ES  $0.089\ 971\ 544 = \Delta$

LOS COEFICIENTES DE LAS ECUACIONES QUE FORMAN EL DETERMINANTE, QUEDAN ASI:

INCOGNITA	MATERIAL	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R-O	TOTAL
X	ARENA	0.9911	0.7019	0.0081	13.4038
Y	FELDESPATO	0.0045	0.1676	0.0014	0.5844
Z	R-O	0.0003	0.0055	0.5522	2.4146

DE MODO QUE SUSTITUYENDO EL TOTAL EN CADA UNA DE LAS COLUMNAS Y RESOLVIENDO COMO YA SE LLEVO A CABO ANTES, OBTENEMOS:

ARENA:  $1.013\ 062 / 0.089\ 971 = 11.2598\ \text{Kg.}$

FELDESPATO:  $0.283\ 167 / 0.089\ 971 = 3.1473\ \text{Kg.}$

R-O (CALIZA):  $0.390\ 137 / 0.089\ 971 = 4.3362\ \text{Kg.}$

CON LO ANTERIOR SOLO NOS RESTA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE OXIDOS EN EL FORMATO, VERIFICANDO QUE NO SEAN REBASADOS LOS REQUERIMIENTOS ORIGINALES, POR COMPARACION.

MATERIA PRIMA	KILOGRAMOS	ANALISIS EN PORCENTAJE DE OXIDOS											TOTAL	COSTO	
		SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	BaO	SO3	F2	Cl2 O3			
1 ARENA SILICA	11.2598	11.1595	0.0507	0.0056	0.0029										
2 SODA	3.4322							1.9868							
3 CALIZA	4.3962	0.0351	0.0062	0.0014	2.3415	0.0529									
4 FELDESPATO	3.1473	2.2091	0.5275	0.0131	0.0172		0.1912	0.166							
5															
6															
7															
8 ESPATOFLUOR	0.5975	0.2882		0.0058	0.1731	0.0005						0.1104			
9 SULFATO DE SODIO	0.1372						0.5916				0.0754				
10 DICROMATO DE SODIO	0.186						0.039						0.0948		
11															
12 RESULTADO FINAL OBTENIDO		13.4038	0.5444	0.007	2.3617	0.0529	0.1912	0.166	0.0056	0.0764	0.1104	0.0948			
13 OXIDOS FALTANTES EN %		13.4038	0.5444	-0.0042	2.6038	-0.0156	2.9004	0.074	0.0056	0.0764	0.1104	0.0948			
14 VIDRIO VERDE REICLADO 80 %	80	56.368	2.0856	0.1584	8.4072	0.5456	11.1496	0.796	0.0544	0.1738	0.1096	0.0352			
15 ESTANDAR REQUERIDO TOTAL		70.06	2.67	0.16	11.011	0.53	14.05	0.87	0.06	0.25	0.22	0.13			

97

ANEXO IX  
MENCIONADO EN LA PAG. 96

FORMULACION CON UN CONTENIDO DE CULL F DE 80 %

LUEGO SE SUMAN EN LA COLUMNA DERECHA LOS OXIDOS TOTALES Y SE EVALUA EL COSTO DE ESTE BATCH PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE VIDRIO. AHORA SE HACE EVIDENTE EL AHORRO QUE PUEDE ALCANZARSE AL UTILIZAR EL VIDRIO DE RECICLO. Y PARA HACER ENFASIS SUFICIENTE SE ANEXA TAMBIEN A CONTINUACION UN CUADRO EN EL QUE PUEDE VERSE COMO CAMBIA EL COSTO DEL BATCH AL IRSE AGREGANDO CULLET EN INCREMENTOS DE 10 EN 10 % . "

FINALMENTE SE HACE NOTAR QUE EN ESE MISMO CUADRO A DIFERENTES PORCENTAJES DE CONTENIDO DE VIDRIO RECICLADO, PUEDE VERSE COMO LAS PERDIDAS POR GASES A LA ATMOSFERA, PROVENIENTES DE LOS MATERIALES AL INTEGRARSE, TAMBIEN DISMINUYEN, CONSTITUYENDO ESTO LA APORTACION A LA ECOLOGIA COMO UN BENEFICIO AL UTILIZAR VIDRIO RECICLADO, Y ESTO SIN CONTAR CON QUE AL SER MAS FACIL FUNDIR ESTA FORMULA RICA EN CULLET, LOS GASES DE LOS HIDROCARBUROS QUE USAN COMO COMBUSTIBLE PARA EL PROCESO EN EL FUNDIDOR, TAMBIEN DISMINUYEN DE MANERA IMPORTANTE, AL SER MENORES LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGETICOS.

ADICIONALMENTE, EL ATAQUE QUIMICO A LAS PAREDES DEL HORNO DISMINUYE POR HABER MENOS FUNDENTES VOLANDO EN EL AMBIENTE POR EL ACARREO DE LOS GASES DE COMBUSTION, FENOMENO ESTE CONOCIDO EN EL MEDIO, COMO CARRY-OVER.

DE LA MISMA MANERA QUE LOS GASES A LA ATMOSFERA DISMINUYEN, TAMBIEN LO HACEN LOS POLVOS, PUES EN LA FORMULA INTERVIENEN MENOS ARENAS.

HAREMOS EN SEGUIDA UN ANALISIS DE LA RAZON POR LA QUE SE NECESITAN MENOS ENERGETICOS PARA "FUNDIR", EL VIDRIO YA FORMADO QUE CUANDO PARTIMOS DE MATERIALES PRIMARIOS, ESTA AFIRMACION TIENE SUS ORIGENES EN LOS CALORES DE REACCION QUE SE LLEVAN A CABO EN EL PROCESO DE FUSION, MIENTRAS QUE SI PARTIMOS DE CULLET, EL CUAL NO TIENE PUNTO DE FUSION POR SER YA UN LIQUIDO RIGIDO, SOLO REQUIERE ENERGIA PARA SU "ABLANDAMIENTO" Y FLUIDIZACION A TRAVES DEL CALOR SENSIBLE, HASTA ALCANZAR LA VISCOSIDAD ADECUADA E INTEGRARSE A LA MASA GLOBAL.

\* VER EL ANEXO X, PAG.99

MATERIA PRIMA	ANALISIS PARA CADA 10 % DE INCREMENTO DE CULLET									COSTO X TON DE MATERIAL N S239.25
	0%	10	20	30	40	50	60	70	80	
ARENA SILICA	599.25	538.42	477.58	416.75	355.92	295.08	234.25	173.42	112.59	
SODA	253.49	226.09	198.69	171.3	143.4	116.5	89.11	61.71	34.32	912.22
CALIZA	201.05	181.34	161.62	141.91	122.2	102.49	82.78	63.07	43.36	88.77
FELDESPATO	141.49	127.73	113.98	100.23	86.48	72.72	58.97	45.22	31.47	283.45
ESPATOFLUOR	11.9	11.16	10.42	9.67	8.93	8.19	7.45	6.71	5.97	560
SULFATO DE SODIO	4.46	4.07	3.68	3.3	2.91	2.52	2.135	1.75	1.36	471.07
DICROMATO DE SODIO	2.56	2.47	2.38	2.3	2.21	2.12	2.03	1.95	1.86	3500
VIDRIO RECIKLADO	0	100	200	300	400	500	600	700	800	302.61
<b>MATERIALES TOTALES EMPLEADOS PARA UNA TON. DE VIDRIO (Kg.)</b>	1214.2	1191.29	1168.38	1145.47	1122.56	1099.66	1076.75	1053.84	1030.93	
<b>COSTO X TON DE VIDRIO (N. S)</b>	450.61	434.732	418.654	402.976	387.096	371.22	355.342	339.465	323.587	

66

ANEXO X- AQUI SE PUEDE OBSERVAR LA DISMINUCION DE COSTOS  
AL UTILIZAR DIFERENTES CONTENIDOS DE CULLET  
COMO SE EXPLICA EN LA PAG. 98

AHORRO DE ENERGETICOS AL USAR VIDRIO RECICLADO

EMPEZAREMOS POR ANALIZAR LAS REACCIONES NECESARIAS BASICAS PARA QUE EL VIDRIO SE FORME EN EL INTERIOR DEL HORNO, CON SU CONSIGUIENTE CONSUMO O GENERACION DE CALOR DE FORMACION, DESPUES COMPARAREMOS CONTRA EL CALOR NECESARIO PARA " LICUAR " EL CULLET Y EVALUAREMOS LOS BENEFICIOS DERIVADOS DE SU USO, QUE ENTRE OTROS, CUENTAN CON EL MUY IMPORTANTE PARA LA VIDA DEL HORNO DE QUE LE PERMITEN OPERAR A MENORES TEMPERATURAS.

DE ACUERDO CON LO DESCRITO EN LA SECCION QUE SE OCUPA DE LA DESCRIPCION DE LA FUSION, LAS REACCIONES DE MAYOR INTERES, SON LAS SIGUIENTES, PARTIENDO DE MATERIAS PRIMAS ALIMENTADAS AL 100 % SIN USAR VIDRIO DE RECICLO.

- A)  $\text{Si O}_2 \rightarrow \text{Si O}_2$
- B)  $\text{Al}_2 \text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2 \text{O}_3$
- C)  $\text{Si O}_2 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca Si O}_3 + \text{CO}_2$
- D)  $\text{Si O}_2 + \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgSi O}_3 + \text{CO}_2$
- E)  $\text{Si O}_2 + \text{Na}_2 \text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2 \text{Si O}_3 + \text{CO}_2$

ASIMISMO LOS PRINCIPALES OXIDOS DEL VIDRIO EN UN 98 % SON LOS SIGUIENTES.

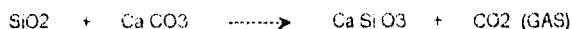
OXIDO	% EN PESO FORMULA	PESO EN Kg.	PESO MOLEC.	K MOLES.
Si O <sub>2</sub>	70.06	700.6	60	11.67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.67	26.7	102	0.26
Ca O	11.01	110.1	56	1.96
Mg O	0.53	5.3	40	0.133
Na <sub>2</sub> O	14.05	140.0	62	2.26
<b>TOTALES</b>	<b>98.32</b>	<b>982.7</b>		

TOMANDO ESTOS OXIDOS CALCULAMOS EL CALOR DE FUSION A PARTIR DE LOS CALORES NORMALES DE FORMACION A LA TEMPERATURA DE REFERENCIA DE 25 GRADOS CENTIGRADOS, MEDIANTE :

$$H \text{ DE REACCION} = \Delta H \text{ formación de productos} - \Delta H \text{ formación de reactivos}$$



UTILIZANDO COMO EJEMPLO LA REACCION (C) :



H formación en ( K cal./ mol. ):

$$(-202.46) + (-289.50) \longrightarrow (-377.0) + (-94.05)$$

$\Delta H$  DE LA REACCION = 20.91 Kcal./ mol.

TABULANDO ASI LOS RESULTADOS DE CADA REACCION A CONDICIONES NORMALES, TENEMOS:

ENTALPIA	Kcal./ mol.
H reacción (A)	0.000
H reacción (B)	0.000
H reacción (C)	20.910
H reacción (D)	22.608
H reacción (E)	- 6.042

COMO LAS ENTALPIAS DE REACCION CALCULADAS PARTIENDO DE LOS CALORES DE FORMACION NORMALES, APLICAN UNICAMENTE A 25° CENTIGRADOS, NOS SIRVEN DE BASE PARA CALCULAR EL CALOR DE REACCION A TEMPERATURAS DISTINTAS Y DICHA VARIACION DE ENTALPIA CON RESPECTO A LA TEMPERATURA A PRESION CONSTANTE, ES EL CALOR MOLAR A PRESION CONSTANTE, DE MODO QUE :

$$\left( \frac{\partial \Delta H}{\partial T} \right)_p = \Delta C_p \text{ ..... (I)}$$

ESTO ES;

$$\Delta H_2 - \Delta H_1 = \Delta C_p (T_2 - T_1) \text{ ..... (II)}$$

COMO LOS CALORES MOLARES CAMBIAN CON LA TEMPERATURA. LOS CALORES MOLARES DEBERAN TOMAR EN CUENTA ESA DEPENDENCIA, POR LO QUE LA ECUACION ANTERIOR QUEDA

$$\Delta H_{t_2} - \Delta H_{t_1} = \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p \, dT$$

SIENDO LA ECUACION DEL  $C_p$  EN GENERAL DE LA FORMA

$$C_p = a + bT + cT^{-2}$$

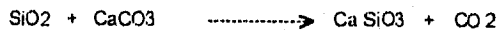
ENCONTRAMOS LOS VALORES DE LOS COEFICIENTES  $a, b, c$ , EN TABLAS DE CALORES MOLARES A PRESION CONSTANTE ( PAG. 3-159 PERRY ) CON LO CUAL OBTENEMOS LOS VALORES DE  $C_p$  A LA TEMPERATURA DE 1520 GRADOS CENTIGRADOS O SEA A 1793 GRADOS KELVIN, EN Cal/\*K mol.

TABLA DE VALORES EJEMPLO:

CO2	10.34 + 0.002 74 T - 195 500 T <sup>-2</sup>
SiO2	12.80 + 0.004 470 T - 302 000 T <sup>-2</sup>
Al 2 O3	22.08 + 0.008 971 T - 522 500 T <sup>-2</sup>
Ca CO3	19.68 + 0.011 890 T - 307 600 T <sup>-2</sup>
Mg CO3	16.90
Na2 CO3	28.90
Ca SiO3	23.16 + 0.009 872 T - 487 100 T <sup>-2</sup>
Mg SiO3	23.3 + 0.007 734 T - 542 000 T <sup>-2</sup>
Na2 SiO3	22.0 + 0.008 500 T - 500 000 T <sup>-2</sup>

CALORES DE REACCION A 1520 GRADOS CENTIGRADOS O 1793° KELVIN

EN SEGUIDA SE TABULAN LAS ENTALPIAS DE REACCION A LA TEMPERATURA QUE COMUNMENTE SE MANTIENE EN LOS HORNOS, LAS CUALES SE OBTIENEN SEGUN EL EJEMPLO SIGUIENTE PARA LA REACCION " C ":



LOS REACTIVOS SON SOLIDOS Y ENTRAN A 298°K, LOS PRODUCTOS SALEN A 1793 GRADOS KELVIN;

Ca SiO3 ----- LIQUIDO

CO 2 ----- GAS

SABEMOS YA QUE  $\Delta H^{\circ}$  NORMAL ( A 298°K ) = 20 910 CAL.

AHORA OBTENEMOS EL  $C_p$  DE LOS PRODUCTOS Y DE LOS REACTIVOS USANDO LOS VALORES LISTADOS EN LA ANTERIOR TABULACION

$$\text{Ca SiO}_3 ; C_p = 23.16 + 0.009672 T - 487.100 T^{-2}$$

$$\text{CO}_2 ; C_p = 10.34 + 0.002740 T - 195.500 T^{-2}$$

$$\text{SUMA PRODUCTOS} = 33.50 + 0.012412 T - 682.600 T^{-2}$$

EN EL CASO DE LOS REACTIVOS, TENEMOS

$$\text{SiO}_2 ; C_p = 12.80 + 0.004470 T - 302.000 T^{-2}$$

$$\text{CaCO}_3 ; C_p = 19.68 + 0.011890 T - 307.600 T^{-2}$$

$$\text{SUMA REACTIVOS} = 32.48 + 0.018360 T - 609.600 T^{-2}$$

RESTANDO REACTIVOS DE PRODUCTOS, OBTENEMOS EL  $\Delta C_p$  ;

$$\Delta C_p = 1.02 - 0.003948 T - 73.000 T^{-2}$$

SUSTITUYENDO ESTE  $\Delta C_p$  EN LA ECUACION YA ANTES PLANTEADA;

$$\Delta H^{\circ} = \int \Delta C_p dT + \Delta H_0 \quad \text{E INTEGRANDO:}$$

$$\text{QUEDA} \quad \Delta H^{\circ} = 1.02 T - 0.001974 T^2 - 73.000 / T + \Delta H_0$$

PARA DETERMINAR LA CONSTANTE DE INTEGRACION  $\Delta H_0$ , SUSTITUIMOS EL VALOR YA CONOCIDO DE  $\Delta H^{\circ}$  NORMAL = 20 910 CAL.

ENTONCES:

$$20\,910 = 1.02 (298) - 0.001974 (298)^2 - (73\,000 / 298) + \Delta H_0$$

$$20\,910 - 303.98 + 175.299 + 244.966 = \Delta H_0$$

$$\Delta H_0 = 21\,026.305 \text{ CAL.}$$

SUSTITUYENDO NUEVAMENTE ESTE VALOR EN LA MISMA ECUACION PERO CON LAS TEMPERATURAS DEL FUNDIDOR, EN °K;

$$\Delta H^\circ = 21.026 + 1.02 T - 0.001974 T^2 - 73.000/T$$

$$\Delta H^\circ = 21.026 + 1.02 (1793) - 0.001974 (1793)^2 - 73.000/1793$$

$$\Delta H^\circ = 21.026 + 1.82886 - 6.34611 - 40.71$$

$$\Delta H^\circ = 16.468345 \text{ CAL. A } 1793^\circ \text{K PARA LA REACCION "C"}$$

ASI LAS ENTALPIAS DE REACCION A 1793 K QUEDAN EN EL MISMO ORDEN:

ENTALPIA	K CAL / MOL
REACC. A	20.720
" B	38.003
C	16.468 (CALCULO DEL EJEMPLO)
D	5.918
E	49.205

#### CALOR DE FUSION DE LOS REACTIVOS

EL CALOR DE FUSION DE LOS REACTIVOS DEBE SER TOMADO EN CUENTA EN EL CALCULO DE LA ENTALPIA TOTAL DEL PROCESO DE FUSION PARA OBTENER EL VIDRIO, LOS SIGUIENTES VALORES SE TOMARON DE ( PAG. 3- 148 ; PERRY, HANDBOOK OF CH. ENG.) " CALORES LATENTES DE FUSION".

SUSTANCIA	K CAL / MOL
SiO <sub>2</sub>	3.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.0
CaSiO <sub>3</sub>	13.4
MgSiO <sub>3</sub>	14.7
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	10.3

#### CALCULO DE LA ENTALPIA TOTAL

PARA OBTENER LA ENTALPIA TOTAL, DEBEMOS SUMAR LOS SIGUIENTES TERMINOS:

CALOR DE REACCION EN CONDICIONES NORMALES + CALOR SENSIBLE + CALOR DE FUSION = ENTALPIA TOTAL ( $\Delta H T$ )

DE ESTE MODO OBTENEMOS PARA CADA COMPONENTE;

ENTALPIA TOTAL	K CAL / MOL
$\Delta H_t$ para reacc. A	24.120
" " B	64.003
" " C	50.661
" " D	42.600
" " E	53.350

CALOR TOTAL PARA CADA UNA DE LAS REACCIONES

CON LOS VALORES OBTENIDOS DE  $H$  TOTAL Y EL NUMERO DE MOLES DE CADA REACTANTE OBTENEMOS EL CALOR TOTAL, LLAMADO  $Q_t$ :

REACTANTE	K.MOLES	$Q_t$ (K. CAL / TON.)	MM. BTU / TON. $\times 10^{-3}$
SiO <sub>2</sub>	11.67	281.480	1 116.912
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	16.840	66.027
CaCO <sub>3</sub>	1.96	99.296	394.006
MgCO <sub>3</sub>	0.133	5.666	22.481
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2.26	120.571	478.426
		-----	-----
		$Q_t = 523.653$	2 077.802

DE MODO QUE PARA FORMAR UNA TONELADA DE VIDRIO SE REQUIEREN APROXIMADAMENTE 2.078 MM DE BTU.

CALCULO PARA LICUAR UNA FORMULA CON 100 % DE VIDRIO DE RECICLO

SI FUERA POSIBLE ALIMENTAR SOLO VIDRIO DE RECICLO, NO SERIA NECESARIO CONSIDERAR MAS QUE EL CALOR SENSIBLE PUES NO EXISTIRIA PUNTO DE FUSION POR TRATARSE DE CALENTAR UN LIQUIDO MUY VISCOSO UNICAMENTE; POR OTRO LADO, LA FORMULA ES MUY PARECIDA, DE MODO QUE SOLO CALCULAMOS EL

CALOR NECESARIO PARA LLEVARLO DESDE LA TEMPERATURA AMBIENTE HASTA  
LOS MISMOS 1798°K

$$Q = M C_p \text{ MEDIO } ( \text{TEMP. sup.} - \text{TEMP. inf.} )$$

DONDE  $C_p$  MEDIO =  $C_p$  MEDIO DEL VIDRIO CALIZO EN EL RANGO DE  
TEMPERATURA PEDIDO EXPRESADO EN K CAL / TON

M = MASA DE VIDRIO POR SUAVIZAR ( 1 TON )

T sup. = TEMPERATURA DEL HORNO ( 1798°K )

T inf. = TEMPERATURA DE REFERENCIA ( 298°K )

DE AQUI OBTENEMOS:

$$Q = 240 \text{ K CAL / TON } * ( 1 \text{ TON } ) ( 1798 - 298 ) \text{ GRADOS K.}$$

$$Q = 360 \text{ 000 K CAL / TON}$$

$$Q = 1 \text{ 428 480 MM BTU / TON}$$

EL AHORRO ES DEL ORDEN DE 2.078 MM BTU / TON - 1.428 480 MM BTU / TON  
APROXIMADAMENTE 0.650 MM DE BTU / TON : 0.164 K. CAL / TON.

CON ESTO PODEMOS CONCLUIR QUE RESULTA MUY BENEFICIOSO EL USO DE  
CULLET POR SIGNIFICAR UN IMPORTANTE AHORRO DE ENERGIA Y POR LO TANTO:

A) MENOR TEMPERATURA DE OPERACION

B) MAYOR VIDA DE LOS REFRACTARIOS DEL HORNO

C) MENOR ACARREO DE MATERIALES EN POLVO HACIA LAS CAMARAS  
RECUPERADORAS

D) MENOR ATAQUE QUIMICO Y DE ABRASION HACIA LOS REFRACTARIOS

E) MENORES EMISIONES DE GASES A LA ATMOSFERA

FINALMENTE SE ANEXA UNA GRAFICA REAL DE UNA PLANTA CENTROAMERICANA CON SUS RESPECTIVAS REDUCCIONES EN LA TEMPERATURA DE OPERACION, DE ACUERDO AL INCREMENTO EN USO DE CULLET FORMULADO.

TONELADAS EXTRAIDAS POR DIA	TEMP DEL HORNO NORMAL EN °C.
90.0	1 460
112.5	1495
135.0	1525
153.0	1555

LA CORRECCION A LA TEMPERATURA DEL HORNO AL UTILIZAR CULLET, CON RESPECTO A LAS TEMPERATURAS ANTERIORES, ES LA SIGUIENTE.

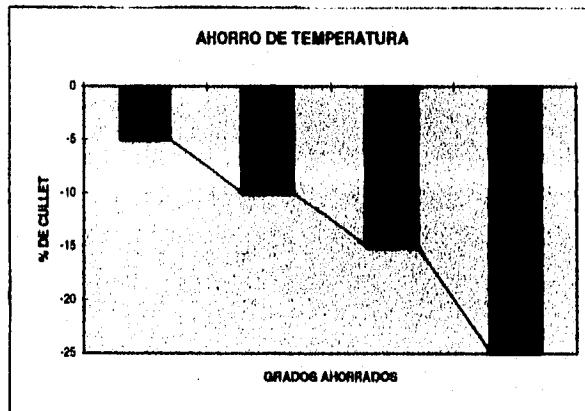
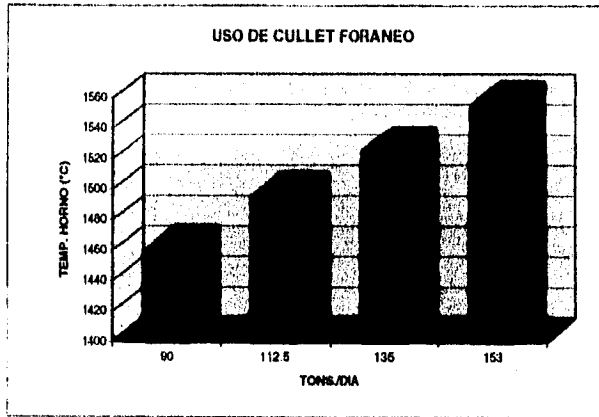
% DE CULLET X TON. EN FORMULA	CORRECCION A LA TEMPERATURA EN °C.
20	- 5
40	- 10
60	- 15

IMAGINARIAMENTE : 80

PROBABLE : - 20 ó 25 °C.

CON ESTO PODEMOS CONCLUIR QUE SON NUMEROSOS LOS BENEFICIOS ECONOMICOS , OPERATIVOS Y ECOLOGICOS QUE SE OBTIENEN DE RECICLAR EL VIDRIO,\* POR LO QUE DEBE FOMENTARSE SU UTILIZACION Y LA INFRAESTRUCTURA QUE PERMITA OBTENER CULLET SIN QUE ESTE SEA RECUPERADO DE LA BASURA, SINO DE CENTROS DE ACOPIO DE PRIMERA MANO, CON LO QUE SERA MAS FACIL EL PROCESO DEL RECICLO Y SE PODRA UTILIZAR AUN EN MAYORES PROPORCIONES. ESTO ULTIMO A TRAVES DE LA CONCIENTIZACION Y CREACION DE UNA CULTURA DEL REAPROVECHAMINETO DE NUESTROS RECURSOS.

\* VER EL ANEXO XI . PAG. 108





## DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE RECICLADO

### CONSIDERACIONES:

A) LA BASE DE CALCULO SERA LA OBTENCION DE 100 TONS / TURNO DE 8 HORAS DE TRABAJO EFECTIVO, DE VIDRIO PROCESADO DENTRO DE ESPECIFICACIONES.

B) EL CONTENIDO DE CONTAMINANTES A LA RECEPCION ES DE 15 % EN PROMEDIO.

C) LA UBICACION PROBABLE DE LA PLANTA DE LAVADO SE CONSIDERA EN LOS ALREDEDORES DE LA CIUDAD, EN ALGUN AREA INDUSTRIAL O ANEXA A UNA PLANTA DE VIDRIO.

D) NO SE CONSIDERA EL ACCESO POR FERROCARRIL, SINO SOLAMENTE POR CAMIONES DE CARGA.

### ESTIMACION DEL TERRENO NECESARIO

ESTE SE DIVIDIRA EN DIFERENTES AREAS O SECCIONES;

- 1.- RECEPCION Y PESADO.
- 2.- MANIOBRAS DE DESCARGA Y CIRCULACION.
- 3.- INVENTARIOS.
- 4.- OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y LABORATORIO DE PRUEBAS FISICAS.
- 5.- VESTIDORES Y SANITARIOS
- 6.- ALMACEN DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y REFACCIONES.
- 7.- TALLERES DE MANTENIMIENTO.
- 8.- COMEDOR Y DESCANSO.
- 9.- PROCESADO DE VIDRIO DE RECICLO Y ENTREGA DE PRODUCTO.

#### 1.- AREA DE RECEPCION Y PESADO

- A.- CONSTA DE UN ACCESO Y RECEPCION.
- B.- CASETA DE CONTROL Y SEGURIDAD
- C.- BASCULA DE PLATAFORMA CON CASETA DE RESGUARDO

A) ACCESO Y RECEPCION. SE CONSIDERA SUFICIENTE UNA ENTRADA CON PUERTA DE BLOQUEO CORREDIZA, QUE TAMBIEN OPERARA COMO SALIDA, DE 10 m. DE ANCHURA, HABRA AL MENOS 25.0 m. DE DISTANCIA HASTA LA PLATAFORMA DE LA BASCULA, COMO AREA DE RECEPCION Y DE INSPECCION VISUAL.

TOTAL ; 250.0 m<sup>2</sup>

B) CASETA DE CONTROL Y SEGURIDAD.- COLOCADA AL LADO DE LA ENTRADA PRINCIPAL CON UN AREA DE 2.5 m. X 2.0 m. MAS UN SANITARIO DE 2.0 m. X 1.5 m

TOTAL 5.0 m<sup>2</sup> + 3.0 m.<sup>2</sup> = 8.0 m<sup>2</sup>

C) BASCULA DE PLATAFORMA.- EN ESTAS INSTALACIONES CON ACCESO A GRANDES TRANSPORTES, PARA UN MAXIMO DE 60 TONS, ES COMUN UN AREA DE PLATAFORMA CON UNA BANDA DE SEGURIDAD LATERAL, QUE MIDE 3.5 m. X 20.0 m

DE LONGITUD, LA CASETA ES DE 1.50 m. X 2.50 m.

TOTAL 70.0 m.<sup>2</sup> + 3.75 m.<sup>2</sup>

AREA TOTAL PARA RECEPCION Y PESADO: 331.75 m.<sup>2</sup>

## 2.- AREA DE MANIOBRAS DE DESCARGA

CONSTA DE;

- A) ESPERA PARA EL PESAJE A LA SALIDA.
- B) CIRCULACION EN DOBLE VIA Y MANIOBRAS.
- C) DESCARGA PROPIAMENTE DICHA.

A) ESPERA PARA PESAJE A LA SALIDA.- SE CONSIDERA SUFICIENTE UN AREA IGUAL A LA QUE ESTA ANTERIOR A LA PLATAFORMA DE LA BASCULA DE PESADO QUE ES

EL ANCHO DE LA CALLE , 10.0 m. X 25.0 m.

TOTAL = 250.00 m.<sup>2</sup>

B) CIRCULACION EN DOBLE VIA Y MANIOBRAS.- CONSIDERANDO SOLO EL TAMAÑO DE LOS TRANSPORTES MAS GRANDES PARA ESTE PUNTO, UNA ANCHURA DE VIA DOBLE DE 10 m. ES SUFICIENTE Y CON RESPECTO AL AREA DE MANIOBRAS, SE CONSIDERARA SOLO LA MINIMA PARA EL CASO DE QUE LLEGUE EL MAXIMO DE MATERIALES EN UN DIA, COMO SIGUE:

LA VIA DOBLE PARA CIRCULACION, SERA EL ANCHO DE LA CALLE , 10.0 m. X AL MENOS LA MISMA LONGITUD DE LA RECEPCION O LA ESPERA A DESTARE A LA SALIDA, ESTO ES 25.0 m.

TOTAL = 250.0 m.

PARA LAS MANIOBRAS DE DESCARGA, HAREMOS ALGUNAS CONSIDERACIONES:

SI LAS UNIDADES DE ACARREO SON PEQUEÑAS, DIGAMOS DE CAPACIDAD 5.0 m<sup>3</sup> Y CONSIDERANDO QUE LA DENSIDAD MEDIA DEL CULLET SUCIO ES DE 1.1 Ton./ m<sup>3</sup> HASTA 1.3 Ton./ m<sup>3</sup>, USAREMOS LA MENOR PARA ESTOS DISEÑOS, COMO UN FACTOR DE SEGURIDAD EN LOS VOLUMENES.

CONSIDERAREMOS QUE PARA RECIBIR 115 TONELADAS AL DIA EN TOTAL, LLEGARIAN 21 VIAJES DE 5.5 Ton. CADA UNO QUE EQUIVALEN A 2 o 3 VIAJES CADA HORA.

C ) AREA DE DESCARGA POR CAMION = 7.00 m. X 3.00 m. = 21 m<sup>2</sup> , SI SE DA EL CASO DE DESCARGAR LOS TRES JUNTOS, AREA TOTAL = 63 m<sup>2</sup>

SI SE RECIBEN TRAILERS DE GRAN CAPACIDAD, ESTOS CUBREN CON TRES VIAJES AL DIA LA DEMANDA, SUPONIENDO UNA DESCARGA CADA VEZ, EL AREA REQUERIDA SERIA DE 20 m. X 3 m = 60 m<sup>2</sup> POR UNIDAD.

LO MEJOR ES CONSIDERAR EL AREA ANTERIOR, PARA TRANSPORTES PEQUEÑOS, COMO EL AREA MINIMA DESEABLE DE DESCARGA, ESTO ES:

TOTAL = 63.0 m<sup>2</sup>

AREA TOTAL PARA MANIOBRAS, CIRCULACION Y DESCARGA = 563.0 m.<sup>2</sup>

### **3.-AREA DE INVENTARIOS**

PARA ESTA ESTIMACION SE CONSIDERA LA CERCANIA DEL CENTRO DE PROCESO A LA CIUDAD, LO QUE PERMITE INCLUSIVE UN DIA DE INVENTARIO PERO POR CIRCUNSTANCIAS COMO DIAS FERIADOS Y DESCANSO DEL PERSONAL ASI COMO EVENTUALES Y POCO PROBABLES PROBLEMAS DE ABASTO O FALLAS DEL EQUIPO, SE CONSIDERAN SUFICIENTES COMO MINIMO 5 DIAS DE PRODUCTO SIN PROCESAR Y EL ALMACENAJE DE 2 DIAS DE PROCESADO AL MENOS.

ESTO SIGNIFICA 550 TONELADAS DE VIDRIO SUCIO EN PATIOS MAS 200 TONELADAS PROCESADAS.

CONSIDERANDO LA DENSIDAD DEL VIDRIO COMO 1.1 Ton. / m<sup>2</sup> , Y UNA ALTURA DE LAS PILAS DE VIDRIO DE 1.0 m. NECESITAMOS 500.0 m<sup>2</sup> PARA VIDRIO SUCIO, SUPONIENDO CUBICO EL ALMACENAJE, LO CUAL ES ADECUADO PARA ESTOS FINES. PARA EL VIDRIO LIMPIO SERIAN 200/ 1.1 = 181.8 M<sup>2</sup>  
ESTE PUNTO TIENE GRAN FLEXIBILIDAD PUES SI POR EJEMPLO, EN EL FUTURO SE DESEA RECIBIR Y ALMACENAR MAS MATERIALES, SIMPLEMENTE SE APILAN, DUPLICANDO FACILMENTE LA CAPACIDAD.

$$\text{AREA TOTAL DE INVENTARIOS} = 500 \text{ m}^2 + 182 \text{ m}^2 = 682 \text{ m}^2$$

#### 4.-AREA DE OFICINAS Y LABORATORIO FISICO

PARA EL CONTROL ES SUFICIENTE CON DOS OFICINAS DE 3.00 m<sup>2</sup> X 3.5 m.<sup>2</sup> MAS UN AREA DE RECEPCION DE LAS MISMAS DIMENSIONES Y UN BAÑO DE 1.5 m. X 2.0 m. CON LO QUE EL AREA TOTAL ES DE 24.0 m<sup>2</sup>., ADICIONALMENTE EL LABORATORIO REQUIERE DE 4.0 m. x 4.0 m.

$$\text{TOTAL OFICINAS Y LABORATORIO} = 40.0 \text{ m}^2$$

#### 5.-AREA DE VESTIDORES Y SANITARIOS

CONSIDERANDO QUE LABORARAN HASTA 10 PERSONAS EN EL PROCESO Y QUE TANTO AL FINAL DE LA JORNADA , COMO AL INICIO, HARAN USO DE LOS VESTIDORES , DE MANERA CONJUNTA, SE ESTIMA SUFICIENTE UN AREA TOTAL DE 5.0 m X 4.0 m. COMO VESTIDORES Y LOCKERS, CON 5 REGADERAS Y CON AREA DE LAVAMANOS, MAS TRES CABINAS DE SANITARIOS DE 1 m. X 1.5 m., ESTO SIGNIFICA EN TOTAL ; 44.5 m<sup>2</sup>

$$\text{TOTAL VESTIDORES Y SANITARIOS} = 44.5 \text{ m}^2$$

#### 6.-AREA DE ALMACEN

EN ESTE SE GUARDARAN REFACCIONES Y HERRAMIENTA, SERA DE VISITA ESPORADICA O NO CONTINUA, POR LO QUE SE CONSIDERA SUFICIENTE UN AREA DE 5.0 m X 4.0 m.

$$\text{TOTAL AREA DE ALMACEN} = 20.0 \text{ m}^2$$

#### 7.-AREA DEL TALLER DE MANTENIMIENTO

UN AREA DE 5.0 m X 4.0 m. = 20 m.<sup>2</sup> SE CONSIDERA SUFICIENTE SI CUENTA CON UNA ENTRADA GRANDE DE TIPO PLEGADIZO PARA CASOS DE MANIOBRAS CON EQUIPOS MAYORES EN TAMAÑO, SE INCLUYE YA UNA CABINA CON SANITARIO Y AREA DE LAVAMANOS.

TOTAL AREA DEL TALLER DE MANTENIMIENTO = 20 m.<sup>2</sup>.

#### 8.-AREA DE COMEDOR Y DESCANSO

PARA ESTA ACTIVIDAD SE DESTINARAN 6.0 m X 5.0 m. Y QUEDA INCLUIDA UNA PEQUEÑA AREA PARA CALENTAR ALIMENTOS O PREPARARLOS.

TOTAL PARA COMEDOR Y DESCANSO = 30.0 m.<sup>2</sup>

#### 9.-AREA DE PROCESO DE VIDRIO RECICLABLE

SE DEJO INTENCIONALMENTE AL ULTIMO PORQUE INCLUYE EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE PROCESO Y DE LA LINEA TOTAL DEL MISMO.

A) AREA DE ALIMENTACION AL PROCESO.

B) LONGITUD X ANCHURA DE LOS EQUIPOS DE PROCESO.

C) AREA DE ENTREGA DEL PRODUCTO FINAL.

A) LA PALA MECANICA REQUIERE DE AL MENOS 10.0 m. X 10.0 m. PARA SUS MANIOBRAS DE GIRO Y CARGADO PUES SU RADIO DE VIRAJE ES DE 5.0 m.

TOTAL = 100.0 m.<sup>2</sup>

B) LONGITUD DEL PROCESO DE LAVADO DE 47.0 m. X LA ANCHURA , QUE SERA DE 5 m. ESTO ES UN AREA DE 141.0 m.<sup>2</sup>, ADICIONALMENTE PARA LAS FOSAS DE DECANTACION A CIELO ABIERTO Y MANIOBRAS DE CARGA DE LODOS, 20.0 m X 15.0 m

TOTAL = 300.0 m.<sup>2</sup>

C) AREA DE ENTREGA DE PRODUCTO, REQUIERE AL MENOS UNA VEZ EL AREA EQUIVALENTE A LA DESCARGA, ESTO ES 63.0 m.<sup>2</sup>

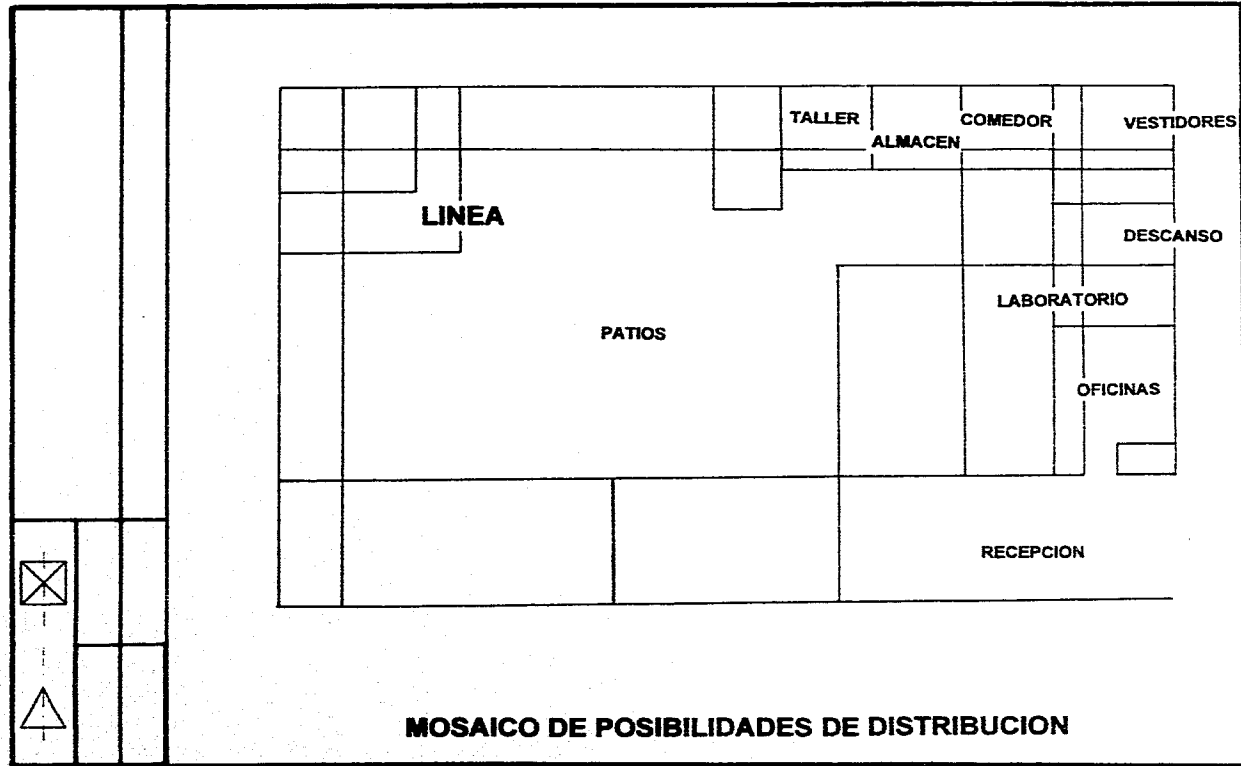
TOTAL = 63 m.<sup>2</sup>

TOTAL PARA PROCESO Y ENTREGA = 604.0 m.<sup>2</sup>

## RESUMEN, AREA TOTAL REQUERIDA MINIMA PARA LA PLANTA DE PROCESO

SECCION	AREA REQUERIDA
	EN m. <sup>2</sup>
1.-RECEPCION Y PESADO	331.75
2.-MANIOBRAS DE DESCARGA Y CIRCULACION	563.00
3.-INVENTARIOS	682.00
4.-OFICINAS Y LABORATORIO	40.00
5.-VESTIDORES Y SANITARIOS	44.50
6.-ALMACEN DE REFACCIONES	20.00
7.-TALLER DE MANTENIMIENTO	20.00
8.-COMEDOR Y DESCANSO	20.00
9.- PROCESO Y ENTREGA	604.00
	-----
<b>TOTAL AREA REQUERIDA</b>	<b>2 325.25 m.<sup>2</sup></b>

ESTO SIGNIFICA EL ACONDICIONAMIENTO DE UN TERRENO DE AL MENOS 48.22 m. POR LADO, O EN TERMINOS PRACTICOS DE 50 m X 50 m. CON ALGUNAS VARIANTES PARA EL MEJOR ACOMODO DEL PROCESO. QUE PODRIA SER COMO SE DESCRIBE EN SEGUIDA, A MANERA DE PROPUESTA Y CON EL FIN DE HACER LA EVALUACION ECONOMICA.



**MOSAICO DE POSIBILIDADES DE DISTRIBUCION**

ANALISIS ECONOMICO DE LA PLANTA DE PROCESO

1.-COSTO DE INVERSION INICIAL;

A) ADQUISICION DE EQUIPO	576 000.00
B) INSTALACION DE EQUIPO	
* ELECTRICA	15 000.00
*MECANICA	10 000.00
*HIDRAULICA	30 000.00
C) ADQUISICION DE TERRENO	1 000 000.00
D) ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO	845 890.00
E) INVENTARIO	226 957.00
TOTAL	N \$ 2 703 847.00

2.-COSTOS DE OPERACION

A) MANO DE OBRA	4.518
B) MANTENIMIENTO	3.690
C) ENERGIA ELECTRICA	3.240
D) AGUA	0.054
E) FLETES POR DESPERDICIO	4.950
F) GASTOS ADMINISTRACION	16.710
G) DEPRECIACION	1.848
H) ALQUILER DE EQUIPO MECANICO	0.900
TOTAL	N \$ 35.908

3.-ANALISIS COSTO BENEFICIO

A) COSTO DE TONELADA DE VIDRIO SUCIO	181.20
B) PRECIO DE VENTA DE VIDRIO LIMPIO	302.61
C) TONELADAS PROCESADAS REQUERIDAS PARA REMUNERAR LA INVERSION INICIAL	47 301.47
D) TIEMPO REQUERIDO PARA FINIQUITAR LA INVERSION INICIAL	78 SEMANAS



DESGLOSE DE PARTIDAS:

1A.- ADQUISICION DE EQUIPO	COSTO APROXIMADO N \$
TOLVA DE ALIMENTACION	15 000.00
CRIBA VIBRATORIA	75 000.00
BANDA DE HULE INICIAL	6 000.00
POLEA MAGNETICA	5 000.00
OLLA DE LAVADO ( CON MOTOR Y REDUCTOR )	50 000.00
MALLA METALICA	15 000.00
MOLINO DE IMPACTO	32 000.00
BANDA DE HULE FINAL	6 000.00
ESTACION MAGNETICA	12 000.00
ABANICO DE LAVADO POR AIRE	8 000.00
ELEVADOR DE CANGILONES	145 000.00
TOLVA FINAL	42 000.00
BASCULA DE 60 TONS.	65 000.00
ESTRUCTURAS METALICAS	20 000.00
SUB-ESTACION ELECTRICA	80 000.00
	-----
<b>TOTAL:</b>	<b>576 000.00</b>

1B.- INSTALACION DE EQUIPO

*ELECTRICA	15 000.00
*MECANICA	10 000.00
*HIDRAULICA	30 000.00
<b>TOTAL:</b>	<b>55 000.00</b>

1C).- ADQUISICION DE TERRENO

SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA 2500 m.<sup>2</sup> X N \$ 4000.00 = 1000 000.00

1D).- ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO , OBRA CIVIL Y ARQUITECTONICA.

I) NIVELACION, LIMPIEZA Y TRAZO	18 750.00
II) CIMENTACION, EXCAVACION Y DESPLANTE	48 500.00

III) BARDA DE CERCO, INCLUIDAS LAS OFICINAS, LABORATORIO, SANITARIOS, RECEPCION, ALMACEN, TALLER, COMEDOR, ETC. Y ACABADOS.	123 700.00
IV) ESTRUCTURA Y NAVE PARA EL PROCESO	70 000.00
V) EXCAVACIONES FOSA PARA DECANTACION Y BASCULA	150 000.00
VII) PISOS DE CONCRETO	262 000.00
VIII) DRENAJES	96 000.00
	-----
	768 900.00
IX) PROYECTO ARQUITECTONICO	76 890.00
	-----
TOTAL	845 890.00
GRAN TOTAL	2 476 890.00

**DESGLOSE DE PARTIDAS:**

I).- NIVELACION.- SUPONEMOS PARTIR DE UN TERRENO PLANO SIN ACCIDENTES OROGRAFICOS GRAVES.

II).- CIMENTACION.- CONSISTE EN EL TRAZADO, EXCAVACION Y CIMENTACION DE EL TOTAL DE LOS EDIFICIOS DE LA OBRA CONSISTENTE EN:

\*BARDA DE CERCO

\*EDIFICIOS

III).- BARDA DE CERCO.- ESTA CONSISTE DE MUROS DE BLOCK DE 15 X 20 X 40 cm. COLOCADOS DE MODO QUE SE APROVECHE AL MAXIMO LA EXTENSION DE SU AREA, REFORZADOS CON CASTILLOS Y TRABES DE CONCRETO EN SENTIDO TRANSVERSAL EN LA PARTE SUPERIOR.

\* BARDAS DE OFICINAS Y OTRAS EDIFICACIONES.- EN TOTAL SI CONSIDERAMOS EL PROYECTO SUPUESTO QUE SE PRESENTO EN EL CROQUIS ANTERIOR, SUMAN UN TOTAL DE 150 m

IV).- OFICINAS, LABORATORIO, SANITARIOS Y RECEPCION. AQUI ESTA INCLUIDO EL TECHADO DE LAS EDIFICACIONES EXCEPTO EL DE LA NAVE DE PROCESO, Y LOS ACABADOS DE TODAS ESTAS INSTALACIONES, DE TIPO AUSTERO.

V)- CASETAS CON SANITARIO, SE INCLUYEN AQUI LAS DOS CASETAS QUE SE MENCIONARON, TANTO DE VIGILANCIA , COMO DE PESAJE, TECHO Y ACABADOS, PUES LA CIMENTACION YA SE INCLUYO EN ESA PARTIDA.

VI).- VESTIDORES CON SANITARIOS Y REGADERAS, TECHOS, ACABADOS.

VII).- ALMACEN, AQUI SE INCLUYE TECHO Y ACABADOS.

VIII).- TALLER, INCLUYE TECHADO Y ACABADOS.

IX).- COMEDOR, INCLUYE TECHADO Y ACABADOS.

X).- ESTRUCTURAS METALICAS DE TOLVAS. SE INCLUYEN ADEMAS, LAS NECESARIAS PARA SOSTENER LA OLLA DE LAVADO Y LAS BANDAS, TANTO METALICA COMO DE HULE.

XI).-ESTRUCTURA PARA EL TECHO DE LA NAVE DE PROCESO, ESTIMADO EN UN AREA DE 50.0 m. X 5.0 m. A UNA ALTURA DE 5.0 m. Y QUE INCLUYE LOS MATERIALES DEL TECHADO TIPO INDUSTRIAL DE LAMINA ACANALADA EN MATERIAL GALVANIZADO.

XII).- LA FOSA DE DECANTACION, INCLUYE, EXCAVACION, CONSTRUCCION DE MUROS Y PISO EN CONCRETO REFORZADO ASI COMO LAS DIVISIONES Y CELDILLAS DE FILTRACION.

XIII).- PISO DE CONCRETO, EL NECESARIO PARA TODOS LOS PATIOS Y TALLER.

XIV).-DRENAJES, OBRA CIVIL, INCLUYE LAS EXCAVACIONES, MATERIALES E INSTALACION Y EL RELLENO FINAL.

XV) PROYECTO ARQUITECTONICO, SE INCLUYE UNA PARTIDA PARA ESTE FIN.

1E).- INVENTARIO.- SE PLANTEO TENER ALMACENADO EL EQUIVALENTE A 750 Ton. DE VIDRIO, SUMANDO EL PROCESADO CON EL SUCIO.  
TOMANDO COMO BASE EL PRECIO DE VIDRIO PROCESADO, PUES EN ESTE MOMENTO NO CONOCEMOS EL COSTO DE PREPARAR CADA TONELADA:

750 TONELADAS X 302.61 Ton. = N. \$ 226 957.50 COSTO DE INVENTARIO

2).- COSTO DE OPERACION

2A).-MANO DE OBRA :

SALARIO PARA UN TURNO POR DIA

FUNCION:	SALARIO UNITARIO	NECESIDADES	COSTO TOTAL
PEON DE BANDAS	N.\$ 19.70	5 OBREROS	N.\$ 98.50
PEON DE LIMPIEZA	N.\$ 19.70	1 "	N.\$ 19.70
RELEVO-AUXILIAR	N.\$ 25.00	1 "	N.\$ 25.00
PESADOR- RECEPTOR	N.\$ 25.00	1 "	N.\$ 25.00
MECANICO-ELECTRICISTA	N \$ 30.00	1 "	N.\$ 30.00
-----			
TOTAL OBREROS		9	-----
TOTAL SALARIO			N.\$198.20
+ 50 % PRESTACIONES			N.\$ 99.10
-----			
			N.\$297.30

POR LO TANTO:

297.30 X 7 DIAS = N.\$ 2 081.10 X SEMANA

SUELDO EMPLEADOS

NO.	FUNCION	SUELDO/DIA	COSTO/SEMANA
1	SUPERVISOR-CAJERO	40.00	280.00
1	VIGILANTE	20.00	140.00
-----			
2		TOTAL X SEMANA N.\$	420.00
+ PRESTACIONES 50%	-----		N.\$ 210.00
-----			
TOTAL SUELDOS X SEMANA N.\$			630.00

POR LO TANTO TOTAL NOMINA SEMANAL :

SALARIO OBREROS	N.\$	2 081.10
SUELDO EMPLEADOS	N.\$	630.00
		-----
TOTAL	N.\$	2 711.00

TONELADAS PROCESADAS POR SEMANA:

100 Ton X DIA X 6 DIAS = 600 Ton. X SEMANA.

COSTO DE MANO DE OBRA POR Ton. PROCESADA:

$N.\$ 2\,711.10 \text{ X SEMANA} / 600 \text{ Ton. X SEMANA} = N.\$ 4.518 \text{ X Ton.}$

#### MANTENIMIENTO

SE ESTIMA QUE ESTE COSTO SEA DEL 20 % ANUAL DEL COSTO INICIAL DE LA LINEA DE PROCESO.

$N.\$ 576\,000.00 \text{ X } 0.20 = N.\$ 115\,200.00$

$N.\$ 115\,200.00 / 52 \text{ SEMANAS} = N.\$ 2\,215.38$

$N.\$ 2\,215.00 / 600 \text{ Tons.} = N.\$ 3.69 \text{ X Ton.}$

#### ENERGIA ELECTRICA

CONSUMO: MOTORES 53 HP X 0.746 KW-Hr / HP = 44.01 KW-Hr

ALUMBRADO 6 KW-Hr APROX. = 6.00

-----  
50.01 KW-Hr X 24 Hr.

$1200.24 \text{ KW-Hr. X } 6 \text{ DIAS} = 7\,201.44 \text{ KW-Hr X SEMANA}$

$70201.44 \text{ KW-Hr/SEMANA X } N.\$ 0.27 \text{ KW-HR} = N.\$ 1\,944.38 \text{ X SEMANA}$

$N.\$ 1\,944.38 \text{ X } 52 \text{ SEMANAS} = N.\$ 101\,108.21 \text{ ANUALES}$

$(N.\$ 1\,944.38 \text{ X SEMANA}) / (600 \text{ Ton. / SEMANA}) = N.\$ 3.240 \text{ X TONELADA.}$

#### CONSUMO DE AGUA

SE ESTIMA QUE EL CONSUMO POR EVAPORACION Y LODOS DEL PROCESO, NOS OBLIGA A RECUPERAR SOLO EL 80 % DEL AGUA TOTAL ESTIMADA PARA LAVAR CADA TONELADA DE VIDRIO. SI EL CONSUMO DE DISEÑO FUE DE 0.3 m<sup>3</sup> X Ton. ESTO ES, 33.0 m<sup>3</sup> EN TOTAL X TURNO, LO QUE SIGNIFICA UN CONSUMO DE APROXIMADAMENTE 3.3 m<sup>3</sup> POR DIA, ESTO PROYECTADO A UNA SEMANA, NOS DA COMO RESULTADO 23.1 m<sup>3</sup> SEMANALES.

EL COSTO ES DE N\$ 1.40 X m<sup>3</sup> X 23.10 = N\$ 32.34 X SEMANA.

EL COSTO POR AÑO ES ; N\$ 32.34 X SEMANA X 52 = N\$ 1 681.68

Y EL COSTO POR TONELADA LAVADA ES :

N\$ 32.34 X SEMANA / 600 Ton. = N.\$ 0.054 X Ton.

#### COSTO POR FLETES DE ACARREO DE DESECHOS

SE ESTIMA QUE DEL CULLET SALEN 15 % DE SOLIDOS Y FINOS COMO MATERIAL IRRECUPERABLE, ESTO ES APROXIMADAMENTE 15 Ton. X DIA., ADICIONALMENTE LOS LODOS CONTIENEN UN 10 % DE HUMEDAD, QUE SIGNIFICAN 1.5 Ton. ADICIONALES, EN PESO DE AGUA, POR LO TANTO, EL COSTO DE ACARREO ES:

16.5 Ton. X DIA X N.\$ 30.00 X Ton. = N.\$ 495.00 X DIA

N\$ 495.00 X 6 DIAS = N\$ 2 970.00 X SEMANA X 52 SEMANAS = N \$ 154 440.00/AÑO

EL COSTO POR TONELADA PROCESADA ES N\$ 2970.00/600 Ton. = N \$ 4.95

#### GASTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION

##### GASTOS FIJOS

SUELDO DE UNA SECRETARIA	N.\$ 1200.00 MENSUAL
PRESTACIONES 50 %	N.\$ 600.00 MENSUAL
INGRESOS DEL CONTADOR	N\$ 3000.00 MENSUAL
APERTURA DEL NEGOCIO	N\$ 2000.00/ 12 MENSUAL

LICENCIAS Y PERMISOS N\$20 000.00/12 MENSUAL  
 S.S.A.  
 BOMBEROS.  
 USO DEL SUELO.  
 L. DE FUNCIONALIDAD.  
 ETC.

TOTAL N.\$ 6 633.333 MENSUAL  
 N.\$ 79 599.99 ANUAL.

EL COSTO POR TONELADA ES N \$ 79 599.99 / 52 SEMANAS = 1 530.00 SEMANALES  
 DIVIDIDO POR 600 Ton. = N \$ 2.55 X TONELADA DE CULLET PROCESADA.

GASTOS VARIABLES.

INGRESOS N.\$ 9 622 998.00 ANUAL  
 GASTOS DE OPERACION

GASTOS FIJOS POR ADMON	N \$ 79 599.00
MANO DE OBRA OPERATIVA	140 972.00
MANTENIMIENTO	115 200.00
ENERGIA ELECTRICA	101 108.21
AGUA	1 714.00
FLETES POR DESPERDICIO	144 440.00
DEPRECIACION	57 600.00
ALQUILER DE EQUIPO MEC.	194 400.00
MATERIA PRIMA (INVENTARIO)	226 957.00

TOTAL 1 061 990.20

UTILIDAD X 0.35

IMPUESTO 371 696.57

10 % P.T.U. 106 199.02

SUMA 477 895.59

UTILIDAD NETA ANUAL. 584 094.70

CALCULAREMOS LOS GASTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION DE LA SIGUIENTE FORMA.

CONCEPTO	ANUAL	SEMANAL	N\$ POR Ton.
G.FIJOS X ADMON	79 599.00	1 501.86	2.500
IMPUESTO	371 698.57	7 148.01	11.913
P.T.UTILIDADES.	106 199.02	2 042.28	3.404
TOTAL	557 494.59	16 692.158	17.817

#### DEPRECIACION

ESTE CONCEPTO SE BASARA EN LOS PORCENTAJES ESTIPULADOS POR EL ARTICULO 45 DE LA LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA, QUE MARCA PARA EQUIPO MECANICO EL 10 % DEL VALOR TOTAL DEL EQUIPO, CADA AÑO.  
DE LO ANTERIOR OBTENEMOS QUE;

$$N\$ 576 000.00 \times 0.10 = N\$ 57 600.00$$

$$N\$ 57 600.00 / 52 \text{ SEMANAS} = N\$ 1 107.692 / 600 \text{ Ton.} = N\$ 1.846 \text{ X Ton.}$$

$$N\$ \text{ X Ton.} = 1.846$$

#### ANALISIS COSTO BENEFICIO

##### A)COSTO DE VIDRIO PARA RECICLO O CULLET CRUDO.

ESTE ESTA DETERMINADO POR LA DEMANDA Y EXISTENCIA EN LOS DIVERSOS CENTROS DE ACOPIO Y TIENE ALGUNAS DIFERENCIAS REGIONALES ASI COMO FLUCTUACIONES POR LA EPOCA DEL AÑO, DEBIDO A QUE EN EPOCA DE CALOR ES ABUNDANTE Y EN LA EPOCA DE LLUVIAS SE DIFICULTA SU RECOLECCION. SIN EMBARGO SE PUEDE ESTABLECER UN PRECIO PROMEDIO PARA EL PRIMER SEMESTRE DE LA CIUDAD DE MEXICO Y SUS ALREDEDORES EN N\$ 181.20 POR TONELADA CON UN MAXIMO DE CONTAMINANTES DEL 15 %.

##### B)PRECIO DE VENTA DEL VIDRIO YA PROCESADO.

DE LA MISMA FORMA EL PRECIO ESTA UN TANTO SUJETO A VARIACIONES PERO LA COMPETENCIA TIENDE A ESTABLECER UN NIVEL PROMEDIO, QUE SE DA COMO



CONSECUENCIA DE CONTRATOS, USUALMENTE SEMESTRALES A MANERA DE ASEGURAR QUE TODA LA PRODUCCION YA TENGA MERCADO CON ANTICIPACION, DE ESTE MODO EL PRECIO PARA EL MISMO PERIODO DE ESTE PRIMER SEMESTRE DE 1995 SE ESTABLECIO EN N\$ 302.61 POR TONELADA. DE ESTE MODO PUEDE ESTABLECERSE QUE LOS INGRESOS ANUALES POR VENTA DE VIDRIO, BRUTOS, SON DEL ORDEN DE 52 SEMANAS DE PRODUCCION A RAZON DE 600 Ton. X SEMANA = 31 200 Ton. AL AÑO.

$N\$ 302.61 / \text{Ton.} \times 31\ 200 \text{ Ton./ AÑO} = N\$ 9\ 441\ 432.00 \times \text{AÑO.}$

TONELADAS REQUERIDAS PARA RECUPERAR LA INVERSION INICIAL

COSTO DE LA TONELADA DE VIDRIO CRUDO	N\$ 181.20
COSTO DE LAS MERMAS	27.18
PRECIO DEL VIDRIO YA PROCESADO	302.61

COSTO DE OPERACION X Ton. PROCESADA

MANO DE OBRA	N\$ 4.518
MANTTO.	3.690
E.ELECTRICA	3.24
AGUA	0.054
DESECHOS	4.950
G. INDIRECTOS	17.870
DEPRECIACION	1.846
ALQ. DE EQUIPO	0.900

-----  
TOTAL N \$ 37.068

UTILIDAD NETA POR Ton. PROCESADA.

$N\$ 302.61 - (N\$ 37.068 + N\$ 27.180 + N\$ 181.20) = N\$ 57.162$

DE ESTE ULTIMO CALCULO OBTENEMOS EL NUMERO DE TONELADAS REQUERIDAS PARA RECUPERAR TODA LA INVERSION INICIAL, DIVIDIENDO ESTA ULTIMA ENTRE LA UTILIDAD NETA:

INVERSION INICIAL / UTILIDAD NETA POR Ton. = Ton. REQUERIDAS.

N \$ 2 703 847.00 / N \$ 57.162 = 47 301.476

TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION TOTAL

ESTAS ULTIMAS TONELADAS QUE SE DETERMINARON COMO REQUERIDAS PARA RECUPERAR LA INVERSION INICIAL, REQUIEREN DE CIERTO TIEMPO PARA SER PROCESADAS Y VENDIDAS A RAZON DE 800 Ton. X SEMANA, CON ESTO:

Ton. REQUERIDAS / Ton. PROCESADAS / SEMANA = T. DE RECUPERACION

47 301.476 / 800 = 78.83 SEMANAS.

EN EL ANEXO XIII. DE LA PAG. 127. QUE ES LA SIGUIENTE. SE ANALIZA EL ASPECTO ECONOMICO A FUTURO.

V. ANEXO XIII

ANALISIS ECONOMICO A FUTURO EN (N\$)						
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIONES	2.703.847					
INGRESOS		9.441.432	9.441.432	9.441.432	9.441.432	9.441.432
GASTOS FIJOS X ADMON.		79.599	79.599	79.599	79.599	79.599
MANO OBRA		140.972	140.972	140.972	140.972	140.972
MANTENIMIENTO		115.200	115.200	115.200	115.200	115.200
ENERGIA ELECTRICA		101.108	101.108	101.108	101.108	101.108
AGUA		1.714	1.714	1.714	1.714	1.714
FLETES POR DESPERDICIO		144.440	144.440	144.440	144.440	144.440
ALQUILER EQ. MECANICO		194.400	194.400	194.400	194.400	194.400
MATERIA PRIMA		228.957	228.957	228.957	228.957	228.957
DEPRECIACION		57.600	57.600	57.600	57.600	57.600
GASTOS DIRECTOS		1.004.390	1.004.390	1.004.390	1.004.390	1.004.390
UTILIDAD BRUTA		8.437.042	8.437.042	8.437.042	8.437.042	8.437.042
DEPRECIACION		57.600	57.600	57.600	57.600	57.600
UTIL. ANTES IMPTOS		8.379.442	8.379.442	8.379.442	8.379.442	8.379.442
IMPUESTOS 35 %		2.932.805	2.932.805	2.932.805	2.932.805	2.932.805
P.T.U. 10 %		837.944	837.944	837.944	837.944	837.944
UTILIDAD DESPUES DE IMPTOS		4.608.693	4.608.693	4.608.693	4.608.693	4.608.693
FLUJO DE EFECTIVO		4.666.293	4.666.293	4.666.293	4.666.293	4.666.293
FACTOR DE DESCUENTO		0,9524	0,9700	0,8836	0,8227	0,7825
VALOR PRESENTE DE FL EFECTIVO		4.444.178	4.526.304	4.030.744	3.838.950	3.651.374
INV. INC. VS. VAL. PR. DE PL. DE EF.		-1.740.331	2.785.974	6.616.718	10.055.677	14.307.051
VALOR PRESENTE NETO	14.307.051					

HACIENDO UN ANALISIS DE CANTIDADES EN TERMINOS REALES, NO CONSIDERANDO LA INFLACION DE LOS CINCO AÑOS INICIALES Y UTILIZANDO PARA EL CALCULO UNA TAZA REAL DE 5% ANUAL EL VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE EFECTIVO, QUE EN ESTE CASO RESULTA SER POSITIVO, NOS PERMITE CONCLUIR QUE ESTE PROYECTO ES RENTABLE.

## VI.- CONCLUSIONES

EL CONOCIMIENTO HUMANO ORGANIZADO, APLICADO EN LA SOLUCION RAZONADA DE LOS MULTIPLES RETOS A QUE SE ENFRENTA EN TODO TIEMPO, TIENE CON SEGURIDAD, UNA RESPUESTA CAPAZ DE INTEGRAR EL BIENESTAR HUMANO COLECTIVO Y EL DE SU ENTORNO NATURAL, SIN MENOSCABO DE NINGUNO.

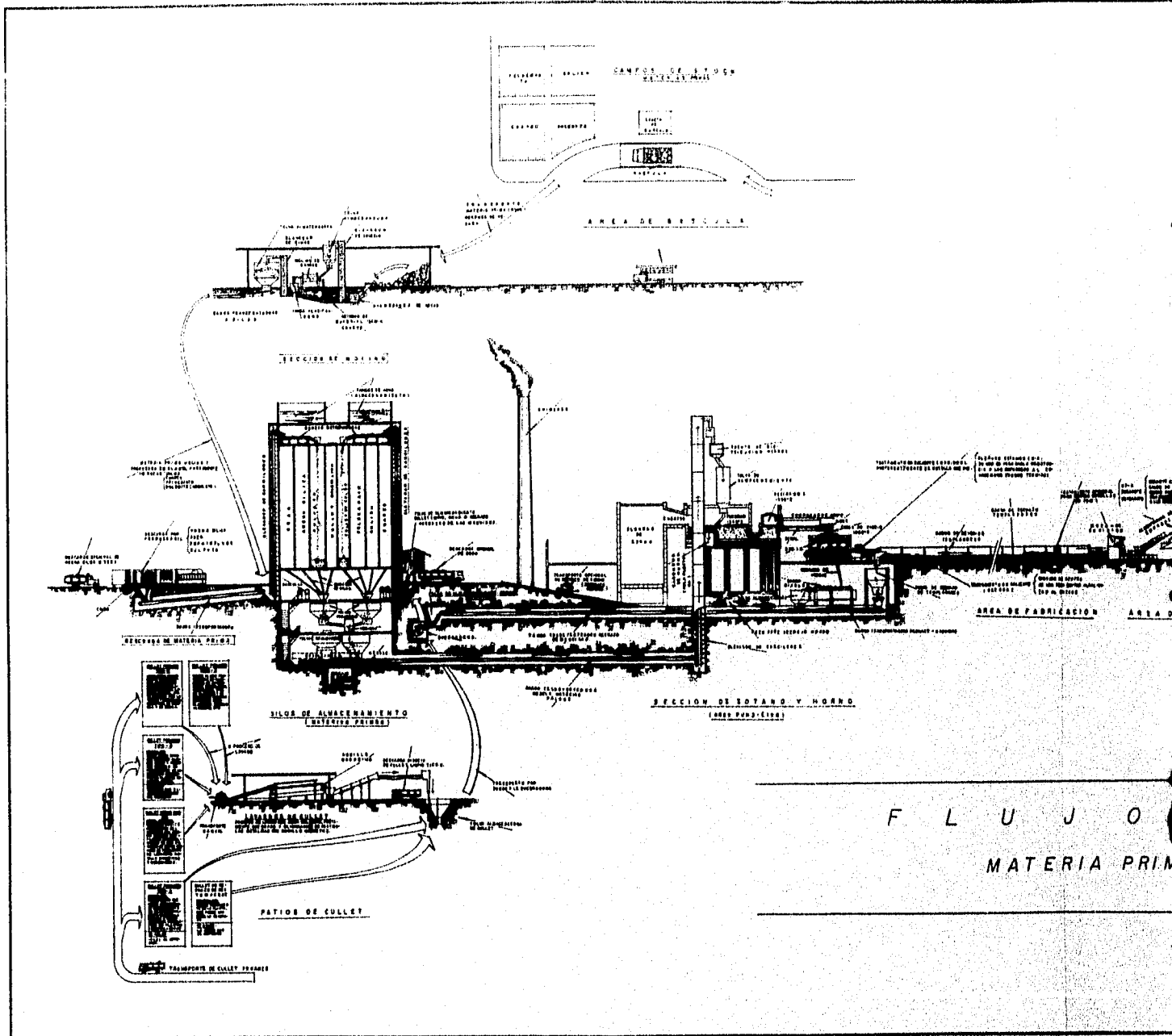
POR LO CUAL Y EN ESE MISMO AFAN, ESTE ESTUDIO MUESTRA UNA POSIBILIDAD, FACTIBLE DE REALIZARSE, DE UN PROCESO QUE PUEDE SATISFACER EQUILIBRADAMENTE Y APLICANDO TECNOLOGIAS A NUESTRO ALCANCE, LAS EXIGENCIAS ACTUALES DE NUESTRA COYUNTURA ECONOMICA NACIONAL, EN DEMANDA CONSTANTE DE MAS Y MEJORES CONDICIONES PARA EL CAMPO DE LA INVERSION, EL EMPLEO PRODUCTIVO, EL BENEFICIO SOCIAL Y EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE RECURSOS, EN OTRO TIEMPO CONSIDERADOS SIN UTILIDAD, JUNTO AL RESPETO ABSOLUTO DEL MEDIO AMBIENTE Y LAS LEYES QUE SE HAN GENERADO PARA SU CUIDADO.

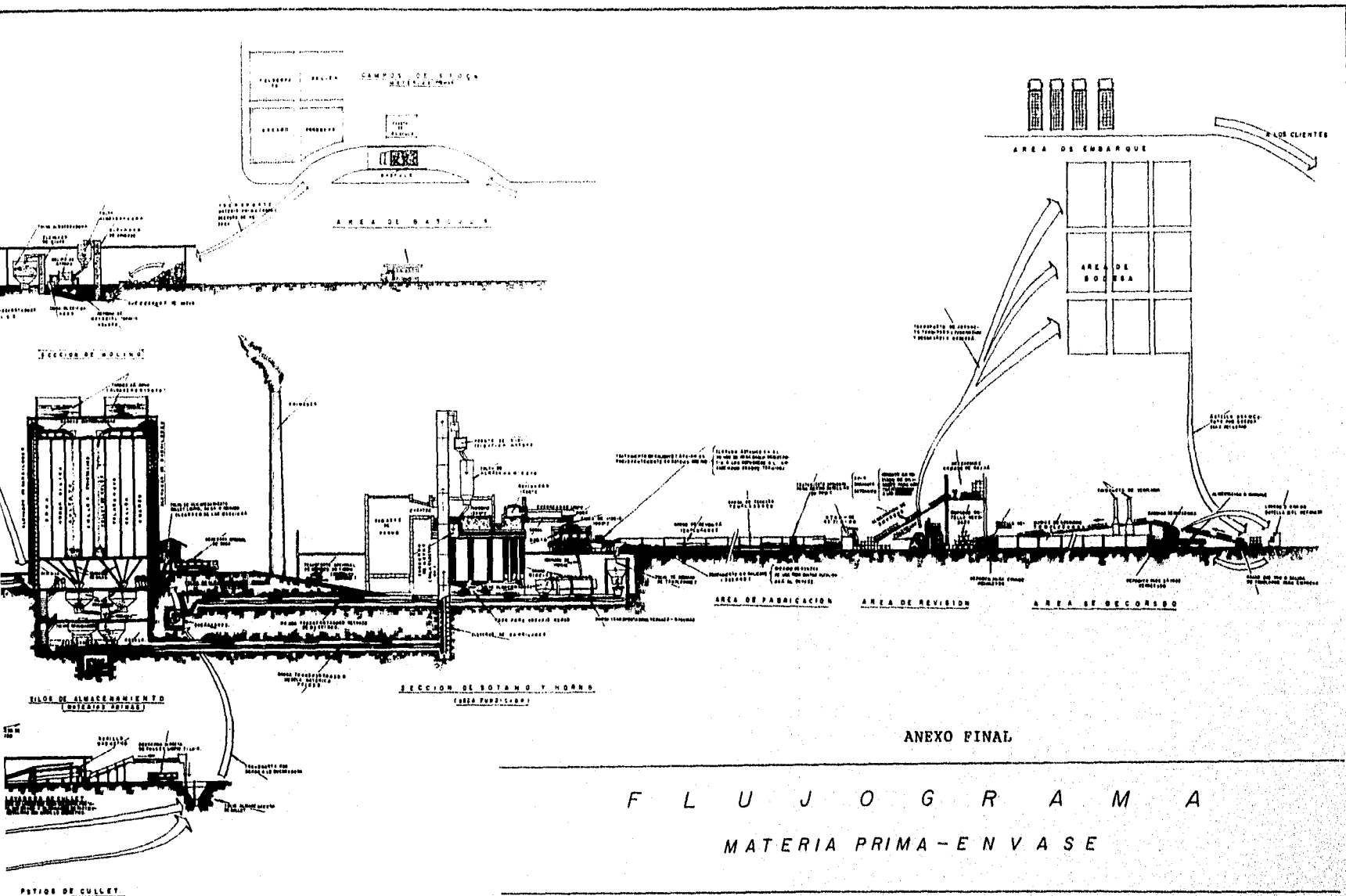
PONGO A SU ATENTA CONSIDERACION EL PRESENTE TRABAJO, EN LA PRETENSION DE QUE SEA CONSIDERADO COMO UN PASO HACIA EL LOGRO DE TALES OBJETIVOS.

ELADIO GONZALEZ T.

VII. - BIBLIOGRAFIA.

- DEFFIS CASO ARMANDO.  
"LA BASURA ES LA SOLUCION"  
ED. CONCEPTO,S.A., MEX., 1989
  
- TOOLEY FAY V.  
"THE HANDBOOK OF GLASS MANUFACTURE"  
BOOKS FOR INDUSTRY, VOLS. I Y II. 1974
  
- MOREY W. GEORGE.  
"THE PROPERTIES OF GLASS"  
REINHOLD PUBLISHING CORPORATION., U.S.A. 1938
  
- CARLESS JENNIFER.  
"ENERGIA RENOVABLE, GUIA DE ALTERNATIVAS ECOLOGICAS"  
EDAMEX.,MEX. 1995
  
- PINCUS ALEXIS G.  
"MELTING FURNACE OPERATION IN THE GLASS INDUSTRY"  
BOOKS FOR INDUSTRY AND THE GLASS INDUSTRY MAGAZINE., U.S.A. 1980
  
- PERRY ROBERT H. AND CHILTON CECIH H.  
" CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK"  
M.C. GRAW HILL BOOK Co. INC., N.Y., 1995

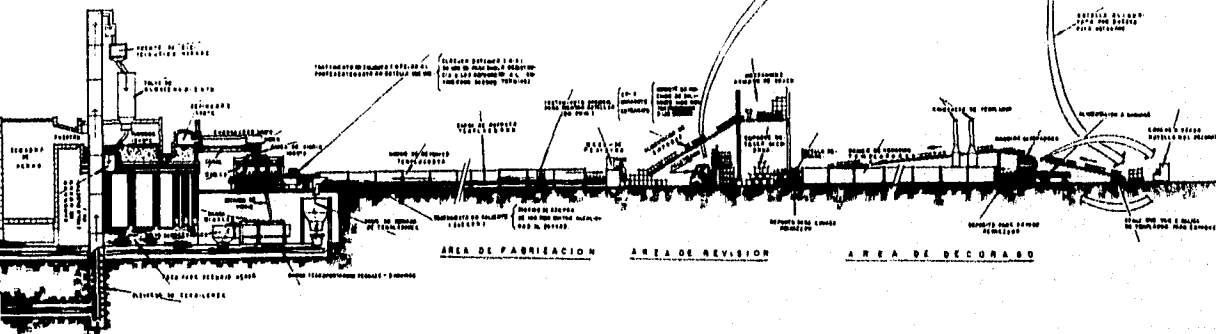




AMPOS DE ESTOCA  
SECCION A-A



A DE BASCULA



SECCION DE BOTANG Y HERRAJE  
SECCION DE PUNZ-CORTE

ANEXO FINAL

F L U J O G R A M A  
MATERIA PRIMA - ENVASE