

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



ANTEPROYECTO PARA UNA PLANTA DE ACIDO LACTICO

(TESIS MANCOMUNADA)

INGENIERIA QUIMICA

Jesús, Macías Hernández

1 9 7 2



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

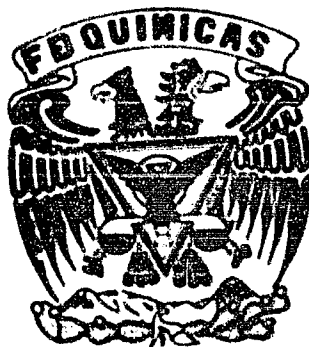
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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.

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



ANTEPROYECTO PARA UNA PLANTA DE ACIDO LACTICO

(TESIS MANCOMUNADA)

INGENIERIA QUIMICA

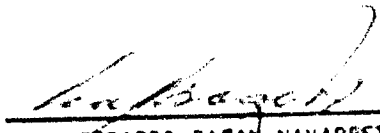
Jesús Macías Hernández

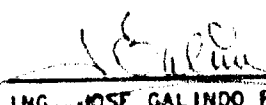
1 9 7 2

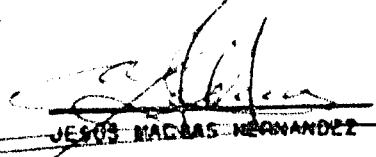
JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE:

PRESIDENTE.	ING. JOSE E. GALINDO FUENTES
VOCAL.	ING. CARLOS DOORLAN MONTERO
SECRETARIO.	ING. GERARDO BAZAN NAVARRETE.
1er. SUPLENTE.	ING. JOSE L. PADILLA DE ALBA
2do. SUPLENTE.	ING. JULIO CORDERO GARCIA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: FACULTAD DE QUIMICA


ING. GERARDO BAZAN NAVARRETE
(ASESOR DEL TEMA)


ING. JOSE GALINDO FUENTES
(SUPERVISOR TECNICO)


JESUS MACIAS HERNANDEZ

A MIS PADRES:

**JUAN MACIAS PULIDO
ANA MARIA HERNANDEZ DE MACIAS**

A MIS HERMANOS

A MIS TIOS.

DE MANERA MUY ESPECIAL

A MI NOVIA

BLANCA LYDIA ESQUIVEL MARTINEZ

A SUS PADRES Y HERMANOS

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A MI AMIGO:

RICARDO PERALES GUERRERO

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. GENERALIDADES
- III. ESTUDIO DE MERCADO
- IV. PROCESOS. SU EVALUACION Y SELECCION
- V. LOCALIZACION DE LA PLANTA
- VI. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.
- VII. DISEÑO DE LA PLANTA
- VIII. COSTO DE LA PLANTA
- IX. ANALISIS ECONOMICO
 - INVERSIÓN
 - ESTIMACIÓN DE VENTAS
 - ESTIMACIÓN DE UTILIDADES
 - GRÁFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO
 - CÁLCULO DE RENDIMIENTOS
- X RESULTADOS Y CONCLUSIONES
- XI BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

INTRODUCCION

LA FINALIDAD DE ESTE TRABAJO ES REALIZAR UN ANTEPROYECTO QUE PERMITA EVALUAR LAS POSIBILIDADES DE INSTALAR EN EL PAÍS UNA PLANTA DE ÁCIDO LÁCTICO; MEDIANTE LA SELECCIÓN DEL PROCESO MÁS ADECUADO, EL TAMAÑO DEL MERCADO NACIONAL DEL PRODUCTO Y EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES NECESARIAS PARA SU ELABORACIÓN.

EL ÁCIDO LÁCTICO NO ES PRODUCIDO EN EL PAÍS Y LA TOTALIDAD DEL CONSUMO ES CUBIERTA POR LA IMPORTACIÓN.

LAS DIVERSAS APLICACIONES QUE TIENE ESTE PRODUCTO, Y LAS QUE RECIENTEMENTE SE LE HAN DESCUBIERTO, FUÉ LA PRINCIPAL CAUSA QUE NOS LLEVÓ A EFECTUAR ESTE ESTUDIO, QUE ESPERAMOS VER EN LA REALIDAD, ELIMINANDO ASÍ, UNA IMPORTACIÓN, QUE EN NUESTRO PAÍS, ES CADA DÍA MAYOR, Y TOMANDO EN CUENTA QUE EN ALGUNOS CASOS SE ESTÁN UTILIZANDO PRODUCTOS SUCEDANEOS QUE NO CUMPLEN A ENTERA SATISFACCIÓN, LA FUNCIÓN REQUERIDA.

CAPITULO II

GENERALIDADES

RESERVA HISTORICA.- En 1870, SORRELE descubrió el ácido láctico en la leche agria, después muchos químicos como LIEBIG, BERZELIUS, - WURTZ, KEMULÉ, STRECHER y WISLICENUS, han contribuido al desarrollo histórico y conocimiento del ácido láctico.

LA PRIMERA FÁBRICA DE ÁCIDO LÁCTICO FUÉ ESTABLECIDA POR CHARLES E. AVERY EN 1881 EN LITTLETON, MASSACHUSETTS.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO, FORMULA
PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

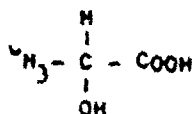
EXISTEN TRES TIPOS DE ÁCIDO LÁCTICO, A SABER:

a).- ÁCIDO D-LÁCTICO PRODUCIDO POR EL LACTOBACILO DELBRUECKII Y EL STREPTOCOCCUS LACTIS.

b).- ÁCIDO L-LÁCTICO PRODUCIDO POR EL LACTOBACILO LEIGHMANNII Y EL LEUCOMYSTOC MENSSENEROIDES DE LA VARIEDAD SALE, Y

c).- ÁCIDO I-LÁCTICO PRODUCIDO POR EL LACTOBACILLOS PENTACÉTICOS.

COMO SE PUEDE APRECIAR EXISTEN DOS TIPOS OPTICAMENTE ACTIVOS Y UN TERCERO INACTIVO POR COMPENSACIÓN INTERMOLECULAR, CONSTITUIDO ESTE ÚLTIMO POR UNA MEZCLA EN PROPORCIONES IGUALES DE LOS DOS ANTERIORES.



EL ÁCIDO D-LÁCTICO TIENE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

P. F. = 26-27°

$[\alpha]_D^{15} = -2.26$

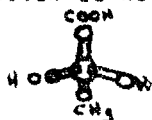
EL ÁCIDO L-LÁCTICO:

P. F. = 18°

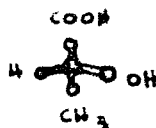
P. F. = 1220/14 mm

$n_D^{20} = 1.43915$

LOS ÁCIDOS (D) Y (L) LÁCTICOS TIENEN LA SIGUIENTE CONFIGURACIÓN ESPACIAL:



ÁCIDO D-LÁCTICO
(TETRAEDRO)



ÁCIDO L-LÁCTICO.
(TETRAEDRO)

APLICACIONES

LOS USOS DEL ÁCIDO LÁCTICO PUEDEN SER ALIMENTICIOS Y NO ALIMENTICIOS. ESTE ÁCIDO PUEDE SER UTILIZADO COMO ACIDULANTE EN CUALQUIER CLASE DE ALIMENTOS O BEBIDAS YA QUE TIENE COMO PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS:

- A).- SABOR ÁCIDO SUAVE QUE CONTRASTA CON EL SABOR PICANTE DE OTROS ÁCIDOS.
- B).- NO OCULTA NI DOMINA OTROS SABORES.
- C).- EN ALGUNOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS IMPIDE SU ALTERACIÓN
- D).- TIENE FORMA LÍQUIDA Y ES FÁCIL DE USAR.

ESAS PROPIEDADES HAN CONTRIBUIDO AL USO CRECIENTE DEL ÁCIDO LÁCTICO DE CALIDAD COMESTIBLE EN LOS ALIMENTOS Y REMEDIOS PARA ANIMALES, EN PRODUCTOS DE REPOSTERÍA EN LA CERVEZA, LA MANTEQUILLA, LOS DULCES, EL QUESO, CARNE PICADA, ACEITUNAS, ENCURTIDOS, COL FERMENTADA, LAS CLAVAS DE HUEVO DESECADAS, EXTRACTOS SABOREADORES, JALEA PECTINA LÍQUIDA, BEBIDAS CARBONATADAS, SOPAS Y SOABETES.

SE HA DICHO QUE EL ÁCIDO LÁCTICO ES UN BACTERICIDA EFICAZ PULVERIZADO EN EL AIRE, UN HUEVO SEMICIDA QUE CONTIENE LACTATO DE N-DODECILANINA Y BALICILATO DE N-DODECILANINA ESTÁ PRUBÁNDOSE COMO DEBENFECTANTE, ANTISÉPTICO Y FUNGICIDA.

EL ÁCIDO LÁCTICO CRUDO SE HA USADO DESDE HACE MUCHO TIEMPO EN LA INDUSTRIA DEL CUERO PARA DESENCALAR LAS PIELS, PARA REMOJAR O NINCHAR EL CUERO PARA SUELOS Y EN EL CURTIDO CON VEGETALES. ES LA MATERIA PRIMA PARA PREPARAR LOS LACTATOS DE METILO, ETILO Y N-BUTILO, QUE SE USAN COMO DISOLVENTES. ESTA CALIDAD SE USA TAMBIÉN EN LA TINTURA ÁCIDA DE LA LANA Y OTROS TEXTILES.

OTROS USOS: EN ADHESIVOS, FÓRMULAS PARA LIMPIEZA Y PULIMENTO, EN GALVANOPLASTIA Y ELECTROPULIMENTO, EN INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS, REVELADORES LITOGRAFICOS, TRATAMIENTO DE POZOS DE PETRÓLEO Y AGUA, EN PLÁSTICOS Y RESINAS, TINTAS ESPECIALES Y TEXTILES. EN LA FABRICACIÓN DE RESINAS DE FENOL Y FORMALDEHÍDO EL ÁCIDO LÁCTICO ES ÚTIL PARA NEUTRALIZAR EL CATALIZADOR ALCALINO, YA QUE SE FORMA UNA SAL NO CRISTALIZABLE, QUE NO AFECTA A LA TRANSPARENCIA Y LA RESISTENCIA DE LA RESINA. EN ESTA APLICACIÓN SE DESEA UN ÁCIDO LÁCTICO MUY PURO Y ESENCIALMENTE LIBRE DE HIERRO.

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS HAN APARECIDO PUBLICACIONES QUE INDICAN NUEVAS APLICACIONES POTENCIALES DEL ÁCIDO LÁCTICO Y SUS DERIVADOS. ASÍ, SE HA DESCRITO EL USO DEL ÁCIDO LÁCTICO COMO EXTENDEDOR DEL GLICEROL EN RESINAS ALQUÍDICAS. SE HA DESCRITO TAMBIÉN LA PREPARACIÓN DE REVISTIMIENTOS POR LA REACCIÓN DEL ÁCIDO POLILÁCTICO CON ACEITES SECANTES O CON PEQUEÑAS CANTIDADES (1-6%) DE SALES DE METALES POLIVALENTES, COMO ALUMINIO, CROMO COBALTO, COBRE, HIERRO, PLOMO, MANGANESO, TORIO, ESTAÑO TITANIO Y ZINC.

CAPITULO III

ESTUDIO DE MERCADO

EL ÁCIDO LÁCTICO, HA MANTENIDO UNA LÍNEA DE CONSUMO EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS DE 200 TONELADAS ANUALES, YA QUE ESTE PRODUCTO ES UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE EMULSIFICANTES Y AGULANTES PARA ALIMENTOS, EN LA MANUFACTURA DE BEBIDAS, EN EL TEÑIDO DE LANA Y EN EL CURTIDO DE PIELS.

SUS ESTERES SE UTILIZAN COMO PLASTIFICANTES.

SE ESTIMAN LAS NECESIDADES DEL PAÍS PARA EL AÑO DE 1971 EN ALREDEDOR DE 273 TON, EN BASE A LAS IMPORTACIONES QUE SE HAN EFECTUADO DURANTE LOS DOS PRIMEROS TRIMESTRES.

HASTA LA FECHA EL CONSUMO DEL ÁCIDO LÁCTICO EN EL PAÍS, HA SIDO CUBIERTO TOTALMENTE POR PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DEBIDO A QUE NO SE PRODUCE EN MÉXICO.

A).- MERCADO DEL PRODUCTO

PARA DETERMINAR LA TENDENCIA DE LA DEMANDA EN EL FUTURO, EN BASE A LOS CONSUMOS ANTERIORES SE PROCEDIÓ A DETERMINAR LA DEMANDA NACIONAL EN BASE A LOS AÑOS ANTERIORES:

DEMANDA NACIONAL = PRODUCCIÓN NACIONAL + IMPORTACIÓN - EXPORTACIÓN

DE LA ECUACIÓN ANTERIOR:

PRODUCCIÓN NACIONAL = 0

EXPORTACIÓN = 0

POR LO TANTO:

DEMANDA NACIONAL = IMPORTACIÓN

2.- PRODUCCIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO EN MÉXICO.

NO SE CONOCE HASTA EL MOMENTO, NINGÚN PROYECTO PARA PRODUCIR ÁCIDO LÁCTICO EN MÉXICO, POR LO QUE EL CONSUMO DE ESTE PRODUCTO, LO CUBRE LA IMPORTACIÓN.

3.- LOCALIZACIÓN DE LOS CONSUMIDORES.

LAS PRINCIPALES EMPRESAS CONSUMIDORAS DE ÁCIDO LÁCTICO NO FUÉ POSIBLE LOCALIZARLAS, YA QUE, MIENTRAS LAS FRACCIONES ARANCELARIAS SE ENCUENTREN LIBERADAS, LA IMPORTACIÓN SE EFECTÚA LIBREMENTE Y SOLO SE REGISTRA LA CANTIDAD EN LA ADUANA, SIN IMPORTAR EL CONSUMIDOR.

PARA CONOCER, QUIEN IMPORTA UNA SUSTANCIA, ES NECESARIO SOMETER AL REQUISITO DE PREVIO PERMISO DE IMPORTACIÓN A LA FRACCIÓN ARANCELARIA, COSA QUE ES IMPOSIBLE, YA QUE NO EXISTE PRODUCTOR NACIONAL.

4.- TRATAMIENTO ARANCELARIO DEL PRODUCTO:

EL ÁCIDO LÁCTICO SE IMPORTA A TRAVÉS DE CUATRO FRACCIONES ARANCELARIAS, LAS CUALES SE ESPECIFICAN A CONTINUACIÓN CON SU TRATAMIENTO ARANCELARIO:

FRACCIÓN ARANCELARIA	SUSTANCIA	CUOTA ESPECIFICA	AD-Valorem
29.16.A.002	ÁCIDO LÁCTICO GRADO TÉCNICO DEL 22' AL 24%	\$ 0.05 más	12 %
	CUANDO PROVENGA Y SEA ORIGINARIO DE LA ALALC. PRECIO OFICIAL 6.05 \$/KG.	EXENTA	8 %
29.16.A.003	ÁCIDO LÁCTICO GRADO PLÁSTICO DEL 50 AL 80%	0.05 más	12 %
	CUANDO PROVENGA Y SEA ORIGINARIO DE PAÍSES MIEMBROS DE LA ALALC. PRECIO OFICIAL 16.50 \$/KG.	EXENTA	8 %
29.16.A.004	ÁCIDO LÁCTICO, GRADO COMESTIBLE DEL 50 AL 88%	0.05 más	12 %
	CUANDO PROVENGA Y SEA ORIGINARIO DE PAÍSES MIEMBROS DE LA ALALC. PRECIO OFICIAL: 7.90 \$/KG.	EXENTA	8 %
29.16.A.005	ÁCIDO LÁCTICO, GRADO U.S.P. DEL 85 AL 90%	0.05 más	12 %
	CUANDO PROVENGA Y SEA ORIGINARIO DE PAÍSES MIEMBROS DE LA ALALC. PRECIO OFICIAL: 11.90 \$/KG.	EXENTA	8 %

5.- PRECIOS DEL ACIDO LÁCTICO.

EL PRECIO DE VENTA DE ESTE MATERIAL EN LOS E.U.A. ES:

	\$/LB	\$/Kg.
ACIDO LÁCTICO, GDO. ALIMENTICIO 88%	0.335*	9.20
ACIDO LÁCTICO, GDO. ALIMENTICIO 50%	0.17	4.66
ACIDO LÁCTICO, GDO. TÉCNICO 88%	0.275	7.55
ACIDO LÁCTICO, GDO. TÉCNICO 50%	0.14	3.85

*COTIZACIONES DEL MERCADO INTERNO DE LOS E.U.A. OBTENIDAS DEL ' OIL, PAINT AND DRUG REPORTER DEL 12 DE JULIO DE 1971.

*COTIZACIONES EN EL MERCADO EUROPEO PARA EL ÁCIDO LÁCTICO:

<u>U. S. A.</u>	<u>BELGICA</u>	<u>FRANCIA.</u>
9.21 \$/Kg.	8.75 \$/Kg.	5.96 \$/Kg.
<u>ALEMANIA</u>	<u>REINO UNIDO.</u>	
9.06 \$/Kg.	9.61 \$/Kg.	

** COTIZACIONES DEL MERCADO EUROPEO OBTENIDAS DE LA REVISTA: -' "EUROPEAN CHEMICAL NEWS" DE DICIEMBRE DE 1970.

SEGÚN LAS ESTADÍSTICAS, EL PRECIO PROMEDIO DEL PAÍS MAYOR EXPORTADOR A MÉXICO EN 1970, DE ACIDO LÁCTICO FUE DE 5.59 \$/Kg., PROCEDENTE DE EUROPA (REP. FED. ALEMANIA).

6.- PRINCIPALES FUENTES DE ABASTECIMIENTO EN MÉXICO.

EL ACIDO LÁCTICO SE VENDE EN MÉXICO A TRAVÉS DE UNA - EXTENSA RED DE DISTRIBUIDORES. ENTRE LOS CUALES SE ENCUENTRAN, REPRESENTANTES O FILIALES DE COMPAÑÍAS EXTRANJERAS QUE LO PRODUCEN¹ Y A TRAVÉS DE ESTAS, LO EXPENDEN EN MÉXICO.

ESTAS EMPRESAS SON: MONSANTO CO., ALLIED CHEMICAL INTERNATIONAL Y HOFFMAN - PINTNER & BOSWORTH, S. A.

8.- MERCADO DE MATERIAS PRIMAS.

LA PAPA UNA DE LAS PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS, SE ENCUENTRA EN FORMA ABUNDANTE EN MÉXICO, ENCONTRÁNDOSE QUE LA MEJOR¹ ES LA DEL ESTADO DE PUEBLA, Y EN FORMA DESCENDENTE DE CALIDAD Y - CANTIDAD, LA DE GUANAJUATO, CHIHUAHUA, VERACRUZ, MICHOACÁN Y MONTERREY.

LA CEBADA SE ENCUENTRA TAMBIÉN EN FORMA ABUNDANTE, YA¹ QUE MEDIANTE UN PROCESO DE GERMINACIÓN, ESTA SE TRANSFORMA EN MALTA, LA CUAL SE UTILIZA EN ESTE PROCESO, LOS ESTADOS MAYOR PRODUCTORES DE CEBADA SON: HIDALGO, PUEBLA, TLAXCALA Y EDO. DE MÉXICO.

EL ACIDO SULFÚRICO SE ENCUENTRA EN MÉXICO, TAMBIÉN EN¹ FORMA ABUNDANTE, Y LO PRODUCEN:

ALKAMEX, S. A. (TLALNEPANTLA)

CE ULOSA Y DERIVADOS, S. A. (MONTERREY) PRECIO: 45 ¢/Kg.)

GUANOS Y FERTILIZANTES DE MEXICO, S. A.

(MINATITLAN) (PRECIO: 55 ¢/Kg.)

PRODUCTORA QUIMICA MEXICANA, S. A. (ESTADO DE MEXICO)

SOLLER, S.A. (COL. INDUSTRIAL, VALLEJO) (39 ¢ /Kg.)

EL ACIDO SULFÚRICO, EN EL MERCADO INTERNO AMERICANO, - TIENE UN PRECIO PROMEDIO DE 40 ¢/Kg.

7.- IMPORTACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO Y SU PROYECCIÓN DE CONSUMO HASTA EL AÑO 1980:

AÑO	CONSUMO (TON.)
1961	120.75
1962	137.84
1963	154.93
1964	172.02
1965	189.11
1966	206.20
1967	223.29
1968	240.38
1969	257.47
1970	274.56
1971	291.65
1972	308.74
1973	325.83
1974	342.92
1975	360.01
1976	377.10
1977	394.19
1978	411.28
1979	428.37
1980	445.46

POR LO TANTO EL VALOR DE LA PROYECCIÓN CALCULADO PARA 1975 ES DE 360.01 TONELADAS DE ÁCIDO LÁCTICO.

LO ANTERIOR SE VE COMPLETADO, CON EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL, COMO SE OBSERVA A CONTINUACIÓN:

SE41

$$\text{COEFICIENTE DE CORRELACIÓN} = r^2 = \frac{\text{VARIACIÓN EXPLICADA}}{\text{VARIACIÓN TOTAL.}}$$

Y SE DEFINE COMO:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

X	Y	x = X - $\bar{X}$	y = Y - $\bar{Y}$	x ²	xy	y ²
1968	240.38	-2	-34.18	4	68.36	1168.27
1969	257.47	-1	-17.09	1	17.09	292.06
1970	274.56	0	0	0	0	0
1971	291.65	1	17.09	1	17.09	292.06
1972	308.74	2	34.18	4	68.36	1168.27
$\sum X = 9850$	$\sum Y = 1372.80$			$\sum x^2 = 10$	$\sum xy = 170.90$	$\sum y^2 = 2920.60$
$\bar{X} = 1970.00$	$\bar{Y} = 274.56$					

$$\text{FORMULA: } r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

$$r = \frac{170.90}{\sqrt{(10)(2920.60)}}$$

$$r = 1.000$$

CON LOS DATOS ANTERIORES SE OBTUVO LA DESVIACIÓN TÍPICA DE X Y Y, LA VARIANZA DE X Y Y Y LA COVARIANZA DE X Y Y QUE SE MUESTRA A CONTINUACIÓN:

$$A).- \text{DESVIACIÓN TÍPICA DE } X = S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{10}{5}} = 1.41$$

$$B).- \text{DESVIACIÓN TÍPICA DE } Y = S_y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum Y^2}{N}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{2920.60}{5}} = 24.16$$

$$C).- \text{VARIANZA DE } X = S_x^2 = 1.988$$

$$D).- \text{VARIANZA DE } Y = S_y^2 = 585.69$$

$$E).- \text{COVARIANZA DE } X \text{ Y } Y = S_{xy} = \frac{\sum XY}{N} = \frac{170.90}{5} = 35.35$$

POR ÚLTIMO AL SUSTITUIR ESTOS VALORES, SE COMPROBÓ LA FÓRMULA:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{35.35}{(1.41)(24.16)} = 1.03$$

CAPITULO IV

PROCESO DE FABRICACION, SU EVALUACION Y SELECCION

EL OBJETO DEL PRESENTE CAPÍTULO SERÁ EL DE HACER UN ANÁLISIS DE DIVERSAS TÉCNICAS EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO Y SUGERIR AQUELLA QUE RESULTE CONVENIENTE EN BENEFICIO DE LA EXPLOTACIÓN NACIONAL DEL ÁCIDO LÁCTICO; DADO QUE EN LA ACTUALIDAD SE HAN DESCRITO DIFERENTES TÉCNICAS PARA PREPARAR SINTÉTICAMENTE ÁCIDO LÁCTICO, MENCIONAREMOS ALGUNOS DE ESTOS MÉTODOS:

- A) DEGRADACIÓN DE AZUCARES CON CAL Ó HIDRÓXIDO DE SODIO.
- B) REACCIÓN ENTRE EL ACETALDENIDO Y EL MONÓXIDO DE CARBONO A TEMPERATURA Y PRESIÓN ELEVADA.
- C) HIDRÓLISIS DE CIANHIDRINA DE ACETALDENIDO (PREPARADA CON ACETALDENIDO Y ÁCIDO CIANHIDRICO).
- D) HIDROLISIS DEL ÁCIDO - CLOROPROPIONICO (OBTENIDO POR CLORACIÓN DEL ÁCIDO PROPIONICO).

LOS MÉTODOS SINTÉTICOS SON GENERALMENTE MÁS CAROS QUE LOS DE FERMENTACIÓN Y POR ESTA RAZÓN NO SE EMPLEAN MUCHO EN LA ACTUALIDAD.

ESTE COMPUESTO ORGÁNICO SE FABRICA EN LOS ESTADOS UNIDOS POR FERMENTACIÓN, QUE PRODUCE ESENCIALMENTE LA FORMA RACÉMICA (ÓPTICAMENTE INACTIVA). LAS MATERIAS PRIMAS SON MIELES, HIDROLIZADOS DE ALMIDÓN O SUERO DE LECHE. OTRAS MATERIAS PRIMAS INVESTIGADAS CON ESTE FIN SON LA PATATA, EL JUGO DE TROMBA, LOS ZUROS DE MAIZ (OLOTES), LIQUIDOS RESIDUALES SULFÚTICOS DE LA PULPA DE PAPEL, Y SUBPRODUCTOS DEL ALMIDÓN.

A continuación, mencionamos brevemente los procesos industriales más importantes, para la fabricación del ácido láctico; a partir de diferentes materias de elaboración.

Antes de comenzar, recordo el suero de leche por fermentación.

Acido láctico del suero. — Actualmente se emplea suero de leche en la producción industrial de ácido láctico. La forma de emplear la leche depende de la destilación, en los países en donde abunda y es de excelente calidad.

En el caso donde se emplea suero de leche, una vez separado la crema se evaporita la caséina por medio de agua de deshidratación, o, desde ahora, con ácido láctico que puede recuperarse a continuación. El suero resultante llamado suero de caséina contiene lactulósima, aproximadamente 40% de lactosa, proteínas, sales minerales y agua, que se emplea como sustancia en la producción de ácido láctico.

El suero pasteurizado se inocula con el iniciador que contiene el L. bulgaricus. Durante la fermentación se neutraliza inmediatamente con leche de cal el ácido láctico producido. Al final de la fermentación se coagula la lactulósima por el calor y se deja sedimentar.

Después de esto no se decanta la solución de lactato de calcio, se filtra, se trata con un cambio de colorante y un absorbente, se vuelve a filtrar, se evapora y se deja cristalizar, en esta forma el lactato de calcio; si se desea obtener ácido láctico, el lactato de calcio se trata con ácido sulfúrico.

MATERIA PRIMA: LECHEs INCRISTALIZABLES.

LA FABRICACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO TIENE TRES FASES, —

A SABER: PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN SACARINA, LA FERMENTACIÓN Y CONVERSIÓN DEL LÍQUIDO FERMENTADO EN ÁCIDO LÁCTICO COMERCIAL. LA SOLUCIÓN SACARINA, QUE DEBE TENER UNA DENSIDAD DE 1.075 APROXIMADAMENTE, ESTO ES, UNA RIQUEZA EN AZÚCAR DE 7.5 A 11% Y QUE DEBE SER LIGERAMENTE ALCALINA, PERO NO ÁCIDA, SE ESTERILIZA HIRVIÉNDOLA DURANTE UNA HORA O BIEN INYECTANDO EN ELLA VAPOR, MANTENIÉNDOLA A 95°C, DURANTE EL MISMO TIEMPO.

ES VENTAJOSO TENER APROXIMADAMENTE, 10 - 15% DE LA MATERIA SACARINA EN FORMA DE SACAROSA, Y EL RESTO EN LA DE GLUCOSA.

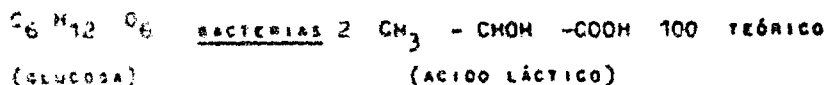
DESPUÉS DE ESTERILIZADO EL LÍQUIDO, SE LE HACE PASAR A LA TINA DE FERMENTACIÓN, SE ENFRÍA HASTA 45 - 55°C, SE SIEMBRA EN EL BACILO DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA (*L. -- BULGARICUS*). CUANDO LA FERMENTACIÓN SE REALIZA DE UNA MANERA CONTINUA, SE UTILIZA PARA LA SIEMBRA, UN LÍQUIDO FERMENTADO YA ANTES, EN EL CUAL LA FERMENTACIÓN SEA MUY VIVA; SI NO SE DISPONE DE ESTE LÍQUIDO, POR EJEMPLO, AL EMPEZAR A FABRICAR, SE EMPLEA LECHE QUE SE HA DEJADO AGRIAR LIGERAMENTE.

PARA QUE LA FERMENTACIÓN MARCHE BIEN, ES PRECISO QUE EL FERMENTO RECIBA LA CANTIDAD SUFICIENTE DE MATERIA NITROGENADA; ENTRE LAS MATERIAS DE ESTA CLASE, LAS MÁS CONVENIENTES SON LAS DE ORIGEN, COMO V. GR., LAS EXTRAÍDAS DEL SALVADO POR LA UNIÓN DEL AGUA HIRVIENDO Y DE LOS ÁCIDOS DILUIDOS. SI SE RECURRE A MATERIAS NITROGENADAS MINERALES, DEBE PRECURARSE QUE HAYA MAYOR PROPORCIÓN DE SALES AMÓNICAS QUE DE NITRATOS. A MEDIDA QUE LA FERMENTACIÓN ADELANTA, SE DEJA QUE LA TEMPERATURA DESCienda Y SE NEUTRALICE LA SOLUCIÓN CON LECHADA DE CAL, O CON CARBONATO CÁLCICO, PUESTO EN SUSPENSIÓN CON AGUA, PORQUE LOS BACILOS DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA SOLO PROSPERAN BIEN EN SOLUCIONES

QUE NO CONTENGAN MÁS DE 0.02 A 0.05% DE ÁCIDO; ES CONVENIENTE QUE LA FERMENTACIÓN SEA COMPLETA EN TRES A SEIS DÍAS.

EL LÍQUIDO FERMENTADO, QUE CONTIENE LACTATO DE CALCIO Y LLEVA EN LA SUPERFICIE, FLOTANDO, UNA CAPA DE BACIOS MUERTOS, SE EVAPORA Y SE FILTRA. PARA EL ÁCIDO LÁCTICO COMERCIAL, BASTA DESCOMPONER CON ÁCIDO SULFÚRICO LA SOLUCIÓN SIROPOSA DEL LACTATO DE CALCIO, CON LO CUAL SE OBTIENE YA UN ÁCIDO DE PUREZA SUFICIENTE; SI SE QUIERE UN ÁCIDO LÁCTICO MÁS PURO, SE HACE QUE CRISTALICE EL LACTATO DE CALCIO, SE ESPRIMEN LOS CRISTALES PARA ELIMINAR LAS AGUAS MADRES Y, SI ES PRECISO, SE RECRISTALIZAN.

REACCIÓN:



LA TECNOLOGÍA DE LA EXTRACCIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO DEL LÍQUIDO DE FERMENTACIÓN VARÍA MUCHÍSIMO, SEGÚN LA CALIDAD DEL ÁCIDO QUE SE DESEA OBTENER.

METODO ALEMAN

MATERIA PRIMA: FÉCULA DE PAPA CORRIENTE.

EN UN TANQUE SE LLENA A LA MITAD DE AGUA, SE CALIENTA A 45°, Y SE AGREGA LA SEXTA PARTE DE MALTA VERDE TRITURADA O MALTA TRITURADA Y MOLIDA FINAMENTE.

EN MANCHA SE AGREGA FÉCULA Y SE CALIENTA EL LÍQUIDO UNOS 30 MINUTOS 70-75°C, PARA ALCANZAR LA LIQUIDACIÓN DEL ENGRUDO DE ALMIDÓN. SE ENFRIA A 56°C, SE MANTIENE LA TEMPERATURA DESPUÉS DE AÑADIR EL RESTO DE LA MALTA DURANTE 4 Ó 5 HORAS, PARA LA SACARIFICACIÓN DE LA FÉCULA.

DESPUÉS SE CALIENTA A 80°C LENTAMENTE, SE AGREGA AL CASO DE 20 MINUTOS LA CRETA Y SE DEJA PASAR EL MOSTO TODAVÍA CALIENTE A LAS VASIJAS DE FERMENTACIÓN.

EL MOSTO DEBE DILUIRSE CON AGUA CALIENTE HASTA QUE CONTENGA DE 10 A 11% DE MALTOSA, CONCENTRACIÓN FAVORABLE PARA RETRAZAR LA CRISTALIZACIÓN DEL LACTATO DE CALCIO.

LA OBTENCIÓN DEL BACILO DEL ACIDO LACTICO SE EFECTÚA EN LAS FÁBRICAS EN UN APARATO ESPECIAL DE CULTIVO PURO, DE HIERRO, PROVISTO DE AGITADOR, TUBO DE CALEFACCIÓN Y DE REFRIGERACIÓN PARA ESTERILIZAR.

LA ESTERILIZACIÓN DEL MOSTO NO DEBE TENER COMPOSICIÓN DISTINTA DE LA QUE TIENE EN LA EXPLOTACIÓN UN GRANDE PORQUE LOS BACILOS NO DEBEN SER MAL ACOSTUMBRADOS NI POR LA CONCENTRACIÓN NI POR LA ALIMENTACIÓN MEJOR.

NO DEBE EMPRENDERSE EN UN APARATO DE CULTIVO LIMPIO A UNA GRAN PRESIÓN Y A LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN, PUÉS EL MOSTO SE ALTERARÍA DESFAVORABLEMENTE PARA LAS BACTERIAS DEL ACIDO LÁCTICO. DEBE TENERSE ESPECIAL CUIDADO EN QUE LAS BACTERIAS QUE SE INOCULAN ESTÉN COMPLETAMENTE LIBRES DE TODA INFECCIÓN EN EL MÁS FUERTE ESTADO DE DESARROLLO Y TENER POR LO MENOS 4 DÍAS DE EDAD. LA SOLUCIÓN AZUCARADA DEBE ESTAR YA TRANSFORMADA EN ACIDO LACTICO.

EL PELIGRO DE INFECCIÓN ES MUY GRANDE Y DEBEN TRATARSE LOS RECIPIENTES CON SOBA AL 1% O ÁCIDO SÚLFÚRICO DILUIDO SEGÚN LAS POSIBILIDADES.

LOS FERMENTADORES SE COLOCAN EN UN LOCAL A 50°O , O SU CONTENIDO DEBE ESTAR PROTEGIDO CONTRA EL ENFRIAMIENTO Y DE CUANDO EN CUANDO DEBEN SER CALENTADOS A LA TEMPERATURA JUSTA, COMO EN LA FERMENTACIÓN SE PRESENTA UN CALENTAMIENTO ESPONTÁNEO NO DESPRECIABLE ES A MENUDO PODER EN MARCHA LA REFRIGERACIÓN, PARA EVITAR LA MUERTE DE LAS BACTERIAS.

DE 6 A 8 HORAS DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN PUEDE COMPROBARSE EL PRINCIPIO DE LA FORMACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO POR LA SUBIDA DE PEQUEÑAS BURBUJAS DE GAS CARBÓNICO. CADA DOS HORAS SE AGITA PARA MOVER LA CRETA CON EL FIN DE OBTENER UNA NEUTRALIZACIÓN MEJOR. LA DURACIÓN DE LA NEUTRALIZACIÓN ALCANIZA EN EL CASO MÁS FAVORABLE DE 6 A 8 DÍAS.

EL MOSTO FERMENTADO SE ALCALINIZA CON LECHADA DE CAL PARA DESTRUIR LAS BACTERIAS PERJUDICIALES Y LUEGO SE HIERVE PARA LA PRECIPITACIÓN DE LOS ALBÚMINOIDES.

DESPUÉS DE REPOBAR SE RETIRA EL LÍQUIDO CLARO. EL LACTATO DE CALCIO SE DESCOMPONE CON LA CANTIDAD DE ACIDO SULFÚRICO CALCULADA. APROXIMADAMENTE PARA SEPARAR EL ÁCIDO LÁCTICO Y PURIFICARLO.

OTROS MÉTODOS DE OBTENCIÓN SON EN ESCALA SEMIINDUSTRIAL, LA OBTENCIÓN DE ACIDO LÁCTICO A PARTIR DE SUERO DE LECHE. EN LA ESCALA INDUSTRIAL, SE OBTIENE TAMBIÉN COMO SUBPRODUCTO - EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACRILONITRILLO POR HIDRÓLISIS DE LACTONITRILLO

EN LA SIGUIENTE TABLA PRESENTAMOS LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DE LAS BACTERIAS LÁCTICAS DE IMPORTANCIA INDUSTRIAL

HOMOFERMENTATIVOS.

NOMBRE	ACIDO	TEMP. OPT.	REQUERIMIENTO DE O ₂	SUBSTRATOS.
L. DELBRUECKII	(8)	45°C	MICROAEROFILICO	SACAROSA - MALTOSA, DEX- TROSA, LEVU- LOSA, GALACTO- SA, DEXTRIN
L. CASEI	(1)	30°C	"	DESTROSA, LE- VULOZA, MA- NOSA, GALAC- TOSA, MALT- SA LACTOSA, DANITAL, SA- LICINA.

L. LEICHMANNI	(8)	36°C	"	DEXTROSA, LEVULOSA, MALTOSA, SACAROSA, TREHALOSA.
L. BULGARICUS		45-50°C	"	LACTOSA, DEXTROSA Y GALACTOSA.
S. LACTIS	(8)	30°C	AERO-FACULTATI- VO	DEXTROSA, MALTOSA Y LACTOSA.

METEROFERMENTATIVOS.

L. IVCOPEUSICI	(1)	30°C	AERO-FACULTATIVO	ARABINOSA, XILOSA, LEVULOSA, DEXTROSA, GALACTOSA, MALTOSA
L. MANITOPDCUM	(1)	32-37°C	"	ARABINOSA, XILOSA, DEXTRONA, GALACTO- SA MANOSA, SACARO- SA, LACTOSA, MALTO- SA.
L. PENTOACÉTICUS (1) O BRIVIS		30°C	"	ARABINOSA, XILOSA, LEVULOSA, DEXTROSA, GALACTOSA Y MALTO- SA.

EL TIPO DE MICROORGANISMO A USARSE EN UNA FERMENTACIÓN, DEPEN-
DE EN PRIMER LUGAR DEL CARBONHIDRATO QUE HA DE FERMENTAR Y EN SEGUN-
DO LUGAR, DE LA TEMPERATURA QUE SE HA DE EMPLEAR. EN LA FERMENTA-
CIÓN DE MIELES INCRISTALIZABLES Y DE ALMIDONES HIDROLIZADOS, SE EM-
PLEA EL LACTOBACILO DELBRUCKII. EN LA ACTUALIDAD SE HA EMPLEADO CON
BASTANTE ÉXITO EN LA INDUSTRIA, MEZCLAS DE CULTIVOS PUROS, POR EJEM-
PLO: LACTOBACILOS BULGARICUS Y LACTOBACILOS CASEI.

· EVALUACION Y SELECCION DE LOS PROCESOS.

De los procesos descritos anteriormente, por razones de capacidad de materia prima y baja calidad de la misma, se considera inoperante el que parte de jueno de leche.

Se consideran viables los dos procesos restantes, el de leches incristalizantes y el que parte de fermentación de almí-
donces.

En el caso del que parte de leches incristalizantes, se prevé que estas son utilizadas para elaborar alcohol etílico, - el cual su demanda es mayor cada día, por lo que en el futuro podría no haber disponibilidad de materia prima.

La fermentación de almídonces, se considera que en México, hay disponibilidad suficiente de cebada y papa, por lo que este se considera conveniente, ya que la materia prima se encuentra, - en abundancia de buena calidad y a buen precio

Incluso, se puede diseñar una planta, cuyo equipo puede - utilizarse inmediatamente, almídonces de papa con cebada, leches' incristalizantes, jueno de leche, azúcar de uva, jugo de toronja, juenos de maíz (oloros) o alguna otra materia prima parecida.

Por lo que se puede considerar libremente de materias primas, ya que todas utilizan lechuga de cal y ácido sulfúrico, y se obtiene en todos los casos como subproductos sulfato de calcio y albu-
minoides en el caso de la leche se obtiene lactalbumina. Al cambiar de materias primas, se debe avisar en algunos casos de microor-
ganismo para la fermentación.

CAPITULO V

LOCALIZACION DE LA PLANTA

LA IMPORTANCIA DE UNA BUENA LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA, SE REFLEJA EN LA PRONTA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

LOS FACTORES QUE SE DEBEN CONSIDERAR SON, LA EXISTENCIA —
DE:

- A).- DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA.
- B).- MANO DE OERA ADECUADA.
- C).- SERVICIOS
- D).- UBICACIÓN DE LOS CONSUMIDORES.

LAS MATERIAS PRIMAS NECESARIAS PARA ESTE PROCESO SON:

- A).- PAPA
- B).- CEBADA (MALTA)
- C).- ACIDO SULFURICO.

LA MAYOR DISPONIBILIDAD DE PAPA DE INMEJORABLE CALIDAD SE ENCUENTRA EN EL ESTADO DE PUEBLA, EL MAYOR PRODUCTOR DE CEBADA ES EL ESTADO DE HIDALGO Y RESPECTIVAMENTE PUEBLA TLAXCALA Y EL ESTADO DE MÉXICO LOS PRINCIPALES FABRICANTES DE ACIDO SULFÚRICO SE ENCUENTRAN EN EL DISTRITO FEDERAL, MONTERREY Y MINATITLÁN, VER.

OBSERVANDO LOS ANTERIORES DATOS LA PLANTA QUEDARÍA LOCALIZADA EN EL EDO. DE PUEBLA, CONSIDERANDO QUE SE TENDRÍA A LA MANO, LAS PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS SOLO EL ACIDO SULFÚRICO HABRÍA QUE REGURRIAR A TRAERLO, DE MINATITLÁN, VER., DEL EDO. DE MÉXICO O DEL DISTRITO FEDERAL.

PARA COMPLEMENTAR LO ANTERIOR LA ZONA INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE PUEBLA, REUNE LOS SIGUIENTES REQUISITOS, QUE LA HACEN ALTAMENTE SATISFACTORIA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE ESTA NATURALEZA.

A).- LOCALIZACION.- ES EL ESTADO DE PUEBLA, UNA POSICIÓN ESTRATÉGICA, CONSIDERANDO LO SIGUIENTE:

1).- LA PAPA SE CULTIVA EN GRAN CANTIDAD; Y EN CASO DE EMERGENCIA, SE RECURRIRÍA A TRAERLA DE PEROTE, VER., EN DONDE TAMBIÉN EXISTEN GRANDES CULTIVOS.

2).- LOS PRODUCTORES DE ACIDO SULFÚRICO, ESTÁN EN MINATITLÁN Y EN EL DISTRITO FEDERAL.

3).- LA CEBADA PODRÍA SER SURTIDA DEL MISMO ESTADO DE PUEBLA, -- QUE OCUPA EL SEGUNDO LUGAR O BIEN DEL MAYOR PRODUCTOR HIDALGO.

4).- LOS CONSUMIDORES DE ACIDO LACTICO NO PUDIERON SER PRECISOS, PERO, SI LA MAYORIA DE LOS DISTRIBUIDORES ESTÁ EN EL DISTRITO FEDERAL, SE CONSIDERA PERTINENTE QUE LA PLANTA, ESTÉ LO MÁS CERCA A ÉL.

B).- MANO DE OBRA.- CUENTA CON MANO DE OBRA ADECUADA, YA QUE¹ EXISTEN OTRAS EMPRESAS, LAS CUALES HAN PROPICIADO UN ADIESTRAMIENTO -- EN LA POBLACIÓN.

C.- FACILIDAD DE TRANSPORTE.- EXISTE UNA GRAN FACILIDAD DE -- TRANSPORTE, YA SEA EMPLEANDO CARRETERAS O VIAS FERROVIARIAS, QUE COMUNICAN A LA REGIÓN CON TODA LA REPÚBLICA.

D.- COMBUSTIBLE.- NO EXISTIRÍA PROBLEMA, YA QUE ESTA PRÓXIMA¹ LA PLANTA MINATITLÁN DE PETRÓLEOS MEXICANOS, Y TAMBIEN SE TIENE EL PRODUCTO PRÓXIMO A LA ZONA INDUSTRIAL.

E.- ENERGIA.- SE CUENTA EN LA REGIÓN CON ENERGÍA ELECTRICA, -- QUE PROVIENE DEL SISTEMA MALPASO DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

F).- AGUA.- EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ES NORMAL EN ESTA REGIÓN.

G).- SERVICIOS DE COMUNICACION.- SE CUENTA CON SERVICIOS DE CORREOS, TELEGRAFOS, TELÉFONOS Y TELEX.

CAPITULO VI

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

LA CAPACIDAD DE LA PLANTA, FUÉ DETERMINADA EN BASE AL VOLUMEN DE LAS IMPORTACIONES, QUE REPRESENTAN LA DEMANDA NACIONAL, PROYECTANDO LAS AL FUTURO. SE TOMÓ UN PERÍODO DE 5 AÑOS AL FUTURO YA QUE SE CONSIDERA, QUE EN ESE LAPSO, EL CRECIMIENTO SERÁ PARECIDO A LOS 5 AÑOS ANTERIORES, YA QUE EN MAS DE 5 AÑOS PODRÍA CRECER MAS DE LO PREVISTO LA DEMANDA, O DISMINUIR Y EN SU DEFECTO QUE NUESTRA PLANTA SEA ABSOLUTA, YA SEA POR CARENIA DE CONSUMO O POR EXCESO DEL MISMO.

A LA CAPACIDAD ASI DETERMINADA, SE LE AGREGA UN PORCENTAJE, YA QUE EL MERCADO DETERMINADO POR EL PAÍS, EXISTE OTRO QUE PUEDE SER ADICIONADO, Y ES EL QUE REPRESENTAN LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA PARA EL LIBRE COMERCIO (ALALC), DEL CUAL MÉXICO ES MIEMBRO, POR LO CUAL PUEDE CONCURRIR MEDIANTE NEGOCIACIONES, QUE OTORGAN FACILIDADES ARANCELARIAS.

TAMBIÉN CONSIDERAREMOS, QUE LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO DESPLAZARÁ A PRODUCTOS SUCEDÁNEOS COMO SON PRINCIPALMENTE ÁCIDO OXÁLICO, ÁCIDO TARTARÍCO, ETC., QUE ACTUALMENTE SE UTILIZAN, POR NO CONTAR CON ESTE ÁCIDO.

LA DEMANDA PARA 1976, ESTIMADA, SE ESPERA SEA DE 377.10 TON/AÑO, Y PARA LA EXPORTACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE SUCROAROS, SE TOMARÁ UN VALOR DE 1000 TON/AÑO PARA EL DISEÑO DE NUESTRA PLANTA.

LA PLANTA CON CAPACIDAD INSTALADA MÁS PEQUEÑA EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA ESTÁ EN CLINTON IOWA, Y ES DE 3 MILLONES ANUALES DE LIBRAS, EQUIVALENTE A 1485.14 TON/AÑO, POR LO QUE NUESTRA PLANTA, SERÍA ADECUADA CON RESPECTO A ESTA.

CON ESTA CAPACIDAD INSTALADA DETERMINADA, SE PROCEDERÁ AL DISEÑO DE LA PLANTA, POR EL MÉTODO ALEJÁN QUE PARTE DE FÉ- GULA DE PAPA, MALTA TRITURADA, LACTOBACILOS Y COMO MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS, ÁCIDO SULFÚRICO Y UN COMPUESTO DE CALCIO, QUE PUEDE SER HIDRATO DE CAL O BIEN UN LECNO DE CARBONATO DE CALCIO.

LA DEMANDA PARA 1976, ESTIMADA, SE ESPERA SEA DE 377.10 TON/AÑO, Y PARA LA EXPORTACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE SUCEDANEOS, SE TOMARÁ UN VALOR DE 1000 TON/AÑO PARA EL DISEÑO DE NUESTRA PLANTA.

LA PLANTA CON CAPACIDAD INSTALADA MÁS PEQUEÑA EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NOROCCIDENTE ESTÁ EN CLINTON IOWA, Y ES DE 3 MILLONES ANUALES DE LIBRAS, EQUIVALENTE A 1485.14 TON/AÑO, POR LO QUE NUESTRA PLANTA, SERÍA ADECUADA CON RESPECTO A ESTA.

CON ESTA CAPACIDAD INSTALADA DETERMINADA, SE PROCEDERÁ AL DISEÑO DE LA PLANTA, POR EL MÉTODO ALEMÁN QUE PARTE DE FÉ-
GULA DE PAPA, MALTA TRITURADA, LACTOSACILOS Y COMO MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS, ÁCIDO SULFÚRICO Y UN COMPUESTO DE CALCIO, QUE PUEDE SER HIDRATO DE CAL O BIEN UN LECHO DE CARBONATO DE CALCIO.

CAPITULO VII

DISEÑO DE LA PLANTA

CAPACIDAD ANUAL = 1000 TON DE ACIDO LACTICO.

$$\text{VOL. ANUAL} = 1000 \text{ ton} / (1.439 \text{ ton/m}^3) = 694.4 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DÍA:

$$V = \frac{694.4 \text{ m}^3}{360 \text{ días}} = 1.93 \text{ m}^3/\text{día}$$

TANQUE NECESARIO PARA ALMACENAR EL PRODUCTO OBTENIDO DURANTE
UNA SEMANA (7 días):

$$1.93 \text{ m}^3 \times 7 = 13.51 \text{ m}^3$$

DISEÑO DEL TANQUE (TAPAS ELIPSOIDALES):

$$\text{VOL. DE TAPAS} = \frac{\pi D^3}{12} = \frac{3.14(1.80 \text{ m})^3}{12} = 1.52 \text{ m}^3$$

$$\text{VOL. CILINDRO} = V_{\text{TOT}} - 10\% = 13.51 \text{ m}^3 - 1.35 \text{ m}^3 = 12.16 \text{ m}^3$$

$$\text{VOL. CILINDRO} = V_{\text{TOT}} - V_{\text{TAPAS}} = 13.51 \text{ m}^3 - 1.35 \text{ m}^3 = 12.16 \text{ m}^3$$

$$r = \frac{D}{2} = R = 0.90 \text{ m}$$

$$L = \frac{V}{\pi R^2} = \frac{12.16 \text{ m}^3}{3.14(0.9 \text{ m})^2} = 5.25 \text{ m}$$

PRESION PARA DISEÑO: 14.7 LB/IN²

ESPESOR CILINDRO:

$$t = \frac{P R}{\sigma E - 0.6 P} = \frac{(14.7 \text{ LB/IN}^2)(35.4 \text{ IN})}{14740.89 \text{ LB/IN}^2} = 0.029 \text{ IN} \approx 1/32 \text{ IN.}$$

ESPESOR TAPAS:

$$t = \frac{P D}{2(\sigma E - 0.2 P)} = \frac{(14.7 \text{ LB/IN}^2)(70.86 \text{ IN})}{2(14747.5 \text{ LB/IN}^2) - 0.2(14.7 \text{ LB/IN}^2)}$$

$$r = 0.0353 = 1.13/32 \text{ in} = 2/32 \text{ in.}$$

MASA DEL CILINDRO

$$S_{\text{in}}^2 = 3.14 (35.83 \text{ in})^2 = 3941.579 \text{ in}^2$$

$$H_{\text{in}}^2 = 3.14 (35.8612 \text{ in})^2 = 3948.267 \text{ in}^2 \quad A = 66.88 \text{ in}^2$$

$$V = = 66.88 \text{ in}^2 \times 206.7 = 13824.10 \text{ in}^3$$

$$13824.10 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 3884.57 \text{ lb.} = 3884.57 \text{ lb}$$

$$3884.57 \text{ lb} \times 15.9 \text{ g/lb} = 861771.50$$

TAPAS:

$$(0 + 1.2)^2 = (180 \text{ cm} + 1.2) = 46656 \text{ cm}^2 = 7233.5 \text{ in}^2$$

$$126.43 \text{ lb} \times 15.9 \text{ g/lb} = 82010.24$$

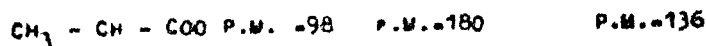
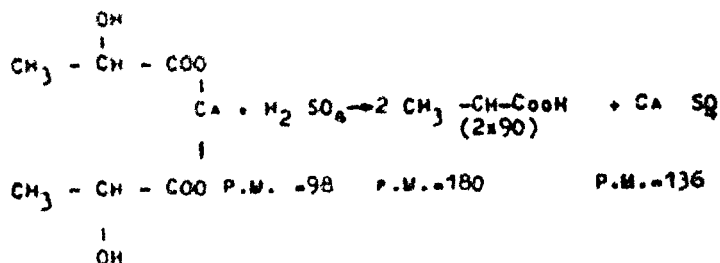
$$82010.24 \times 2 = 84020.48$$

COSTO TOTAL:

$$\$ 65791.98$$

EVALUAREMOS TANQUE II

LACTATO DE CALCIO



$$\text{P.M.} = 218$$

LACTATO DE CALCIO NECESARIO:

$$\frac{218 \times 2.777}{180} = \frac{603.86}{180} = 3.3547 \text{ TON. DE LACTATO DE CALCIO}$$

CILINDRO VERTICAL:

$$h = 1.74 \text{ m} = 68.5 \text{ in}$$

$$t = \frac{p}{G E} = \frac{(23.40 \text{ lb/in}^2)(59.05 \text{ in})}{(14747.5 - 16.04) \text{ lb/in}^2} = 0.0937 \text{ in}$$

$$t = 1/8 \text{ in.}$$

COSTOS:

CILINDRO:

$$\bar{a}^2 = 3.14 (59.05)^2 \text{ in} = 10\,948.86 \text{ in}^2$$

$$\bar{a}^2 = 3.14 (59.236)^2 \text{ in} = 11\,017.94 \text{ in}^2$$

$$A = 69.08 \text{ in}$$

$$V = (69.08 \text{ in}^2)(68.5 \text{ in}) = 4731.98 \text{ in}^3$$

$$4731.98 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 1329.68 \text{ lb}$$

$$\text{PRECIO ACERO 316} = 15.9 \text{ \$/lb}$$

$$1329.68 \text{ lb} \times 15.9 \text{ \$/lb} = \$21\,142.00$$

$$\$ = 21\,142.00$$

TAPA INF:

$$\bar{a}^2 \times 2 = 3.14 (872 \text{ in}^2) \times 2 \text{ in} = 5476.16 \text{ in}^3$$

$$5476.16 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 1538.80 \text{ lb}$$

$$1538.80 \text{ lb} \times 15.9 \text{ \$/lb} = \$24\,466.92$$

$$\$ 45\,608.92 \quad (\text{COSTO TOTAL})$$

EFICIENCIA DE LA REACCION: 95% (PUEDE SER SUPERIOR).

$$\frac{3.354 \times 100}{95} = 3.526 \text{ Ton. DE LACTATO DE CALCIO}$$

ACIDO SULFURICO NECESARIO:

$$\frac{2.777 \times 98}{180} = \frac{272.214}{180} = 1.51 \text{ Ton. DE ACIDO SULFÚRICO.}$$

EFICIENCIA DE LA REACCION: 95%

$$\frac{1.5123 \times 100}{95} = 1.59 \text{ Ton. DE ACIDO SULFÚRICO}$$

VOLUMEN PARA DISEÑO DEL TANQUE II :

ACIDO SULFÚRICO

$$1.59 \text{ Ton} / 1.838 \text{ Ton/m}^3 = 0.864 \text{ m}^3$$

ACIDO LACTICO OBTENIDO = 1930.2 LITROS.

$$\text{VOLUMEN TOTAL : } 2794.3 \text{ LITROS} = 2.794 \text{ m}^3 + 0.279 \text{ m}^3 = 3.07 \text{ m}^3$$

$$V = \pi R^2 \times H$$

$$H = \frac{3.070 \text{ m}^3}{3.14(0.75 \text{ m})^2} = 1.74 \text{ m.}$$

MATERIAL SELECCIONADO : ACERO INOXIDABLE 316.

$$\sigma = 17350 \text{ LB/IN}^2 \quad C = 0.25 \text{ (PARA TAPA EMPOTRADA).}$$

$$E = 85\%$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1.838 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{AC.LAC.}} = 1.439 \text{ g/cm}^3$$

TAPA PLANA INFERIOR:

$$P = (62.99 \text{ IN} \times 0.054 \text{ LB/IN}^3) + 14.7 \text{ LB/IN}^2 = 18.10 \text{ LB/IN}^2$$

$$T = 0 \sqrt{\frac{P}{\sigma}}$$

$$T = 118.1 \text{ IN} \sqrt{\frac{0.25 \times \frac{18.10 \text{ LB/IN}^2}{17350 \text{ LB/IN}^2}}{}} = 1.889 \text{ IN} \approx 2 \text{ IN}$$

CILINDRO VERTICAL:

$$H = 1.74 \text{ m} = 68.5 \text{ in}$$

$$t = \frac{PR}{\sigma E - 0.6P} = \frac{(23.40 \text{ LB/IN}^2)(59.05 \text{ IN})}{(14747.5 - 14.04) \text{ LB/IN}^2} = 0.0937 \text{ IN}$$

$$t = 1/8 \text{ IN.}$$

COSTOS:

CILINDRO:

$$\pi r^2 = 3.14 (59.05)^2 \text{ IN} = 10\,948.86 \text{ IN}^2$$

$$\pi r^2 = 3.14 (59.236)^2 \text{ IN} = 11\,017.94 \text{ IN}^2$$

$$A = 69.08 \text{ IN}$$

$$V = (69.08 \text{ IN}^2)(68.5 \text{ IN}) = 4731.98 \text{ IN}^3$$

$$4731.98 \text{ IN}^3 \times 0.281 \text{ LB/IN}^3 = 1329.68 \text{ LB}$$

$$\text{PRECIO ACERO 316} = 15.9 \text{ \$/LB}$$

$$1329.68 \text{ LB} \times 15.9 \text{ \$/LB} = \$21\,142.00$$

$$\text{\$} = 21\,142.00$$

TAPA INF:

$$\pi r^2 \times H = 3.14 (872 \text{ IN}^2) \times 2 \text{ IN} = 5476.16 \text{ IN}^3$$

$$5476.16 \text{ IN}^3 \times 0.281 \text{ LB/IN}^3 = 1538.80 \text{ LB}$$

$$1538.80 \text{ LB} \times 15.9 \text{ \$/LB} = \$24\,466.92$$

$$\text{\$} 45\,608.92 \quad (\text{COSTO TOTAL})$$

TANQUE PARA ALMACEN DE ACIDO SULFURICO:

$$V = 6048.7 \text{ L.} \cdot 15\% = 6048.7 \text{ L.} \cdot 907.3$$

$$V_1 = 6956.00 \text{ L}$$

VOLUMEN DE TAPAS:

$$V = \frac{\pi D^3}{12}$$

$$V = 3.14(1.50)^3 / 12 = 0.882 \text{ m}^3$$

VOL. CILINDRO = VOL. TOTAL - VOL DE TAPAS.

$$V = 6.956 \text{ m}^3 - 0.882 \text{ m}^3 = 6.074 \text{ m}^3$$

$$H = \frac{6.074 \text{ m}^3}{3.14(0.75)^2 \cdot 1.758} = \frac{6.074 \text{ m}^3}{1.758} = 3.455 \text{ m}$$

TANQUE PARA ALMACEN DE ACIDO SULFURICO

$$P = 3 (59.05 \text{ in} + 0.0662 \text{ lb/in}^3) = 11.73 \text{ lb/in}^2$$

$$T = \frac{14.7 \text{ lb/in}^2 (59.05 \text{ in})}{2(17350)(0.85 - 0.2(14.7))} = 0.0294 \text{ in.}$$

$$r = \frac{0.9408}{32} = \frac{1}{32} \text{ in}$$

CILINDRO

$$T = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{(14.7 \text{ lb/in}^2)(29.52 \text{ in})}{[(17350)(0.85 - 0.6(14.7))] \cdot 1} = 0.029 \text{ in}$$

$$r = \frac{0.9408}{32} = \frac{1}{32} \text{ in}$$

TAPA:

$$\pi r^2 = 3.14 (29.53)^2 = 2738.08 \text{ in}^2$$

$$2738.08 \text{ in}^2 \times 0.031 \text{ in} = 84.88 \text{ in}^3$$

$$84.88 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 23.85 \text{ lb}$$

$$23.85 \text{ lb} \times 15.9 = \$379.21$$

$$\$379.21 \times 2 = \$758.42$$

CILINDRO:

$$\overline{u}_1^2 = 3.14 (29.52 \text{ in})^2 = 2737.57 \text{ in}^2$$

$$\overline{u}_2^2 = 3.14 (29.558 \text{ in})^2 = 2743.32 \text{ in}^2$$

$$A = 5.74 \text{ in}^2$$

$$V = 5.74 \text{ in}^2 \times 136.02 \text{ in} = 781.57 \text{ in}^3$$

$$781.57 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 219.62 \text{ lb}$$

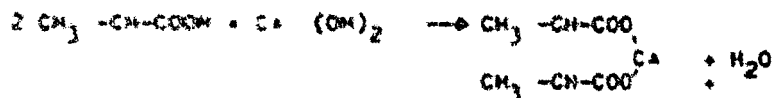
$$219.62 \text{ lb} \times 15.9 \text{ g/lb} = \$3491.97$$

COSTO TOTAL:

$$\$4250.39$$

VOLUMEN DEL TANQUE) :

Reacción:



$$90 \times 2 = 180 \text{ g}$$

$$218$$

$$18$$

ACIDO LACTICO NECESARIO DE LOS FERMENTADORES:

3.526 tons. = LACTATO DE CALCIO.

$$\frac{3.526 \times 180}{218} = \frac{634.68}{218} = 2.906 \text{ ton. de ACIDO LACTICO.}$$

95% DE EFICIENCIA OBTENEMOS:

$$\frac{2.906 \times 100}{95} = 3.058 \text{ ton. de ACIDO LACTICO.}$$

MEDICAMENTO DE CALCIO NECESARIO:

$$\frac{74 \times 3.058}{218} = \frac{225.70}{218} = 1.035 \text{ ton.}$$

95% DE EFICIENCIA:

$$\frac{1.035 \times 100}{95} = 103.5/95 = 1.089 \text{ ton.}$$

AGUA RESULTANTE DE LA REACCION:

$$1.089 \times 18/74 = 19.62/74 = 0.265 \text{ ton de AGUA}$$

VOLUMEN DEL TANQUE:

$$\text{ACIDO LACTICO DE LOS FERMENTADORES: } 3.058 \text{ ton.} = 2138.46 \text{ LITROS.}$$

VOLUMEN DE AGUA = 0.265 ton. = 265 litros

VOLUMEN TOTAL = 2193.46 L + 265 L = 2393.46 L.

VOLUMEN DE ZISTAT = 2393.46L + 25%

VOLUMEN DE ZISTAT = 2393.46L + 598.36L = 2991.82 L.

Y = 6900 LITROS (VOLUMEN RESERVADO DE FERMENTADOR).

EQUACION: $Y = 2.7x^2 + x$

$$6.90 \text{ m}^3 = 3.14 (0.75 \text{ m})^2 \cdot x$$

$$x = \frac{6.90 \text{ m}^3}{3.14 (0.56 \text{ m}^2)} = 3.94 \text{ m.}$$

MEZCLADOR

TANQUE 3

ACERO INOX.
316.MATERIA: ACIDO LACTICO + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + AGUA

MASA: 3.058 ton + 1.035 ton + 0.265 ton. = 4358 Kg.

VOLUMEN: 6900 L

$$\text{DENSIDAD} = \frac{4358 \text{ Kg.}}{6900 \text{ Litros.}} = 0.631 \text{ g/cm}^3 = 0.0227 \text{ lb/in}^3$$

$$R = 29.525 \text{ in. } D = 1.5 \text{ m} = 59.05 \text{ in. } H = 2.64 \text{ m} = 111.81 \text{ in.}$$

$$P = (0.0227 \text{ lb/in}^3) \times 111.81 \text{ in.} \times 20 \text{ lb/in}^2 = 22.54 \text{ lb/in}^2$$

TAPA INFERIOR

$$T = 59.05 \text{ in. } \sqrt{\frac{0.25 \times 22.54 \text{ lb/in}^2}{17350 \text{ lb/in}^2}} = 1.063 \text{ in.}$$

$$T = 1.063 = \frac{1 \times 0.504}{8} = 1 \frac{1}{16} \text{ in.}$$

CILINDRO VERTICAL:

$$T = \frac{P R}{\sigma E - 0.6 P} = \frac{(23.51)(29.525) \text{ lb/in}}{(18747.5 - 14.10) \text{ lb/in}^2}$$

$$T = 0.0471 = 0.753 \pm \frac{1}{8} \text{ in.}$$

CILINDRO:

$$\bar{W}_a^2 = 3.14 (29.525)^2 = 2737.20 \text{ in}^2$$

$$\bar{W}_b^2 = 3.14 (29.572)^2 = 2745.74 \text{ in}^2$$

$$A = 8.54 \text{ in}^2$$

$$155.11 \text{ in} = 1324.64 \text{ in}^3$$

$$1324.64 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 372.22 \text{ lb}$$

$$372.22 \text{ lb} \times 15.9 \text{ g/lb} = 85918.30$$

TAPA INF:

$$3.14 (29.52)^2 = 2736.29 \text{ in}^2$$

$$V = 2736.29 \text{ in}^2 \times 1.06 \text{ in} = 2900.46 \text{ in}^3$$

$$2900.46 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 815.03 \text{ lb.}$$

$$815.03 \text{ lb} \times 15.9 \text{ g/lb} = 812958.97$$

COSTO TOTAL: \$18 377.27

FERMENTADOR:

VOLUMEN NECESARIO DE ÁCIDO LÁCTICO AL NERVIDOR: 3.058 TON.
= 2138.46 LITROS.

CONSIDERANDO QUE:

100 KG. DE FÉCULA DE PAPA PRODUCEN DE 150 A 160 KG. DE ÁCIDO LÁCTICO.

VOLUMEN DE FÉCULA DE PAPA NECESARIA:

100 KG. + 3058 KG./150 KG. = 305800/150 = 2038.66KG. DE FÉCULA DE PAPA.

$$V = \frac{2038.66 \text{ kg.}}{1150 \text{ kg. m}^3} = 1.77 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DE MALTA NECESARIO:

CONSIDERANDO QUE A 1200 KG. DE FÉCULA DE PAPA SE LE AGREGA 120KG. DE MALTA, TENEMOS:

2038.66 + 120/1200 = 244639.2/1200 = 203.866 KG. DE MALTA

$$V = \frac{203.866 \text{ kg.}}{48.20 \text{ kg. m}^3} = 4.229 \text{ m}^3$$

DISEÑO DEL FERMENTADOR:

VOLUMEN DE ÁCIDO LÁCTICO = 6000 LITROS.

VOLUMEN NECESARIO: 6000 L. + 15% = 6000+900 = 6900 LITROS.

$$V = \pi R^2 \cdot H$$

$$6.9 \text{ m}^3 = 3.14 (1 \text{ m})^2 \cdot H$$

$$H = 6.9 \text{ m}^3 / (3.14 \text{ m}^2) = 2.20 \text{ m.}$$

PAPA

MALTA

ACERO INOX. 304.

MABA: 2038.66 KG. + 203.866 KG. = 2242.52 KG.

VOL: 5000 LITROS.

DENSIDAD: 2242.52 0.325 g/cm³ = 0.0117 LB/IN³

$$D = 2.0 \text{ m} = 78.74 \text{ IN } P = (0.0158 \text{ LB/IN}^3 \times 62.60 \text{ IN}) + 14.7 \text{ LB/IN}^2$$

$$P = 15.7 \text{ LB/IN}^2$$

TAPA PLANA:

$$t = 0 \sqrt{\frac{P}{G}} = 78.74 \text{ IN } \sqrt{0.25 \frac{15.7 \text{ LB/IN}^2}{17350 \text{ LB/IN}^2}} = 1.18 \text{ IN} = 1 \frac{3}{16} \text{ IN.}$$

CILINDRO VERTICAL:

$$T = \frac{PR}{\sigma t} = \frac{(21 \text{ LB/IN}^2)(39.37)}{14747.5 - 12.60} = 0.05661 \text{ IN} \approx \frac{1}{16} \text{ IN.}$$

FERMENTADOR:
CILINDRO.

INOX - 304

$$\pi d^2 = 3.14(39.37)^2 = (1549.99)3.14 = 4866.96 \text{ IN}^2$$

$$\pi d^2 = 3.14(39.426)^2 = (1552.41)3.14 = 4880.84 \text{ IN}^2$$

$$A = 4880.84 - 4866 = 13.88 \text{ IN}^2$$

$$V = 13.88 \text{ IN}^2 \times 86.61 \text{ IN} = 1202.14 \text{ IN}^3$$

$$1202.14 \text{ IN}^3 \times 0.281 \text{ LB/IN}^3 = 337.80 \text{ LB}$$

$$337.80 \text{ LB} \times 11.35 \text{ \$/LB} = \$3834.03$$

TAPA:

$$\pi d^2 = 3.14 (39.37 \text{ IN})^2 = 3.14(1549.99) = 4866.97 \text{ IN}^2$$

$$4866.97 \text{ IN}^2 \times 1.18 \text{ IN} = 5743.02 \text{ IN}^3$$

$$5743.02 \text{ IN}^3 \times 0.281 \text{ LB/IN}^3 = 1613.78 \text{ LB}$$

$$1613.78 \text{ LB} \times 11.35 \text{ \$/LB} = \$18316.40$$

COSTO TOTAL: \$ 22150.43

TANQUE PARA ALMACENAR MALTA:

VOLUMEN DE MALTA POR DIA = 203 KG.

VOLUMEN PARA LOS 7 DIAS = 1421 KG.

CONSIDERANDO QUE 120 KG. DE MALTA SE LE AGREGAN 2500 L. DE AGUA

$$1421 \times 2500/120 = 29604.16 \text{ L.}$$

EL TANQUE SE DISEÑA PARA EL DOBLE DE ESTE VOLUMEN, ASÍ LO ESTIPULA LA PATENTE ALEMANA:

$$\text{VOLUMEN} = 59208.32 \text{ L.} \times 10\% = 59208.32 + 5920.8 = 65129.12 \text{ L.}$$

VOLUMEN DEL TANQUE:

$$V = \pi R^2 \times H$$

$$65.12 \text{ M}^3 = 3.14(2\text{M})^2 \times H$$

$$n = 65.12 \text{ m}^3 / 3.14 (4 \text{ m}^2) = 65.12 \text{ m}^3 / 12.56 \text{ m}^2 = 5.18 \text{ m.}$$

$$\text{MASA} = 1421 \text{ Kg.} + 29\ 604 \text{ Kg.} = 31\ 025 \text{ Kg.}$$

$$\text{VOL.} = 59\ 208.3 \text{ LITROS.}$$

$$\rho = \frac{31\ 025 \text{ Kg.}}{59\ 208.3 \text{ L}} = 0.524 \text{ Kg/LITRO} = 0.0188 \text{ LB/IN}^3$$

ACERO INOX. 304

$$G = 17350 \text{ LB/IN}^2 \quad D = 4 \text{ m} = 157.48 \text{ IN}$$

$$H = 5.18 \text{ m} = 203.937 \text{ IN} \quad P = 8.53 \text{ LB/IN}^2$$

TAPA PLANA

$$t = 157.48 \text{ IN} \sqrt{0.25 \frac{18.53 \text{ LB/IN}^2}{17350 \text{ LB/IN}^2}} = 2.52 = 2 \frac{1}{2} \text{ IN.}$$

CILINDRO VERTICAL:

$$t = \frac{P R}{G E - 0.6 P} = \frac{(23.83 \text{ LB/IN}^2) (78.74 \text{ IN})}{[(17350)(0.85) - 0.6(23.83)] \text{ LB/IN}^2} = \frac{1}{8} \text{ IN}$$

$$\tilde{u}_n^2 = 3.14 (78.74 \text{ IN})^2 = 19467.97 \text{ IN}^2$$

$$\tilde{u}_n^2 = 3.14 (78.867 \text{ IN})^2 = 19530.80 \text{ IN}^2$$

$$A = 62.83 \text{ IN}^2$$

$$V = 62.83 \text{ IN}^2 \times 203.93 \text{ IN} = 12812.92 \text{ IN}^3$$

$$12812.92 \text{ IN}^3 \times 0.281 \text{ LB/IN}^3 = 3\ 600.43 \text{ LB}$$

$$3600.43 \text{ LB} \times 11.35 \text{ ¢/LB} = 40864.80$$

TAPA:

$$\tilde{u}_n^2 = 3.14 (78.74 \text{ IN})^2 = 19467.93 \text{ IN}^2$$

$$19467.93 \text{ IN}^2 \times 2.52 \text{ IN} = 49059.18 \text{ IN}^3$$

$$49059.18 \text{ IN}^3 \times 0.281 \text{ LB/IN}^3 = 13785.63 \text{ LB}$$

$$7\ 041.94 \text{ Kg.} \times 25 ¢/Kg = \$176\ 048.50$$

$$13785.63 \times 11.35 ¢/LB = \$156\ 466.90$$

COSTO DEL TANQUE: \$197\ 331.70

TANQUE NECESARIO PARA ALMACENAR LA FECULA DE PAPA

FECULA DE PAPA NECESARIA EN EL FERMENTADOR = 2.038 TON.

CONSIDERANDO QUE EL 75% ES AGUA:

$2.038 \times 75 / 100$ ES IGUAL A 1.52 TON DE AGUA

DISEÑO DEL TANQUE:

TON. DE FECULA UTILIZADA 7 DÍAS DE LA SEMANA: 14.266 TON

AGUA CONTENIDA: 10657.5 L

VOLUMEN = 10657.5 L = 20% DEL VOLUMEN.

VOLUMEN = 10657.5 L = 2131.5 L. = 12789 L.

ECUACION:

$$V = \pi R^2 \times H = 12.789 \text{ m}^3 / 3.14 (1 \text{ m})^2 \times H$$

$$H = 12.789 \text{ m}^3 / 3.14 \text{ m}^2 = 4.073 \text{ m.}$$

ACERO INOXIDABLE 304

= 17350 LB/IN

$$V = 12.789 \text{ m}^3$$

$$D = 2 \text{ m } R = 1 \text{ m}$$

$$D = 38.7 \text{ in. } R = 39.37 \text{ in.}$$

$$H = 4.07 \text{ m} = 160.23 \text{ in}$$

$$H = 3.39 \text{ m.}$$

S.G. = 1.15 (PARA FECULA DE PAPA)

TAPA PLANA:

$$T = D \sqrt{c \frac{P}{\sigma}} \therefore P = (1.15 \times 160.23 \text{ in} + 14.71 \text{ lb/in}^2) = 33.12 \text{ lb/in}^2$$

$$T = 78.74 \text{ in} \sqrt{0.25 \frac{33.12}{17350}} = 1.67 \text{ in} = 1 \frac{6}{8} \text{ in}$$

$$T = \frac{PR}{\sigma E - 0.6P} = \frac{(33.12 \text{ lb/in}^2)(39.37)}{(17350)(.85) - 0.6(33.12)} = 0.0885 \text{ in} = \frac{1}{8} \text{ in}$$

TAPA :

$$\pi R^2 = 3.14 (39.37 \text{ in})^2 = 4866.96 \text{ in}^2$$

$$4866.96 \text{ in}^2 \times 1.67 \text{ in} = 8127.82 \text{ in}^3$$

$$8127.82 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 2283.91 \text{ lb}$$

$$1038.46 \text{ Kg.} \times 25.00 \text{ \$/Kg} = \$25961.50$$

$$2283.91 \text{ lb} \times 11.35 \text{ \$/lb} = \$25922.37$$

CILINDRO.

$$\pi r^2 = 3.14 (39.37 \text{ in})^2 = 4866.96 \text{ in}^2$$

$$\pi r^2 = 3.14 (39.458 \text{ in})^2 = 4888.76 \text{ in}^2$$

$$A = 2180 \text{ in}^2 = 160.23 \text{ in}$$

$$21.80 \text{ in}^2 \times 160.23 \text{ in} = 3493.01 \text{ in}^3$$

$$3493.01 \text{ in}^3 \times 0.281 \text{ lb/in}^3 = 981.53 \text{ lb}$$

$$981.53 \text{ lb} \times 11.35 \text{ \$/lb} = \$11140.36$$

COSTO TOTAL: \\$37062.73

PECULA DE PAPA AL PROCESO

SUPONEMOS UN GASTO DE 100 G.P.M., O SEA 0.2228 ft^3

SELECCIONAMOS TUBO DE ACERO CÉDULA 40 DE 2"

SE OBTIENE ENTONCES UNA VELOCIDAD:

$$VEL. = 9.56 \text{ FT/SEG.}$$

$$\rho = 71.5 \text{ LB/FT}^3$$

$$\mu = 9.724 \times 10^4 \text{ LB/FT SEG. (SUPUESTA)}$$

CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA:

$$A = 0.0233 \text{ FT}^2$$

$$D = 0.1722 \text{ FT}$$

CALCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTES.

EN LA SUCCION:

	L/D	Le	D	Lt
TUBERIA	0.5m	1.75'	2"	1.75'
CODO	-	-	-	-
VALV. COMP. 13		2.2	2"	2.2
ENT. DE B. 47		8	2"	8.0
LONGITUD EQUIVALENTE				11.95

EN LA DESCARGA:

	No.	L/D	Le	D	Lt
TUBERIA	15.59	15.59	51.5	2"	51.50
CODO 90°	4	30	5.0	2"	20.0
VALV. COMP. 2		13	2.2	2"	4.40
CONEXION T 1		60	11.0	2"	11.0
LONGITUD EQUIVALENTE					86.90

EN LA SUCCION:

$$HFS = \frac{2fLeV^2}{gc D} = \frac{2 \times 0.0224 \times 11.95 (9.56)^2}{32.2 \times 0.1722}$$

$$HFS = 8.64 \text{ FT LBF/LBM}$$

$$Re = D\rho V/\mu = \frac{(0.1722 \text{ FT})(71.5 \text{ LB/FT}^3)(9.56)}{9.7 \times 10^{-4} \text{ LB/FT SEC.}}$$

$$Re = 121\ 216$$

DE LA PÁGINA NO. 3.9 DEL CRANE:

$$f = 0.022$$

EN LA DESCARGA:

$$H_{fs} = \frac{2fLEV^2}{gc D} = \frac{2(0.022)(86.90\ ft)(9.56)^2}{(1.7722)(32.2\ ft\ lb/lb\ sec^2)}$$

$$H_{fs} = 62.6\ ft\ lb/lb$$

$$W_P(z) = \frac{(P_0 - P_A) \cdot \frac{g(z_0)}{gc} + \frac{V_0^2}{2gc}}{1} + H_{fs}$$

$$W_P = -13.4 + 5.26 + 1.41 + 71.24 = 91.31\ ft\ lb/lb$$

CALCULO DE LA MASA VELOCIDAD

$$G = Q \times \rho = 0.2228 \times 71.5 = 15.9\ lb/sec.$$

POTENCIA DE LA BOMBA

$$P = \frac{W_0 \times W}{550 \times \eta} = \frac{91.31 \times 15.9}{550 \times 1} = 2.64\ HP$$

EFICIENCIA DE LA BOMBA (60%):

$$P = \frac{2.64}{0.6} = 4.4\ HP$$

CABEZA DE LA BOMBA (DIFERENCIA DE PRESIÓN DE ENTRADA Y O
DESCARGA:

$$W_0 \times = \frac{91.31 \times 71.5}{144} = 45.3\ lb/in^2$$

CALCULO DE GASTOS ANUALES DE ENERGÍA ELECTRICA A 17 ¢ EL
KILOWATT-HORAS.

$$E. \text{ ELECT.} = 4.4\ HP \times \frac{0.745\ KW}{1\ HP} = 7.28\ KW$$

$$\text{COSTO} = 3.28 \text{ Rs} \times \frac{80.17}{\text{KV HORA}} = \$ 0.558 \text{ HORA}$$

$$\begin{aligned} \text{GASTOS ANUALES} &= \frac{\$ 0.558}{\text{HORA}} \times \frac{8 \text{ HRS.}}{1 \text{ DIA}} \times \frac{360 \text{ DIAS}}{1 \text{ AÑO}} \\ &= \$ 1605.00 / \text{AÑO.} \end{aligned}$$

BOMBA SELECCIONADA

$$\text{GASTO MÁXIMO} = 30\,000 \text{ L/m} = 0.2228 \frac{\text{ft}^3}{\text{SEG.}}$$

$$\text{VEL.} = 2800 - 3600 \text{ RPM}$$

$$\text{POTENCIA} = 5 \text{ HP}$$

$$\text{PRECIO} = \$ 4320.00$$

MALTA DEL TANQUE DE ALMACEN A LOS FERMENTADORES.

$$\rho_{\text{malta}} = 32.7 \text{ lb/ft}^3$$

$$V = \frac{0.2229 \text{ ft}^3/\text{seg.}}{0.3322 \text{ ft}^2} = 6.7 \text{ ft/seg.}$$

$$Q = 2\pi \cdot A \cdot 0.3322 \text{ ft}^2$$

$$P_2 = 17.05 + 26.56 = 43.61 \text{ lb/ft}^2$$

$$P_1 = \text{ATMOSFERICA}$$

LONGITUD EQUIVALENTE

EN LA SUCCION

ACCESORIOS	Nº.	L/D	Le
TUBERIA	19.6	19.6	64.8 +
Codos 90°	4	30	40.0
VALV. COMP.	3	13	39.0
JUNTA DE EN- TRADA	1	46	9.0
LONG. EQUIVALENTE.			152.8

CALCULOS DE LAS PERDIDAS DE FRICCION

EN LA SUCCION:

$$h_f = \frac{(Z_2 - Z_1) \rho}{2g} + \frac{V^2}{2gc} + H_{fs}$$

Suponiendo un Retículo de 200,000 obtenemos un Fanning de 0.021.

$$MFS = \frac{0.021 \times 32.7 \text{ FT} (6.7 \text{ FT/SEG})^2}{0.206 \text{ FT} (64.4 \text{ FT LBF/LBF SEG}^2)}$$

$$MFS = 2.3 \text{ FT LBF/LBF}$$

EN LA DESCARGA

$$MFS = \frac{0.021 \times 120.6 \text{ FT} (6.7 \text{ FT/SEG})^2}{0.206 \text{ FT} (64.4 \text{ FT LBF/LBF SEG}^2)}$$

$$MFS = 0.62 \text{ FT LBF/LBF}$$

$$W = 3.59(3.3) \text{ FT LBF/LBF} + 10.92 \frac{\text{FT LBF}}{\text{LBF}}$$

$$W = 23.47 \text{ LBF FT/LBF}$$

DIFERENCIA DE PRESION DE ENTRADA Y DESCARGA.

$$WP = 23.47 \text{ FT LBF/LBF} (32.7 \text{ LB/FT}^3)$$

$$WP = 768 \text{ LB/FT}^2$$

$$W = QP = 0.2228 \text{ FT}^3/\text{SEG} (32.7 \text{ LB/FT}^3) = 7.3 \text{ LB/SEG.}$$

POTENCIA DE LA BOMBA.

$$P = \frac{(23.47 \text{ FT LBF/LBF}) (7.3 \text{ LB/SEG.})}{(550 \text{ FT LB/HP SEG}) (0.8)}$$

$$P = 0.39 \text{ HP}$$

ACIDO LACTICO DE LOS FERMENTADORES AL TANQUE III

$$\text{ACIDO LACTICO} = 1930 \text{ LITROS} = 68.14 \text{ FT}^3$$

$$\text{ALBUMINOIDES} = 244.64 \text{ KG.}$$

$$\rho_{\text{AC. LACTICO}} = 1.439 \text{ g/cm}^3 = 87.56 \text{ lb/ft}^3$$

$$V = 170.58 \text{ LITROS (ALBUMINOIDES).}$$

$$\text{VOL. APROX.} = 6 \text{ 000 LITROS}$$

SUPONEMOS UN GASTO DE 500 L/MIN O SEA OBTENEMOS UNA VELOCIDAD EN LA TUBERIA DE 3 IN DE

$$v = \frac{0.291 \text{ ft}^3/\text{SEG}}{0.058 \text{ ft}^2} = 5.01/\text{SEG}$$

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA:

$$\text{AREA DEL TUBO DE SUCCION 3 IN} = 0.058 \text{ FT}^2$$

$$\text{AREA DEL TUBO DE DESCARGA 2.5 IN} = 0.038 \text{ FT}^2$$

ACCESORIOS

EN LA SUCCION:

ACCESORIOS	NO.	L/D	D	L	LT
TUBERIA			3"	21.45 FT	21.45 FT
VALV. DE BOLA 1	145		3"	32 FT	32 FT
CODO 90°	2	30	3"	8 FT	16 FT
CONEA. T	2	20	3"	5 FT	10 FT

LONG. EQUIVALENTE: 79.45 FT

EN LA DESCARGA:

ACCESORIOS	L/D	D	L
Tubería		2.5"	23.1 FT
3 Codos 90°	30	2.5"	18 FT
LONG. EQUIVALENTE			41.1 FT

EN LA SUCCIÓN:

$$\rho = 87.56 \text{ LB/FT}^3$$

$$\mu = 0.0191 \text{ LB/FT SEC.}$$

$$D = 3" = 0.2717 \text{ FT}$$

$$Re = \frac{(0.27 \text{ FT}) (5.01 \text{ FT/SEC}) (87.56 \text{ LB/FT}^3)}{0.0191 \text{ LB/FT SEC}} = 6239$$

$$f = 0.035$$

$$H_{FB} = \frac{4(0.035)(79.45 \text{ FT})(5.01 \text{ FT/SEC})^2}{(0.27 \text{ FT})(64 \text{ FT LBM/LBF SEC}^2)} = 16.06 \text{ FT } \frac{\text{LBM}}{\text{LBF}}$$

EN LA DESCARGA:

$$Re = \frac{(0.219 \text{ FT}) (5.01 \text{ FT/SEC}) (87.56 \text{ LB/FT}^3)}{0.0191 \text{ LB/FT SEC}} = 5029$$

$$f = 0.038$$

$$H_{FB} = \frac{4(0.038)(41.1 \text{ FT})(5.01 \text{ FT/SEC})^2}{(0.219 \text{ FT})(64 \text{ FT LBM/LBF SEC}^2)} = 11.19 \text{ FT } \frac{\text{LBM}}{\text{LBF}}$$

$$W_p(0.6) = 1.01(13.2) \text{ FT } \frac{\text{LBW}}{\text{LBF}} + \frac{25.10 \text{ FT } \frac{\text{LBW}}{\text{LBF}}}{64} + 27.25 \text{ FT } \frac{\text{LBW}}{\text{LBF}}$$

$$W_p = 48.28 \text{ FT } \frac{\text{LBW}}{\text{LBF}}$$

POTENCIA DE LA BOMBA:

$$Q = 0.058 \text{ FT}^2 \times 5.01 \text{ FT/SEG} \times 87.56 \text{ LB/FT}^3$$

$$Q = 25.44 \text{ LB/SEG.}$$

$$P = \frac{25.44 \text{ LB/SEG} \times 48.28 \text{ FT LBW/LBF}}{550 \text{ FT LB/HP SEG}}$$

$$P = 2.23 \text{ HP}$$

BOMBA SELECCIONADA

BOMBA CENTRÍFUGA

ACERO INOXIDABLE

SELLO MECÁNICO

IMPULSOR ABIERTO

MOTOR ELÉCTRICO (60 CICLOS)

POTENCIA: 3 HP

PRECIO: \$18 500.00

LACTATO DE CALCIO Y ALBUMINOIDES DEL TANQUE III AL FILTRO PRENSA.

FLUJO DE MATERIALES A TRAVES DE TUBERIA, ACCESORIOS, BOMBA Y FILTRO PRENSA.

LACTATO DE CALCIO: 3.53 TON.

ALBUMINOIDES: 244.64 KG.

$$\rho_{\text{LACTATO DE CALCIO}} = 91.60 \text{ LB/FT}^3$$

$$\mu_{\text{LACTATO DE CALCIO}} = 0.019 \text{ LB/FT SEC.}$$

$$\rho_{\text{ALBUMINOIDES}} = 87.56 \text{ LB/FT}^3$$

$$\phi = \frac{91.60 \text{ LB/FT}^3 - 87.56 \text{ LB/FT}^3}{87.56 \text{ LB/FT}^3} = 0.046$$

PERCENTAJE DE SÓLIDO EN SUSPENSIÓN : $C = 10\%$ (APROXIMADO)

$$\rho_m = c \rho_s + (1-c) \rho_L$$

$$\rho_m = 0.1(91.60 \text{ LB/FT}^3) + (1.0 - 0.1) 87.56 \text{ LB/FT}^3$$

$$\rho_m = 87.96 \text{ LB/FT}^3$$

$$\frac{\rho_m}{\mu} = \frac{87.96 \text{ LB/FT}^3}{0.019 \text{ LB/FT SEC}} = 4629.47 \text{ SEC./FT}^2$$

$$d = 500 \text{ MICRAS} = 1.64 \times 10^{-3} \text{ FT}$$

$$(\pi \phi d) = 232 \times 0.046 \times 1.64 \times 10^{-3} \text{ FT} = 0.0175 \text{ FT}$$

$$V = (\pi \phi d)^{0.816} \left(\frac{\rho_m}{\mu} \right)^{0.633}$$

$$V = (0.0175)^{0.816} (4629.47 \times 0.166)^{0.633}$$

$$V = 3.43 \text{ FT/SEC. (VEL. MIN. EN UN D = 2 IN)}$$

VELOCIDAD NORMAL (SIN SEDIMENTACIÓN) :

$$(\phi d) = 685 \times 0.046 = 1.64 \times 10^{-3} = 51.67 \times 10^{-3} \text{ ft.}$$

$$V = (0.051 \text{ ft})^{0.816} (768.49)^{0.633}$$

$$V = 6.165 \text{ ft/seg.}$$

DETERMINAMOS AHORA EL GASTO MÁXIMO (ft^3/seg):

$$Q = 15 \pi (D^2 V)$$

$$Q = 15 (3.14) (0.166 \text{ ft})^2 (6.16 \text{ ft/seg})$$

$$Q = 8 \text{ ft}^3/\text{seg.}$$

EN BASE A LO ANTERIOR SELECCIONAMOS UNA BOMBA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

BOMBA CENTRIFUGA.

IMPULSOR SEMIABIERO.

VEL. 2900 RPM

POTENCIA: 10 HP

ACERO INOXIDABLE 316

PRECIO \$25 000.00

FILTRO PRENSA:

TAMAÑO: 48 IN.

AREA DE CÁMARA: 19.7 ft^2

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: MADERA

VOL. DE SÓLIDOS POR CÁMARA: 0.8 ft^3

NO. DE CÁMARAS: 49

PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN: 55 lb/ft^2

VOL. DE SÓLIDOS: 36 ft^3

PRECIO: \$ 150 000.00

LACTATO DE CALCIO DEL FILTRO PRENSA AL TANQUE II

$$V_{APROX.} = 2446 \text{ L.} = 86.34 \text{ ft}^3$$

SUPONEREMOS UN GASTO DE 7000 L/M O SEA $4.12 \text{ ft}^3/\text{MIN.}$

SELECCIONAMOS TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE, CÉVULA 10 S.

Tubo de succión $\approx 1"$

Tubo de descarga $\approx 1"$

ÁREA DE LA TUBERÍA $\approx 0.0056 \text{ ft}^2$

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA $\approx 0.0833 \text{ ft.}$

VEL. EN LA TUBERÍA $\approx 10.47 \text{ ft/seg.}$

CÁLCULO DE LAS LONGITUDES EQUIVALENTES.

EN LA SUCCIÓN:

	L/D	D	L	L'
Tubería		1"	3.29 ft	3.29 ft
Válvula 13		1"	1.2 ft	1.2 ft
Longitud Equivalente				4.49 ft.

EN LA DESCARGA:

	No.	L/D	D	L	L'
Tubería			1"	13.6 ft	13.6 ft
Codo 90°	3	30	1"	2.5 ft	7.5 ft
Longitud Equivalente.					21.1 ft

En la succión:

Supongamos que

$$\rho = 57.56 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0.0191 \text{ lb/ft seg.}$$

$$D = 1" = 0.0833 \text{ ft.}$$

$$v = 10.47 \text{ ft/seg.}$$

$$Re = \frac{(0.0833) \text{ ft} (10.47 \text{ ft/seg}) (57.56 \text{ lb/ft}^3)}{0.0191 \text{ lb/ft seg.}}$$

$$Re = 3998$$

$$f = 0.041$$

$$h_{fs} = \frac{4(0.041)(4.47 \text{ ft})(10.47 \text{ ft/seg})^2}{(0.0833) \text{ ft} (62.4 \text{ lb/ft}^3)} = 12.14 \text{ ft LBR}$$

En la descarga:

$$Re = \frac{(0.0833) (10.47 \text{ ft/seg}) (57.56 \text{ lb/ft}^3)}{0.0191 \text{ lb/ft seg.}} = 3998$$

$$f = 0.041$$

$$h_{fd} = \frac{4(0.041)(27.7 \text{ ft})(10.47 \text{ ft/seg})^2}{(0.0833) \text{ ft} (62.4 \text{ lb/ft}^3)} = 77.76 \text{ ft LBR/LBR}$$

$$h_{fs} = 77.76 \text{ ft LBR/LBR}$$

TRABAJO REALIZADO POR LA BOMBA

$$WP (.70) = 101 (5.71) \frac{FT LBM}{LBF} + \frac{109.62 FT LBM}{64 LBF} + 86.30 \frac{FT LBM}{LBF}$$

$$WP = 133.9 FT LBM/LBF$$

POTENCIA DE LA BOMBA.

$$Q = (0.00656 FT^2)(10.47 FT/SEG)(87.56 LB/FT^3) = 6.01 LB/SEG.$$

$$P = \frac{(6.01 LB/SEG)(133.9 FT LBM/LBF)}{550 FT LB/HP SEG.}$$

$$P = 1.46 HP$$

BOMBA SELECCIONADA:

POTENCIA = 1.5 HP

CAUDAL MÁXIMO = 10,000 L/M.

VELOCIDAD DE 2800 - 3600 RPM.

PRECIO \$ 2850.00

ACIDO SULFURICO AL PROCESO

VOLUMEN DE ACIDO SULFÚRICO = 864 LTROS. = 30.50 FT^3

ELEGIMOS PARA TRANSPORTAR EL ACIDO SULFÚRICO:

TUBERÍA DE SUCCIÓN = $1\frac{1}{8}$ IN

TUBERÍA DE DESCARGA = 1 IN

LA TUBERÍA ES CÉDULA 10 S DE ACERO INOXIDABLE

SUPONEROS UN GASTO, QUE NOS DARÁ UNA VELOCIDAD:

$$G = 5.54 \text{ FT}^3/\text{MIN.}$$

VELOCIDAD EN LA SUCCIÓN

$$V_A = \frac{5.54 \text{ FT}^3/\text{MIN.}}{0.01134 \text{ FT}^2} = 488.53 \text{ FT/MIN} = 8.14 \text{ FT/SEG.}$$

TIE'PO DE BOMBEO:

$$T = \frac{30.50 \text{ FT}^3}{5.54 \text{ FT}^3/\text{MIN}} = 5.51 \text{ MIN. (SE CONSIDERA CORRECTO).}$$

VELOCIDAD EN LA DESCARGA:

$$V_D = \frac{V_A \times \text{AREA TUBO SUCCIÓN}}{\text{AREA TUBO DESCARGA}}$$

$$V_D = \frac{8.14 \text{ FT/SEG} \times 0.01134 \text{ FT}^2}{0.00656 \text{ FT}^2} = 14.21 \text{ FT/SEG.}$$

PERDIDAS POR FRICCION (EN LA SUCCION)

$$\rho = 1.838 \text{ g/cm}^3 = 114.50 \text{ LB/FT}^3$$

$$D = 1.25" = 0.104 \text{ FT}$$

$$v = 8.14 \text{ FT/SEC.}$$

$$\mu = 0.0161 \text{ LB/FT SEC}$$

$$Re = \frac{(0.104 \text{ FT})(8.14 \text{ FT/SEC})(114.5 \text{ LB/FT}^3)}{0.0161 \text{ LB/FT SEC.}} = 6020.49$$

$$f = 0.037$$

LONGITUD EQUIVALENTE:

	L/D	D	L	LT
VALV. COMP.	13	1"	1.5 FT	1.5 FT
CODO 90°	30	1"	3.5 FT	3.5 FT
TUBERIA		1"	9.85 FT	9.85 FT
LONGITUD EQUIVALENTE				14.85 FT

$$HFS = \frac{4 f L E V A^2}{D \quad 2g}$$

$$HFS = \frac{4(0.037)(14.85 \text{ FT})(8.14 \text{ FT/SEC})^2}{(0.104 \text{ FT})(64.4 \text{ FT LBM/LBF SEC}^2)}$$

$$HFS = 21.73 \text{ FT LBF/LBM}$$

PERDIDAS POR FRICCION (EN LA DESCARGA)

$$R_E = \frac{(0.0833 \text{ FT})(14.21 \text{ FT/SEG})(114.50 \text{ LB/FT}^3)}{0.0161 \text{ FT/FT SEG.}} = 8418$$

$$f = 0.035$$

LONGITUD EQUIVALENTE:

	L/D	D	L	L _T
TUBERIA		1"	6.90 FT	6.90 FT
Codo 90°	30	1"	2.5 FTE/U	5.0 FT
LONGITUD EQUIVALENTE				11.90 FT

$$H_{FS} = \frac{4(0.035)(11.9 \text{ FT})(14.21 \text{ FT/SEG})}{(0.0833 \text{ FT})(64.4 \frac{\text{FT LBM}}{\text{LB SEC}^2})} = 15.69 \text{ FT LBM/LBM}$$

TRABAJO REALIZADO

$$W_{PL} = (G/CC) Z_B + V_B^2 / 2GC + H_{FS} \quad Z_B = 0$$

$$W_P(.70) = 3.13 \text{ FT LBM/LBF SEC}^2 + 37.42 \text{ FT LBM/LBF SEC}^2$$

$$W_P = 57.93 \text{ FT LBM/LBF SEC}^2$$

POTENCIA:

$$Q = \text{AREA TUBO SUCCION} \times \text{VEL. TUBO SUCCION} \times \text{DENSIDAD}$$

$$Q = 0.01134 \text{ FT}^2 \times 8.14 \text{ FT/SEG} \times 114.50 \text{ LB/FT}^3$$

$$Q = 10.56 \text{ LB/SEG.}$$

$$P = Q Wp / 550 \frac{FT \cdot LB}{HP \cdot SEG.}$$

$$P = \frac{(57.93 \frac{FT \cdot LB}{LBF \cdot SEG^2})(10.56 \frac{LB}{SEG})}{550 \frac{FT \cdot LB}{HP \cdot SEG.}}$$

$$P = 1.11 \text{ HP}$$

BOMBA SELECCIONADA:

$$\text{GASTO MÁXIMO} = 10000 \text{ L/P} = 5.83 \text{ FT}^3/\text{MIN}$$

$$\text{VELOCIDAD} = 2800 - 3600 \text{ RPM}$$

$$\text{POTENCIA DEL MOTOR} = 1.5 \text{ HP}$$

$$\text{PRECIO} = \$2850.00$$

ACIDO LACTICO Y SULFATO DE CALCIO DEL TANQUE II AL FILTRO PRENSA.

FLUJO DE MATERIALES A TRAVES DE TUBERIA, ACCESORIOS, BOMBA Y FILTRO PRENSA.

$$\text{ACIDO LACTICO} = 1930.2 \text{ LITROS} = 68.14 \text{ FT}^3$$

$$\text{SULFATO DE CALCIO} = 2.20 \text{ TON.}$$

$$\rho_{\text{AC.LAC.}} = 1.439 \text{ g/cm}^3 = 87.56 \text{ LB/FT}^3$$

$$\mu_{\text{AC.LAC.}} = 28.50 \text{ CP.} = 0.0191 \text{ LB/FT SEG.}$$

$$\text{S.G.}(\text{CaSO}_4) = 2.32$$

$$\rho_{\text{CaSO}_4} = 144.53 \text{ LB/FT}^3$$

$$V_{\text{CaSO}_4} = 33.82 \text{ FT}^3$$

CALCULAMOS LA VELOCIDAD MÍNIMA, SIN SEDIMENTARSE Y CON FLUJO HOMOGÉNEO:

$$\phi = \frac{\rho_s - \rho_L}{\rho_L}$$

$$\phi = \frac{144.53 \text{ LB/FT}^3 - 87.56 \text{ LB/FT}^3}{87.56 \text{ LB/FT}^3}$$

$$\phi = 0.65$$

PORCENTAJE DE SÓLIDO EN SUSPENSIÓN: $C = 35.3 \%$

$$\rho_m = C \rho_s + (1-C) \rho_L$$

$$\rho_m = 0.353 \times 144.53 \text{ LB/FT}^3 + (1-0.353)(87.56 \text{ LB/FT}^3)$$

$$\rho_m = 107.67 \text{ LB/FT}^3$$

$$\frac{\rho_m}{\mu} = \frac{107.67 \text{ LB/FT}^3}{28.5 \text{ CP}} = \frac{107.67 \text{ LB/FT}^3}{0.0191 \text{ LB/FT SEC}}$$

$$\frac{\rho_m}{\mu} = 5637.17 \text{ SEC/FT}^2$$

$$\frac{\rho_m}{\mu} = 3.78 \text{ LB/FT}^3 \text{ CP}$$

$$\delta = 80 \text{ MICRAS} = 80 \times 3.28 \times 10^{-6} = 2.62 \times 10^{-4} \text{ FT}$$

PARA VELOCIDAD MÍNIMA : $K = 232$ $D = 2 \text{ IN.}$

$$(\kappa \phi \delta) = (232)(0.65)(2.62 \times 10^{-4} \text{ FT}) = 0.0395 \text{ FT.}$$

$$V = (\kappa \phi \delta)^{0.816} \left(\frac{\rho_m D}{\mu} \right)^{0.633}$$

$$V = (0.0395)^{0.816} (5637.17 \times 0.166)^{0.633}$$

$$V = 5.43 \text{ FT/SEC.}$$

PARA VELOCIDAD NORMAL : $K = 685$ (SIN SEDIMENTACIÓN)

$$(\kappa \phi \delta) = (685)(0.65)(2.62 \times 10^{-4} \text{ FT}) = 0.1166 \text{ FT}$$

$$V = (0.1166)^{0.816} (935.77)^{0.633}$$

$$V = 13.22 \text{ FT/SEC.}$$

$$Q = 15 \pi (D^2 V)$$

$$Q = 15 (3.14)(0.166 \text{ FT})^2 (13.22 \text{ FT/SEC})$$

$$Q = 17.18 \text{ FT}^3/\text{SEC.}$$

SELECCIONAMOS EN BASE A LO ANTERIOR:

BOMBA CENTRIFUGA

IMPULSOR SEMIABIERTO

VEL. 2900 RPM

P = 10 MP

ACERO INOXIDABLE

PRECIO: \$25 000.00

SELECCION DEL FILTRO PRESA:

VOLUMEN DEL CASO₄ : 33.82 FT³

FILTRO PRESA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

TAMANO : 48 IN.

AREA DE CÁMARAS: 19.7 FT²

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: MADERA

VOL. DE SÓLIDOS POR CÁMARAS: 0.8 FT³

Nº. DE CÁMARAS: 45

PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN: 55 LB/FT²

VOL. DE SÓLIDOS: 36 FT³

PRECIO: \$ 150 000.00

ACIDO LACTICO DEL FILTRO PRESA AL TANQUE DE ALMACEN

$$V_f = 1.93 \text{ m}^3/\text{dia} = 1930 \text{ LITROS}/\text{dia}.$$

SUPONER UN CARGO DE 5000L/H O SEA $2.94 \text{ ft}^3/\text{min}.$

CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS

AREA DEL TUBO DE SUCCIÓN 1" = 0.00656 ft^2

AREA DEL TUBO DE DESCARGA 3/4" = 0.00426 ft^2

ACCESORIOS

EN LA SUCCIÓN:

	L/D	D	L	Lt
TUBERIA		1"	9.85ft	9.83ft
VÁLVULA DE COM PUERTA	13	1"	1.2	1.2ft

LONGITUD
EQUIVALENTE

EN LA DESCARGA:

	L/D	D	L	Lt
TUBERIA		3/4"	23.30ft	23.30ft
Codos 90°	30	3/4"	2ft	4 ft
VALV.COMP.	13	3/4"	0.9ft	.9ft
LONG. EQUIVALENTE				28.20ft.

TIEMPO DE BOMBEO:

$$T = \frac{1930 \text{ LITROS}}{83.33 \text{ L/min}} = 23.16 \text{ min}$$

$$\text{GASTO} = 5000 \text{ L.P.H} = 83.33 \text{ L/min.}$$

VEL. EN EL TUBO DE SUCCIÓN:

$$V_s = \frac{2.94 \text{ FT}^3/\text{min}}{0.00656 \text{ FT}^2} = 7.47 \text{ FT/SEG.}$$

VELOCIDAD EN LA TUBERIA DE DESCARGA:

$$V_d = \frac{V_{\text{SUCCIÓN}} \times \text{AREA TUBO DE SUCCIÓN}}{\text{AREA TUBO DE DESCARGA.}}$$

$$V_d = \frac{448.17 \text{ FT/min} \times 0.00656 \text{ FT}^2}{0.00426 \text{ FT}^2} = 11.50 \text{ FT/SEG.}$$

TRABAJO REALIZADO POR LA BOMBA:

PERDIDAS POR FRICCION:

DATOS:

$$\mu = 28.50 \text{ cP.} = 0.0191 \text{ LB/FT SEG.}$$

$$D = 1" = 0.0833 \text{ FT}$$

$$\rho = 1.439 \text{ g/cm}^3 = 87.56 \text{ LB/FT}^3$$

EN LA SUCCION:

$$Re = \frac{(0.0833 \text{ FT})(7.47 \text{ FT/SEG})(87.56 \text{ LB/FT}^3)}{0.0191 \text{ LB/FT SEG}} = 2852.35$$

$$f = 0.045$$

PERDIDAS POR FRICCION:

$$H_{fs} = \frac{4 f L V_s^2}{D 2gc}$$

$$H_{fs} = \frac{4(0.045)(11.05 \text{ FT})(7.47 \text{ FT/SEG})^2}{(0.0833 \text{ FT})(64 \text{ FT LBM/LOF SEG}^2)} = 20.82 \text{ FT LBF/LOF}$$

EN LA DESCARGA:

$$Re = \frac{(0.0625 \text{ FT})(11.50 \text{ BT/SEG})(87.56 \text{ LB/FT}^3)}{0.0191 \text{ LB/FT SEG}} = 3294.76$$

$$f = 0.0425$$

PERDIDAS POR FRICCION:

$$H_{fs} = \frac{4(0.0425)(28.20 \text{ FT})(11.50 \text{ FT/SEG})^2}{(0.0625 \text{ FT})(64.4 \frac{\text{FT LB}}{\text{LB FT SEG}})^2} = 39.16 \text{ FT LB/LSB}$$

TRABAJO REALIZADO POR LA BOMBA:

$$W_p = \frac{gZ_b}{g_c} + V_b^2/2g + H_{fs}$$

$$W_p (1.60) = 1.01 (8.21 \text{ FT}) \text{ LB/LSB} + 59.98 \text{ FT LB} = 70.32 \frac{\text{FT LB}}{\text{LSB}}$$

POTENCIA DE LA BOMBA:

$$Q = \text{AREA TUBO DE SUCCION} \times \text{VEL. TUBO DE SUCCION} \times \text{DENSIDAD}$$

$$Q = 0.00656 \text{ FT}^2 \times 7.47 \text{ FT/SEG} \times 87.56 \text{ LB/FT}^3 = 4.29 \text{ LB/SEG.}$$

$$P = Q \text{ HP/550} \frac{\text{FT LB}}{\text{HP SEG.}} = \frac{4.29 \text{ LB/SEG} \times 70.32 \text{ FT LB/LSB}}{550 \text{ FT LB/HP SEG.}}$$

$$P = 0.548 \text{ HP}$$

BOMBA SELECCIONADA

POTENCIA = 0.5HP
 VEL. DE 2800 - 3600 R.P.M
 CAUDAL MÁXIMO = 5000 LITROS/HORA
 PRECIO \$ 1450.00.

DISEÑO DEL AGITADOR DEL TANQUE III

$$\rho = 4150 \text{ Kg}/6.9 \text{ m}^3 = 601 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

$$P = 601 \text{ Kg}/\text{m}^3 \times 3.94 \text{ m} = 2364 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

FUERZA EN EL ASPA DEL AGITADOR:

$$F = A \times B \times P$$

$$F = 0.9 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} \times 2364 \text{ Kg}/\text{m}^2 = 212.76 \text{ Kg.}$$

POTENCIA NECESARIA PARA MOVER EL AGITADOR:

$$P = \frac{0.18 F}{75 \text{ Kg m}/\text{seg HP}}$$

$$P = \frac{0.18(0.9 \text{ m})(30 \text{ rev}/\text{min})(212.76 \text{ Kg})}{(75 \text{ Kg m}/\text{seg HP})(60 \text{ seg}/1 \text{ min.})}$$

$$P = 4.00 \text{ HP}$$

MOMENTO MAXIMO EN LA MOJA DEL AGITADOR(ASPA):

$$M_{\text{max}} = \frac{W \times L^2}{2}$$

$$M_{\text{max}} = \frac{(212.76 \text{ Kg}/0.45 \text{ m})(0.45 \text{ m})^2}{2}$$

$$M_{\text{max}} = 47.28 \text{ Kg} - \text{m.}$$

MODULO DE SECCION:

$$Z = \frac{M}{S} = \frac{47.28 \text{ Kg-m}}{12,212,200 \text{ Kg.}/\text{m}^2}$$

$$Z = 3.87 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$Z_{xx} = \pi r^2 / 6$$

$$= 6 Z_{xx} / \pi$$

$$= 6 \times 0.00000317 \pi^3 / 0.45 \pi$$

$$= 0.0071 \pi = 7.1 \pi.$$

DISEÑO DEL AGITADOR DEL TANQUE II

$$\rho = 4800 \text{ Kg}/3.07 \pi^3 = 1589.57 \text{ Kg}/\pi^3$$

$$\rho = 1589.57 \text{ Kg}/\pi^3 \times 1.74 \pi = 2765.85 \text{ Kg}/\pi^2$$

$$F = 0.9 \pi \times 0.1 \times 2765/\text{Kg}/\pi^2 = 248 \text{ Kg}.$$

POTENCIA NECESARIA PARA MOVER EL AGITADOR:

$$P = \frac{3.14(0.9\pi)(30 \text{ rev}/\pi\text{min})(248\text{Kg})}{(75 \text{ Kg } \pi/\text{seg HP})(60 \text{ seg}/1 \text{ min.})}$$

$$P = 4.66 \text{ HP}$$

MOMENTO MAXIMO EN CADA ASPA:

$$M_{\text{MAX}} = \frac{(274.43 \text{ Kg.}/0.45 \pi)(0.45\pi)^2}{2}$$

$$M_{\text{MAX}} = 60.98 \text{ Kg} - \pi.$$

MODULO DE SECCION:

$$I = \frac{60.98 \text{ Kg} - \pi}{12 \times 12 \times 200 \text{ Kg}/\pi^2}$$

$$I = 4.99 \times 10^{-6} \pi^3$$

CALOR SUMINISTRADO AL SISTEMA:

a).- CALOR SUMINISTRADO AL TANQUE DE MALTA:

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 50^{\circ}\text{C}$$

$$C_p = 0.32 \text{ CAL/g }^{\circ}\text{C}$$

$$m = 4433.87 \text{ Kg.}$$

$$Q = (4433.87 \text{ Kg})(0.32 \text{ CAL/g }^{\circ}\text{C})(50^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})$$

$$Q = 42565.2 \text{ Kcal}$$

$$Q = 42565.200 \text{ CAL BTU/252 CAL.}$$

$$Q = 168909.52 \text{ BTU}$$

b).- CALOR SUMINISTRADO A LOS FERMENTADORES:

$$\text{FECULA DE PAPA} = 2038.66 \text{ Kg.}$$

$$\text{MALTOSA} = 203.866 \text{ Kg.}$$

$$\text{AGUA} = 184 \text{ Kg.}$$

$$Q_1 = (203.9 \text{ Kg})(0.320 \text{ CAL/g }^{\circ}\text{C})(80^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})$$

$$Q_1 = 3915000 \text{ CAL BTU/252 CAL.}$$

$$Q_1 = 15535.72 \text{ BTU.}$$

$$Q_2 = (184 \text{ Kg})(1 \text{ CAL/g }^{\circ}\text{C})(80^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})$$

$$Q_2 = 11\,040\,000 \text{ CAL BTU}/252 \text{ CAL}$$

$$Q_2 = 43\,809.52 \text{ BTU.}$$

$$Q_3 = (2038.66 \text{ Kg})(0.348 \text{ CAL/g } ^\circ\text{C})(80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = 42\,567\,000 \text{ CAL x BTU}/252 \text{ CAL}$$

$$Q_3 = 168\,916.66 \text{ BTU}$$

$$Q_T = 228\,261.9 \text{ BTU}$$

CALOR SUMINISTRADO AL FERMENTADOR (DURANTE LA FERMENTACIÓN).

MALTOSA: $Q_1 = (203.9 \text{ Kg})(0.32 \text{ CAL/g } ^\circ\text{C})(50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$

$$Q_1 = 1\,957\,500 \text{ CAL BTU}/252 \text{ CAL}$$

$$Q_1 = 7\,767.86 \text{ BTU}$$

AGUA: $Q_2 = (184 \text{ Kg})(1 \text{ CAL/g } ^\circ\text{C})(50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$

$$Q_2 = 5\,520\,000 \text{ CAL BTU}/252 \text{ CAL.}$$

$$Q_2 = 21\,904.76 \text{ BTU}$$

FECULA DE
PAPA:

$$Q_3 = (2038.66 \text{ Kg})(0.348 \text{ CAL/g } ^\circ\text{C})(50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = 21\,283\,500 \text{ CAL BTU}/252 \text{ CAL.}$$

$$Q_3 = 84\,458.33 \text{ BTU}$$

$$Q_T = 114\,131.95 \text{ BTU}$$

c).- CALOR AL Hervidor:

APLICANDO LA REGLA DE KOPP: DETERMINAREMOS LA CAPACIDAD CALÓ
RICA PARA:

ACIDO LACTICO : $C_3 O_3 H_6$

C=2.8

O=6.0

H=4.3

CP= 52.2 CAL/Kg °C

CP= 0.444 CAL/g °C

HIDROXIDO DE CALCIO: $Ca(OH)_2$

Ca=8.0

O=6.0

H=4.3

CP=28.6 CAL/Kg °C

ALBUMINOIDES : $C_{15} H_{11} O_4 I_4 N$

I = 8.0

N = 8.0

CP= 0.153 CAL./G°C

ACIDO LACTICO: 3.058 ton

$$Q = (3058 \text{ Kg})(0.444 \text{ CAL/g } ^\circ\text{C})(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$Q = 67 \text{ 887 500 CAL BTU/252 CAL} = 26 \text{ 939.48 BTU}$$

ALBUMINOIDES: 145.6 Kg.

$$Q = (145.6 \text{ Kg})(153.3 \text{ CAL/Kg } ^\circ\text{C})(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$Q = 1 \text{ 116 024 CAL. BTU/252 CAL.} = 442 \text{ 866 BTU}$$

HIDROXIDO DE CALCIO: 1.035 TON.

$$Q = (1035 \text{ Kg.})(28.6 \text{ CAL/Kg. } ^\circ\text{C})(70^\circ\text{C}-20^\circ\text{C})$$

$$Q = 14\ 800\ 500 \text{ CAL BTU}/252 \text{ CAL} = 58\ 732.14 \text{ BTU}$$

a).- CALOR SUMINISTRADO AL TANQUE DE MALTA: 168 909 BTU

b).- CALOR SUMINISTRADO A LOS FERMENTADORES:

$$Q = 287\ 607 \text{ BTU (ESTERILIZADO)}$$

$$Q = 143\ 803.57 \text{ BTU (PERMANENTE)}$$

c).- CALOR SUMINISTRADO AL HERVIDOR: 528 537 BTU.

CALOR TOTAL SUMINISTRADO AL SISTEMA.

$$Q=1128\ 857.85 \text{ BTU}$$

CON EL 20% AGREGADO A ESTE VALOR, SE CONSIDERARÁ
COMO EL CALOR TOTAL PARA EL DISEÑO DEL EQUIPO :

$$Q = 1\ 354\ 630 \text{ BTU.}$$

CALOR NECESARIO EN UNA HORA

$$Q = 1\,354\,629.42 \text{ BTU.}$$

VAPOR NECESARIO PARA SUMINISTRAR EL CALOR:

$$Q = 1\,354\,629.42 \text{ BTU}$$

$$h_{fg} = 965.5 \text{ BTU/LB}$$

$$P = 16.3 \text{ LB/IN}^2$$

$$Q = w \lambda$$

$$w = Q/\lambda = \frac{1\,354\,629.42 \text{ BTU}}{965.5 \text{ BTU/LB}} = 1\,403.04 \text{ LB DE VAPOR.}$$

EN BASE A LO ANTERIOR PROCEDEROS A EVALUAR Y SELECCIONAR LA CALDERA:

COMBUSTIBLE: GAS NATURAL.

CONSTA DEL SIGUIENTE EQUIPO :

CALDERA

TANQUE DE ALMACEN DE COMBUSTIBLE

CHIMENEA

SUAVIZADOR DE AGUA

DEAERADOR

PRECIO DE ESTE EQUIPO YA INSTALADO

\$ 154 000.00

TUBERÍA PARA CONducir EL VAPOR Y AISLANTE PARA RECUBRIR LA TUBERÍA.

DE LAS TABLAS DEL LIBRO "PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR"
DEL AUTOR DONALD Q. KERN:

$$T_{\text{VAPOR}} = 220^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{AIRE}} = 70^{\circ}\text{F}$$

AISLANTE: ASBESTO

$$k = 0.111 \text{ BTU/IN FT}^2$$

$$c = 0.5 \text{ IN}$$

GRAFICANDO Y CALCULANDO PARA DIVERSOS DIÁMETROS DE TUBERÍA Y ESPESORES DE AISLANTE SE OBTUVO UN DIÁMETRO Y UN ESPESOR ÓPTIMO:

TUBERÍA SELECCIONADA

$$D = 3 \text{ IN (DIAM. NOM.)}$$

$$D_o = 3.5 \text{ IN}$$

CÉDULA 40

ACERO COMERCIAL

SUPONIENDO UNA TEMPERATURA PARA EL AISLANTE:

$$T_1 = 130^{\circ}\text{F}$$

$$T_2 = 70 = 60^{\circ}\text{F}$$

CON ESTA TEMPERATURA Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
DETERMINAMOS EL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN Y RADIACIÓN:

$$h_A = 2.1 \text{ BTU/H FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

PÉRDIDA DE CALOR POR PIE LINEAL:

$$Q = \frac{\bar{h} (T_B - T_A)}{\frac{2.3}{2.314} \log \frac{D_i}{D_o} + \frac{1}{h_o D_o}}$$

$$Q = \frac{2.14 (220 - 70)}{\frac{2.3}{2.314} \log \frac{4.5}{3.5} + \frac{1}{2.1 (0.314)}}$$

$$Q = 155.44 \text{ BTU/FT}$$

PARA COMPROBAR LA TEMPERATURA SUPUESTA PARA EL AISLANTE:

$$Q = \frac{2.314 \bar{h} (T_B - T_1)}{2.3 \log \frac{D_o}{D_i}}$$

$$155.44 \text{ BTU/FT} = \frac{2(314)(0.111)}{2.3 \log 4.5/3.5} (220 - T_1)$$

$$T_1 = 133^\circ\text{F}$$

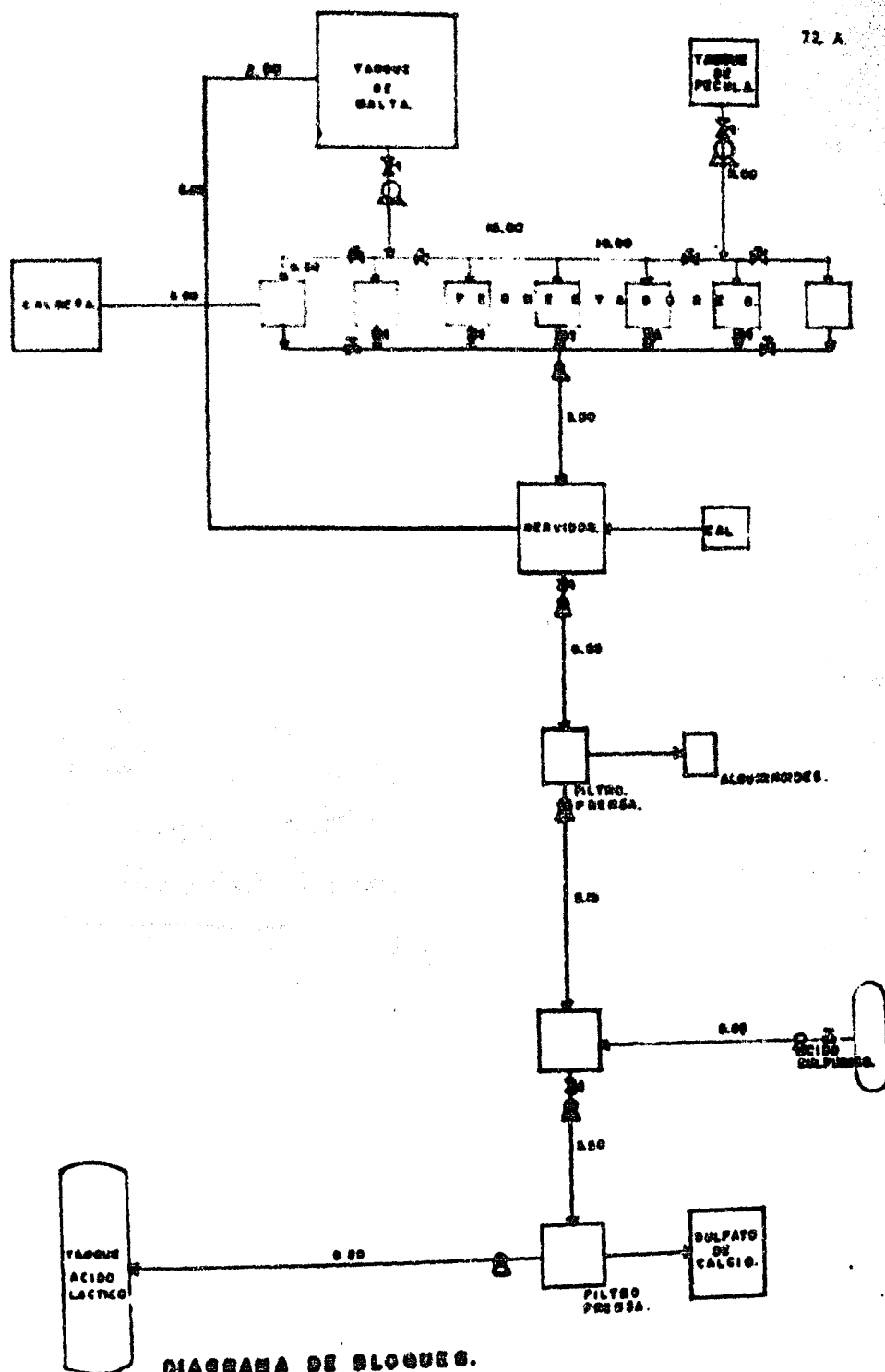
PÉRDIDA DE CALOR EN TODO EL SISTEMA: (LONGITUD 69.3 FT)

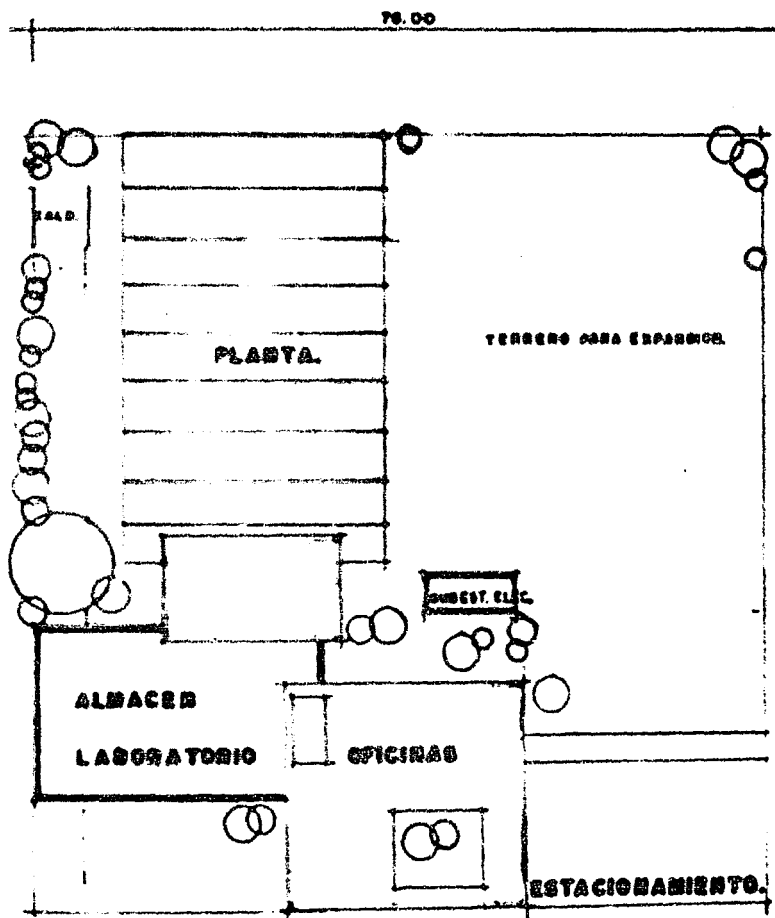
$$Q = 69.3 \text{ FT} \times 155.44 \text{ BTU/FT} = 10\,772 \text{ BTU}$$

CALOR NECESARIO EN TODO EL SISTEMA:

$$Q = 1\,365\,401.42 \text{ BTU}$$

VAPOR NECESARIO EN TODO EL SISTEMA: 1 414.19 LB DE VAPOR.





PLANTA DE CONJUNTO.

CAPITULO VIII

COSTO TOTAL DE LA PLANTA

EVALUACION A PARTIR DEL TANQUE DE ALMACEN.

COSTO DEL TANQUE: (CONSIDERANDO COMO ESPESOR POR CORROSIÓN

$$\frac{0.015 \text{ in}}{10 \text{ AÑOS}}$$

CILINDRO : \$ 67 948.65

2 TAPAS : \$ 5 628.48

TOTAL: \$ 73 577.13

TUBERIAS : \$ 1 514.00

2 VÁLVULAS : \$ 4 600.00

2 Codos 90°: \$ 468.00

TOTAL: \$ 6 582.00

FILTRO PRESA:

\$150 000.00

TUBERIAS : \$ 1 031.50

VÁLVULA : \$ 2 300.00

Codo 90° : \$ 234.00

TOTAL: \$ 3 565.50

COSTO DEL TANQUE: (ESPESOR POR CORROSIÓN $\frac{0.015 \text{ in}}{10 \text{ AÑOS}}$)

TAPA INFERIOR: \$ 45 608.92

CILINDRO : \$ 21 142.00

AGITADOR (MOTOR) : \$ 2 397.50

TOTAL: \$ 69 147.92

TANQUE DE ACIDO SULFÚRICO: (ESPESOR POR CORROSIÓN $\frac{0.015 \text{ in}}{10 \text{ AÑOS}}$)

TAPAS : \$ 758.42

CILINDRO : \$ 4 150.69

TOTAL: \$ 4 909.11

TUBERIAS : \$ 1 306.65

3 Codos 90° : \$ 702.00

VÁLVULA : \$ 2 300.00

BOMBA : \$ 14 000.00

TOTAL: \$ 18 308.65

TUBERIAS : \$ 995.00

3 Codos 90° : \$ 702.00

VÁLVULA : \$ 2 300.00

TOTAL: \$ 3 997.00
\$150 000.00

FILTRO PNEUMÁTICO:

TUBERÍA : \$ 1 031.50

2 Codos : \$ 468.00

VÁLVULA : \$ 2 300.00

BOMBA : \$ 25 000.00

TOTAL: \$ 28 799.50

COSTO DEL TANQUE: (ESPESOR POR CORROSIÓN $\frac{0.015 \text{ in}}{10 \text{ AÑOS}}$)

CILINDRO : \$ 5 918.30

TAPA INF. : \$ 12 958.97

TOTAL: \$ 18 877.27

ACTIVADOR Y MOTOR

\$ 2 348.52

Tuerca : \$ 9 907.00

5 Codos : \$ 1 170.00

7 válvulas: \$ 16 700.00

5 T : \$ 1 660.00

TOTAL \$ 28 837.00

Costo de los Fermentadores: (Espesor por corrosión $\frac{0.015}{10 \text{ años}}$ in)

Cilindros : \$ 7 668.06

Tapa : \$ 18 316.40

Los 2 fermentadores:

\$181 891.22

Tuerca de los Tanques de Materias Primas:

Tuerca : \$ 14 315.00

13 válvulas: \$ 34 500.00

16 Codos : \$ 3 744.00

7 Conectores: \$ 2 464.00

Bases para el
costo de papa: \$ 4 320.00Bases para la
solución de
malta : \$ 3 000.00

TOTAL: \$ 62 343.00

Tanque de Almacenamiento de Malta:

Cilindros : \$ 40 564.90

Tapa : \$156 446.90

TOTAL: \$197 331.70

AGITADOR Y MOTOR

\$ 2 348.52

TUBERÍA : \$ 9 907.00

5 Codos : \$ 1 170.00

7 VÁLVULAS: \$ 16 100.00

5 T : \$ 1 660.00

T O T A L \$ 28 837.00

COSTO DE LOS FERMENTADORES: (ESPESOR POR CORROSIÓN 0.015 IN)
10 AÑOS

CILINDRO : \$ 7 668.06

TAPA : \$ 18 316.40

LOS 7 FERMENTADORES:

\$181 891.22

TUBERÍA DE LOS TANQUES DE MATERIAS PRIMAS:

TUBERÍA : \$ 14 315.00

15 VÁLVULAS: \$ 34 500.00

16 Codos : \$ 3 744.00

7 CONEXIONES: \$ 2 464.00
TBOMBA PARA FI
CULA DE PAPA: \$ 4 320.00BOMBA PARA LA
SOLUCIÓN DE -
MALTA : \$ 3 000.00

T O T A L : \$ 62 343.00

TANQUE DE ALMACEN DE MALTA:

CILINDRO : \$ 40 864.80

TAPA : \$156 466.90

T O T A L : \$197 331.70

TANQUE DE ALMACEN DE FECULA DE PAPA :

CILINDRO	\$ 11 140.36
TAPA :	\$ 25 922.37
T O T A L :	\$37 062.73

CALDERA

CON TODOS SUS ADITAMENTOS:	\$150 000.00
TUBERIA PARA EL VAPOR: (CON ADITAMENTOS)	\$ 1 701.45
ASBESTO (RECUBRIMIENTO)	\$ 852.84
T O T A L	\$152 554.29

LABORATORIO EQUIPADO	\$100.000.00
----------------------	--------------

BRIDAS, ABRAZADERAS PARA TUBERIA, SERPENTINES, TERMO- PARES, ETC.	\$300.000.00
---	--------------

COSTO TOTAL DE LA PLANTA:	\$1 590 132.54
----------------------------------	-----------------------

CAPITULO IX

1).- INVERSION

A) OBRAS CIVILES:

TERRENO: 6 000 m ² (\$40.00/m ²)	\$	240 000.00
NIVELACIÓN DE TERRENO:		
6 000 m ² (\$8.00/m ²)	\$	48 000.00
CONDUCCIÓN GENERAL PARA AGUA PLUVIAL,		
SALIDA DE LOS BAÑOS Y AGUA DE PROCESO	\$	15 000.00
CALLER INTERIORES Y ÁREAS DE		
ESTACIONAMIENTO, CON PAVIMENTO:		
400 m ² (\$30.00/m ²)	\$	12 000.00
PUERTA DE ENTRADA	\$	2 000.00
BANDA EN TORNO A LA PLANTA	\$	6 000.00
(1.80 m DE ALTO).		
CASETA DE VIGILANCIA Y SALA		
DE PRIMEROS AUXILIOS	\$	10 000.00
CIMENTACIÓN DE TANQUES, BOMBAS,		
TUBERÍAS, CALDERA, CANAL PARA		
LA TUBERÍA DE COMBUSTIBLE	\$	50 000.00

B) EDIFICIOS:

EDIFICIO PRINCIPAL:

DE DOS PLANTAS (OFICINAS)

1 000 m ² (\$8.00/m ² x 2)	\$	800 000.00
--	----	------------

DE UNA PLANTA (PRODUCCIÓN)

2 250 m ² x 1 000.00	\$ 2 250 000.00
---------------------------------	-----------------

EDIFICIO PARA ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA:

(20 m x 4 m)

80 m ² x 800.00	\$ 64 000.00
----------------------------	--------------

LABORATORIO	\$ 10 000.00
-------------	--------------

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIO

PRINCIPAL (OFICINAS) Y PLANTA	\$ 10 000.00
-------------------------------	--------------

C) INSTALACIÓN DEL EQUIPO:

DESCARGA, ENSAMBLE, FIJACIÓN, ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN DE EQUIPO, COLOCACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS PARA -- FLUJO, TEMPERATURA Y PRESIÓN

\$ 142 803.14

SOPORTES DE ESTRUCTURA, PASILLOS, PLATAFORMAS, LUBRICACIÓN DE EQUIPO

\$ 30 000.00

D) INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

INSTALACIÓN Y SUMINISTRO DE UNA SUBESTACIÓN CON CAPACIDAD DE 2 500 KVA, TRANSFORMADORES, INTERRUPTOR DE BAJA TENSIÓN, TABLERO DE MANDO, CABLES Y CONDUCTORES, POSTES Y ESTRUCTURA, -- AISLADORES

2 500 KVA x \$270	\$ 450 000.00
-------------------	---------------

ALUMBRADO (INTERIOR Y EXTERIOR) (CON TODOS SUS ADITAMENTOS)	\$ 30 000.00
E) INSTALACIÓN TÉRMICA:	
COLOCACIÓN DE LA CALDERA CON TODOS SUS ACCESORIOS	\$ 4 000.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE VAPOR, AC- CESORIOS, VÁLVULAS, TRAMPAS, AISLA- MIENTO Y SOPORTES	\$ 778.47
F) DISTRIBUCIÓN DE FLUIDOS:	
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE AGUA, VÁL- VULAS Y BOMBAS	\$ 7 500.00
G) MUEBLES	
MUEBLES PARA OFICINAS, LABORATORIO, TALLER	\$ 50 000.00
H) VEHÍCULOS PARA DISTRIBUCIÓN DEL PRO- DUCTO, COCHES PARA USO DE LA EMPRE- SA (2 CAMIONES Y 1 COCHE)	\$ 200 000.00
I) REFACCIONES	20 000.00
INVERSIÓN TOTAL	
OBRA CIVIL	\$ 383 000.00
EDIFICIOS	\$ 3 134 000.00
INSTALACIÓN DEL EQUIPO	\$ 172 803.14
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	\$ 455 000.00
INSTALACIÓN TÉRMICA	\$ 4 778.47
DISTRIBUCIÓN DE AGUA	\$ 7 500.00



MUEBLES	\$ 50 000.00
VEHICULOS	\$ 200 000.00
REPARACIONES	\$ 20 000.00
TOTAL:	\$ 4 427 081.61

2).- EVALUACIÓN ECONÓMICA:

INSUMOS:

1.- MATERIAL PRIMAS:

PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	ORIGEN
PAPA	\$ 1,000.00 Ton.	NACIONAL.
MALTA	\$ 2,400.00 Ton.	NACIONAL
ACIDO SULFÚRICO	\$ 400.00 Ton.	NACIONAL
CAL	\$ 210.00 Ton.	NACIONAL

2. AGUA Y ENERGETICOS:

CONSUMO MENSUAL DE AGUA

30 000 LITROS (80.70/LITRO) \$ 21 000.00

CONSUMO MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

4 000 KWH \$ 680.00

CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLE

10 007.40 m³ \$ 8 005.80

3.-FUERZA DE TRABAJO:

DIRECTA

3 OBREROS ESPECIALIZADOS
(SUELDO ANUAL C/U \$30 000.00)

MENSUAL:
\$ 2 500.00

12 OBREROS SIN ESPECIALIZACIÓN
(SUELDO ANUAL C/U \$ 10 980.00)

\$ 915.00

INDIRECTA:

1.- DIRECTOR (SUELDO ANUAL	\$ 108 000.00)	\$9 000.00
2.- TECNICOS (SUELDO ANUAL C/U	60 000.00)	5 000.00
1 CONTADOR (SUELDO ANUAL	60 000.00)	5 000.00
4 EMPLEADOS DE OFICINA		
(SUELDO ANUAL C/U	19 500.00)	1 625.00
3 EMPLEADOS DE CONFIANZA		
(SUELDO ANUAL C/U	19 500.00)	1 625.00

REQUERIMIENTOS DE CAPITAL: PARA PRODUCIR 84 TONELADAS
MENSUALES, OPERANDO 360 DÍAS Y UN TURNO.

a).- CAPITAL FIJO:	COSTO
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 1 590 132.54
TERRENO, EDIFICIOS, INSTALACIÓN DE EQUIPO, ETC.	\$ 4 427 081.61
SUB. TOTAL .	6 017 214.15

b).- CAPITAL DE TRABAJO

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS.	\$ 99 816.00
INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO (10 TON.)	\$ 633 360.00
SERVICIOS	\$ 29 685.80
SEGUROS	\$ 3 984.36
FUERZA DE TRABAJO DIRECTA E INDIRECTA	\$ 53 855.00
SUB-TOTAL.	\$ 820 701.16
CAPITAL FIJO Y DE TRABAJO	\$ 6,886.142.17

GASTOS DE PRODUCCION Y ADMINISTRACION

1).- DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN

MAQUINARIA Y EQUIPO (10%) \$ 159 013.25

EDIFICIOS (5%) \$ 221 354.08

SUB-TOTAL \$ 380 367.33

MENSUAL \$ 31 697.28

2).- MATERIAS PRIMAS:

PAPA \$ 60 900.00

MALTA \$ 14 615.00

ACIDO SULFÚNICO \$ 18 000.00

ORIBO DE CALCIO \$ 6 300.00

SUB. TOTAL \$ 99 816.00

3.- SERVICIOS:

ENERGÍA ELECTRICA \$ 680.00

ENERGÉTICOS (GAS NATURAL) \$ 8 005.80

AGUA \$ 21 000.00

SUB-TOTAL \$ 29 685.80

4.- FUERZA DE TRABAJO:

DIRECTA \$ 18 480.00

INDIRECTA \$ 35 375.00

PRESTACIONES (20% DEL RENGLÓN \$ 10 771.00

SUB-TOTAL \$ 64 626.00

5.- SEGUROS (GLOBAL) (47812.32
(ANUAL)

\$ 3 984.36

TOTAL \$ 229 809.44

COSTO TOTAL MENSUAL:

A).- GASTOS DE PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN	\$229 809.44
B).- IMPREVISTOS	5 000.00
C).- GASTOS FINANCIEROS	- - -
D).- GASTOS DE VENTA (5% SOBRE EL VALOR DE LAS VENTAS)	\$ 31 668.00
COSTO TOTAL MENSUAL	\$266 477.44

INGRESOS, UTILIDADES E IMPUESTOS:

1.- INGRESO POR VENTA DE 84 TON. DE AÇÚCAR LACTICO AL PRECIO PROMEDIO DE \$ 11 500.00 TON.	\$966 000.00
2.- UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO	\$699 523.00
3.- PAGO DE IMPUESTOS TOTALES	\$314 785.35
UTILIDAD DISTRIBUIBLE ESTIMADA	\$384 733.65

DATOS PARA EL DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUI-
LIBRIO:

COSTOS FIJOS:	COSTOS VARIABLES:
DEPRECIACIÓN Y	MATERIAS PRIMAS: \$ 99 816.00
AMORTIZACIÓN: \$ 31 697.28	SERVICIOS: \$ 29 685.80
FUERZA DE TRABAJO: \$ 64 626.00	IMPREVISTOS: \$ 5 000.00
SEGUROS E IMPREVISTOS: \$ 3 984.36	IMPUESTOS: \$314 785.35
GASTOS FINANCIEROS: - - -	GASTOS DE VENTA: \$ 31 668.00
T O T A L : \$100 307.64	T O T A L : \$480 955.15
COSTOS TOTALES: \$581 262.79	
VENTAS: \$966 000.00	

PRO - FORMA DE ESTADOS FINANCIEROS:

VENTAS: \$ 966 000.00

COSTO DE PRODUCCIÓN: \$ 234 809.44

UTILIDAD BRUTA: \$ 731 190.56

GASTOS DE VENTA: \$ 31 668.00

UTILIDAD NETA: \$ 699 522.56

IMPUESTOS: \$ 318 785.35

UTILIDAD DISTRIBUIBLES: \$ 380 737.21

BALANCE GENERAL

ACTIVO:

CIRCULANTE: \$ 170 339.24

BIENES MUE-
BLES E INMUE-
BLES: \$ 5 985 516.87

SUMA ACTIVO: \$ 7 155 856.11

PASIVO Y CAPITAL:

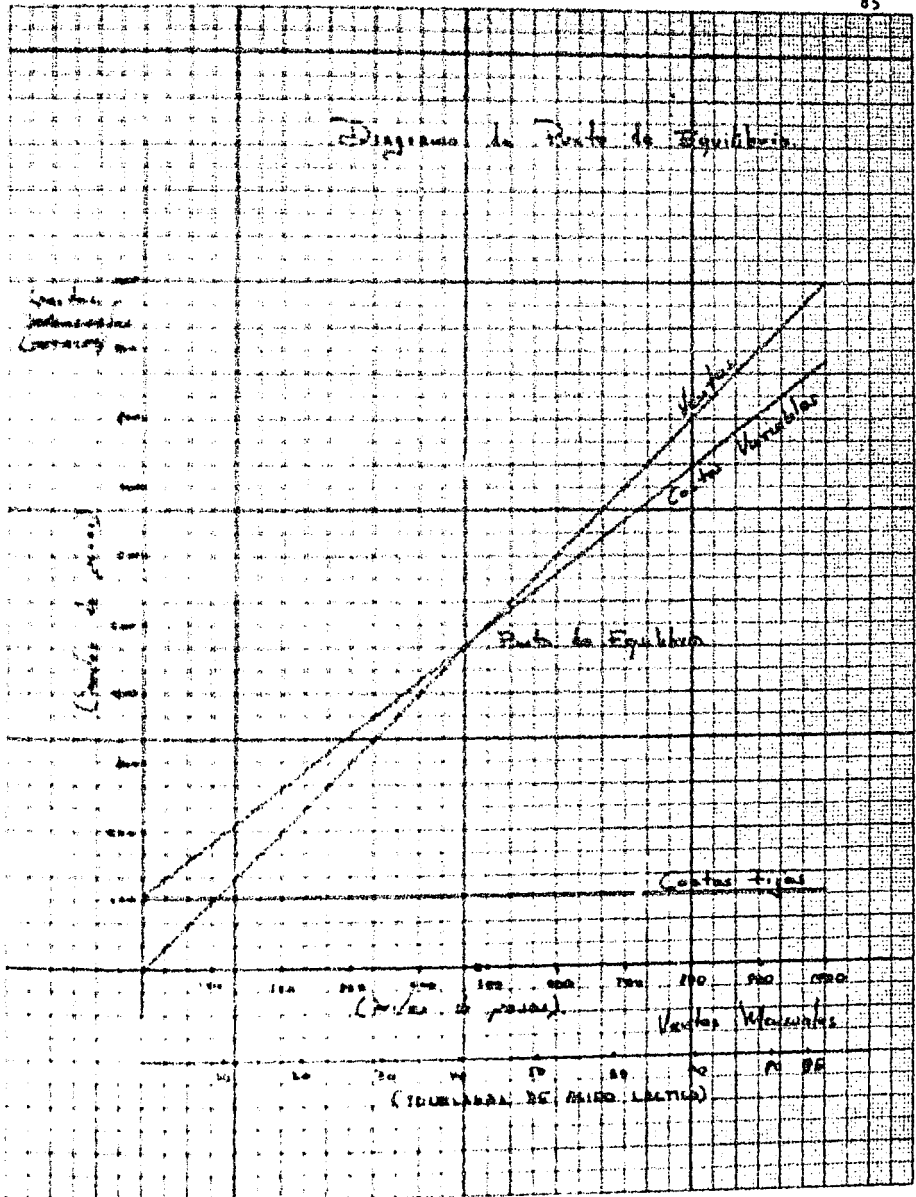
CIRCULANTE: \$ 234 067.85

FIJO: \$ 2 707 746.38

CAPITAL CON-
TABLE: \$ 1 329 308.23CAPITAL SO-
CIAL: \$ 2 500 000.00UTILIDAD DEL
EJERCICIO: \$ 380 733.65SUMA PASIVO
Y CAPITAL: \$ 7 155 856.11

RENDIMIENTO: (% DE UTILIDAD SOBRE EL CAPITAL SOCIAL)

$$100 \times \frac{\$ 380 733.65}{\$ 2 500 000.00} = 15.38\%$$



CAPITULO X

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- 1.- PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LA PLANTA, SE CONSIDERARON DIVERSOS FACTORES, COMO SON MERCADO NACIONAL, EXPORTACIÓN AL MERCADO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA PARA EL LIBRE COMERCIO (ALALC), SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS SUCEDÁNEOS EN EL MERCADO NACIONAL. EN BASE A LO ANTERIOR SE FIJÓ UN VALOR PARA LA CAPACIDAD INSTALADA DE 1000 TON/AÑO.
- 2.- SE ANALIZARON TODAS LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA, ENCONTRÁNDOSE QUE LA MEJOR UBICACIÓN ES LA CIUDAD DE PUEBLA.
- 3.- REALIZANDO EL ANÁLISIS ECONÓMICO SE ENCONTRARON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:
 - a).- INVERSIÓN TOTAL: \$ 6 017 214.15
 - b).- VENTAS ANUALES : \$11 592 000.00
 - c).- GANANCIA MENSUAL: \$ 384 737.21
 - d).- PUNTO DE EQUILIBRIO:

SE ENCUENTRA EN \$ 490 000.00
EQUIVALENTE A 43 TON/MES.
 - e).- RENTABILIDAD OBTENIDA: 15.38%

EN BASE A LAS CONSIDERACIONES ANTERIORES, SE CONCLUYÓ: QUE RESULTA RENTABLE Y CONVENIENTE LA INSTALACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACIDO LACTICO EN NUESTRO PAIS.

CAPITULO XI BIBLIOGRAFIA.

- | | |
|------------------------|---|
| ARIES S. ROBERT | CHEMICAL ENGINEERING COST
ESTIMATION.
MC GRAW HILL BOOK COMPANY.
NEW YORK(1955). |
| BAETLE, R. | PREPARATION OF LACTIC ACID
BY FERMENTATION.
(1938) |
| BURTON, L. V. | BY PRODUCTS OF MILK
(1937) |
| CASTRO DEL ROSAL JESÚS | AGITADORES, SU USO, SELEC-
CIÓN Y CÁLCULO (TESIS 1971) |
| CRANE Co. | FLOW OF FLUIDS, THROUGH
VALVES, FITTINGS AND PIPE.
(1965) |
| FOUNT ALAN S. | PRINCIPIOS DE LAS OPERACIO-
NES UNITARIAS.
CECSA(1969). |
| GARRETT, J.F. | LACTIC ACID
IND. ENG. CHEMICAL
(1930). |
| HOUGH O.A. | PRINCIPIOS DE LOS PROCESOS
QUÍMICOS(1)
EDITORIAL REVERTÉ, S.A.
MÉXICO, D.F. (1964). |
| JORGENSEN, ALFRED P. | MICROBIOLOGÍA DE LAS FER-
MENTACIONES INDUSTRIALES.
(1959) |
| KIRK - OTHMEN | ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL
TECHNOLOGY.
THE INTERSCIENCE ENCYCLOPE-
DIA INC.
NEW YORK (1955) |
| KERN Q. DONALD | PROCESS HEAT TRANSFER
MC GRAW HILL BOOK CO. INC.
NEW YORK (1950). |

- MC CASE, WARREN L. ELEMENTS OF CHEMICAL
ENGINEERING.
(1931)
- MIR AGUILAR JORGE F. DISEÑOS DE TUBERÍAS
PARA FLUJO MIXTO EN
SISTEMAS SÓLIDO LÍ-
QUIDO.
(TESIS 1970)
- PERRY JOHN H. CHEMICAL ENGINEERS
HANDBOOK.
KOGAKUSHA Co., LTD
TOKIO(1966)
- PRESCOTT, SAMUEL C. MICROBIOLOGÍA INDUS-
TRIAL
- SECRETARIA DE INDUSTRIA ANUARIOS ESTADÍSTICOS
Y COMERCIO DEL COMERCIO EXTERIOR
DE LOS ESTADOS UNIDOS
MEXICANOS.
- ULLMANN FRITZ ENCICLOPEDIA DE QUÍMI-
CA INDUSTRIAL.
EDITORIAL GUSTAVO GILI,
S. A.(BARCELONA 1950).
- YOUNG D.M. EDUARDO ELEMENTOS DE QUÍMICA.
D. APPLETON Y COMPAÑIA
1,3 Y 5 BOND STREET
NEW YORK(1882).