

Jurado asignado según el tema:

Presidente Prof: Enrique García Galiano

Vocal Prof: Julio Terán Zavaleta

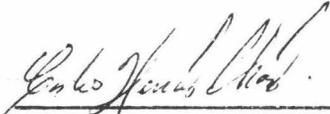
Secretario Prof: Mario Ramírez y Otero

1er. Suplente Prof: Rubén Berra García Cos.

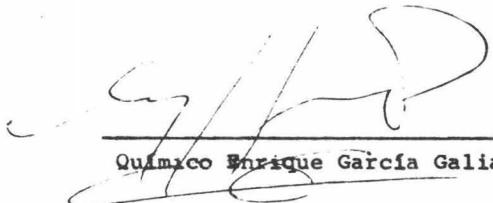
2o. Suplente Prof: Alejandro Garduño Torres

Sustentante:

149

  
\_\_\_\_\_  
Carlos Hernández Chávez.

Asesor del tema.

  
\_\_\_\_\_  
Químico Enrique García Galiano



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.

CLAS. Tesis

ADQ. 1974

FECHA 14/1

PROC. MT-1408 ~~1408~~

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA DESHIDRATA-  
DORA DE CARNE DE POLLO.

I. INTRODUCCION.

II. GENERALIDADES.

II.1 Composición química y valor nutritivo de la carne de pollo.

II.2 Secado y deshidratación.

II.3 Métodos de secado y tipos de secadores.

II.4 Microbiología de la carne de pollo.

III. ESTUDIO TECNICO.

III.1 Acondicionamiento y preparación.

III.2 Equipo.

III.2.a. Cuartos fríos.

III.2.b. Autoclave.

III.2.c. Decantador de grasas.

III.2.b. Mesa de deshuesado.

III.2.e. Cortadora.

III.2.f. Secador de charolas.

III.2.g. Caldera.

III.3 Control de calidad de la carne deshidratada.

IV. ESTUDIO ECONOMICO.

IV.1 Localización de la planta.

IV.2 Punto de equilibrio y costo del producto terminado.

V. CONCLUSIONES.

VI. BIBLIOGRAFIA.

"Nunca mucho costó poco"

A mis padres.

A mis hermanos:  
Maruca, Federico y  
Miguel Angel.

Al Maestro Enrique García  
Galeano, por su ayuda  
desinteresada.

Con amor para  
Angelines.

## I.- I N T R O D U C C I O N .

Una de las causas de la elaboración de esta tesis sobre el proceso en la deshidratación de la carne de pollo, es que esta carne es una fuente nutriente de proteínas para la alimentación humana, el costo es bajo y México se encuentra entre -- los países cuyo pueblo padece de una alimentación deficiente a causa de la baja cantidad y calidad de las proteínas ingeridas como se analiza más adelante.

Dentro de los estudios realizados por la FAO, en México el 45% de las proteínas ingeridas pertenecen al reino vegetal, comparadas con un 70% de origen animal que se consumen en los países más desarrollados del mundo.

La tabla No. 1 presenta la cantidad en gramos de proteina ingerida por persona al día entre un país bien alimentado y uno mal alimentado como México.

TABLA # 1 GRAMOS DE PROTEINA CONSUMIDA POR PERSONA Y  
POR DIA

(FAO, 1964)		
PROCEDENCIA	PAIS BIEN ALIMENTADO	PAIS MAL ALIMENTADO
Cereal	33	33
Raíces	5	2
Leguminosas	4	12
Verduras y frutas	4	2
Carne	20	4
Huevos	3	0.4
Pescado	2	2
Leche	18.5	3
T O T A L	89.5 g.	58.4 g.

En México se estima que en el año de 1969 el 60.7% de la fuerza de trabajo nacional se dedicaba a producir, transportar y vender alimentos; esto generó aproximadamente el 44.2% - del producto nacional bruto. No obstante, uno de cada 10 niños mueren por desnutrición o por infecciones relacionadas, y los que se recuperan o sobreviven presentan anormalidades en su crecimiento y desarrollo con consecuencias futuras en su capacidad física y mental.

Como se ve la desnutrición se inicia desde las edades tempranas de la vida, a través de una alimentación insuficiente e incorrecta en la infancia, primero a través de la madre -

que, estando mal nutrida, no aporta durante la gestación o en los primeros meses de vida los elementos nutritivos que requiere el niño, lo que después se agrava, por una alimentación - - inadecuada y un destete incorrecto.

En la tabla No. 2 se muestra el notable aumento en la producción de alimentos en los últimos 30 años, el algunos productos ha sido verdaderamente explosivo. En este aspecto, México forma parte del grupo de países de más acelerado desarrollo agrícola en el mundo.

TABLA # 2 CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS EN MEXICO.

(Kilogramos en peso bruto por persona y por año.

ALIMENTOS	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1969
Maíz	95.9	98.1	106.6	122.3	121.4	139.3	121.9
Trigo	28.1	29.2	36.2	24.3	36.2	25.0	38.4
Otros cereales	5.9	5.4	6.7	6.5	7.1	7.8	6.9
Frijol	7.2	7.0	7.9	13.4	15.1	17.6	14.1
Garbanzo	1.4	3.7	2.6	2.3	2.9	2.6	3.0
Otras leguminosas y oleaginosas	1.8	1.9	3.9	3.1	4.0	4.2	3.5
Papa	3.3	4.4	4.1	4.5	6.4	5.5	6.1
Camote	2.6	2.3	2.2	2.3	2.3	2.4	2.0
Tomate	7.8	5.0	7.5	7.1	5.8	7.9	8.7
Chile	2.1	2.0	2.0	2.5	3.0	3.7	4.7
Aguacate	2.4	2.5	2.2	2.4	2.6	2.9	2.7
Otras verduras	2.0	2.8	2.7	2.8	2.6	2.3	6.8
Naranja	9.5	11.7	19.3	17.6	19.0	16.8	17.3
Plátano	18.0	17.8	14.5	12.6	15.5	20.4	19.1
Melón y Sandía	2.3	1.7	1.9	2.9	3.2	6.1	3.8
Piña	3.2	2.5	2.7	3.0	4.2	4.6	5.3
Otras frutas	16.4	17.3	18.1	17.9	21.3	24.6	23.4
Carnes	21.7	19.4	17.2	18.4	26.9	26.9	26.7
Pescados y maris cos.	1.9	1.6	1.8	3.0	2.3	3.0	3.1
Leche	81.2	81.5	76.3	77.8	98.4	101.7	89.2
Huevo	3.4	3.5	3.9	4.8	4.9	5.7	6.1
Azúcar	21.8	22.6	22.6	27.2	30.8	32.1	36.1
Grasas	6.5	7.0	6.2	6.2	5.6	6.5	6.5

La producción no es sinónimo de disponibilidad, -  
pues en la misma forma que crece la producción, también crecen,  
y a veces en mayor grado, las pérdidas, las exportaciones y --  
los usos industriales.

En materia de productos animales, el efecto del crecimiento demográfico es más notable y en 1969 se disponía de una cantidad per-cápita apenas superior a la que se tenía en 1940.

De los alimentos de la tabla # 2, de los que ha habido un aumento significativo se registraron en los productos más comunes en la alimentación del pueblo, tales como maíz, trigo, -- frijol y papa, mismos que desafortunadamente son pobres nutricionalmente. Los alimentos más ricos en valor nutritivo, como la leche y la carne, sólo tuvieron incrementos moderados.

En la Tabla No. 3 se presentan los mismos datos, pero agrupando a los alimentos desde el punto de vista nutricional, expresados en peso neto, por persona y por día.

TABLA # 3 CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS,  
CALORIAS Y PROTEINAS EN MEXICO.

(Gramos en peso neto por persona y por día)							
ALIMENTOS	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1969
Cereales.	334.5	343.2	385.9	392.1	424.5	441.0	431
Leguminosas y oleaginosas.	27.5	33.4	37.0	50.3	58.3	65.0	55.0
Raíces fecu- lantes.	13.1	14.9	14.1	15.0	19.1	17.5	18.0
Verduras.	28.6	22.8	29.1	29.9	27.7	34.0	51.0
Frutas.	93.2	96.6	103.5	98.5	114.6	130.2	124.0
Carnes.	39.9	35.3	31.4	39.2	45.9	57.8	57.0
Leche.	222.5	223.3	209.0	213.3	268.9	278.5	244.3
Pescado y maris- cos.	2.6	2.3	2.6	6.2	3.2	4.2	6.3
Huevo.	8.3	8.5	9.4	11.6	11.9	13.9	14.9
Azúcar.	59.8	62.0	61.9	74.4	84.0	89.5	98.9
Grasas.	17.7	19.1	17.0	16.8	16.8	17.9	17.8
Calorías	1991	2058	2166	2677	2522	2662	2619
Proteínas tota- les	54.3	55.3	58.8	62.6	72.0	78.1	72.0
Proteínas anima- les	17.1	16.2	15.0	16.1	22.6	23.3	22.7

En el cuadro anterior se muestra que ha aumentado signi-  
ficativamente la cantidad de alimentos que en promedio cada me-  
xicano tiene para su nutrición. En 1940 se disponía de menos -  
de 2 mil calorías y 55g. de proteínas totales por persona y por  
día, valores semejantes a los que en la actualidad tiene la In-  
dia. Las cifras de 1969, son las reconocidas como mínimas para  
un país de escaso desarrollo.

ALIMENTOS	Balance nacional (miles de tons. brutas al año)							Disponibilidad Anual Bruta Per-Cápita (Kg)	Disponibilidad diaria per cápita de alimentos.									
	Producción	Importación	Exportación	Diferencias en almacén	Reservas	Semillas forrajeras en uso industrial	Total disponible		Peso neto (g)	Calorías	Proteínas (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Tramín (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Vit. A. (mcg)	Vit. C. (mg)
<b>Cereales</b>																		
Maíz	8896.3	8.6	788.4	55.1	254.9	2039.1	5877.5	121.9	307	1068	23.8	452	6.6	0.97	0.23	4.6	146	17
Trigo	2376.9	0.4	247.3	-90.3	71.3	118.8	1849.4	38.4	105	372	10.6	58	0.9	0.44	0.10	4.5	0	0
Arroz	275.9	4.9		-0.1	4.9	9.8	266.0	5.5	15	55	1.2	2	0.2	0.03	0.00	0.2	0	0
Avena	69.0	2.3			0.8	1.6	68.8	1.4	4	14	0.6	2	0.1	0.02	0.00	0.0	0	0
<b>Leguminosas y oleajinosas</b>																		
Frijol	833.0	0.4	53.5	-42.0	4.2	54.1	679.5	14.1	49	136	7.4	60	2.0	0.24	0.06	0.7	0	0
Garbanzo	156.4		2.2		3.9	5.5	144.8	3.0	8	29	1.7	8	0.7	0.06	0.01	0.1	2	0
Haba	28.1				0.7	0.8	26.5	0.6	1	4	0.3	1	0.3	0.01	0.00	0.0	0	0
Otras	157.1	1.4	8.8				149.7	3.0	7	36	2.0	4	0.5	0.01	0.00	0.5	0	0
<b>Raíces feculentas.</b>																		
Papa	344.5	0.1				50.0	294.6	6.1	14	11	0.2	2	0.4	0.01	0.00	0.2	0	1
Camote	100.0					3.7	96.3	2.0	4	5	0.0	1	0.1	0.00	0.00	0.0	3	1
<b>Verduras.</b>																		
Jitomate	805.1	0.5	276.9		80.5	26.2	422.0	8.7	21	4	0.1	2	0.1	0.01	0.01	0.0	309	4
Chiles	278.5	1.7	23.6		27.9		288.8	4.7	12	5	0.3	4	0.2	0.02	0.01	0.0	18	8
Ejote y chícharo.	40.6		10.1		4.1		26.5	0.5	1	1	0.1	0	0.0	0.00	0.00	0.0	1	0
Ayuacate	144.9				14.5		130.4	2.7	4	6	0.1	1	0.0	0.00	0.01	0.1	0	1
Otras	462.7	2.8	106.6		46.3		312.6	6.3	13	5	0.1	7	0.2	0.00	0.00	0.0	174	3
<b>Frutas</b>																		
Naranja	965.3		32.6		96.5		836.2	17.3	30	12	0.1	14	0.1	0.02	0.01	0.1	13	15
Plátano	1024.5		0.1		102.5		922.0	19.1	36	35	0.4	4	0.6	0.03	0.02	0.2	22	4
Melón y Sandía	317.0		98.1		31.7		187.3	3.8	5	1	0.0	1	0.1	0.00	0.00	0.0	18	2
Piña	301.9		11.7		30.2		260.1	5.3	8	3	0.0	3	0.1	0.01	0.00	0.0	3	2
Mango	207.5		1.1		20.7		185.7	3.8	6	3	0.0	1	0.1	0.00	0.00	0.0	23	3
Limón	157.5		0.3		15.8		141.5	2.9	5	2	0.0	2	0.1	0.00	0.00	0.0	1	2
Manzanas, pera	176.0				17.6		158.4	3.2	6	3	0.0	0	0.1	0.00	0.00	0.0	0	0
Otras	827.5	14.2	99.4		82.7		659.6	13.5	28	18	0.1	14	0.5	0.00	0.01	0.0	52	16
<b>Productos animales.</b>																		
Carnes	1344.9	10.5	35.4				1320.0	26.7	57	78	11.4	7	1.8	0.15	0.14	2.3	0	0
Pescados y mariscos	185.9	0.1	30.5		5.6		149.9	3.1	6	5	1.1	4	-	0.00	0.00	0.1	0	0
Leche	4062.4	182.2			478.5		4306.1	89.2	244	145	8.4	77	3.1	0.25	0.25	0.0	3	2
Huevo	313.1	0.0	0.0		14.9		298.2	6.1	15	22	1.7	8	0.4	0.05	0.05	0.0	18	0
<b>Otros alimentos</b>																		
Azúcar	2394.0	0.0	603.7	-46.2			1744.1		99	381	0.0	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0
Grasas	316.0	3.9					319.9		18	158	0.0	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0
<b>Totales</b>										<b>2619</b>	<b>72.0</b>	<b>689</b>	<b>18.9</b>	<b>2.18</b>	<b>0.91</b>	<b>26.82</b>	<b>803</b>	<b>81</b>

En los alimentos más valiosos, los de origen animal todavía se dispone de niveles insuficientes y las cifras registradas oscilan mucho, mostrando problemas en su producción y mercado, además de que no se obtuvieron incrementos sustanciales en los alimentos fuentes de riboflavina, niacina y vitaminas "A" y "C".

En la tabla # 4 se presenta, las hojas de balance para el año 1969, los volúmenes registrados son semejantes a los años anteriores.

Del estudio de las hojas de balance se desprende que México es ya un país exportador de alimentos, pues en 1969 se vendieron cerca de un millón de toneladas de cereales y alrededor de medio millón de toneladas de verduras y de azúcar; también se exportaron cantidades significativas de frijol, carnes, mariscos y varias frutas. En cuanto importaciones, la única realmente de consideración fue la correspondiente a la leche en polvo.

Los cereales son la principal fuente de principios nutritivos para la población mexicana, tal como se muestra en la tabla No. 5.

TABLA No. 5

ALIMENTOS FUENTES DE CALORIAS Y PROTEINAS  
DISPONIBILIDAD NACIONAL

1 9 6 9

CALORIAS	( Disponible total 2619)	
Cereales	150	57.6%
Azúcares	381	14.5%
Leguminosas y oleaginosas	205	7.8%
grasas	158	6.0%
leche	145	5.5%
carnes	83	3.2%
frutas	77	2.9%
verduras	21	0.8%
raíces fecu- lantes.	16	0.6%

PROTEINAS	( Disponible total 72 g )	
Cereales	36.2 g	50.3%
Carnes	12.4 g	17.2%
Leguminosas y oleaginosas	11.4 g	15.8%
Leche	8.4 g	11.7%
Huevo	2.4 g	3.3%
Frutas	0.8 g	1.1%
Verduras	0.7 g	0.9%
Raíces fecu- lantes.	0.2 g	0.3%

La tabla No. 6 presenta la disponibilidad y recomendaciones de los alimentos, en donde se ve que las cifras son semejantes a las recomendadas, 2600 calorías, 75 g. en proteínas totales y 25 g. de proteínas animales.

TABLA No. 6.

## DISPONIBILIDADES Y RECOMENDACIONES DE ALIMENTOS

1 9 6 9

NUTRIMENTOS	DISPONIBILIDAD POR HABITANTE	RECOMENDACIONES.
Calorías	2619	2600*
Proteínas totales (g)	72.0	75.0*
Proteínas animales (g)	22.7	25.0*
Calcio (mg)	689	600*
Hierro (mg)	18.89	18.0*
Vitamina A (mg)	0.803	1.8**
Tiamina (mg)	2.18	1.3**
Riboflavina (mg)	0.91	1.9**
Niacina (mg)	26.8	26.0**
Vitamina C (mg)	81.0	80.0**

\* Recomendaciones de la FAO para países de escaso desarrollo.

\*\* Recomendaciones del Instituto Nal. de Nutrición.

Como se ve los volúmenes totales satisfacen las necesidades de la población, pero no en cuanto a calidad, ya que hay déficit ligero para las proteínas totales y más marcado en el caso de las proteínas animales, tomando en cuenta que estas recomendaciones son para países de escaso desarrollo.

Existen deficiencias acentuadas de vitamina A, y riboflavina; estas deficiencias señalan que hay escasez de leche, para el caso de la riboflavina, y de verduras para la vitamina A.

En los 12 años estudiados, a pesar de los incrementos de la producción, no ha habido un aumento paralelo de la disponibilidad, sino que esta última ha permanecido casi igual.

La F A O señala, el hecho de que no porque se logre la cifra mínima recomendada se debe considerar que ya no hay escasez de alimentos sino que se aconseja que se debe promover un excedente de aproximadamente 15% para abastecer a la población de escasos recursos. Esto significa que la meta óptima real de be ser de aproximadamente 3,000 calorías por persona y por día.

Como un estudio para ver si la disponibilidad de -- los alimentos benefician a todo el país, el cuadro No. 7, pre- presenta las disponibilidades per-cápita de los alimentos de ori-- gen animal en el Distrito Federal tanto en cifras brutas por -- año como en cantidades netas por día.

TABLA No. 7

CAMBIO EN LOS PROMEDIOS DE DISPONIBILIDAD BRUTA ANUAL  
Y NETA DIARIA DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL POR HABITANTE EN EL D.F.

ALIMENTOS	CONCEPTOS	1960	1962	1964	1966	1968	1969
Leche	Bruto Kg/año	189.4	185.4	181.4	178.1	173.2	171.2
	Neto g/día	518.9	508.9	497.5	487.8	474.6	469.0
Huevo	Bruto Kg/año	15.4	15.3	15.6	15.9	16.1	16.1
	Neto g/día	37.5	37.3	38.0	38.8	39.2	39.2
Carne de res	Bruto Kg/año	30.0	32.8	31.4	28.8	28.5	30.1
	Neto g/día	63.2	69.0	66.2	60.8	60.2	63.3
Carne de cerdo	Bruto kg/año	9.7	8.5	11.4	7.9	9.6	9.6
	Neto g/día	21.7	19.0	25.7	17.6	21.6	21.4
Carne de aves.	Bruto Kg/año	3.9	3.9	4.6	5.5	5.8	5.9
	Neto g/día	6.0	6.0	7.0	8.3	8.9	9.1
Otras carnes.	Bruto kg/año	3.0	3.0	3.0	2.9	2.4	2.5
	Neto g/día	6.5	6.5	6.4	6.1	5.3	5.4
Pescado y mariscos.	Bruto kg/año	6.2	7.1	8.1	8.8	8.8	8.8
	Neto g/día	12.7	14.6	16.5	17.8	18.1	18.1

Las cifras de esta tabla señalan que en promedio, en el Distrito Federal existen por habitante grandes disponibilidades - de alimentos de origen animal que representan aproximadamente el doble encontrado en la tabla No. 4 para el país en general.

En la tabla No. 8 se presenta el porcentaje que del total de alimentos dispone el Distrito Federal para su consumo en 3 años diferentes, y en el cuadro No. 9 se nota con mayor facilidad la desigualdad en la concentración de alimentos, que llega al grado de dejar al resto del país con disponibilidad muy poco significativa para la nutrición.

TABLA No. 8

PROPORCION DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL QUE ABSORBE  
EL DISTRITO FEDERAL.

ALIMENTOS	1 9 6 0 -		1 9 6 5		1 9 6 9	
	Disponi bilidad nac. (ml.tons)	% del D.F.	Disponi bilidad nac. (ml.tons)	% del D.F.	Disponi bilidad nac. (ml.tons)	% del D.F.
Leche	3,443	26.8	4,068	27.0	4,036	30.6
Huevo	173	42.7	242	39.6	298	39.5
Carne de res	618	26.9	739	28.6	858	26.1
Carne de cerdo	249	18.9	276	20.4	318	22.4
Carne de aves	37	52.7	57	56.1	76	58.1
Otras carnes	46	31.4	64	28.4	68	28.7
Pescado y ma- riscos	79	38.0	126	42.8	150	41.9
Población (millo nes de hab.s.)	34.9	13.0	41.8	14.8	48.2	15.4

TABLA No. 9

DISPONIBILIDAD BRUTAL ANUAL Y NETA DIARIA DE ALIMENTOS POR  
HABITANTE EN EL DISTRITO FEDERAL Y EN EL RESTO DEL  
PAIS.

Alimentos	Conceptos	1 9 6 0		1 9 6 5		1 9 6 9	
		Resto del País	D.F.	Resto del País	D.F.	Resto del País	D.F.
Leche	Bruto Kg/año	84.3	189.4	83.4	169.6	73.4	177.0
	Neto g/día	230.8	518.9	228.4	464.6	200.5	484.9
Huevo	Bruto Kg/año	3.3	15.4	4.1	15.5	4.4	16.1
	Neto g/día	8.0	37.5	10.0	37.9	11.0	39.2
Carne de res	Bruto Kg/año	14.9	34.0	14.8	33.8	15.6	29.1
	Neto g/día	31.4	71.7	31.2	70.3	32.8	63.3
Carne de cer do	Bruto Kg/año	6.7	9.7	6.1	9.0	6.0	9.6
	Neto g/día	15.0	21.7	13.7	20.1	13.6	21.4
Carne de aves	Bruto Kg/año	0.6	3.9	0.6	5.1	0.8	6.0
	Neto g/día	0.9	6.0	0.9	7.8	1.2	9.1
Otras carnes	Bruto Kg/año	1.1	3.0	1.2	3.0	1.1	2.6
	Neto g/día	2.3	6.5	2.6	6.3	2.4	6.0
Pescados y ma riscos.	Bruto Kg/año	1.6	6.2	2.0	8.6	3.0	8.8
	Neto g/día	3.4	12.7	4.0	17.7	6.2	18.1

En la gráfica A se muestra la disponibilidad de alimentos en gramos de proteínas de origen animal en promedio entre 1960 y 1969.

## GRAFICA A.

DISPONIBILIDAD DE PROTEINAS DE ORIGEN ANIMAL  
EN EL D.F. Y EN RESTO DEL PAIS (1960-1969)  
(gm. de proteínas por persona y por día)

A l i m e n t o	D. F.	Resto del País
Carne	20.0	9.86
Leche	18.4	5.86
Huevo	4.26	1.06
Pescado y mariscos	2.13	1.06
T o t a l	44.79	17.84

En esta gráfica se muestran claramente las diferencias del Distrito Federal con el resto del país, lo mismo que las -- fuentes principales de proteínas animales en la dieta. La carne y la leche aportan la mayor parte de las proteínas, y que el huevo, los pescados y los mariscos todavía no forman parte importante en la dieta del Distrito Federal, y en mayor medida en el resto del país.

Además, los análisis de la disponibilidad de alimentos no informa de los consumos reales a nivel familiar, sino que so

lamente es un indicador de las deficiencias y permite la planeación económica, pero se sabe que todavía hay pérdidas de alimentos entre los mercados y el consumo real. Y además existen -- grandes diferencias entre los diversos sectores y regiones del país a los que no se les pueden aplicar las cifras promedio.

Se efectuaron análisis con encuestas directas de consumo a nivel familiar, en las que se estudiaron las diferentes regiones del país. En estos estudios se comparan los resultados en el área urbana y rural.

Desde el punto de vista histórico, se sabe que la alimentación del pueblo mexicano se basa en el maíz a pesar del -- contacto con el Antiguo Continente.

Dentro del sector rural, se consume la llamada "dieta indígena"; con un 60 a 80% de las calorías provenientes del -- maíz, con pocas cantidades de frijol y otros pocos productos -- más.

Esta parte de la población presenta mayores problemas nutricionales que aquellos que ya consumen la "dieta mestiza" -- con mayor proporción de otros alimentos, incluyendo los de origen animal.

En el medio urbano, existe una mayor tendencia a la occidentalización y por lo tanto a la diversificación dietética.

Las principales fuentes de calorías del medio rural son el maíz, con aproximadamente 60% del total, el frijol, el azúcar y las grasas; los demás alimentos tienen poco significado energético.

En la tabla No. 10 se presenta el consumo proteico de la dieta rural y urbana.

TABLA No. 10

CONSUMO PROMEDIO DE PROTEINAS POR PERSONA Y POR DIA.  
(en gramos)

PROCEDENCIA	AREA RURAL 56.2g y 20% de origen animal	AREA URBANA 70.7g y 34.5% de origen animal
Maíz	25.5	17.4
Frijol	10.7	9.3
Leche	2.6	12.0
Carne	7.3	10.8
Huevo	0.8	1.3
Pan y pastas	5.5	14.6
Arroz	1.3	2.0
Verduras	1.9	2.7
Raíces y frutas	0.6	0.6

En el área rural el consumo es de 56.2g. de proteínas totales, de las cuales el frijol el maíz y otros productos vegetales como el trigo, aportan el 80%. La carne y muy escasa cantidad de leche y huevo, aportan el 20% restante. En el - - área urbana la situación es mejor, ya que el total de proteínas es de 70.7g. y existe una mejor diversificación de alimentos y mayor cantidad de productos animales.

Dentro de las mismas áreas urbanas y rural existen -- marcadas diferencias nutricionales como se marca en el Cuadro No. 11, en donde se presenta el consumo de calorías y protef-- nas en varios niveles urbanos y rurales.

TABLA No. 11

CONSUMO DE CALORIAS Y PROTEINAS DE LOS DISTINTOS  
NIVELES RURALES Y URBANOS.

<u>URBANO</u>	CALORIAS TOTALES	PROTEINAS TOTALES	PROTEINAS TOTALES
Unidades habitacionales	2380	86.1	45.8
Vecindades	2320	67.1	23.5
Barracas Periféricas	2030	59.0	14.3
 <u>RURAL</u>			
Zonas de buena nutrición	2330	69.0	20.0
Zonas de regular nutrición	2120	60.0	15.1
Zonas de mala nutrición	2060	56.1	10.0
Zonas de muy mala nutrición	1890	50.2	7.9

En el medio urbano la dieta es relativamente adecuada en los estratos sociales que habitan en las unidades habitacionales y en las vecindades, que corresponden a obreros y empleados de medio o bajo ingreso. En las barricadas periféricas el consumo de alimentos llega a ser francamente deficiente. En estos sectores, su nutrición es ligeramente inferior al de las zonas rurales clasificadas como de nutrición regular.

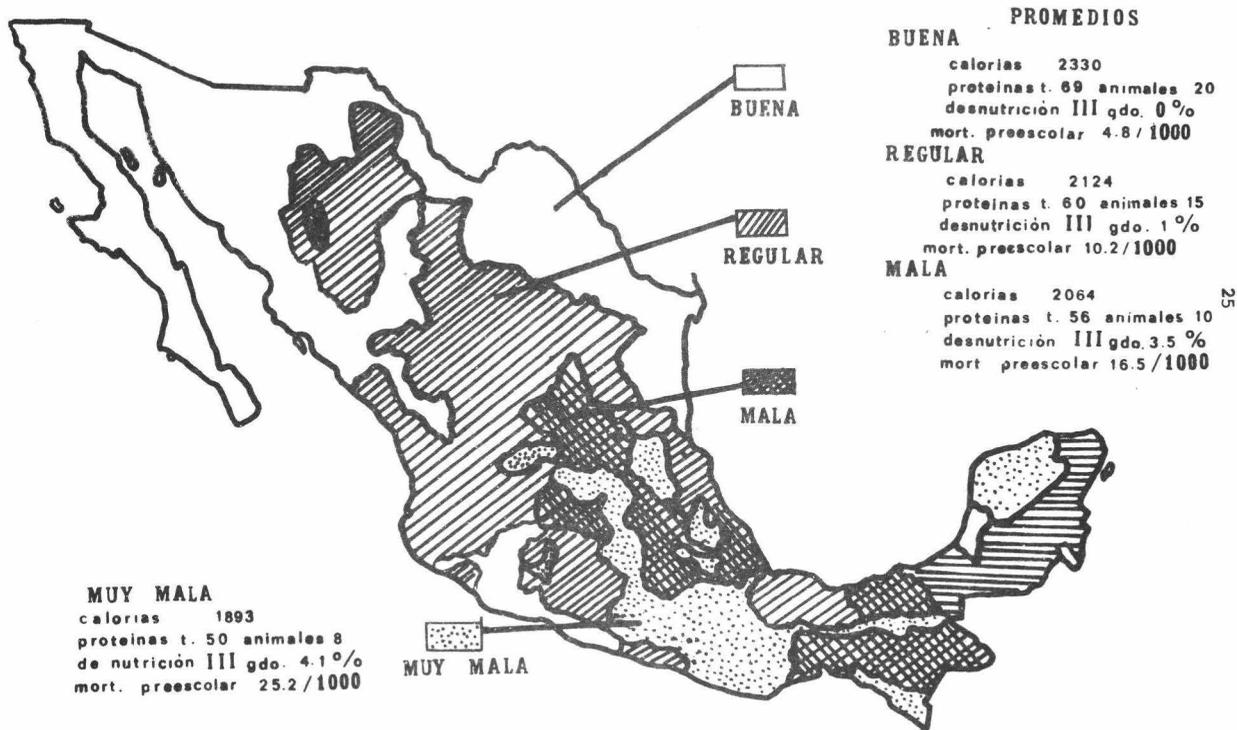
En el medio rural los problemas de consumo son serios, aún en el sector llamado de nutrición regular. En estas zonas ninguno de los valores de consumo llega a la cifra de disponibilidad nacional de 2,600 calorías y solamente las unidades -- habitacionales de la zona urbana sobrepasan las 72.0 g. de proteínas disponibles.

En el mapa No. 1 se presentan la división de la República Mexicana de acuerdo a su clasificación nutricional y en él se indican las características de consumo de cada una de -- las regiones.

Las zonas rurales de buena nutrición, cuya disponibilidad de proteínas y calorías y también la salud y el estado -- nutricional de los niños son aceptables, se concentran en el -- noreste, noroeste y región fronteriza, y los estados de Guerrero, Michoacán y Campeche, En general, estas zonas están escasa

mapa #1

# SITUACION NUTRICIONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA POR REGIONES GEOECONOMICAS EN 1970



mente poblados. En estas zonas, el problema nutricional no ha desaparecido y en la actualidad el problema se localiza en el niño lactante, al que destetan tempranamente, sin las condiciones de higiene y cuidado necesarios.

Las regiones de regular nutrición están sobre todo - en el área central del norte, en el oeste y en las regiones -- costeras de ambas vertientes marítimas. En el norte también - son áreas escasamente pobladas y ganaderas en su mayoría, que no pertenecen enteramente a la cultura del maíz. En esta re-- gión se encuentran muchos casos de deficiencia de vitamina A, - sobre todo en los niños dando lugar a la ceguera nocturna por escasez de frutas y verduras. En la costa del Golfo de México y en la porción del Pacífico, donde la tierra es mejor y hay - mayor diversificación agrícola, también los consumos son más o menos aceptables. Hay zonas de regular nutrición en la vecin-- dad del D. F. y en el estado de Morelos, por tener caracterís-- ticas semejantes a las zonas tropicales.

Las zonas clasificadas como de mala y muy mala nutri-- ción se concentran en cinco grandes áreas. a) En el centro del país que incluye una gran zona del Bajío hasta Zacatecas y Du-- rango; b) en un anillo densamente poblado alrededor del Valle de México; c) en el sur incluyendo las partes montañosas del - estado de Guerrero y todo Oaxaca; d) en el estado de Chiapas;

e) en la zona de Yucatán. Estas zonas pueden ser clasificadas como zonas "problema", desde el punto de vista nutricional.

En las zonas de mala nutrición se encuentra un alto grado de indigenismo, terreno montañoso, reducida productividad agrícola y relativamente alta densidad de población para las condiciones económicas de las zonas. En el Bajío no obstante de que el indigenismo no es alto, ya que hay buenas tierras, existe desnutrición acentuada.

Las zonas de mala y muy mala nutrición son comparables a las regiones menos desarrolladas del mundo.

El problema nutricional tiene impacto especial en la alimentación de los niños y las madres. En los niños preescolares del medio urbano consumen una dieta apenas suficiente, de 1120 calorías y 35 g. de proteínas. Los niños del medio rural presentan una gran deficiencia, pues en promedio sólo consumen 940 calorías y 25.8 g. de proteínas. Este problema se agrava si se considera la procedencia de dichas proteínas. La tabla No. 12 presenta el consumo de los dos medios considerados por los niños.

TABLA No. 12

## CONSUMO PROMEDIO DE PROTEINAS POR NIÑO Y POR DIA

PROCEDENCIA	AREA RURAL (23.6 g)	AREA URBANA (36 g)
Maíz	6.5 g.	49
Pan y pastas	2.8 g.	89
Frijol	4.5 g.	4.5 g
Carne	3.7 g.	4.5 g
Leche	3.3 g.	9.0 g
Huevo	0.8 g.	1.5 g
Verduras y frutas	1.5 g.	2.5
Arroz	0.5 g.	0.5 g.

La principal consecuencia de esta alimentación insuficiente se muestra en el cuadro No. 13, en el que se clasifican diversas muestras de niños según su estado nutricional, de acuerdo a los niveles y regiones de donde proceden.

TABLA No. 13

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS DIVERSOS GRADOS DE  
DESNUTRICION EN PREESCOLARES DE LOS DISTINTOS NI-  
VELES URBANOS Y RURALES.

AREA Y NIVEL	BUENA NUTRI CION	NUTRICION INCIPIEN- TE	DESNUTRI CION MO- DERADA	DESNUTRI CION SE- VERA
URBANO.				
Unidades habitacio- nales.	47.2	45.7	7.1	0.0
Vecindades.	--	--	--	--
Barracas periféricas.	30.0	42.3	22.5	2.5
RURAL.				
Zona de buena nutri- ción.	54.3	37.7	8.0	0.0
Zonas de regular nu- trición.	26.1	48.7	24.2	1.0
Zonas de mala nutri- ción.	26.7	46.4	23.8	3.5
Zonas de muy mala - nutrición.	19.3	46.7	29.9	4.1

En este cuadro se destaca el hecho de que únicamente en las unidades habitacionales y en los sectores de más ingresos de las clases bajas, lo mismo que en las zonas de buena nutrición del medio rural, los niños se encuentran en una situación aceptable; la mitad de ellos bien nutridos y la otra mitad con desnutrición incipiente.

En el resto del país, que incluye toda la población que vive en los barrios periféricos del D.F. y la mayor parte de las zonas rurales, el problema es muy grave, pues entre la tercera parte y la cuarta parte de los niños necesita tratamiento especial de nutrición.

La tabla No. 14 nos relaciona el consumo mínimo de proteínas con el sexo y la edad de los niños.

TABLA No. 14

CONSUMO MINIMO DE GRAMOS DE PROTEINAS POR  
 NIÑO DIARIO.

SEXO Y EDAD	PESO EN KILOGRA MOS	GRAMOS EN PROTEI NAS
NIÑOS DE AMBOS SEXOS		
6 - 11 meses	8.9	20
1 - 3 años	13.6	25
4 - 6 años	19.5	30
7 - 9 años	25.7	40
VARONES		
10 - 12 años	35.5	50
13 - 15 años	50.1	70
NIÑAS		
10 - 12 años	36.3	50
13 - 15 años	49.4	70

Las recomendaciones nutricionales diarias para una persona adulta se relacionan con la actividad que desempeña al día, así por ejemplo: si se trata de alimentar a un hombre de 25 años de edad que pesa 60 kg. que realiza una actividad moderada, vive en un clima cerca del mar, cuya temperatura media anual es de 20°C, consume una dieta con todos los alimentos y hace tres comidas al día, una dieta completa debe de contener 2800 calorías y 70g. de proteínas. El cuadro No. 15 proporciona los elementos de una dieta bien balanceada.

TABLA No. 15

## CONSUMO DIARIO EN UNA DIETA BIEN BALANCEADA

COMPUESTO QUIMICO	CONSUMO DIARIO	ESTIMADO EN GMS.	CALORIAS TOTALES
Agua	1,500 g.		
Carbohidratos:			1,300
Harinas y azúcares	300 g.		
Celulosa y pectinas	25 g.		
Citratos, tartratos y lactatos.	2 g.		
Grasas y sustitutos:			500
Grasas y aceites (animales y vegetales)	85 g.		
Fosfolípidos	5 g.		
Ac. linoleico y otros ácidos grasos insaturados.	10 g.		
Colesterol	1 g.		

(continúa pág. 26)

(Continuación Tabla No. 15)

COMPUESTO QUIMICO	CONSUMO DIA RIO	ESTIMADO EN GMS	CALORIAS TOTALES
Aminoácidos	67 g.		262
ESENCIALES		HOMBRE	MUJER
Leucina	2.2 g.	1.1 g	0.45 g
Isoleucina	1.4 g.	0.7 g	0.45 g
Valina	1.6 g.	0.8 g	0.65 g
Lisina	1.6 g.	0.8 g	0.5 g
Metionina	2.2 g.	1.1 g	0.29 g
Fenilalanina	2.2 g.	1.1 g	0.22 g
Treonina	1.0 g.	0.5 g	0.31 g
Triptofano	0.5 g.	0.25g	0.16 g
NO ESENCIALES	38 g.		
Ac. Glutámico	16 g.		
Arginina	6 g.		
Alanina	3 g.		
Serina	3 g.		
Tirosina	3 g.		
Glicina	3 g.		
Histidina	2 g.		
Cistina	2 g.		
VITAMINAS			
Vitamina A	6 mg.		
Colina	1 g.		
Vitamina D	0.04g.		
Vitamina E	6 mg.		
Vitamina K	2 mg.		
Vitamina C	80 mg.		

En el cuadro No. 16 se presentan los cambios en la disponibilidad de cada grupo de alimentos que el Instituto Nacional de Nutrición sugiere con el fin de balancear la dieta.

TABLA No. 16

METAS DE DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS\* PARA LA  
REPUBLICA MEXICANA EN 1976.

GRUPOS DE ALIMENTOS	DISPONIBILIDAD EN 1969 Kg/persona/año	METAS DE DISPONIBILIDAD EN 1976 kg/persona/año	CANTIDAD NECESARIA EN 1976 (miles de ton)	INCREMENTOS EN LA DISPONIBILIDAD PARA 1976.
Maíz y otros cereales.	167	165	10,280	27.5%
Frijoles y otras leguminosas**	21	25	1,558	55.7%
Papa y otros tubérculos	8	10	623	59.4%
Verduras	23	30	1,869	66.5%
Frutas	69	75	4,673	39.5%
Carne y pescado	30	36	2,243	52.6%
Leche y derivados	89	120	7,477	73.6%
Huevo	6	9	561	88.1%
Azúcares	36	35	2,181	25.0%
Grasas y aceites	7	8	498	55.9%

En materia de cereales es importante que exista diversificación, sustituyendo parte del maíz por trigo, arroz y avena. Los incrementos propuestos para la leche y huevo son muy grandes, pero se justifican por el bajo nivel y porque son muy necesarios para satisfacer las demandas de una población esencial joven.

Como una pequeña aportación a la solución del problema nutricional del país, se elaboró esta tesis, en la cual se -- propone la creación de una planta deshidratadora de carne de pollo en la ciudad de San Luis Potosí.

En este estudio son analizados los factores técnicos y económicos que dependen de dicha deshidratación.

En el estudio técnico se estudian las características químicas y nutritivas de la carne de pollo y se comparan con las de otros alimentos tanto de origen animal como vegetal como son el frijol, pescado, maíz y las carnes de res. Son especificados los análisis químicos necesarios para el control de calidad tanto del pollo fresco como el de la carne deshidratada, y por último se calcula los costos de los equipos y la maquinaria que forma parte en el proceso de la deshidratación.

En el aspecto económico se efectúa un estudio para la localización de la planta, y se calcula los gastos de la fábrica para encontrar el punto de equilibrio.

## II. GENERALIDADES .

II.1.- Composición química y valor nutritivo de la carne de pollo.

La carne de pollo por tener un bajo precio y una gran cantidad de cualidades nutritivas se ha colocado en el mercado internacional como una de las carnes de mayor consumo por parte de la humanidad.

El bajo precio del pollo es consecuencia del bajo costo de alimentación. Para que el ave aumente 1 kg. de peso es necesario que consuma 3 kg. de alimento, en el caso de la res, la proporción de aumento es de 6 a 1 es decir aumenta 1 kg. de peso al comer 6 kg. de alimento. Esto da lugar a que la carne de pollo sea de los productos más baratos en el mercado.

En el aspecto nutritivo, la carne de pollo contiene todos los aminoácidos esenciales en la dieta humana, contiene más proteínas que las mismas carnes rojas. Dependiendo de las partes del cuerpo, las aves contienen un promedio de 25 a 35% de proteínas, comparadas con un 21 a 27% de la carne de res, 23 a 24% de la carne de puerco y 21 a 24% de la carne de carnero.

En el cuadro No. 17 se presenta la composición química de varios alimentos de alto poder nutritivo. De los alimentos animales, el pollo presenta una mayor cantidad de calorías -- por 100 g. de porción comestible que la leche y el huevo y la -- carne de res. Y en comparación de los productos vegetales, el -- valor calórico del pollo es un poco inferior.

El cuadro No. 18 muestra a los mismos productos ante-- riores con el contenido total de aminoácidos esenciales y no esen-- ciales. En comparación con los productos animales el pollo tiene una mayor cantidad de aminoácidos esenciales que el huevo, la -- carne de res y la leche, encontrándose el pescado con una lige-- ra mayoría con respecto al pollo. El contenido total de proteí-- na en 100 g. de porción comestible el pollo supera a los produc-- tos animales tratados. Los aminoácidos esenciales, el pollo su-- pera a todos los productos animales en isoleucina, leucina, lisi-- na y cistina, y es superado por el pescado ligeramente en la me-- tionina, treonina y valina. La carne de res solamente en el -- triptofano supera al pollo y al pescado; es decir solamente en -- este aminoácido la carne de pollo se encuentra deficiente.

Los valores totales de aminoácidos son superados por los productos vegetales; sin embargo, estos productos presentan una baja digestibilidad en comparación con los de origen animal.

En cuanto a las vitaminas y minerales, el pollo presenta un alto contenido de fósforo, encontrándose bajo en calcio y fierro. El pollo presenta un alto contenido de niacina y ácido ascórbico siendo superado por la carne de res y el pescado en contenido de tiamina y riboflavina.

Además de lo anterior, las proteínas del pollo presentan un alto grado de digestibilidad, lo que quiere decir que casi la totalidad de las que son ingeridas por el individuo, son absorbidas por el organismo.

Respecto a las grasas, el pollo tiene una mayor cantidad que todos los alimentos anteriores, con un total de 18g. - en cada 100 g. de porción comestible. Las grasas de pollo se digieren con mayor facilidad que la contenida en las carnes rojas, debido a la mayor cantidad de ácidos grasos insaturados presentes.

Los requerimientos necesarios diarios de grasa por el organismo humano son 85 g. totales y de ácido linoléico y otros ácidos grasos insaturados 10 g.

El cuadro No. 19 presenta los porcentajes de los ácidos grasos saturados, ácido oléico presentes en la carne de pollo.

CUADRO No. 17

## COMPOSICION DE ALIMENTOS (POR 100 g. DE PORCION COMESTIBLE)

ALIMENTO					HIDRATOS DE CARBONO			MINERALES			V I T A M I N A S				
	Agua	Calo- rias	Pro- tei- nas	Gra- sa	Total	Fi- bra	Ceni- za	Cal- cio	Fos- fo- ro	Mie- rro	Retinal	Tiami- na	Ribo- flavi- na.	Niaci- na.	As.As cõrbi- co.
	gm.		gm	gm		g.	g.	mg.	mg.	mg.	mcg.	mg.	mg.	mg.	mg.
LECHE	87.4	61	3.5	3.0	5.5	0.0	0.6	160	91	0.3	24	0.04	0.21	0.1	1.0
CARNE DE RES	75.2	113	17.7	2.4	0.0	0.0	1.0	16	179	4.0	0	0.07	0.2	2.9	0.0
POLLO	62.1	246	20.0	18.7	0.0	0.0	1.1	10	201	1.0	16	0.06	0.14	7.7	2.0
PESCADO	76.7	100	18.8	1.2	0.0	0.0	1.3	38	198	1.1	47	0.04	0.14	3.1	1.0
FRIJOL	12	337	22.1	1.6	60.8	4.3	5.6	86	247	7.6	2	0.54	0.19	2.1	3
MAIZ	3.6	338	9.5	0.4	85	0.6	2.9	11	58	1.3	0	0.04	0.10	1.9	-
HUEVO	74	163	12.4	11.5	0.9	0.0	0.7	54	205	2.3	1,049 iu	0.092	0.264	4.4	0.0

CUADRO No. 18

## COMPOSICION QUIMICA DE VARIOS ALIMENTOS. CONTENIDO DE AMINOACIDOS MG/100 g. DE ALIMENTO.

ALIMENTO	Total de aminoácidos esenciales.	N <sub>2</sub> g/100 g.	Factor de conversión	Proteína g/100 gm.	Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina	Cistina	Treonina	Triptofano	Valina	Fenilalanina	Tirosina	Arginina	Histidina	Alanina	Ac. Aspártico	Ac. Glutámico	Glicina	Prolina	Serina	Total de aminoácidos
SOJA	16,339	6.65	5.71	38	1,899	3,232	2,653	525	552	1,603	532	1,995	2,055	1,303	3,006	1,051	1,769	4,861	7,774	1,152	963	1,039	40,945
PESCADO	8,465	3.01	6.25	18.8	900	1,445	1,713	539	220	861	228	1,150	737	689	1,066	665	1,126	1,947	2,655	906	692	816	18,338
HUEVO	6,338	1.98	6.25	12.4	778	1,091	863	416	301	634	130	847	709	515	754	301	733	1,190	1,576	410	512	946	12,763
LECHE	1,620	0.55	6.38	3.5	162	328	268	86	28	153	46	199	185	163	113	92	119	264	764	68	314	199	3,553
MAIZ	3,820	1.52	6.25	9.5	350	1,190	254	152	147	342	67	461	464	363	398	258	716	596	1,800	351	850	473	9,262
FRIJOL	8,457	3.54	6.25	22.1	927	1,685	1,593	460	188	878	185	1,016	1,154	559	1,257	627	927	2,648	3,271	839	789	1,228	20,043
POLLO	8,380	3.2	6.25	20.0	1,069	1,472	1,590	502	262	794	205	1,018	800	669	1,114	525	682	1,834	3,002	1,059	829	781	18,206
RES	7,875	2.87	6.25	17.7	852	1,435	1,573	478	226	812	360	886	778	637	1,118	603	1,033	1,590	2,703	806	668	713	17,163

CUADRO No. 19

PORCENTAJE DE ACIDOS GRASOS CONTENIDOS EN  
LA CARNE DE POLLO.

	Ac. Grasos en 100g. de por- ción comesti- ble.	% Acidos Gra- sos satura-- dos.	% Acido Oléico	% Acido Li- noléico
POLLO	18	28 a 31	47 a 51	14 a 18

Por las cualidades anteriores, la carne de pollo es - muy recomendada en las dietas especiales de personas enfermas -- que requieren de una dieta baja en calorías y un alto valor pro-- téico.

El cuadro No.20 muestra la composición química de la carne de pollo cruda, cocida y deshidratada, analizando este cuadro la carne de pollo deshidratada esta constituida casi en su totalidad por material proteico. Además por contener muy bajo contenido de agua, se facilita con ello la solución del problema de conservación y transportación. Y se retardan las reacciones enzi máticas que aceleran la descomposición de la carne. En cuanto a la transportación, con respecto al pollo fresco se disminuye el peso de la carne y se eliminan las condiciones necesarias de conservación a bajas temperaturas.

C U A D R O No. 20

## COMPOSICION QUIMICA DE LA CARNE DE POLLO.

(g/100 g de carne de pollo) mg/100g. de carne

CARNE DE POLLO:	% AGUA	% PROTEINAS	% GRASA	CENIZAS	% TIAMINA	RIBOFLAVINA	NIACINA
CRUDA	77	18.8	2.7	1.5	0.057	0.175	6.9
COCIDA	69.4	24.5	2.6	3.5	0.027	0.085	3.4
DESHIDRATADA	5	<b>80</b>	13.6	1.4	0.198	0.066	30.4

## II.2.- Secado y Deshidratación.

El secado es uno de los métodos más antiguos para la conservación de los alimentos. En el hombre primitivo vemos que evaporaba el agua de la carne y del pescado para su conservación por medio del sol y el aire.

El hombre siempre ha necesitado preservar los alimentos para consumirlos durante las épocas de su carestía, muchas -- formas antiguas de deshidratación son practicadas en la actuali-- dad, basándose únicamente en el uso de una maquinaria moderna. Los habitantes del mediterráneo, y del cercano oriente siguen secando los dátiles, higos y las pasas por medio del sol tal como lo hi-- cieron sus antepasados y sólo se han mejorado las formas de empa-- quetado y de control de la calidad del producto terminado.

En los Andes la deshidratación del "chuño" preparado a partir de papas data de más de 2,000 a 3,000 años y es posible-- mente el primer producto alimenticio especialmente procesado por el hombre para su alimentación en el invierno y la primavera.

En 1795 se inventó la primera estufa con aire calien-- te. El grupo de Challet y **Masson** en Francia, inventaron un deshi

dratador de vegetales que consistía en aire caliente a 45°C y que era pasado sobre los pedazos delgados de los vegetales.

En 1840 aparece en Inglaterra una Patente para la - - deshidratación de verduras presentada por Edwards los cuales eran embarcados para llevarse a las tropas británicas en Crimea. Una de las necesidades era la de prevenir el escorbuto dentro de las tropas, no obstante las verduras obtenidas no presentaban ninguna actividad contra el escorbuto cuando eran consumidas; más tarde - se encontró que al estar las verduras en agua caliente antes de - ser puestas enel secador aumentaban su estabilidad.

En la Primera Guerra Mundial fueron secadas verduras por Canadá, Inglaterra, Alemania y Estados Unidos dentro de las - que se encuentra: los ejotes, col, zanahoria, apio, papas, espinacas y otras.

El secado con aire caliente de carne picada y cocida fue desarrollado en la Guerra Mundial por la Gran Bretaña con carnes de res, puerco y carnero para usos exclusivos en la guerra. - Porque se vió que estos productos no ofrecían una buena calidad y una sólida economía para la industria en los tiempos de paz.

De los estudios realizados sobre la deshidratación en los tiempos de la guerra, fueron desarrollados y ampliados los métodos. Los secadores de tambores fueron aplicados al suero, la mantequilla, sopas y ojetas y harina de tomate. El método por aspersión fue muy usado en leches no grasosas y en la yema del huevo.

De todas las investigaciones anteriores, la liofilización resultaba ser el mejor método de deshidratación. Este tipo de evaporación del agua en el que el producto se encuentra congelado, era más costoso y requería de mucho más tiempo para la producción a gran escala, por lo que se continúa utilizando en épocas de guerra el uso de aire caliente. Y los productos que eran deshidratados en Australia, Nueva Zelanda y América del Sur a una producción máxima de 46,000 toneladas al año nunca fueron introducidos al consumo general doméstico, ya que eran utilizados exclusivamente como se menciona antes para el consumo militar.

Dentro de los estudios sobre la deshidratación de la carne, se encuentra publicado un documento en 1942 en donde se dan las especificaciones requeridas por el departamento de Agricultura y Ganadería de los Estados Unidos para la deshidratación de la carne de puerco.

En la producción de carne de pollo seca, se estimó -- que en los Estados Unidos en 1960 fueron deshidratadas 1.5 millones de libras de carne. Por medio de la liofilización y por aspersión.

El secado es la operación mediante la cual cerca de la totalidad del agua presente es evaporada. La naturaleza del producto por secar, las características deseadas en el producto al final de la operación, y del equipo utilizado en el proceso de la deshidratación pueden variar en el método utilizado, pero siempre su función es la de quitar el agua presente del material húmedo.

El secado puede hacerse también con materiales en el que no necesariamente el agua es el compuesto por remover, sino frecuentemente otro líquido diferente. Sin embargo, se entiende por deshidratación al procedimiento mediante el cual el agua es separada del producto por medio de la evaporación, diferenciándose de la centrifugación y prensado.

El fenómeno de la evaporación del agua de un objeto húmedo debe ser tratado desde el punto de vista del comportamiento cinético de las moléculas y sus propiedades de transporte de calor y masa.

Una de las definiciones de secado es la de eliminar el agua de un sólido por medios térmicos, la definición enfatiza el hecho de que la evaporación del líquido o el decrecimiento del -- contenido de humedad en cualquier punto del cuerpo esta invaria-- blemente ligada con el correspondiente flujo de calor.

La transferencia del calor de las vecindades al interior del producto por secar es acompañada por la transferencia de masa del agua en forma de vapor del interior del cuerpo hacia las vecindades. Y se puede decir que la velocidad de secado depende de la velocidad en la que el calor es suministrado al punto donde se encuentra el contenido de humedad.

El calor proporcionado al producto por secar puede -- transmitirse por conducción, convección y radiación. El calor - - transmitido por conducción se efectúa por un cambio de momentum -- térmico de las moléculas con sus vecindades. Es decir se efectúa molécula a molécula cuando el calor es transmitido dentro del cuerpo por medio de un movimiento de un fluido con respecto a las paredes del sólido en donde el calor se transfiere por convección.-

Los factores que determinan la velocidad de secado son:  
la temperatura del agua, la temperatura, humedad y velocidad del

aire, y en menor importancia el tamaño y la forma de la superficie húmeda y la dirección del aire.

El agua contenida en la carne se elimina mediante un mecanismo bastante complejo. Se producirá un flujo del interior al exterior a través de los capilares después de haber secado la superficie. Existiendo entonces una transferencia de calor y de masa.

Lo anterior origina que se produzcan 2 clases de secado:

1. A velocidad constante.
2. A velocidad decreciente.

Por lo tanto existen 2 resistencias en serie que son el agua superficial que se encuentra en la parte superior del material, y el agua que se encuentra en los poros, éstas afectarán la velocidad de secado y la mayor de las resistencias regirá el fenómeno.

Se puede decir que para materiales muy porosos, predomina el secado a velocidad constante, y para materiales poco porosos el secado se efectúa a velocidad decreciente.

Las carnes están constituidas principalmente por proteínas, de las cuales, las solubles en agua constituyen un 20% de las proteínas totales, y son resistentes y no presentan alteración durante la deshidratación. Sin embargo, las proteínas solubles en sal no son resistentes a la deshidratación.

Durante la deshidratación, las proteínas se vuelven menos solubles y la rehidratación es más lenta, ya que los tejidos no reabsorben toda el agua que perdieron.

La deshidratación dentro de las mejores condiciones no presenta pérdidas en vitaminas o aminoácidos con la excepción de la tiamina.

Morgan reportó que al cocer carne de gallina se perdía de 10 a 20% de riboflavina y niacina y de un 20 a 40% de tiamina.

Si la carne que va a ser cocida se mantiene arriba de su punto de congelación pero abajo de 60°C durante los primeros pasos del secado, se pueden producir reacciones enzimáticas. Si se utilizan temperaturas altas, estas reacciones en un principio son aceleradas, pero pronto las enzimas son inactivadas.

La actividad de las enzimas como catalizadores de varios tipos de reacciones, es prevenido por medio de un cocido antes de que la carne es deshidratada.

Yao estudió el número de factores que intervienen en la deshidratación de carne de pollo dentro de un secado al vacío, incluyendo carne a temperaturas arriba y abajo de su punto de congelación. Observó que al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de eliminación del agua y decrece el tiempo de secado.

Las muestras congeladas tenían una velocidad de secado más rápido que las no congeladas posiblemente por el agua que se cristaliza en forma de hielo en las células.

El cocimiento antes del secado, el contenido de humedad inicial, y el tamaño de las muestras, no tenían grandes efectos en las velocidades de secado.

### II.3. Métodos y tipos de secadores.

Los métodos de secado se clasifican según la forma en que es transmitido el calor al sólido así como en la continuidad - del proceso.

Dentro de los métodos más comunes encontramos:

1. La acumulación de la humedad como hielo.
2. Absorción. Cuando el agua en forma de gas penetra - en un material poroso, cuyo diámetro de poros es de  $5 \text{ \AA}$  <sup>o</sup> menor.
3. Adsorción. Cuando la humedad en forma líquida penetra en un objeto poroso en el que el diámetro de poro es mayor de  $150 \text{ \AA}$  <sup>o</sup>.
4. Separación mecánica. Generalmente no es considerada dentro de la deshidratación.
5. Vaporización. Consiste en elevar la temperatura - del sólido hasta llegar al punto de ebullición del agua. Siendo ésta recolectada por medio de un gas o aire.

Dependiendo de la continuidad del proceso. Los secadores se dividen en dos grupos:

1. Continuos.- Son aquellos en que la alimentación es continua, es decir, se introduce constantemente.

2. Intermitentes.- El equipo es utilizado con una carga dada durante un lapso de tiempo y al final de la deshidratación es descargado; repitiéndose el ciclo completo una vez más con la carga nueva. Este tipo es utilizado cuando la cantidad de material por procesar no es muy grande, o bien el producto requiere un cuidado especial.

Dependiendo del método de transmisión de calor, los secadores se dividen en:

1.- Directos.- El calor es transmitido por convección y radiación siendo el medio de transferencia de calor aire o algún gas caliente. Y son éstos los que se encargan también de transportar la humedad separada al exterior.

2.- Indirectos.- La transferencia de calor se efectúa por conducción. Generalmente el medio que lo transfiere es una pared metálica que se encuentra en contacto con el sólido.

En este grupo el agua es separada independientemente del fluido que sirve como medio de calentamiento.

Los indirectos pueden trabajar con vacío y algunas veces dependiendo del producto, con atmósferas inertes.

El cuadro No. 21 presenta la clasificación de los diferentes tipos de secadores existentes.

Los factores que deben ser analizados para una buena selección de un deshidratador son los siguientes:

1.- Las características del material por secar, como son las características físicas antes y después de la deshidratación, corrosividad, tamaño de partícula, etc.

2.- Características del proceso: humedades iniciales y finales, temperaturas permisibles, tiempo de secado en diferentes equipos.

3.- Flujo de materiales en el sistema, dentro de éste grupo se encuentra: la continuidad, las operaciones anteriores y posteriores al secado.

4.- Cualidades del producto; como son el grado de contaminación, la distribución de la humedad final, la reducción en el volumen.

5.- La separación de la humedad del secador.

6.- Las facilidades de instalación.

#### II.2.a. SECADORES CONTINUOS.

El proceso de la deshumedificación continua presenta las ventajas de utilizar un equipo pequeño en relación a la canti

## CUADRO No. 21

- |  |                |   |
|--|----------------|---|
|  |                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secador de charolas.</li> <li>2. Secador de hojas.</li> <li>3. Secador transportador neumático.</li> <li>4. Secador rotatorio.</li> <li>5. Secador de rocío.</li> <li>6. Secador de tunel.</li> <li>7. Secador de circulación forzada.</li> </ol> |
| 1. SECADORES DIRECTOS                          | CONTINUOS      |   |
|  | INTERMITENTES  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secador de circulación forzada.</li> <li>2. Secador de compartimiento y cha<br/>rolas.</li> </ol>   |
| 2. Secadores de rayos infra rojos o radiantes. |                |   |
|  | CONTINUOS.     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secadores de cilindro.</li> <li>2. Secadores de tambor.</li> <li>3. Secador de transportador de<br/>tornillo.</li> <li>4. Secador rotatorio de tuvo de<br/>vapor.</li> <li>5. Secador de platos vibratorios.</li> </ol>                           |
| SECADORES INDIRECTOS                           |                |   |
|  | INTERMITENTES. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secador de plato agitado.</li> <li>2. Liofilizadores.</li> <li>3. Secadores rotatorios al vacío.</li> <li>4. Secadores de charolas al vacío.</li> </ol>   |

dad de material. Además, la operación está completamente integrada sin tener pasos intermedios. Y el contenido de humedad al salir el producto del equipo esta repartida uniformemente por lo que el costo por unidad de producto seco es relativamente barato.

En estos sistemas el calor puede ser transmitido directa e indirectamente.

En la mayoría de los secadores directos, el sólido se mueve mientras se encuentra en contacto con la corriente de gas, - éstos pueden fluir paralelamente o a contra corriente. Cuando el proceso se realiza adiabáticamente no existen pérdidas de calor - al exterior y el gas pierde el calor sensible que es ganado por - el agua para su evaporación. Introduciendo calor dentro del sistema, la temperatura del gas se mantiene constante en el equipo.

En los que funcionan a contra corriente existe el peligro de un exceso de calentamiento a la salida del producto, ya que el aire se encuentra a su más alta temperatura al ponerse en contacto con el sólido con menos humedad por lo que la baja a eficiencia térmica de la operación.

Para los procesos adiabáticos a corriente paralela, - el sólido frío a la entrada, se pone en contacto con el aire caliente, y a la salida el gas se encuentra considerablemente frío,

evitándose con ello el peligro de dañarlo, y la operación se controla con mayor facilidad.

### II.3.1.- SECADOR DE TUNEL.

Consiste en un tunel relativamente largo, a través del cual se mueven unos carros con charolas los que llevan el material de la alimentación, y son puestos en contacto con el gas caliente. Los carros son movidos por medio de cadenas a las que van unidos. En un simple arreglo, los carros son introducidos periódicamente en la entrada del tunel y una vez efectuada la deshidratación salen por el final de equipo.

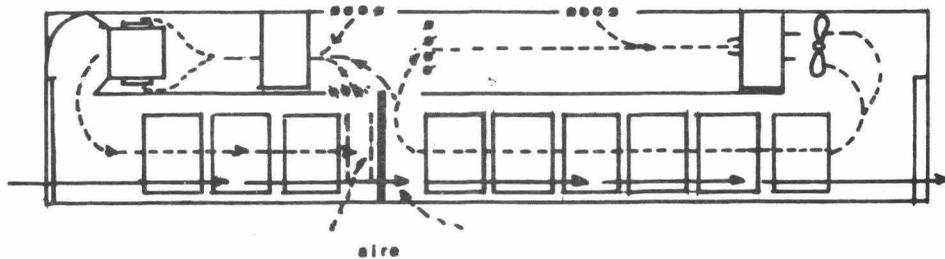
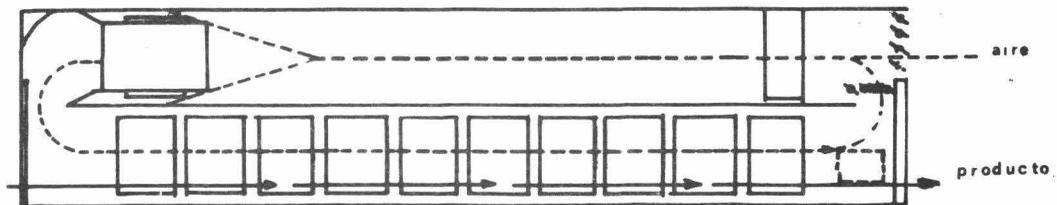
El tiempo de residencia en el tunel tiene que ser suficientemente grande para llegar al contenido de humedad deseada.

El aire es calentado por medio de serpentines con vapor y si se requiere de altas temperaturas se efectúa el calentamiento por medio de algún combustible.

El secador de tunel puede operar de diferentes formas como se muestra en los esquemas de la figura No. 1.

a) El aire fluye a contra corriente y el producto fluye en dirección contraria.

FIG 1 SECADOR DE TUNEL



b) El aire fluye paralelamente al sólido.

c) El aire puede fluir paralelamente y a contra corriente en el centro del secador.

En algunos secadores el aire es soplado en el interior por medio de ventiladores a los lados del túnel y puede ser recirculado para con ello ahorrar el suministro de calor.

### II.3.2. SECADOR TIPO TURBO.

Consta de charolas anulares colocadas una arriba de la otra colocadas por medio de una flecha las cuales giran lentamente (menos de 1 rpm). Cada charola esta provista de una ranura por donde fluye el sólido, el cual es alimentado en la parte superior y a medida que giran las charolas pasa el producto por medio de la ranura a la charola inferior para salir por el fondo en la descarga. El aire entra por la parte inferior del equipo y fluye hacia arriba a una velocidad entre 2y8 m/seg. soplado a las charolas por unos pequeños ventiladores y calentado por medio de serpentes.

En este secador el proceso es más rápido que en el del túnel por estar entrando la alimentación más rápido.

El tamaño del tubo-secador esta comprendido entre - -

2m (6ft) a 6m (20ft), de diámetro y de 2m (6ft) a 7.5 m (25ft) de altura.

El diagrama No. 2 presenta el esquema del secador.

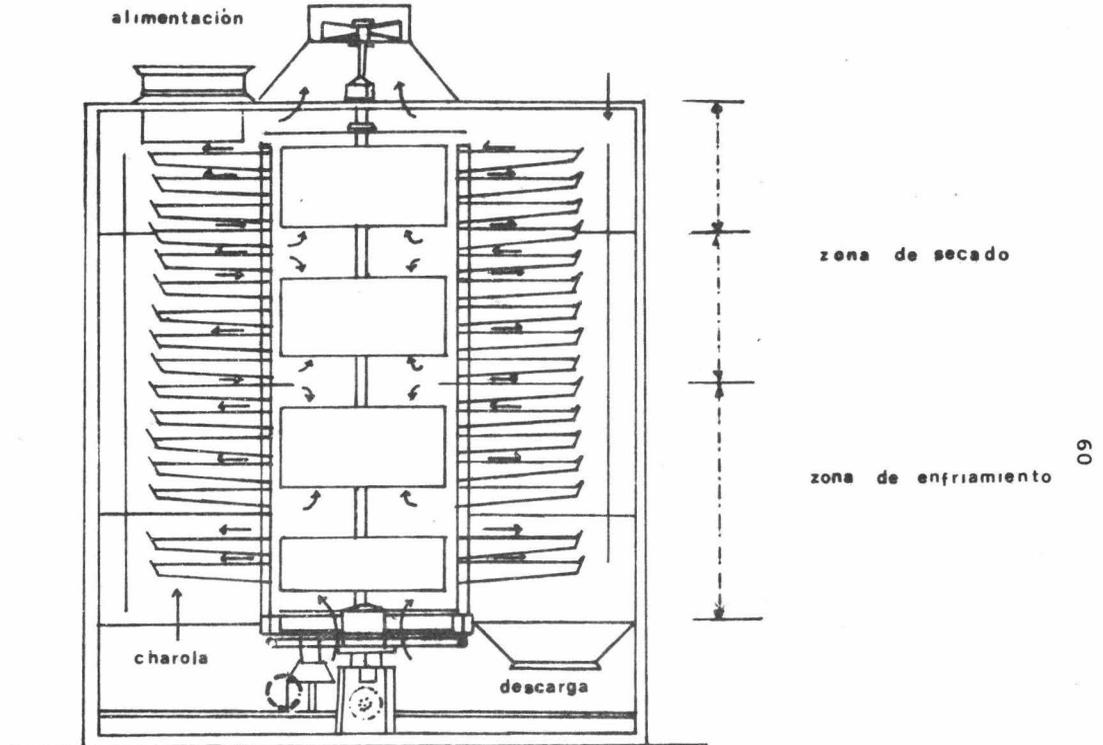
### II.3.3.- SECADOR DE CIRCULACION FORZADA.

Este sistema consta de una malla horizontal transportadora en donde se coloca el producto en capas de 2.5 a 15 cm. de espesor y es transportado por una banda por donde circula el aire caliente y al final de la misma sale por la descarga. El vapor fluye dentro de unos tubos los cuales se localizan en el techo de la cámara. Si se requiere una mayor longitud de las bandas, se colocan una arriba de la otra por medio de unos bancos.

El equipo consta de ventiladores en donde el gas es soplado del fondo hacia el techo cuando el sólido esta húmedo y una vez iniciado el proceso de la deshidratación, se sopla hacia abajo por lo cual se obtienen resultados de una humedad más uniforme. El 60 ó 90% del aire total es recirculado.

Estos secadores se utilizan en partículas granulares y pastas para que el aire pueda circular através de ellas.

FIG.2 SECADOR TIPO TURBO



El medio de calentamiento generalmente es aire calentado por medio de vapor, aunque también pueden usarse gases de combustión.

El diagrama del equipo se encuentra en la figura No.3.

#### II.3.4. SECADOR DE BANDA AL VACIO.

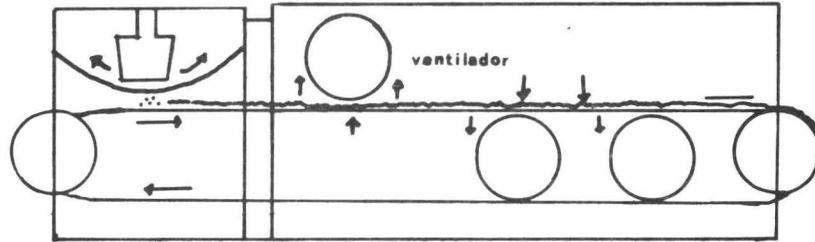
El secador es continuo y trabaja al vacío; se utiliza en la deshidratación de lodos y pastas. El material es alimentado y transportado en la cámara de vacío por medio de dos bandas, las cuales son cargadas y vaciadas alternadamente.

La Cámara es cilíndrica y su diámetro es de 3.6 m. -- (12ft) aproximadamente, y 16 m. (52 ft) de largo. El vacío se -- efectúa por dos eyectores de vapor de cuatro pasos.

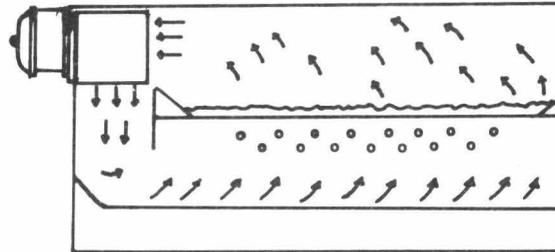
La banda es de acero inoxidable de 1.5 m (4 ft) de -- ancho y 33 m (100 ft) de longitud total, la cual esta soportada -- por dos tambores de acero de 2.6 m (8.5 ft) de diámetro.

El calentamiento se transmite por medio de calentadores eléctricos y al pasar por uno de los tambores calentado por --

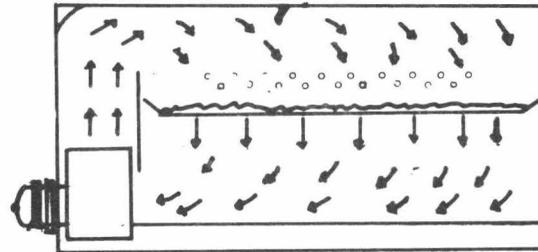
**FIG.3 SECADOR CON CIRCULACION FORZADA**



**camino de una cama permeable a traves de 3 unidades**



**el aire fluye por debajo del lecho**



**el aire fluye por arriba del lecho**

vapor, en donde se realiza la mayor evaporación en el proceso.

En el tambor donde se corta la pasta de la banda, es enfriada para facilitar su corte.

La naturaleza del equipo requiere el uso de pastas o lodos en la alimentación, y en la industria alimenticia son utilizados para la elaboración de leche en polvo.

El sistema requiere de productos preconcentrados lo más posible, si se trabaja con aire caliente la temperatura se encuentra entre 200° y 250° F (90° a 120°C), con una velocidad entre 180 y 240 ft/min.

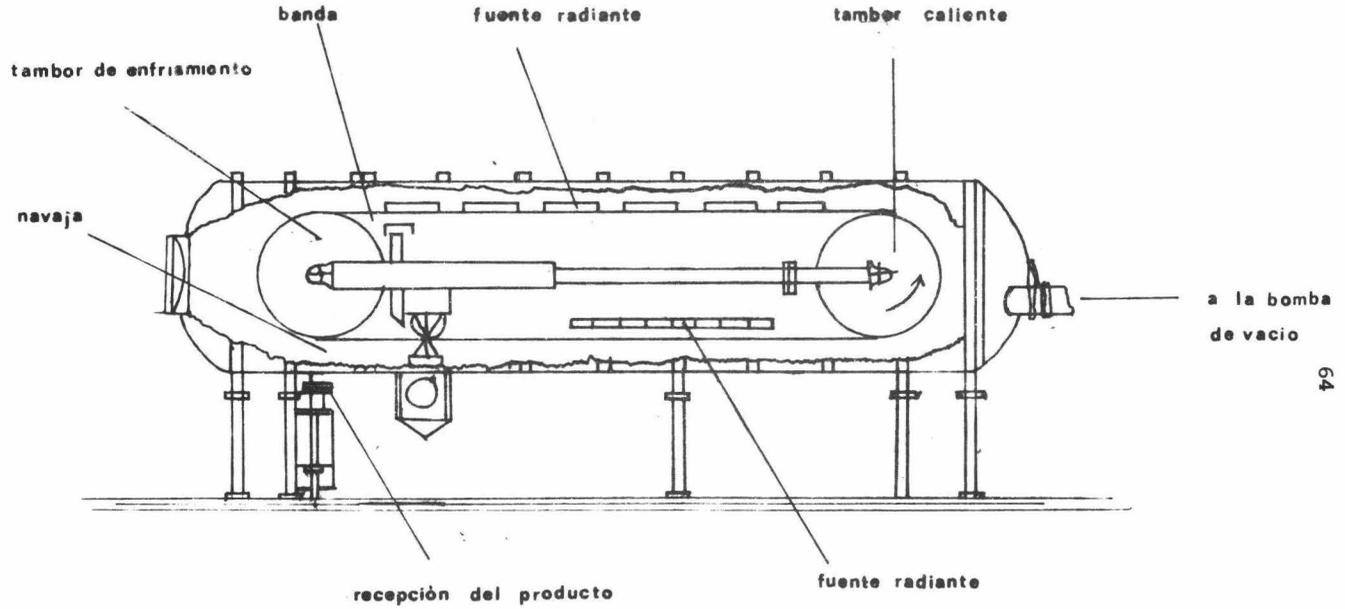
Estos equipos son empleados cuando el material es sensible al calor y la calidad tiene una mayor importancia que el costo total del proceso.

La figura No. 4 presenta el diagrama del secador.

#### II.3.5. SECADOR ROTATORIO.

Consta de un cilindro el cual gira y que se encuentra ligeramente inclinado con respecto a la horizontal. El tamaño del cilindro es mayor de cuatro veces del tamaño del diámetro el cual

FIG.4 SECADOR DE BANDA AL VACÍO



mide de 30 cm. a 3.5 m. El producto es movido tanto por la rotación y por la inclinación del equipo para salir por la descarga.

Este sistema puede funcionar a contracorriente o con corriente paralela y dependiendo del método de transferencia de calor pueden ser directos, indirectos e indirectos-directos. Para los indirectos los gases calientes son pasados por el exterior de la coraza en una chaqueta, o bien por vapor el que se condensa en los tubos enchaquetados.

Este secador se utiliza para materiales en los que no existe el problema de quebrarse y además tienen un movimiento relativamente libre, y los que no presentan esta cualidad, generalmente parte de la descarga es recirculada a la entrada de la alimentación.

Dentro de la coraza se encuentran colocadas unas aletas que se extienden del cilindro y cuya función es la de levantar y regar al sólido en forma de una cortina perpendicular a la corriente de aire. Estas aletas pueden estar colocadas en forma radial al cilindro, formando  $45^\circ$  con respecto a la horizontal o bien con ángulos de  $90^\circ$ . En la entrada del gas se encuentra un soplador y a la salida un ventilador el cual jala el aire al exterior para controlar mejor el flujo del gas.

La figura No. 5 muestra el diagrama del secador rotatorio a contracorriente calentado con aire.

#### II.3.6. SECADOR ROTATORIO CON CIRCULACION FORZADA.

Estos secadores combinan la circulación forzada del -- aire con la rotación del cilindro. El más importante es el Roto - Louvre. Este secador funciona con aire caliente o frío el cual es soplado a través de pequeñas tablillas en el cilindro de doble pared que gira hacia arriba de la cama donde se encuentra el sólido. La cama se mueve continuamente con el giro del cilindro lo que asegura un contacto uniforme con el gas.

El tamaño del Roto-Louvre varía de 78 cm. a 3.5 m. de diámetro y de 2.5 m. a 10.5 m. de longitud. El tamaño más grande de estos equipos es capaz de evaporar 5500 kg/hrs de agua. Y la temperatura de los gases fluctúa entre 120° y 240°C (250° a 1,000F).

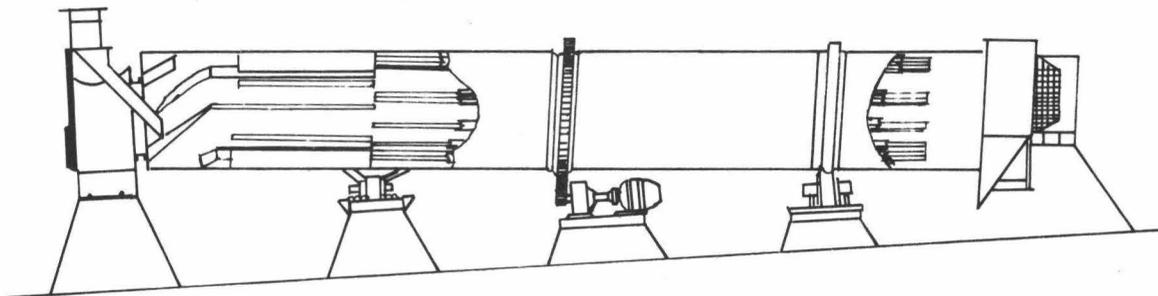
Estos sistemas son utilizados para el secado de partículas que no ofrecen una alta resistencia al flujo del aire.

La figura No. 6 muestra el esquema del secador Roto - Louvre.

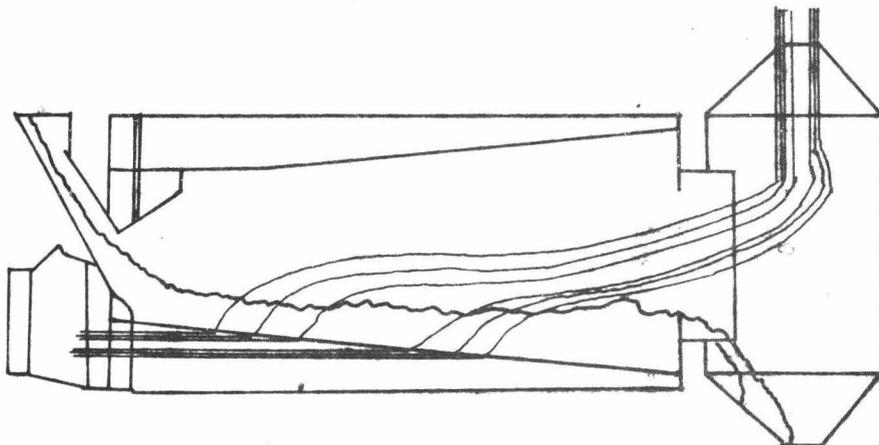
#### II.3.7. SECADOR DE TAMBORES.

FIGURA 5

SECADOR ROTATORIO A CONTRACORRIENTE



**FIGURA 6**



**SECADOR ROTATORIO CONTINUO CON CIRCULACION FORZADA**

Estos secadores son diseñados para materiales semifluidos como soluciones, lodos, pastas y sedimentos en donde el calor es transmitido en forma indirecta.

Consisten de uno o dos tambores de metal calentados en la superficie en donde se encuentra una pequeña capa del producto el cual esta girando lentamente en el tambor.

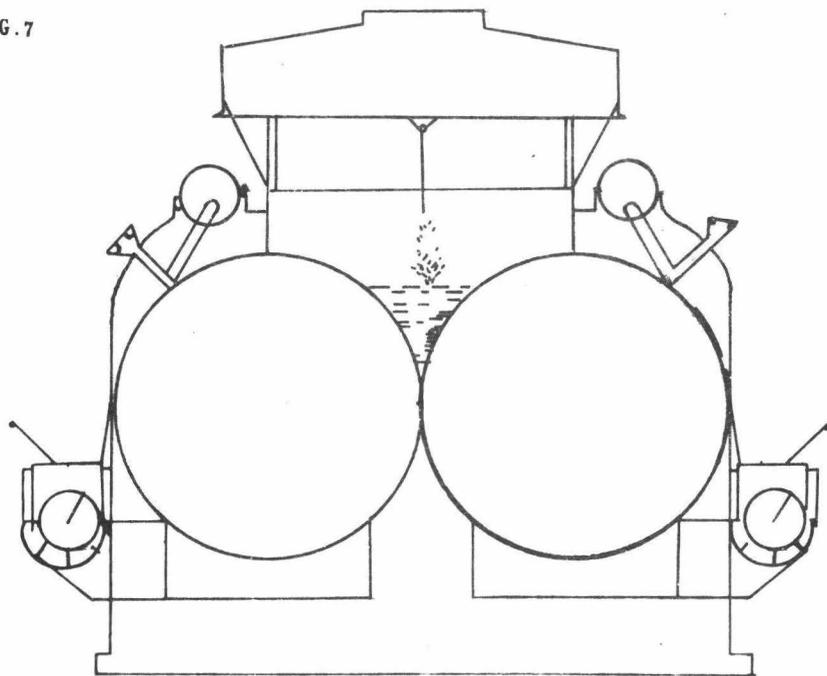
Como un ejemplo de estos equipos se encuentra el de la figura No. 7 en donde se tienen dos rodillos.

El líquido o la solución es alimentada en el centro entre los dos tambores. El calor es transportado por conducción al líquido parcialmente concentrado en el espacio entre los rodillos los cuales al girar evaporan el agua dejando el material seco que se separa por medio de unas cuchillas. La humedad es transportada al exterior por una corriente de vapor.

El tamaño de los tambores varía de 70 cm. a 2.5 m. de diámetro y de 70 cm. a 4.5 m. de longitud. El tiempo de contacto del producto con el metal caliente es de 6 a 1 seg, considerado - relativamente corto para los productos sensibles al calor.

La capacidad del secador es normalmente de 0.5 a 5kg. (1 lb a 10 lb) de producto seco por hr y ft<sup>2</sup> de superficie de secado.

FIG. 7



SECADOR DE TAMBORES CON LA ALIMENTACION  
EN EL CENTRO

### II.3.8. SECADOR POR ASPERSION.

Este equipo consta de un cilindro colocado generalmente en forma vertical en donde el material es rociado en forma de pequeñas partículas y dentro de la cámara se alimenta una gran cantidad de gas caliente la que suministra el calor necesario para evaporar el agua. La transferencia de masa y de calor se realiza por contacto directo del gas caliente con las partículas dispersadas.

Después de que se completa el proceso, el gas frío y las partículas son separadas; si se trata de partículas finas se dividen del gas por medio de unos ciclones externos frecuentemente por medio de bolsas colectoras.

También pueden ser utilizadas en la deshidratación de productos aglomerados de alimentos u de otras partículas de gran tamaño.

El secador de rocío comprende tres procesos fundamentales:

- 1) La atomización del líquido.
- 2) El mezclado del gas con el producto.
- 3) El secado de las partículas.

La atomización se realiza por medio de uno o tres atomizadores: a) Por un orificio de alta presión (2) dos orificios -- (3) un disco con una gran velocidad centrífuga. Dado el tamaño de la superficie de secado el proceso tarda solamente unas fracciones de segundo. Y el tiempo total de residencia de la partícula no -- excede de 30 seg.

Los secadores por aspersion pueden operar con corriente paralela, y a contracorriente. La temperatura del aire puede estar en un rango de  $150^{\circ}$  ( $300^{\circ}\text{F}$ ) a  $815^{\circ}\text{C}$  ( $1500^{\circ}\text{F}$ ).

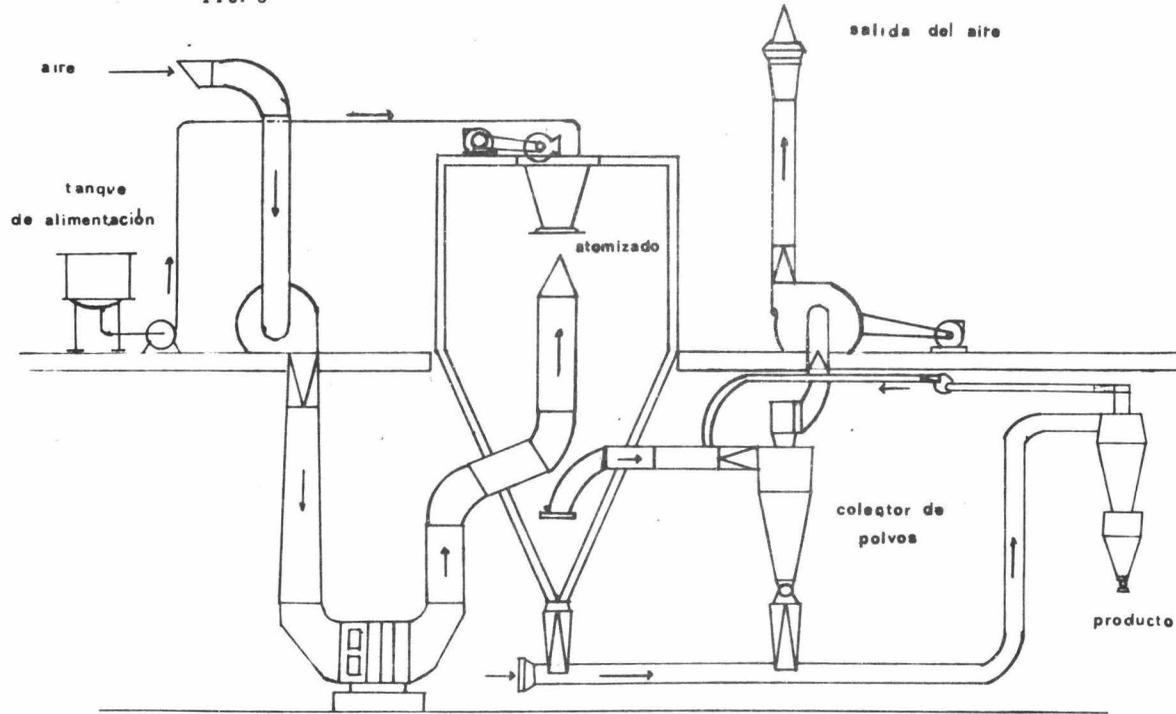
La figura No. 8 se muestra el secador de rocío.

#### II.3.9. SECADORES DE CAMA FLUIDIZADA.

Estos equipos utilizan una cama de partículas a través de la cual se pasa una corriente de aire caliente fluye lentamente hacia arriba de la cama. El aire al pasar por las partículas tiene una caída de presión producida por la fricción que va a aumentar con la velocidad. Esta velocidad llega a un límite puede ocurrir una a dos cosas: 1) Las partículas se expanden al ser la -- fricción igual a la fuerza de gravedad y se abre el arreglo de la cama para permitir el paso del gas o toda la cama es levantada y -- las partículas se separan para empezar la fluidificación.

A medida que la velocidad del gas aumenta, los poros y

FIG. 8



SECADOR POR ASPERSION

los canales en la cámara son mayores y las partículas se encuentran más separadas.

La velocidad del aire es generalmente de 0.5 a 10 - - ft/seg.

La partes que consta un sistema de cama fluidizada son:

1.- Recipiente.

a) Porción de la cama fluidizada.

b) Espacio de separación de las partículas.

c) Distribuidor de gases.

2.- Alimentación de los sólidos.

3.- Descarga de los sólidos.

4.- Separador de polvos para la salida de los gases.

5.- Instrumentación.

6.- Alimentación del gas.

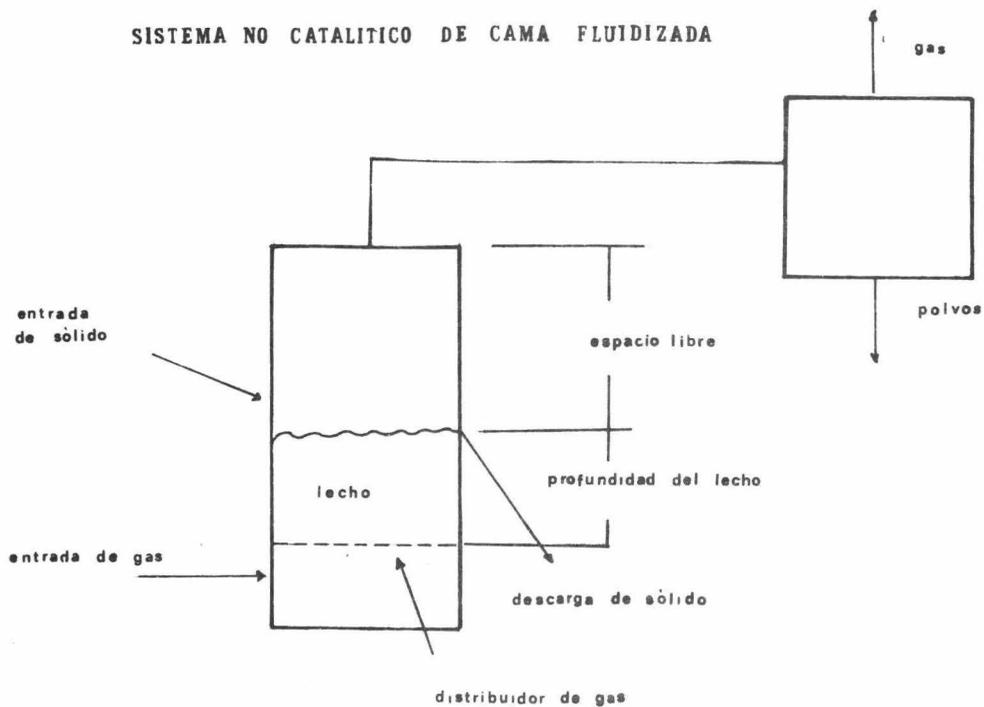
Estos equipos son utilizados tanto para reacciones químicas como para separaciones físicas. Dentro del secado son utilizados para el secado de sólidos y gases.

La partes de un sistema no catalítico de cama fluidizada se encuentran en la figura No. 9.

## II.b. SECADORES INTERMITENTES.

FIGURA 9

SISTEMA NO CATALITICO DE CAMA FLUIDIZADA



Los secadores intermitentes son compartimentos que consisten de charolas en donde se coloca el sólido en el caso de partículas pequeñas o bien en pilas para los objetos grandes.

La transferencia de calor puede ser directa por medio de una gran cantidad de gas caliente, o indirecta con el uso de las charolas de metal, serpentines calientes o paredes refractorias.

En las unidades cuando el calor es transferido indirectamente, sin contar a los equipos de vacío, el gas circulado en pequeñas cantidades es el que se encarga de transportar la humedad al exterior de la cámara.

Estos sistemas presentan un alto costo de trabajo por la necesidad de la mano de obra tanto en la alimentación como en la descarga y sólo resultan económicos cuando se necesitan algunas de las siguientes características.

1. El ciclo de secado es demasiado tardado ya sea por el tamaño del sólido o por el calor permisible.

Este caso es aplicable para ciclos de secado que exceden de 12 a 24 hr.

2. Cuando el mismo equipo se utiliza para varios productos diferentes, en donde la unidad es limpiada después de cada ciclo de secado.

3. Cuando la cantidad de material que se procesa no justifica la inversión en un sistema continuo.

El control del secado se efectúa por la temperatura y la humedad del aire y rara vez por la temperatura del sólido. En los secadores a vacío el proceso se controla por la presión absoluta y la temperatura del medio de calentamiento.

En las unidades directas se utilizan instrumentos capaces de variar la temperatura ó la velocidad del aire en el ciclo. Durante el período de secado a velocidad constante, en la que la temperatura de la superficie del sólido se encuentra cercana a la del bulbo húmedo del aire, se utilizan temperaturas altas en el aire. Y en el período de velocidad decreciente se baja la temperatura del aire para prevenir un sobrecalentamiento en la superficie del sólido. Para la velocidad del aire, en el período de secado constante se requiere de velocidades altas para aumentar la transferencia de calor, y una vez que se ha deshidratado la superficie del material, la velocidad del aire se disminuye para evitar calcinar el producto.

Están formados de una cámara aislada, en donde se encuentran instalados ventiladores y serpentines y los recipientes donde se coloca el material.

El éxito de la operación depende de mantener la temperatura del aire constante y su velocidad uniforme sobre el material durante todo el secado.

El gas circula en estos equipos a una velocidad de 200 ft/min (60 m/seg) a 2000 ft/min (600 m/seg), a la circulación del aire en las charolas es función de la capacidad del ventilador, el ducto de aire, y la colocación de los bafles. Uno de los más grandes problemas en estos equipos es la desuniformidad del flujo del aire.

Los secadores pueden constar de carros o charolas estacionarias. Los carros son cargados con las charolas y se introducen al equipo por medio de unas ruedas, o pueden estar colocados en un monoriel, y constan de una o dos hileras conteniendo de 18 a 48 charolas por hilera.

Las charolas pueden ser de forma cuadrada o rectangular de 4 a 8 ft. de lado, y son fabricados de materiales no corrosivos resistentes al calor la separación entre charolas debe ser de 1/2 a 1 1/2 in. entre el material y el fondo de la charola supe-

rior, encontrándose la carga entre 0.5 in y 4 in de profundidad.

El medio de calentamiento generalmente es vapor encontrándose el calentador antes del ventilador. Cuando la carga es pequeña pueden utilizarse calentadores eléctricos. Para temperaturas arriba de 400°F (200°C) se usan productos de combustión del carbón, o algún gas.

La caída total de presión entre las charolas, calentador y ductos varía de 1 a 3 in de agua, y se recircula el 80 al 95% del aire.

La figura 10 muestra un secador de charolas y la fig. No. 11 un secador de carros.

### II.3.11. SECADOR DE CHAROLAS AL VACIO.

Este secador es intermitente calentado indirectamente, y consiste de una cámara de vacío construida de acero al carbón, un calentador, unas charolas, fuente de vacío y un condensador.

Las charolas son estacionarias y entre ellas pasan unos serpentines conteniendo vapor generalmente a una presión de 100 psig (7 kg/m<sup>2</sup> abs), si la temperatura deseada es baja puede ser pasando agua caliente, y si se requiere de altas temperaturas



FIG. 10 SECADOR DE CHAROLAS DIRECTO

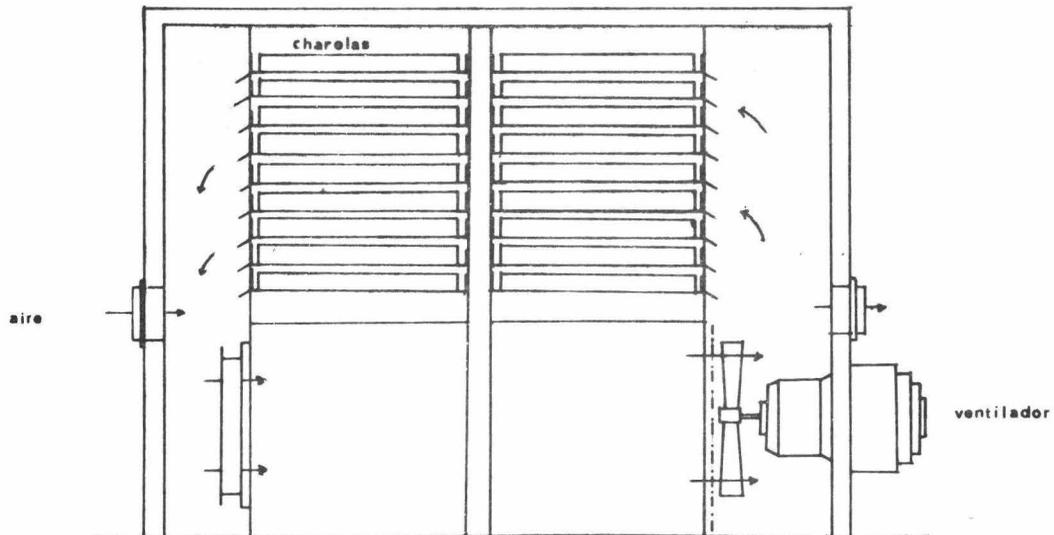
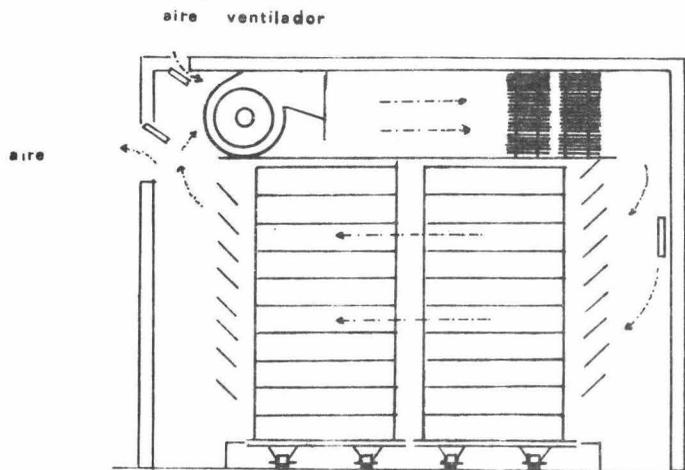


FIG. 11

SECADOR DIRECTO DE CARROS



pueden fluir algun gas.

Las charolas donde se coloca la carga son de metal para asegurar una buena transferencia de calor entre el estante y la charola.

El gabinete puede tener de 1 a 24 estantes y los equipos más grandes miden 9 ft (2.7 m) de ancho, 18 ft (5.5 m.) de largo y 8 ft (2.5 m.) de altura. El vapor separado del producto por medio de un ducto que esta conectado con una trampa para no poder regresar a la cámara.

El vacio se produce por medio de una bomba o por un -- ejetor, y varía de la 25 mm. de Hg de presión.

Estos equipos son empleados en la industria farmacéutica y en materiales sensibles a altas temperaturas o fácilmente oxidables, en donde el costo de la operación es insignificable con el valor del producto.

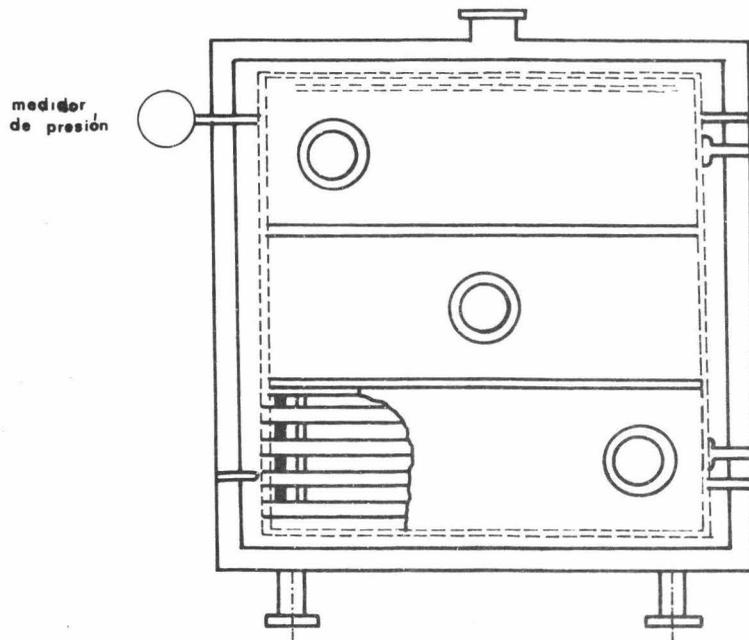
El esquema del equipo se presenta en la figura No. 12.

### II.3.12. LIOFILIZACION.

Este proceso es utilizado en una gran variedad de pro-

FIG. 12

SECADOR DE CHAROLAS AL VACIO



ductos que no pueden ser deshidratados por otros métodos comunmente usados.

Dentro de los productos que utilizan esta operación se encuentran:

- 1) Jugos de frutas.
- 2) Verduras y jugos de verduras.
- 3) Ostiones.
- 4) Pescado.
- 5) Extractos de café.
- 6) Extractos de té.
- 7) Carnes.
- 8) Leche.
- 9) Plasma sanguíneo humana.
- 10) Cultivos de bacterias y virus.
- 11) Antibióticos.
- 12) Hormonas, aminocácidos, bilis.
- 13) Vitaminas y productos farmacéuticos.

Las ventajas que presenta la liofilización son:

- 1) Utiliza bajas temperaturas evitando cambios químicos.
- 2) No se producen aglomerados en los compuestos deshidratados.

3) Se mantienen los productos esterilizados.

4) No se oxidan los materiales secados.

El producto por secar es congelado y el agua es separada por sublimación en forma de vapor el cual es separado de la cámara que se encuentra a un alto vacío.

La temperatura a la que se encuentra el producto por secar está en el orden de  $10^{\circ}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ .

Para muchas sustancias el 95% de agua se separa durante el período a velocidad constante en el 80% del tiempo total de secado, y el otro 5% necesita del 20% del tiempo total.

El período de secado a velocidad constante es función del calor de sublimación y del calor de la fuente, y si existe un buen contacto físico entre la carga y la fuente, el calor, la conducción predomina en el proceso.

La figura No. 13 se encuentran los elementos básicos en el proceso de la liofilización.

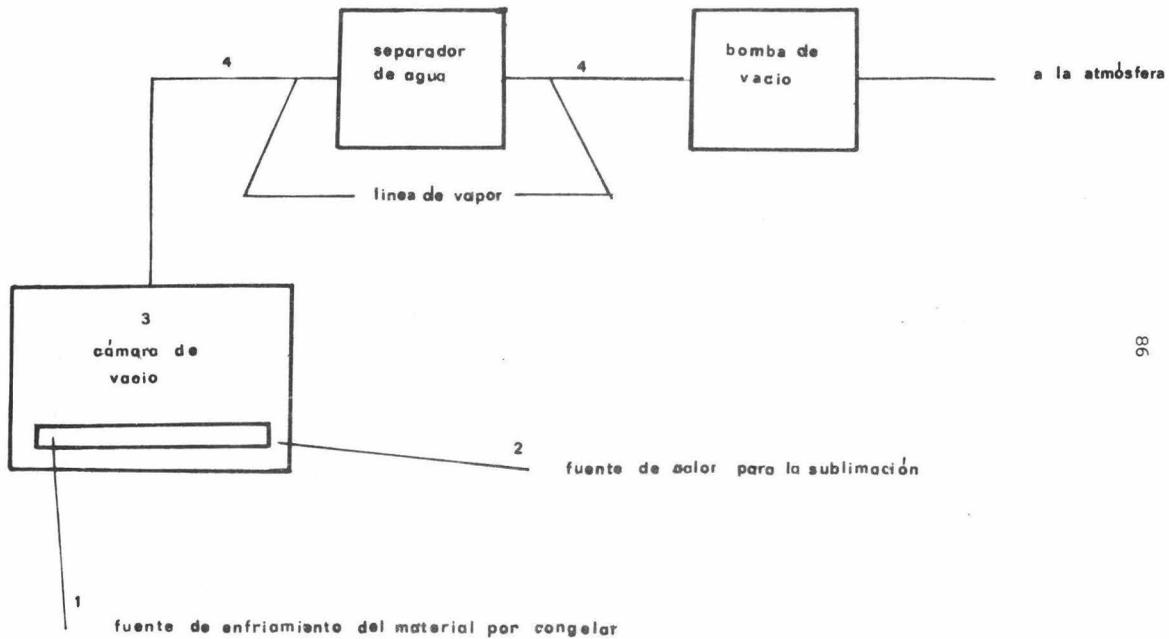
Los elementos requeridos en la liofilización son:

1. Fuente de enfriamiento para congelar el material por secar.

Puede constar el equipo por una fuente externa de en--

FIG. 13

ELEMENTOS BASICOS PARA EL PROCESO DE LIOFILIZACION



friamiento o el mismo sistema puede congelar el producto.

## 2.- Fuente calor para la sublimación:

Para sublimar 1 lb. de hielo se necesitan aproximadamente 1200 Btu. Los elementos de calentamiento son generalmente agua caliente que circula en el enchaquetado o bien en serpentines y resistencias eléctricas.

## 3.- Cámara de vacío.

Consiste principalmente de una botella de vidrio que más tarde sirve para recibir el producto.

## 4.- Línea de vapor.

Conduce el vapor de agua y los gases no condensables fuera de la cámara de vacío hacia el sistema separador del agua.

## 5.- Sistema separador de agua.

Se utilizan tres sistemas generalmente: condensadores, desecadores y bombas.

### a) Condensadores:

El vapor de agua es condensado por medio de un refrigerante en forma de una pequeña capa de hielo.

b) Desecadores:

Dentro de los desecadores empleados comunmente se encuentran el Cloruro de Calcio, Sulfato de calcio y Cloruro de litio los que al reaccionar con el agua forman hidróxidos.

Los desecadores físicos separan el vapor de agua por absorción en sus superficies activas, como la alúmina, el silicagel y las zeolitas.

c) Bombas.

El vapor de agua y los gases no condensables son separados por medio de bombas rotatorias o eyectores de vapor.

d) Bombas de vacio.

La función principal de las bombas de vacio es la de mantener la cámara a presiones bajas para que ocurra la sublimación del líquido.

#### II.4. MICROBIOLOGIA DE LA CARNE DE POLLO.

La calidad de los alimentos esta relacionada con el número de microorganismos presentes por lo cual se han propuesto estándares microbiológicos para cada alimento.

Las cuentas bacterianas de un producto reflejan el grado de sanidad en la planta de procesado, así como el grado de descomposición del alimento.

Las variables que intervienen en el crecimiento de los microorganismos pueden ser intrínsecas y extrínsecas al alimento. Las intrínsecas se refieren al alimento y las extrínsecas se relacionan con el medio ambiente en donde se encuentra el alimento.

Dentro de los parámetros intrínsecos se encuentra el **PH.**, el contenido de humedad, el contenido de sustancias nutritivas para los microorganismos, los constituyentes antimicroorganismos propios del alimento, y la estructura biológica del alimento.

El crecimiento de los microorganismos es óptimo en **PHs.** alrededor de 7.0 y el pH de la carne de pollo se encuentra entre 6.2 a 6.4 y si el animal fue matado cuando se encontraba cansado el PH desciende a valores de 5.6 por la conversión del 1% del

glicógeno en ácido láctico. Por lo tanto, la carne de pollo es -- susceptible a deterioros bacteriológicos principalmente ocasionados por bacterias.

El contenido de humedad juega una papel importantísimo en el crecimiento de los microorganismos, mientras más alto es el contenido de humedad de un alimento, mayor número de microorganismos podrán encontrarse en el alimento.

Las sustancias nutritivas que los microorganismos necesitan son azúcares, alcoholes y amino ácidos, y vitaminas B lo que hace necesario conservar a los alimentos para que no sean atacados.

La estabilidad de los alimentos contra el ataque de -- los microorganismos es debido a la presencia de ciertas sustancias que presentan actividades contra los microorganismos.

En las variables extrínsecos se encuentran, la temperatura de conservación y la humedad del medio ambiente.

La temperatura más baja a la cual los microorganismos pueden crecer es de  $-10^{\circ}\text{C}$ , y la más alta a  $90^{\circ}\text{C}$ , por lo que la calidad de un producto final, estará reflejada en la temperatura de conservación.

De los microorganismos que crecen a temperaturas óptimas de 20 y 30°C se encuentran las Achromobacterias, Alcaligenes, Pseudomonas y los Streptococos.

Las bacterias tienen un crecimiento mínimo a temperaturas menores de 70°C (45°F) y su destrucción dependiendo del tiempo de calentamiento esta arriba de los 63°C (145°F).

La humedad relativa del medio ambiente es importante - desde el punto de vista de la actividad del agua dentro de los alimentos y el crecimiento de los microorganismos en el ambiente.

Cuando la actividad del agua es baja en los alimentos como el caso de los productos deshidratados en donde se encuentran con una actividad de 0.7 si la humedad relativa del medio ambiente es alta, el alimento absorbe humedad del medio ambiente hasta llegar al equilibrio y con ello se favorece el crecimiento de los microorganismos.

En los pollos, si son colocados en los cuartos fríos - mal empacados, sufren deterioros en la piel debido a la humedad -- del medio ambiente, y aparecen microorganismos de tipo aeróbico.

Con relación a la carne de pollo que llega a la fábrica, tanto las condiciones sanitarias de la granja, la matanza, el

sangrado, el eviscerado y el transporte a la planta participan cada una de ellas en la cantidad de microorganismos totales.

Moutney señala que el número de bacterias de la superficie cutánea en aves vivas normales es de 600 a 8100 bacterias/cm<sup>2</sup> y una vez que la carne ha sido procesada, es decir limpia y desplumada el número se eleva entre 11,000 a 93,000 bacterias/cm<sup>2</sup>.

El aumento del número de microorganismos en los canales durante el proceso puede atribuirse a la distribución de las bacterias por el lavado y manejo. Siendo su origen las bacterias de -- las patas, plumas y heces fecales y contenido intestinal. Se considera que para este tiempo el número de bacterias por cm<sup>2</sup> queda -- comprendido entre 20,000 y 160,000.

Poco tiempo después del procesado, las bacterias predominan y causan alteración en la carne, continúan multiplicandose -- hasta que se produce un olor neuseabundo y una capa mucoides, el -- olor y el moco estan asociados con el crecimiento de varias especies Pseudomonas. Estos gérmenes se reproducen facilmente a 4.4°C y aún a 0C y la cuenta bacteriana puede alcanzar hasta  $1 \times 10^8$  bacterias por cm<sup>2</sup>.

En pollos conservados entre 0 y 2°C el olor característico de la descomposición se presenta cuando la cuenta bacteriana

excede a 2,500,000 de bacterias por cm.2.

Dentro de las opiniones de varios autores en donde se analizan el número total de Bacterias por cm.2 tanto para aves como para las procesadas estan.

NUMERO DE BACTERIAS POR CM.2 DE SUPERFICIE

CUTANEA DE AVES VIVAS.

Autor.

Moutney	600 - 8100 bacterias/cm2
Gunderson	1500 bacterias/cm2
Walker	1500 bacterias/cm2

NUMERO DE BACTERIAS POR CM.2 DE SUPERFICIE

CUTANEA DE AVES PROCESADAS.

Autor.

	Núm de Bacterias por cm2
Moutney	11,000 a 93,000
Drewniak	380,000 después del desplumado
Drewniak	17,000 después de la evisce- ración
Gunderson	49,000 antes de la evisce- ración
Gunderson	38,000 después de la evis- ceración

Gunderson	4,800 evisceradas en tibia
Gunderson	60,000 evisceradas en frío
Ayres	20,000 - 160,000
Ayres	32,000 promedio.

Las entero bacterias que se encuentran en la carne de pollo:

Escherichia	freundij	60%
Escherichia	coli	37.7%
Escherichia	intermedia	24.5%
Proteus	mirabilis	29.7%
Proteus	vulganis	25.7%
Proteus	morgania	2.5%
Aerobacter	cloacae	23.8%
Aerobacter	aerógenes	10.9%
Pseudomona	acruginosa	6.9%
Salmonella	pollorum	6.9%
	gallinarum	7.9%
	enteriditis	2.9%
	thyphimurium	1.9%

La presencia de escherichia, así como la aero-bacter - es un indicador de contaminación fecal en bacteriología sanitaria.

A las especies del género proteus corresponde el segundo término con un porcentaje elevado de aislamiento en las aves. - Estos gérmenes presentan una distribución muy amplia en el medio ambiente y se encuentran en la superficie cutánea y en el tracto digestivo.

Las pseudomonas es un género que determina infecciones y se encuentra en carnes que muestran alteraciones por deficiente conservación.

La salmonella puede determinar una severa infección -- humana. Algunas como la S. pollorum son patógenas de aves y el origen de la contaminación puede ser endógeno o exógeno. La S. enteriditis y la salmonella thyphimurium han sido aisladas de aves - determinando infecciones en éstas y causando infección humana.

Muchas aves pueden ser portadoras de estas salmonellas y no mostrar ningún dato en la inspección sanitaria.

Las aves constituyen el reservorio animal más grande de salmonella, siendo los tipos más comunes:

La S. pollorum y la S. thyphimurium, la primera considerada hace años como patógena, siendo además determinante de brotes de infección o intoxicación alimenticia.

Las salmonellas que se han encontrado incluyen los siguientes tipos: *s. anatum*, *s. gallinarum*, *s. pollorum*, *s. thyphimurium*, *s. montevideo*, *s. tennesse*, *s. meleagridis*, *s. newport*, *s. barcilly*, *s. ducley*, *s. saint-paul*, *s. hadar* y *s. infantitis*

La temperatura óptima de crecimiento de la salmonella es 37°C (98.6°F) y la destrucción de la salmonella se efectúa por calentamiento del producto a 66°C (150°F) durante 12 min.

Las pseudomonas utilizan una gran variedad de compuestos sin carbohidratos como fuente de energía, y producen compuestos que efectúan el sabor y olor, pudiendo desarrollarse a temperaturas bajas, se encuentran en productos con una actividad del agua alta y no son resistentes al secado, no crecen a más de 42°C.

La *scherrichia*, y la aerobacteria pertenecen a las bacterias coliformes, la *e. coli* es considerada de origen intestinal y la *acrobacter aerogenes* proveniente de plantas y ocasionalmente de los intestinos.

Las bacterias coliformes toman las fuentes de energía de los carbohidratos y de los compuestos simples de nitrógeno.

La temperatura en que se pueden desarrollar las coli--

formas varía de 10°C (50°F) a 46°C (114.8°F). La *A. aerogenes* ocasiona mucosidad en los alimentos.

Las Bacterias del tipo *Proteus* ocasionan un olor de -- descomposición en los alimentos.

Los métodos de conservación del ave procesada se pueden efectuar por medio de hielo en la que la temperatura es de 2°C, este método por ser húmedo no solamente añade microorganismos, sino que favorece a su crecimiento.

Ayres encontró los siguientes tiempos y temperaturas - para la conservación de aves:

Tiempo		Temp.
2 días	a	10°C (50°F)
6 días	a	4.4°C (40°F)
14 días	a	0°C (32°F)

La mayoría de las aves son congeladas o temperaturas menores de 17.8°C (0°F) y una humedad relativa de 95% para reducir - la superficie de secado en estas condiciones se pueden conservar - las aves durante varios meses, una parte de las bacterias morirán, y la mayoría detendrá su crecimiento.

El olor en la piel del que se aprecia a las cuatro semanas a 10°C (32°F) o bien a las 5 semanas a (-1.1°C) (30°F).

El uso de antibióticos en la carne de pollo se realiza con cloro-tetraciclina o oxitetraciclina en soluciones con 7 ppm.

En las especificaciones de la carne de pollo deshidratada se encuentran:

1. Cuenta bacteriana total máx. 50,000 colonias/g (5,000/cm<sup>2</sup>)
2. Coliformes ausentes en 0.1g.
3. E. coli ausente en 1g.
4. Salmonella ausente en 1,
5. Estafilococo DN/asa positiva ausente en 1g.

## III. ESTUDIO TECNICO.

## 1. Acondicionamiento y preparación.

La calidad de un alimento ha sido definida como la suma de características que influyen en la aceptación o preferencia por el consumidor.

La carne de que puede ser un vehículo importante de -- transmisión de enfermedades para el género humano, por lo cual la - calidad juega un papel importante. Estas enfermedades no solamente se pueden adquirir por la ingestión de carne que muestre contaminación en la granja, sino también debida al manejo durante el -- procesado del ave.

El método de matanza y el sangrado del ave tiene una - influencia en la calidad del producto. Los métodos modernos se ba san en cortar la vena yugular del ave y colgarla de las patas para que se desangre.

El desplumado del ave puede hacerse en agua fría o en agua tibia. En agua tibia son sumergidas la gallinas en agua ca-- liente de 52°C a 58°C durante 30 segundos. Si se mantiene el agua limpia de hecho esta es una pasteurización suave.

Es del laboratorio de control de calidad donde se decide si un lote de carne fresca es procesada y si un lote de carne - seca sale al mercado para su venta.

Los análisis son realizados tanto en la recepción del pollo fresco, en donde se deben cumplir las especificaciones de microbiología, como al final del secado en el pollo deshidratado donde se mide el contenido de humedad, el porcentaje de cenizas y el contenido total de proteínas.

Las especificaciones de recepción de las gallinas frescas son las siguientes:

El peso promedio de las gallinas debe ser mayor de - - 2.3 Kg. del tipo shaver, reproductora cuya edad máxima esté entre 10 y 12 meses. Se ha seleccionado este tipo de gallinas por ser - la raza con mayor contenido de grasa y sólidos.

a) Las gallinas deben venir sin cuellos, patas, libres de enfermedades, con el abdomen abierto para que no muestren ninguna traza de sangre y habiéndoselos separado con anterioridad de la grasa que se encuentra en la superficie de la piel.

b) Siempre se debe tener el mayor tamaño posible, sino

hay en existencia gallinas frescas, se pueden utilizar gallinas -- congeladas en cuyo caso la temperatura a la que tiene que entrar - la gallina tiene que ser menor de  $-15^{\circ}\text{C}$  ( $5^{\circ}\text{F}$ ). Las gallinas frescas tienen que ser procesadas inmediatamente, mientras que las congeladas se pueden conservar hasta 2 meses a  $-20^{\circ}\text{C}$  ( $4^{\circ}\text{F}$ ).

c) Las gallinas deben venir en bolsas de polietileno - colocándose de 10 a 15 aves por bolsa.

d) Las gallinas no deben venir ni quemadas ni con señas de estar maltratadas.

Habiéndose aprobado la recepción de las gallinas se -- manda una muestra representativa de la totalidad al laboratorio de control de calidad donde se comprueba la microbiología del ave - - fresca. Es recomendable además de los analisis efectuados en el - laboratorio, chequeos adicionales a los vehículos que transportan las aves frescas y los centros de matanza, y descargado para ase-- guarar condiciones higiénicas mayores.

## III.2. EQUIPOS.

Dentro del estudio técnico que forma ésta tesis, se encuentra la parte correspondiente al equipo que cuenta la fábrica.- Se puede decir que esta es la parte que constituye el esqueleto de la tesis, pues en ella se describe la operación realizada en cada uno de ellos, posteriormente se diseñan, y al final se calcula su costo.

El orden en este inciso se basa en el diagrama de flujo seguido en la deshidratación de la carne de pollo, y al final es cotizada la caldera basándose en el consumo de vapor diario.

La capacidad del equipo es calculada en base de una producción dada. Esta producción se encuentra en la cantidad de pollo fresco que se maneja diariamente y que se procesa para su deshidratación, que fue seleccionada considerando a la fábrica dentro de la rama de una pequeña industria en donde la capacidad de producción es menor de 50 TON. al año de pollo deshidratado y el capital invertido es menor de 5 millones de pesos, fomentando con ello la creación de pequeñas industrias en donde la inversión inicial es baja.

Dentro de las variables de diseño de varios equipos se ha considerado la localización de la fábrica en la zona industrial

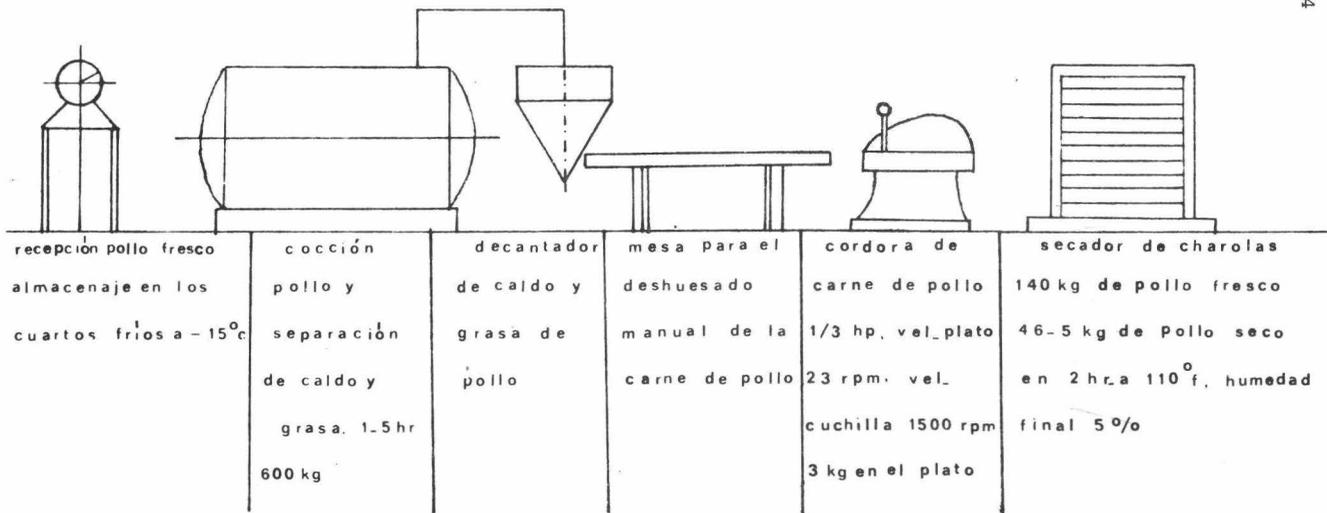
de la ciudad de San Luis Potosí. Esta localización del terreno -- se lleva a cabo más adelante dentro del capítulo dedicado al estudio económico.

El costo de los equipos propuestos, se basa en el precio de los materiales para su fabricación, de la mano de obra y -- accesorios necesarios para cada uno de ellos. Estos datos fueron proporcionados con la ayuda de un bufete de ingeniería dedicado -- al diseño y la fabricación de equipos.

A continuación en el Diagrama No. 1 se encuentra el -- flujo seguido en deshidratación de la carne de pollo.

DIAGRAMA 14

DIAGRAMA DE FLUJO EN LA DESHIDRATACION DE LA CARNE DE POLLO



## III.2.a. CUARTOS FRIOS.

Como se menciona con anterioridad, una vez que ha sido aceptada por el jefe del laboratorio una cantidad de pollo fresco por deshidratar, dependiendo de la cantidad comprada y la temperatura a la que se encuentre la carne, se conserva en los cuartos fríos o bien es procesada inmediatamente.

El pollo que se procesa inmediatamente se lleva al autoclave en donde se cuece a una temperatura de  $120^{\circ}\text{C}$  durante 1.5 hs.

La carne que se pasa a los cuartos fríos debe cumplir con las especificaciones de recepción dadas en el capítulo anterior y venir a una temperatura menor de  $-15^{\circ}\text{C}$  ( $5^{\circ}\text{F}$ ).

En este inciso se calcula el equipo necesario para la conservación de la carne congelada.

El método de calcular el equipo de refrigeración se basa en la cantidad de calor necesario por quitar al pollo por almacenar desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de conservación dentro de los cuartos fríos. Asimismo son calculados el calor absorbido por las paredes, hombres trabajando y alumbrado dentro del refrigerador.

Una vez que es conocida la cantidad de calor que se necesita absorber en nuestro sis. de refrigeración, se selecciona el refrigerante, se calcula y cotiza la compresora, el condensador, + los accesorios necesarios y los gastos utilizados en nuestro sistema.

Dentro de los datos necesarios para el cálculo de los cuartos fríos se han seleccionado las siguientes especificaciones.

Temperatura del cuarto frío.  $-15^{\circ}\text{C}$  ( $5^{\circ}\text{F}$ ); tomándo como base esta temperatura porque la conservación de la carne de pollo puede realizarse durante un mes sin que ocurran cambios en el sabor, olor y peso del pollo pues se encuentra a  $2^{\circ}\text{C}$  más abajo del punto de congelación, siendo éste  $-3^{\circ}\text{C}$  ( $27^{\circ}\text{F}$ ). Además de no ser muy favorecido en esta temperatura el crecimiento de microorganismos.

Cantidad de pollo a conservar 6000 kg. (16,200 lb) durante 15 días. No obstante de ser una muy pequeña cantidad de pollo fresco, se ha escogido con el fin de conservar el pollo que si no se procesó inmediatamente y que puede contaminarse si no se lleva a bajas temperaturas.

Para calcular la cantidad de calor necesario por quitar en llevar el pollo fresco hasta la temperatura de los cuartos fríos es necesario considerar tres tipos de calores. Primeramente el pollo es llevado de la temperatura de entrada hasta su punto de --

congelación en este caso se trata de un calor sensible. El segundo tipo de calor es latente cuando el pollo es congelado y por el último, el calor perdido desde el punto de congelación hasta la temperatura deseada que es sensible.

Tomando como base 1 lb. de pollo fresco a 18°C que se conserva a -15°C (5°F) con un 74% de agua los calores anteriores se calculan como sigue:

QI.- Calor necesario en llevar el pollo de 18°C al punto de congelación -3°C (27°F). El calor específico para alimentos arriba de su punto de congelación ha sido calculado mediante la siguiente fórmula:

$$c_p = 0.008 (\% \text{ H}_2\text{O}) + 0.2$$

$$\text{y } QI = w c_p (T_1 - T_c)$$

donde:  $w$  = peso de la carne de pollo en lb.

$$c_p = 0.008 (\% \text{ H}_2\text{O}) + 0.2 \text{ en Btu/lb}^\circ\text{F.}$$

$T_i$  = Temperatura inicial del pollo en °F

$T_c$  = Temperatura de congelación del pollo en °F

QII.- Es el calor latente en el punto de congelación del pollo y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$QII = w \lambda$$

donde:  $w$  = peso de la carne de pollo en lb.

$\lambda = 144$  (% H<sub>2</sub>O) dado en Btu/lb.

QIII.- Es el calor sensible requerido en llevar la carne de pollo desde su punto de congelación hasta la temperatura de conservación dentro del refrigerador.

$$QIII = w \text{ cp } (T_c - T_f).$$

$w$  = peso de la carne de pollo en lb.

$\text{cp} = 0.003$  (% H<sub>2</sub>O) + 0.2

Por lo tanto el calor total que hay que quitar al pollo para llevarlo a la temperatura de conservación en los cuartos fríos es la suma de los calores sensibles y latente.

$$Q_T = Q_I + Q_{II} + Q_{III}$$

El calor específico de la carne de pollo a 18°C con un 74% de H<sub>2</sub>O es:

$$\text{cp} = 0.008 (74) + 0.2) = 0.74 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}.$$

El calor latente de la carne de pollo en el punto de congelación será:

$$\lambda = 144 \times 0.74 = 106.56 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

El calor específico del pollo con un 74% de humedad y la temperatura abajo del punto de congelación es:

$$c_p = 0.003 (74) + 0.2 = 0.44 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}}$$

Substituyendo en las fórmulas de las calores por quitar nos queda:

$$Q_I = 1 \text{ lb} \times 0.74 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}} (64.4-27)^\circ\text{F} = 29.54 \text{ BTU}$$

$$Q_{II} = 1 \text{ lb} \times 106.56 \frac{\text{BTU}}{\text{lb carne}} = 106.56 \text{ BTU}$$

$$Q_{III} = 1 \text{ lb} \times 0.44 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}} (27.5)^\circ\text{F} = 9.58 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}}$$

El calor necesario por quitar para llevar 1 lb. de carne de pollo de 18°C a -15°C es:

Q<sub>I</sub>; Calor sensible de 18°C (64.4°F) a 3°C (27°F) = 29.54 BTU.

Q<sub>II</sub>; Calor latente en el punto de congelación 3°C (27°F) = 106.56 BTU

Q<sub>III</sub>; Calor sensible de 3°C (27°F) a -15°C (5°F) = 9.58 BTU

$$Q_T = Q_I + Q_{III} = 145.78 \frac{\text{BTU}}{1 \text{ lb de pollo}}$$

Como la capacidad de los cuartos fríos es para 6000 -  
kg. de pollo el número de BTU por quitar es:

$$6000 \text{ kg. pollo} \times 145.78 \frac{\text{BTU}}{\text{lb pollo}} \times \frac{0.454 \text{ lb}}{1 \text{ kg.}} = 1,924,296 \text{ BTU}$$

Transformando a toneladas de refrigeración que son --  
las unidades con las que se trabajo en los sistemas de refrigera-  
ción.

$$1,924,296 \text{ BTU} \times \frac{1 \text{ TON. de refrigeración}}{288,000 \text{ BTU}} = 6.681 \text{ TON. de refrigera- ción}$$

2.- El siguiente calor tratado es el debido a la pre-  
sencia de los hombres que trabajan dentro de los cuartos fríos su-  
poniendo que cada trabajador está un promedio de 2 hrs. al día --  
dentro del cuarto.

Cada trabajador ocasiona una pérdida de 1250 BTU/hr.-  
El calor necesario absorbido por el refrigerante de los cuartos -  
fríos es:

$$2 \text{ trabajadores} \times 1250 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}} \times 2 \text{ hr} = 5000 \text{ BTU}$$

Transformado a ton. de refrigeración los BTU.

$$5000 \text{ BTU} \times \frac{1 \text{ TON. de refrigeración}}{288,000 \text{ BTU}} = 0.0173 \text{ TON.}$$

### 3.- Alumbrado.

El alumbrado de los cuartos fríos también ocasiona - pérdidas de calor, suponiendo que los cuartos fríos están alumbrados solamente cuando se encuentran los hombres trabajando, y dadas las dimensiones del cuarto utilizaremos 4 focos de 60 watts c/u, las pérdidas de calor son:

$$4 \text{ focos} \times 60 \frac{\text{watts}}{\text{foco}} \times 2 \text{ hs} \times \frac{1 \text{ kw}}{1000 \text{ watts}} \times \frac{3413 \text{ BTU/hr}}{1 \text{ kw}} = 1638.4 \text{ BTU}$$

Pasando los BTU a ton. de refrigeración:

$$1638.4 \text{ BTU} \times \frac{1 \text{ TON. de ref.}}{288,000 \text{ BTU.}} = 0.006 \text{ TON. de refrigeración.}$$

### 4.- Paredes, el Techo y Piso.

Las paredes, el techo y el piso al estar en contacto con la sala de fabricación y el exterior son un medio por el cual se absorbe calor y es necesario eliminar mediante el sistema de -- refrigeración.

Dos paredes tendrán contacto con el exterior y dos --

con la sala de fabricación. Los materiales de construcción de dichas paredes son propuestos con la ayuda del código de la Socie--dad Americana de refrigeración y ventilación.

Las dimensiones del cuarto frío son las siguientes:

Largo = 7 m.

Ancho = 7 m.

Altura= 3 m.

Estas dimensiones se han escogido en base de tener el espacio suficiente dentro del cuarto para que exista una buena -- ventilación y con ello una temperatura baja en los pollos, poner las cubetas de grasa y caldo obtenidos en el cocido, y se facilite el acceso de los hombres que trabajan dentro de dichos cuartos.

a) Paredes al Exterior.

Como se menciona existen 2 paredes en el cuarto frío las cuales se encuentran en contacto con el exterior y que reci--ben el calor de los rayos del Sol. Las capas que forman las paredes estan constituidas de los siguientes espesores y materiales - de construcción.

1.- Primeramente se encuentra una capa de aislante de

3 in. A continuación le sigue una capa de ladrillo aplanado de --  
0.5 in. y por último ladrillo de 1 ft. de espesor.

El calor perdido a través de dichos materiales esta -  
dado por

$$Q = UAAT.$$

El coeficiente total de transferencia de calor U es -  
inversamente proporcional a las resistencias en contacto y es cal  
culado como:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} + \frac{L1}{k_1} + \frac{L2}{k_2} + \frac{L3}{k_3}}$$

Los coeficiente de convección  $h_1$  y  $h_2$  son respectiva-  
mente, el de película en contacto con la pared exterior cuyo valor  
es para vientos no mayores de 15 millas, y  $h_2$  es el coeficiente -  
en el interior de la cámara suponiendo una velocidad del aire de  
1.18 millas.  
hr.

Los coeficientes de conducción k son los referentes a  
los materiales aislantes que forman la pared.

Los valores de estos coeficientes son los siguientes:

$h_1$  = coef. de convección del aire que forma la película en contacto con la pared para vientos no mayores de 15 millas -  
hr.

$$= 6 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$h_2$  = Coeficiente en el interior de la cámara con una velocidad del aire de 1.18 millas (0.5 m) = 1.67  $\frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$ .

$k_1$  = Coeficiente de conducción del ladrillo - 0.4  $\frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr } ^\circ\text{F}}$

$k_2$  = Coef. de conducción del aplanado = 0.17  $\frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr } ^\circ\text{F}}$ .

$k_3$  = Coef. de conducción del corcho = 0.025  $\frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr } ^\circ\text{F}}$ .

Los espesores de los aislantes son:

$L_1$  = espesor de la pared de ladrillo = 1 ft.

$L_2$  = espesor de la capa de aplanado = 0.5 in

$L_3$  = capa de aislante de corcho = 3 in.

El coeficiente U sustituyendo valores:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{1.67} + \frac{1}{0.4} + \frac{0.5}{12 \times 0.17} + \frac{3}{12 \times 0.025}}$$

$$U = 0.0748 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$$

El Area ocupada por las paredes es:

$$A = 3\text{m} \times 7\text{m} = 21\text{m}^2 \text{ al ser 2 paredes es entonces:}$$

$$2 \text{ paredes} \times 21 \text{ m}^2 = 42 \text{ m}^2 \text{ (432 ft}^2\text{)}$$

Para la temperatura exterior se considera un promedio anual de 18°C (64.4°F) por lo que  $\Delta T$  es:

$$\Delta T = (64.4 - 5) \text{°F} = 59.4 \text{°F.}$$

El calor total por absorber debido a las 2 paredes -- exteriores da como resultado:

$$Q = U A \Delta T = 0.0748 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F}} \times 432 \text{ft}^2 \times 59.4 \text{°F} = 1913.013 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

Durante las 24 hrs. del día.

$$Q = 1913.013 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hrs.}}{\text{día.}} = 45912.31 \text{ BTU.}$$

b) Paredes interiores.

Las dos paredes interiores se encontraron en contacto con la sala de fabricación.

El coeficiente  $h_1$  se estima considerando al aire con una velocidad de 0.5 m/seg., y su valor es  $h_1 = 1.65 \frac{\text{BTU}}{\text{hr fr}^2\text{°F.}}$

El coeficiente total de transferencia de calor  $U$  es - donde las paredes interiores del cuarto frío están formados por - una capa de 3in de aislante, 1 ft. de ladrillo y 0.5 in de ladrillo aplanado como.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.65} + \frac{1}{1.65} + \frac{3}{12 \times 0.025} + \frac{1}{0.4} + \frac{0.5}{12 \times 0.17}}$$

$$U = 0.0762 \frac{\text{BTU}}{\text{hr fr}^2\text{°F.}}$$

La temperatura de la sala de refrigeración dando un -  
rango de  $10^{\circ}\text{F}$  de diferencia con el exterior:

$$\text{AT} = (54.4-5)^{\circ}\text{F} = 49.4^{\circ}\text{F}$$

El área de las paredes interiores con 7m de largo y -  
3m. de altura es.

$A = 7\text{m.} \times 3\text{m.} = 21 \text{ m}^2$  como son 2 paredes el área to--  
tal es  $42 \text{ m}^2$  ( $432 \text{ ft}^2$ ).

El valor de Q con los valores anteriores da como re--  
sultado:

$$Q = \text{UA}\Delta\text{T} = 0.0762 \times 432 \times 49.4 = 1618.47 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \text{ al día:}$$

$$Q = 1618.47 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hrs}}{\text{Día}} = 38843.28 \text{ BTU.}$$

c) Calor Pérdido por el techo.

Se han propuesto las siguientes capas de materiales -  
aislantes que forma el techo del cuarto frío.

Una capa de aislante de 3in, a continuación viene una

capa de ladrillo aplanado de 0.5 in., 0.5ft de tabique ligero y al final ladrillo aplanado con un espesor de 0.5in. Los valores de las conductividades térmicas de dichos materiales son:

$$K_1 = \text{Cond. del aislante} = 0.025 \frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ\text{F}}$$

$$K_2 = \text{Cond. del ladrillo aplanado} = 0.17 \frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ\text{F}}$$

$$K_3 = \text{Cond. del tabique ligero} = 0.4 \frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ\text{F}}$$

y sus espesores:

$$L_1 = \text{espesor del aislante} = 0.3\text{in.}$$

$$L_2 = \text{espesor del ladrillo aplanado} = 0.5 \text{ in.}$$

$$L_3 = \text{espesor del ladrillo ligero} = 0.5 \text{ ft.}$$

$$L_4 = \text{espesor del ladrillo aplanado} = 0.5 \text{ in.}$$

Los coeficientes de transferencia de calor:

$$h_1 = \text{Coef. de convección para vientos no mayores de -}$$

$$\frac{15 \text{ millas}}{\text{hr}} = 6 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= \text{Coef. de película en el interior del cuarto frío} \\ &= 1.67 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F}} \end{aligned}$$

sustituyendo en la fórmula del coeficiente total de transferencia de calor U:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} + \frac{L_4}{k_4}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{1.67} + \frac{0.3}{12 \times 0.025} + \frac{0.5}{12 \times 0.17} + \frac{0.5}{0.4} + \frac{0.5}{12 \times 0.17}}$$

$$U = 0.08 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$$

Conocido el valor de U se calcula el calor total absorbido Q por el cuarto frío en contacto con el techo.

El área del techo es:  $7\text{m} \times 7\text{m} = 49 \text{ m}^2$  ( $528 \text{ ft}^2$ ). y la diferencia de temperaturas entre el exterior del cuarto y el interior es:

$$\Delta T = (64.4 - 5)^\circ \text{F} = 59.4^\circ \text{F}.$$

Sustituyendo en Q:

$$1. Q = UA\Delta T$$

$$2. Q = (0.08 \times 528 \times 59.4) \text{ BTU/hr} = 2553.2 \text{ BTU/hr}.$$

Por lo tanto el calor absorbido Q al día:

$$Q = 2553.2 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hrs.}}{\text{Día}} = 61276.80 \text{ BTU}.$$

d) Calor absorbido por el piso de la Cámara:

Para el piso del refrigerador se construye con las siguientes resistencias como materiales aislantes.

1. Una capa de aislante de 2 in de espesor cuya  $K_1 =$

$$0.025 \frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ \text{F}}.$$

2. Capa de aplanado de 4 in;  $K_2 = 0.17 \frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ \text{F}}$

3. Capa de concreto de 1 ft;  $K_3 = 1 \frac{\text{BTU-ft}}{\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ \text{F}}$

El área del piso es igual a la del techo;  $49 \text{ m}^2$  - -  
( $528 \text{ ft}^2$ ).

La temperatura que se encuentra en contacto con el pi  
so considerándola igual a la temperatura en el exterior  $18^\circ\text{C}$  - -  
( $64.4^\circ\text{F}$ ), por lo tanto la diferencia de temperaturas es:

$$\Delta T = (64.4 - 5)^\circ\text{F} = 59.4^\circ\text{F}.$$

En este caso solamente se tiene un coeficiente de --  
convección debido a la película que se forma en el interior de la  
cámara y cuyo valor esta dado suponiendo una velocidad del área -  
de  $0.5 \text{ m/seg}$ . El valor de  $h_1 = 1.67 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{ }^\circ\text{F}}$ .

Calculando el coeficiente U.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3}}$$

y al sustituir los valores de h, L y k en U:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.67} + \frac{2}{12 \times 0.025} + \frac{4}{12 \times 0.17} + \frac{1}{1}} = 0.097 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{ }^\circ\text{F}}$$

y el calor total Q:

$$Q = 0.097 \times 528 \times 59.4 = 3290.5 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

Al cabo de 24 hrs.:

$$Q = 3290.5 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}} \times \frac{24 \text{ hrs.}}{\text{Día}} = 78972 \text{ BTU.}$$

El calor total que necesita ser quitado por el sistema de refrigeración debido a los calores absorbidos por las paredes, el techo y el piso será la suma total de los mismos:

1. Calor absorbido por las paredes al exterior:	45912.31 BTU.
2. Calor absorbido por las paredes interiores:	38843.28 BTU.
3. Calor absorbido por el techo:	61276.80 BTU.
4. Calor absorbido por el piso:	<u>78972.00 BTU.</u>
Suma total de calores	= 225004.39 BTU.

Estos BTU al ser transformados a ton de refrigeración son:

$$225,004.39 \text{ BTU} \times \frac{1 \text{ TON. de refrigeración}}{288,000 \text{ BTU}} = 0.775 \text{ ton. de ref.}$$

## 5.- Calor necesario por quitar en el Aire.

El volumen de aire que entra en los cuartos fríos, necesita ser enfriado hasta la temperatura que se encuentra de la cámara. Si se toma como base que se abre 10 veces la puerta al día, entra cada vez un nuevo volumen de aire.

El volumen ocupado es el mismo volumen que ocupa el cuarto frío.

Vol. del cuarto frío: 7m. X 7m. X 3m. = 147 m<sup>3</sup> - - -  
(5190.57 ft<sup>3</sup>).

Para calcular la cantidad de calor por quitar en la ventilación es necesario conocer el peso del aire. La densidad del aire a 18°C (65°F) y a una presión de 605 mm. de Hg. en la ciudad de Sn. Luis Potosí esta dada por:

$$\rho = 0.075 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times \frac{605 \text{ mm. de Hg.}}{760 \text{ mm. de Hg.}} \times \frac{(460+32)^\circ\text{R}}{(460+65)^\circ\text{R}} = 0.057 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

Por lo que las libras de aire por enfriar serán:

$$10 (5190.57) \text{ ft}^3 \times 0.057 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 2900 \text{ lb. de aire.}$$

Conociendo las libras de aire totales por enfriar, con la ayuda de los siguientes datos calculamos el calor total necesario por absorber:

$$C_p \text{ aire} = 0.25 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}}$$

$$T \text{ aire} = 65^\circ\text{F.}$$

$$T \text{ cuarto frío} = 5^\circ\text{F.}$$

$$1) Q = W c_p \Delta t$$

$$2) Q = 2900 \text{ lb.} \times 0.25 (65-5) = 43500 \text{ BTU.}$$

Las cuales transformadas a ton. de refrigeración son:

$$43500 \text{ BTU} \times \frac{1 \text{ TON. de refrigeración}}{288,000 \text{ BTU}} = 0.151 \text{ TON. de ref.}$$

Y la suma total de Toneladas de refrigeración que son necesarias enfriar en un cuarto frío es:

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Ton. de refrigeración en la carne de pollo:                    | 6.681 Ton.  |
| 2. Ton. de ref. debido a los hombres trabajando:                  | 0.0173 Ton. |
| 3. Ton. de refrigeración por el techo, piso y <u>pa</u><br>redes. | 0.774 Ton.  |

4. Ton. de ref. ocasionadas en la ventilación: 0.151 Ton.

Lo cual da como resultado: 7.642 TON. tot. de ref.

Dando un 30% de rango de seguridad, debido a fugas probables en el sistema, un mayor número de entradas al cuarto frío y previniendo una carga mayor por congelar. Las toneladas de refrigeración totales son:

$$7.642 \times 1.30 = 9.934 = 10 \text{ TON. de refrigeración.}$$

Conociendo la totalidad de las toneladas de refrigeración se calcula el equipo de los cuartos fríos.

El equipo que tiene el sistema de refrigeración es el siguientes:

1. Una compresora.
2. Un condensador de freón 12 que trabaja con agua como medio de enfriamiento.
3. Una válvula de expansión isoentálpica.
4. Difusores conteniendo freón 12.

La selección del refrigerante freón 12 se ha hecho -- por un compuesto que no es tóxico, ni inflamable y por presentar

características excelentes como medio refrigerante.

El diagrama de flujo del equipo de refrigeración se presenta en el diagrama No. 14.

El freón 12 flui dentro de los difusores y su función es la de evaporarse al momento de ganar el calor perdido que se transfiere de la carga por enfriar.

El freón 12 entra como una mezcla líquido-vapor en los difusores al pasar por los cuartos fríos. El líquido se evaporará, pasando todo el refrigerante a vapor saturado.

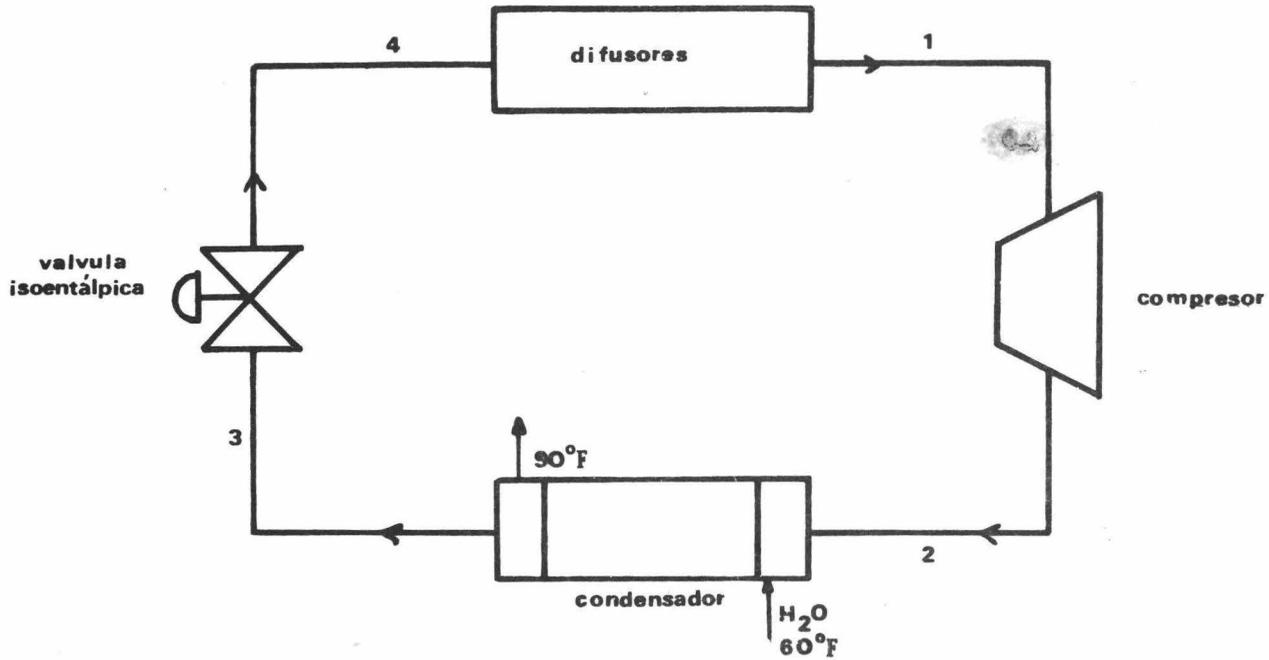
La selección de la temperatura en los difusores al entrar a la cámara se toma con un rango menor de 5 a 20°F que la temperatura dentro de la cámara. Dando dicho valor como 15°F. la temperatura del freón 12 al entrar al refrigerador es:

$$T_1 = T_4 = (5+15)^\circ\text{F} = -20^\circ\text{F}.$$

Para calcular el gasto por hrs. de freón 12 se conoce en la formula: de Q:

$$Q = W\lambda$$

# DIAGRAMA DEL CUARTO FRIO (EQUIPO)



donde:  $Q$  = cantidad de calor por quitar en BTU/hr.

$W$  = gasto de freón 12 en lb/hr.

$\lambda$  = Es el calor latente ganado por el refrigerante al pasar de líquido a vapor en BTU/lb.

El calor latente se encuentra por medio de una tabla de Molière, para una temperatura de  $-20^{\circ}\text{F}$  y estando el freón como vapor saturado.

El punto a  $-20^{\circ}\text{F}$  y vapor saturado tiene las siguientes características:

$$T_1 = T_4 = -20^{\circ}\text{F}$$

$$P_1 = P_4 = 15.28 \text{ psia.}$$

$$H_1 = H_4 = 75.87 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

El calor latente ganado por el freón es  $\lambda = H \text{ vapor sat.} - H \text{ Liq. sat.} = H_{v4} - H_{L4} = 75.87 - 4.07 = 71.8 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$

Por lo tanto el calor total  $Q$  teniendo 10 TON. de refrigeración en BTU/hr es:

$$10 \text{ TON. de refrigeración} \times \frac{288000 \text{ BTU/día}}{1 \text{ TON. de refrig. 24 hs.}} \times \frac{1 \text{ Día}}{24 \text{ hr.}} = 120000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

Y el gasto en lb/hr de freón 12 sustituyendo los valores en la formula:

$$W_{L4} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{120,000 \text{ BTU/hr}}{71.8 \text{ BTU/lb}} = 1671.309 \frac{\text{lb freón 12}}{\text{hr.}}$$

El siguiente equipo al que llega el freón 12 es la compresora en la que se comprime el refrigerante antes de que pase -- al condensador, el cual se trata primeramente para conocer las condiciones en la compresora.

En el condensador se ha seleccionado otra variable de diseño; la temperatura de condensación del freón 12.

El medio de enfriamiento del freón es agua a temperatura ambiente, la que sale del equipo con un rango mayor de 10 a -- 40°F del condensador. Tomando 30° de diferencia las condiciones de entrada y salida del agua en el condensador:

$$T \text{ entrada del agua} = 60^\circ\text{F}$$

$$T \text{ salida de agua} = 60^\circ\text{F} + 30^\circ\text{F} = 90^\circ\text{F.}$$

La temperatura de condensación del freón 12 se encuentra entre la temperatura de entrada y salida del agua. Considerando -- una temperatura de 80°F. la cual se checa más adelante.

El freón 12 al salir del condensador sale como líquido saturado; como la caída de presión en el condensador es despreciable, se considera esta misma presión como la de la salida de la -- compresora.

De donde las condiciones de salida del freón 12 con el condensador son:

$$T_3 = 80^\circ\text{F}$$

estado = liq-sat.

$$H_3 = 26.28 \text{ BTU/lb.}$$

$$P_3 = 98.76 \text{ psia.}$$

Regresando a la compresora en donde la presión de salida es la misma que la de entrada al condensador; unicamente el -- freón 12 sale como vapor sobre calentado.

$$\text{Por lo que } P_3 = P_2 = 98.76 \text{ psia.}$$

Conociendo la presión y el estado en que se encuentra el freón 12 a la salida de la compresora, por medio de la línea -- isoentrópica que se localiza en el Diagrama de Molieré las características de este punto.

$$P_3 = P_2 = 98.76 \text{ psia.}$$

estado: Vapor sobrecalentado.

$$T_2 = 110^\circ\text{F}$$

$$H_2 = 89 \text{ BTU/lb.}$$

El cambio de entalpia ( $\Delta H$ )s realizado en la compresión, es la diferencia entre la salida y la entrada a la compresora.

$$(\Delta H)_s = H_2 - H_4 = (89 - 75.87) \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} = 13.13 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$$

El freón 12 al salir del condensador pasa a una válvula en donde se realiza una expansión isoentálpica; parte del freón que se encuentra como líquido saturado pasa a ser vapor saturado.

Para conocer el gasto total de freón 12 que circula en el sistema de refrigeración es necesario efectuar un balance de masa y de calor en la válvula.

En el siguiente esquema dan las corrientes de entrada y salida de la válvula.



$$T_3 = 80^\circ\text{F}$$

$$T_4 = -20^\circ\text{F.}$$

estado: liq. saturado

estado: mezcla vapor-liq.

$$P_3 = 98.76 \text{ psia}$$

$$P_4 = 15.28 \text{ psia.}$$

$$H_3 = 26.28 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

$$H_{V_4} = 75.8 / \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

$$H_{L4} = 4.07 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

$$WT = ? \frac{\text{lb}}{\text{hr.}}$$

$$W_{V4} = ? \text{ lb/n5.}$$

$$W_{L4} = 1671.3 \text{ lb/hr.}$$

Efectuando un balance de masa en la válvula:

$$1.- WT = W_{L4} + W_{V4}$$

La siguiente ecuación que se plantea es realizando un balance de calor con la ayuda de las entalpías que se conocen.

$$2. WT H_3 = W_{L4} H_{L4} + W_{V4} H_{V4}$$

Sustituyendo los valores conocidos de las ecuaciones anteriores, el sistema por calcular:

$$(1) W_3 = 1671.3 + W_{V4}$$

$$(2) W_3 (26.28) = 1671.3 (4.07) + W_{V4} (75.87)$$

Resolviendo el sistema por el método de suma y resta - por lo cual la ecuación 1 se multiplica por -26.28 y se suma con - la ecuación 2.

$$- 26.28 W_3 = -4391.764 - 26.28 W_{V4}$$

$$26.28 W_3 = 6802.191 + 75.87 W_{v4}$$

y al sumar 1 + 2:  $0 = -37 \ 119.573 + 49.59 W_{v4}$

El valor obtenido para  $W_{v4}$  es:

$$W_{v4} = \frac{37 \ 119.573}{49.59} = 748.529 \ \frac{\text{lb freón 12}}{\text{hr.}}$$

La cantidad total de freón 12 que es recirculada en el equipo es la suma de líquido y vapor que entra al condensador:

$$W_3 = W_{v4} + W_{L4}$$

$$W_3 = 1671.3 + 748.52 = 2419.82 \ \frac{\text{lb freón 12}}{\text{hr.}}$$

Conociendo el gasto total de freón 12 y la diferencia de entalpías en la compresora se calcula la potencia necesaria de la compresora:

$$\text{HPg} = \frac{W T (\Delta H_s) 778}{33000 \ \text{np.}}$$

El valor de np es 77 y es la eficiencia politrópica.

$$\text{HPg} = \frac{2419.82 \times 13.13 \times 778}{33000 \times 77} = 9.72$$

Para calcular los caballos es necesario dividir entre la eficiencia mecánica: Para compresoras el valor es de 95%

$$bHP = \frac{HPq}{nm.}$$

$$bHP = \frac{9.72}{0.95} = 10.24 \text{ H.P.}$$

La compresora se seleccionó conocidos los caballos que trabaja el equipo y tiene las siguientes características.

1. Capacidad: 1000 rpm. 129.2 m<sup>3</sup>/hr.
2. Diámetro del pistón 95 mm.
3. Carrera del pistón 76 mm.
4. Toneladas de refrigeración a 60 ciclos: 11.4
5. Potencia del motor: 12 HP.  
(430°C, -25°C).
6. Dimensiones de la base del motor: 800 X 1400 mm.
7. Peso: 1038 kg.
8. Válvula de cierre de descarga 2 1/2".
9. Válvula de cierre de succión 2 1/2".
10. Mecanismos del descargador: 4 unidad.
11. Precio del compresor: \$ 40,600.00
12. Precio del motor de 12 HP. (220-440V, 4 polos)  
\$ 7,400.00
13. Precio total del Equipo: 48,000.00

Para calcular el condensador de freón 12 se realiza mediante la formula de transferencia de calor:

$$Q = UA \text{ LMTD.}$$

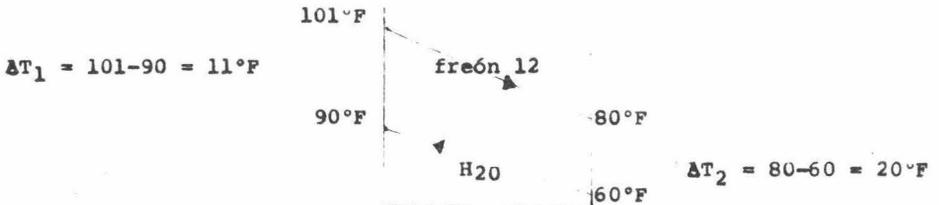
El valor de U se ha supuesto como  $100 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2}$  este valor

fue escogido con la ayuda del Kern en donde el liquido por enfriar es una sustancia orgánica cuya viscosidad se encuentra entre 0.5 cp. y el medio de enfriamiento es agua.

El valor de LMTD:

$$\text{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

Los valores de  $\Delta T_1$  y  $\Delta T_2$  son los siguientes para un condensador a contra corriente:



Por lo tanto LMTD:

$$LMTD = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{20-11}{\ln \frac{20}{11}} = 15.050$$

El calor total  $Q$ , es el necesario por quitar al freón 12 para su condensación, y es calculado mediante las entalpías del freón como vapor saturado y líquido saturado.

$$Q = W (H_2 - H_3)$$

$$H_2 = 89 \text{ BTU/lb. (Vapor saturado).}$$

$$H_3 = 26.28 \text{ BTU/lb. (liq. saturado).}$$

$$W = 2419.829 \frac{\text{lb}}{\text{hr.}}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Q = 2419.829 (98-26.28) = 151\,771.67 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

El área necesaria del condensador de freón 12 A:

$$A = \frac{Q}{ULMTD} = \frac{151\,771.67}{100 \times 15.05} = 100 \text{ Ft}^2$$

La cotización del condensador freón 12 - agua, en don de la coraza es de acero al carbón, y los tubos por donde fluirá el agua es de acero o cobre para una Area de 100 ft<sup>2</sup> fué dada por un - bufete de ingeniería. El precio del condensador dado fué de - - - \$ 20,000.00.

Para el costo de los accesorios y difusores hemos con siderado un 15% del total del equipo.

Por lo que el costo total del sistema de refrigeración es:

Compresora 12 hp.	\$ 40,600.00
Motor 12 hp.	7,400.00
Condensador de tubo y coraza	20,000.00
	<u>\$ 68,000.00</u>
15% de difusores y Accesorios	<u>\$ 10,200.00</u>
COSTO TOTAL:	\$ 78,200.00

Calculando el gasto de agua que tiené el condensador. Esto se encuentra mediante un balance de calor en el equipo.

El calor cedido por el freón 12 es su condensación, - es igual al calor ganado por el agua.

$$Q \text{ freón 12} = Q \text{ H}_2\text{O}$$

De la fórmula anterior el calor ganado por el agua al ser condensado el freón es:

$$Q \text{ H}_2\text{O} = W \text{ H}_2\text{O} \text{ cp. } (T_2 - T_1)$$

En ésta fórmula no es conocido el gasto  $W$ . y las demás variables son:

$$\text{cp} = 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

$$T_2 = 90^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 60^\circ\text{F}$$

El calor cedido por el freón 12 al condensarse es:

$$Q \text{ freón 12} = W (H_2 - H_3).$$

$$W = 2419.829 \text{ lb/hr.}$$

$$H_3 = 26.28 \text{ BTU/lb.}$$

$$H_2 = 89. \text{ BTU/lb.}$$

$$\text{Por lo que: } Q = 2419.829 (89-26.28) = 146 \ 447.151 \text{ BTU/hr.}$$

E Igualando los dos calores para encontrar el gasto -  
del agua.

$$Q_{H_2O} = Q_{\text{freón 12}}$$

$$W_{H_2O} \times 1 (90-60) = 146 \ 447.151$$

$$W_{H_2O} = \frac{146 \ 447.151}{1 \times (90-60)} = 4881.57 \frac{\text{lb } H_2O}{\text{hr.}}$$

Resumiendo en el siguiente cuadro los datos obtenidos en el sistema de refrigeración:

- 1.- Refrigerante usado:           freón 12.
- 2.- Ton. totales de refrigeración:   10 ton.
- 3.- Presión del freón 12 a la entrada  
del cuarto frío:                   15.28 psia.
- 4.- Tempt. del cuarto frío:           5°F
- 5.- Tempt. de la carga a la entrada  
al refrigerador:                   64.4°F
- 6.- Tempt. del freón 12 en la condensación: 80°F
- 7.- Presión del freón 12 en el condensador: 98.76 psia.
- 8.- Gasto total de freón 12:           2419.829 lb/hr.
- 9.- Gasto total de agua en el Condensador: ,                   4881.57 lb/hr.
- 10.- Gasto de freón 12 evaporado en la  
válvula:                            1671.309  $\frac{\text{lb}}{\text{hr.}}$  (69%)
- 11.- Trabajo de la compresión:       2000 BTU/min.
- 12.- Potencia de la compresora:       12 HP.
- 13.- Efecto de la refrigeración:      71.09 BTU/lb freón 12

14.- Costo total del equipo: \$ 78,200.00

### III.2.b. AUTOCLAVE.

El pollo una vez que ha salido de los cuartos fríos y es descongelado, pasa al autoclave donde se realiza la cocción y cuya función es eliminar las reacciones enzimáticas posibles, así como la de extraer la grasa y el caldo del pollo.

La grasa y el caldo una vez extraídas se llevan a un decantador por medio de la presión existente en el recipiente y posteriormente a una centrífuga en donde se les separa el agua que las acompaña, para añadirse a la carne antes de entrar al secador.

La cocción se realiza por medio de vapor el cual se inyecta al equipo y además por un poco de agua que sirve como medio de extracción.

El recipiente trabaja a la presión proporcionada por el vapor utilizado.

En esta parte se calcula el autoclave utilizado así como los gastos de vapor y el costo total del equipo.

Los datos necesarios para el cálculo fueron tomados experimentalmente y son los siguientes:

- 1.- Tiempo de cocción: 1.5 hr.
- 2.- Temperatura de cocción: 120°C (248°F)
- 3.- Kg. de pollo por cocer: 600 kg.
- 4.- Humedad inicial del pollo: 74%
- 5.- Humedad final del pollo : 59%
- 6.- Rendimiento de la operación: 51%
- 7.- lt. de agua añadidos al autoclave: 50 lt.

Se ha seleccionado una cantidad de 600 kg. de pollo por cocer, tomando como base que la producción anual es menor de 50 ton. de pollo seco, que el tiempo de cocción es relativamente corto, y que una vez que el pollo sale cocido es necesario secarlo con la mayor brevedad posible.

En la primera parte del cálculo se calculan las dimensiones del autoclave tomando como base los 600 kg. de pollo por cocer.

Los datos conocidos son los siguientes:

1. Dimensiones de cada pollo (25 X 25 X 20) cm.
2. Peso promedio por ave 1.7 kg.

Conociendo el número de kg. de pollo fresco que entran al autoclave y el peso promedio de cada ave se puede calcular el número total de aves:

$$600 \text{ kg. pollo} \times \frac{1 \text{ pollo}}{1.7 \text{ kg.}} = 352 \text{ pollos.}$$

El área ocupada necesaria para colocar los 352 pollos es:

$$352 \text{ pollos} \times (0.25 \times 0.25) \text{ m}^2 = 22 \text{ m}^2$$

Considerando un cilindro que tiene en su interior unas charolas en donde se colocan los pollos. Las dimensiones del cilindro son de 3m de largo y con una altura de 2 m. y para las charolas serán de 2.5 X 1.5 m.

El área de cada charola es entonces:

$$2.5 \text{ m.} \times 1.5 \text{ m.} = 3.75 \text{ m}^2.$$

Por lo tanto el número de charolas necesarias en el autoclave se obtiene dividiendo el área total ocupada por las aves entre el área disponible de cada charola.

$$22 \text{ m}^2. \times \frac{1 \text{ charola}}{3.75 \text{ m}^2.} = 6 \text{ charolas.}$$

Como cada ave tiene una altura promedio de 25 cm. y dando una altura entre charolas de 30 cm. se comprueba la altura del equipo.

$$6 \text{ charolas} \times 0.3 \text{ m.} = 1.8 \text{ m.}$$

De lo anterior se concluye que las dimensiones supuestas en el autoclave son correctas.

Una vez conocidas las dimensiones del autoclave, se obtiene el consumo de vapor en la cocción para poder conocer todas las variables del proceso y con ellas poder calcular el espesor y costo del equipo.

El consumo de vapor necesario está dado por la cantidad de calor necesario en la cocción. Esta cantidad de calor se divide como la suma de los calores parciales siguientes.

$Q_1$  = calor necesario para llevar el pollo de la temperatura inicial a la temperatura de cocción.

$Q_2$  = Calor necesario para llevar el agua que contiene el pollo de la temp. inicial a la temp. de cocción.

$Q_3$  = Calor necesario para calentar el agua añadida al

autoclave de la temp. inicial a la temperatura de cocción.

Cálculo  $Q_1$ : Calor necesario para llevar al pollo de la humedad/a la final: datos necesarios:

$$\begin{aligned} 1.- \text{ Cp. del pollo con 74\% de humedad} &= 0.008 (74) + 0.2 \\ &= 0.79 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}. \end{aligned}$$

$$2.- \text{ T cocción} = 120^\circ\text{C} (248^\circ\text{F})$$

$$3.- \text{ T entrada} = 15^\circ\text{C} (59^\circ\text{F}).$$

$$4.- \text{ Kg. de pollo seco} = 600 \text{ kg. de pollo fresco} \quad - -$$

$$\begin{aligned} \times \frac{0.51 \text{ kg. pollo}}{\text{kg. pollo fresco}} (59\% \text{ H}_2\text{O}) & 306 \text{ kg. pollo seco.} \end{aligned}$$

Por lo que  $Q_1 = W \text{ Cp} (T \text{ cocción} - T \text{ entrada})$ .

$$Q_1 = 306 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ lb}}{0.454 \text{ kg}} \times \frac{1}{1.5 \text{ hr.}} (0.79) \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}} (248 - 59)^\circ\text{F}$$

$$Q_1 = 67090.834 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

$Q_2$ : Calor necesario para evaporar el agua que contiene el pollo.

La cantidad de agua que acompaña el pollo con un 51%-de rendimiento en la operación es:

600 kg. pollo X 0.51 = 306 kg. pollo que sale con 59% -  
de humedad.

600 kg. pollo fresco - 306 kg. de pollo (59% de H<sub>2</sub>O) - -  
= 294 kg. de H<sub>2</sub>O (647.577 lb.) de H<sub>2</sub>O.

Q<sub>2</sub> esta dado por la siguiente fórmula:

$$Q_2 = M_{H_2O} \left\{ (Cp_1 (T \text{ evap.} - T \text{ entrada})) + \lambda \text{ evap.} + Cp. \text{ vapor} (T \text{ cocción} - T \text{ evap.}) \right\}$$

Datos necesarios:

$$Cp_1 = 1 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F.}$$

$$T \text{ evap.} = 212^\circ\text{F.}$$

$$T \text{ entrada} = 59^\circ\text{F.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 212^\circ\text{A} \\ H_2O \end{array} \right\} = 970.3 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

$$Cp. \text{ vapor} = 0.46 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}}$$

$$T \text{ cocción} = 248^\circ\text{F.}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior en

$$Q_2 = 647.577 \left[ (1) (212 - 59) + 970.3 + (0.46) (248-212) \right]$$

$$Q_2 = 492\,098.07 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

$Q_3$ .- Cantidad de calor necesario para llevar los 50 lt. de agua de la temp. de entrada a la temperatura de cocción.

Transformando los litros a lb. de agua:

$$50 \frac{\text{lt.}}{1.5 \text{ hr.}} \times \frac{1 \text{ kg. H}_2\text{O}}{1 \text{ lt.}} \times \frac{1 \text{ lb.}}{0.454 \text{ kg.}} = 73.421 \frac{\text{lb. H}_2\text{O}}{\text{hr.}}$$

Siendo los valores del  $C_{p1}$  y Temperaturas los mismos que en caso anterior  $Q_3$  es:

$$Q_3 = W_{\text{H}_2\text{O}} \left[ C_{p1} (T \text{ evap.} - T \text{ entrada}) + \right] \text{H}_2\text{O} + C_p \text{ vapor} -$$

$$(T \text{ cocción} - T \text{ evap.})$$

$$Q_3 = 73.421 \left[ 1 (212 - 59) + 970 + 0.46 (248.212) \right]$$

$$Q_3 = 83293.183 \text{ BTU/hr.}$$

El calor total que proporciona el vapor es la suma de  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$ :

$Q_1$ : Calor necesario para calentar al pollo 67090.834 BTU/hr.

$Q_2$ : Calor necesario para evaporar el agua

que acompaña al pollo.

492098.07 BTU/hr.

$Q_3$ ; Calor necesario para llevar a la tempt.

de cocción los 50 lt. de agua añadidos

al autoclave. 83 293.187 BTU/hr.

$$QT = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 642\ 482.08 \text{ BTU/hr.}$$

Como todo este calor es proporcionado por el vapor directo es necesario escoger un vapor cuya temperatura sea mayor de  $120^\circ\text{C}$  ( $248^\circ\text{F}$ ), para con ello asegurarse que la tempt. en el interior del autoclave sea la requerida. El vapor seleccionado es de  $127^\circ\text{C}$  ( $260^\circ\text{F}$ ) y 2 kg./cm<sup>2</sup> (21.3 psig) de presión.

Para conocer el gasto de vapor es necesario igualar los calores del vapor y el necesario en la cocción.

$$Q \text{ cocción} = Q \text{ vapor.}$$

Por otro lado:

$$Q \text{ vapor} = W \text{ vapor} \lambda \text{ vapor.}$$

$$Q \text{ cocción} = 642\ 482.08 \text{ BTU/hr.}$$

$$W \text{ vapor} = ?$$

$$\lambda_{127^\circ\text{C}} = 988 \text{ BTU/lb.}$$

El gasto de vapor en el autoclave  $W_v$ :

$$W_{\text{vapor}} = \frac{Q_{\text{coccción}}}{\lambda} = \frac{642\,482.08}{938} = 648.948 \frac{\text{lb vapor}}{\text{hr.}}$$

Como el proceso se lleva a cabo en 1.5 hr. Dando un rango de seguridad de 15 min., en donde esta supuesto el lavado de las charolas, y el de la mesa de deshuesado, el gasto de vapor por cada cocido es de:

$$648.948 \frac{\text{lb vapor}}{\text{hr.}} \times 1.75 \text{ hr.} = 1198.659 \frac{\text{lb. vapor}}{\text{cocido}}$$

El costo del kg. de vapor es de \$ 0.020 entonces el costo total de cada cocido es:

$$1198.659 \text{ lb. vapor} \times \frac{0.454 \text{ kg}}{1 \text{ lb}} \times \$ \frac{0.020}{\text{kg. vapor}} = \$ 1.08\,838$$

El precio del autoclave está en función del material de que esta constituido, y su peso. En las industrias alimenticias es recomendable para productos de cierto cuidado a la oxidación y contaminación el acero inoxidable No. 316.

Para calcular el peso del autoclave es necesario - primero conocer el espesor del recipiente y con ello el peso total del equipo. Conocido el peso, existe un precio de kg. del material, de mano de obra por kg, y de soldadura por kg.

El espesor para recipientes a presión en forma cilíndrica esta dado por:

$$T = \frac{PD}{256 - 0.6 P}$$

Donde las variables en esta ecuación son:

P: Presión de diseño en lb/in<sup>2</sup>, en el autoclave se trata a una presión del vapor de 2 kg/cm<sup>2</sup>. que en lb/in<sup>2</sup> es:

$$2 \frac{\text{kg}}{\text{cm.}} (14.2 \frac{\text{lb/in}^2}{\text{kg/cm}^2}) = 28.4 \text{ psig considerando el doble } \underline{c_o}$$

mo un muy buen rango de seguridad será de 60 psig.

S: Es el valor del máximo esfuerzo permitido a la tensión, para el acero inoxidable No. 316 es de 17900  $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ .

D: Es el diámetro del cilindro dado en in. nuestro valor es 2 m.f.

$$D: 2 \text{ m.} \times \frac{\text{lin}}{0.0254 \text{ m.}} = 78.740 \text{ in.}$$

E: Factor de soldadura. Para asegurar las soldaduras del recipiente se toma una radiografía de puntos; es decir

son analizadas el 20% de las soldaduras totales. El factor E para la radiografía de puntos es 0.85.

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$T = \frac{60 \frac{lb.}{in^2} \times 78.74 \text{ in}}{2 \times 17900 \frac{lb.}{in^2} \times 0.85 - 0.6 \times 60 \frac{lb.}{in^2}} = 0.155 \text{ in. (5/32")}$$

(4 mm.)

Las tapas del cilindro son de forma elipsoidal, para que no tengan contacto alguno con el pollo por cocer.

La fórmula del espesor de las tapas elipsoidales es:

$$T = \frac{PDK}{25E - 0.2P}$$

$$K = 1/6 \left[ 2 + \left( \frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

h es la altura de la tapa elipsoidal del cuerpo cilíndrico, dando 25 cm. de separación de la base del cilindro a la base de la tapa elipsoidal. El valor de k será entonces:

$$K = \frac{1}{2} \left[ 2 + \left( \frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$D = 1 \text{ m.}$$

$$h = 0.25 \text{ m.}$$

$$K = 1/6 \left( 2 + (1/2 \times 0.25)^2 \right) = 1$$

Y el espesor T de la pared:

$$T = \frac{PDK}{25E - 0.2P} = \frac{60 \text{ lb/in}^2 \times 78.740 \text{ in} \times 1}{2 \times 17900 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times 0.85 - 0.2 \times 60 \frac{\text{lb}}{\text{in}}}$$

$$T = 0.155 \text{ in } (5/32") \quad (4 \text{ m m}).$$

Una vez conocido el espesor del autoclave y de sus tapas se calcula el peso para con ello cotizar el equipo. La fórmula para calcular el peso del tanque es:

$$W = 136 D (H + 0.8D) (T + X)$$

W = peso del tanque en lb.; H = long. del tanque en ft.

D = diámetro medio en ft.

T = espesor del tanque en in.

X = espesor promedio añadido por orificios, entradas etc. Este valor varía de 0.08 a 0.15 donde el valor menor es para recipientes sin aberturas y el mayor es para aquellos con aberturas en cada ft. el valor que tomado suponiendo las aberturas devidas a la entrada del vapor, y salida de condensado, indicadores de presión y temperatura fue 0.12. El peso del auto-

clave es entonces:

$$W = ? \text{ lb.}$$

$$D = 2 \text{ m. (6.561 ft)}$$

$$H = 3 \text{ m. (9.482 ft)}$$

$$T = 0.155 \text{ in.}$$

$$X = 0.12$$

$$W = 136 (6.561) (9.482 + 0.8 X 6.561) (0.155 + 0.12)$$

$$W = 3614.664 \text{ lb.}$$

El peso del tanque en kg. es:

$$W = 3614.664 \text{ lb} \times \frac{0.454 \text{ kg.}}{1 \text{ lb.}} = 1641.057 \text{ kg.}$$

Una vez conocido el peso se cotiza con la ayuda de los siguientes datos proporcionados por un bufete de ingeniería:

I.- Precio del kg. de acero inoxidable

No. 316:	<u>\$</u>	38.00
	kg.	

II.- Costo de la mano de obra por

kg.	<u>\$</u>	4.00
	kg.	

III.- Soldadura promedio.	<u>\$</u>	16.00
---------------------------	-----------	-------

IV.- Indicadores y accesorios 5% al costo total.	5%
--	----

## I.- El costo total en acero inoxidable:

1641.057 kg. de acero inox. X \$ 38 = \$ 62,360.181  
kg. acero inox.

## II.- Costo de la mano de obra:

1641.057 kg. de acero inox. X \$ 4 = \$ 6,564.22  
kg. acero inox.

III.- Costo de soldadura y gases: \$ 1,600.00

IV.- Accesorios e instrumentación 5% \$ 3,526.22

Costo total del autoclave 74,050.401

### III.2.c. DECANTADOR DE GRASAS Y CENTRIFUGA.

Cuando se ha terminado la cocción, el caldo y la grasa de pollo obtenidos en esta etapa del proceso se pasan al decantador, el que esta colocado al lado del autoclave. Llevándose esta operación con el mayor cuidado posible pues la presión en el interior del autoclave es de 2 kg./cm<sup>2</sup> (28.4 psig.) en -- donde se necesita esperar hasta que sea menor de 1.2 kg./cm<sup>2</sup> -- (17.04 psig) para evitar una posible explosión.

Para regular la presión dentro del equipo, se encuentran válvulas de seguridad, automáticas y manuales las cuales expulsan el vapor al exterior y controlan la operación.

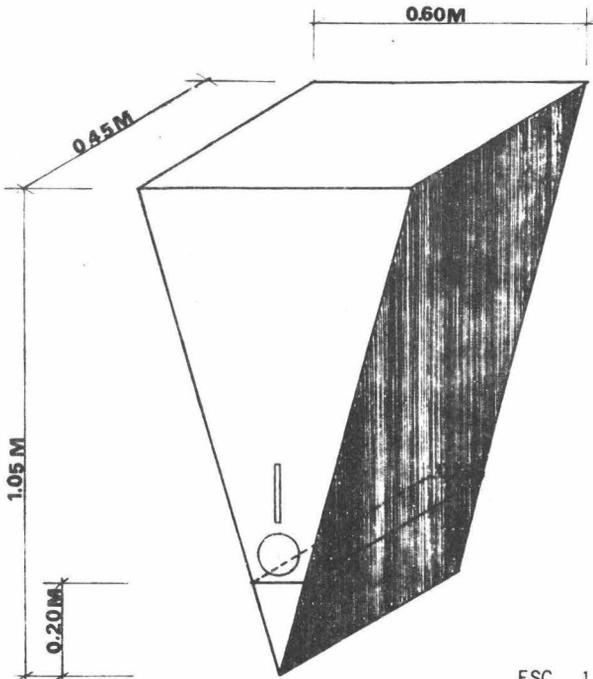
Las dimensiones del decantador son dadas considerando que únicamente la mezcla de caldo-grasa es decantada pues al principio sale el caldo y por último la grasa.

La purificación del caldo y la grasa se efectúan en una centrifuga una vez que han salido del autoclave y son recibidos en cubetas de acero inoxidable.

Para el cálculo del costo del decantador se resuelve con la ayuda del diagrama No.16. Primero se calcula el área total de los triángulos y después se resta el área de los trián

## DIAGRAMA 16

## DECANTADOR DE CALDO Y GRASA



ESC 1:10

gulos inferiores.

1.- Area de los triángulos frontales totales:

Dimensiones:  $b = 0.6 \text{ m.}$   $h = 1.05 \text{ m.}$

$$\text{Area} = \frac{b \times h}{2} = \frac{0.6 \text{ m.} \times 1.05 \text{ m.}}{2} = 0.315 \text{ m}^2 \text{ como}$$

son dos caras:

1.- El área total es  $2 \times 0.315 \text{ m}^2 = 0.630 \text{ m}^2.$

2.- Area de los triángulos frontales inferiores:

base =  $0.1 \text{ m}$  altura =  $0.2 \text{ m.}$

$$\text{Area} = \frac{b \times h}{2} = \frac{0.1 \text{ m.} \times 0.2 \text{ m.}}{2} = 0.01 \text{ m}^2.$$

al ser dos caras el área total es:

$$2 \times 0.01 \text{ m}^2. = 0.02 \text{ m}^2.$$

2.- Area neta frontal = Area total frontal - Area -  
inferior total.

$$\text{área neta frontal} = 0.630 \text{ m}^2. - 0.02 \text{ m}^2. = 0.610 \text{ m}^2.$$

3.- Area de los triángulos laterales totales:

base =  $0.45 \text{ m.}$

altura =  $1.05 \text{ m.}$

$$\text{área} = \frac{b \times h}{2} = \frac{0.45 \text{ m.} \times 1.05 \text{ m.}}{2} = 0.2365 \text{ m}^2. \times$$

$$\times 2 \text{ caras} = 0.4730 \text{ m}^2.$$

4.- Area de los triángulos laterales inferiores.

$$\text{base} = 0.1 \text{ m.}$$

$$\text{altura} = 0.2 \text{ m.} \quad \text{área} = \frac{b \times h}{2} = \frac{0.1 \text{ m.} \times 0.2 \text{ m.}}{2}$$

$$= 0.01 \text{ m}^2. \times 2 \text{ caras} = 0.02 \text{ m}^2.$$

$$\begin{aligned} 4!- \text{Area neta lateral} &= \text{área total lateral} - \text{área} - \\ &\text{lateral inferior} = 0.4730 \text{ m}^2. - 0.02 \text{ m}^2. - - \\ &= 0.4530 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

5.- Area total del decantador = área frontal + área lateral:

$$= 0.610 \text{ m}^2. + 0.4530 \text{ m}^2. = 1.0630 \text{ m}^2.$$

El decantador se construye con placa de acero inoxidable No. 316 de 3/32" (2.38 mm.) de espesor. El precio del kg. de este material incluyendo el costo de la mano de obra y la soldadura es de  $\$$  140.00; y la relación del peso con el área es - m<sup>2</sup>.

de 20K por lo que calculando el costo del equipo es: m<sup>2</sup>.

a) Costo del acero inoxidable 316 de 3/32" de espesor:

$$1.0630 \text{ m}^2. \times \frac{20 \text{ kg.}}{\text{m}^2}. \times \frac{\$ 140.00}{\text{k.}} = \$ 2975.00$$

b) Costo de válvulas, accesorios y tubería:

          \$ 500.00

Costo total del decantador       \$ 3475.00

Como se menciona el caldo y la grasa de pollo al salir del decantador son llevados a la centrifuga en donde se les separa del agua que les acompaña y después de ser concentrados-agregarse a la carne antes de que entre al secador.

En un cocido se obtienen un 5% de caldo y un 10% -- de grasa lo que dan en total 25 kg. de caldo y 60 kg. de grasa -- lo que hace una pequeña cantidad que entra a la centrifuga. seleccionando una centrifuga de 0.5 HP. el costo del equipo con -- todo y el motor incluido es de:

Centrifuga de 0.5 PH:   \$ 52,136.00

## III.2.d. MESA DE DESHUESADO.

El pollo cocido pasa a una mesa en donde manualmente es deshuesado.

Esta operación se debe hacer dentro de las mayores condiciones sanitarias posibles, ya que se puede infectar tanto el operario que efectúa el deshuesado como el pollo. Previamente lo anterior, los operarios en el deshuesado debe traer cubiertas las manos con guantes de polietileno para evitar posibles cortaduras por los huesos del animal, y, además deberán traer cubierta la cabeza, y lavarse las manos con una sol. de ac. hipocloroso a 200 p.p.m.

A lado de la mesa del deshuesado se tienen cubetas de acero inoxidable para recibir la carne de pollo deshuesada, para después pasar a la cortadora en donde se forman pequeñas albóndigas de carne antes de entrar en el secador.

Los huesos son puestos en bolsas de polietileno y se llevan a los depósitos de basura con la mayor rapidez posible.

La mesa de deshuesado tiene el espacio suficiente para que puedan trabajar cuatro operarios al mismo tiempo, y de

poder colocar medio lote de pollos con todo y hueso.

Las dimensiones de la mesa son. 3m. de largo X 1 m. de ancho y 0.5 m. de altura. La cubierta de la mesa es de acero inoxidable No. 316 de calibre 16.

Para cotizar la mesa, se calcula primero el área -- que ocupa el acero inoxidable 316, y se le añade el costo aproximado de la madera para su construcción.

Area de la mesa: 3 m X 1 m = 3 m<sup>2</sup>. damos una mayor área de la placa por los dobleces que tendrá en las orillas y - entonces el costo lo hacemos suponiendo 3.5 m<sup>2</sup>. de placa.

3.5 m<sup>2</sup>. de placa de acero inox. 316 de calibre 16 X 12.5 kg.  
m<sup>2</sup> de acero inox.

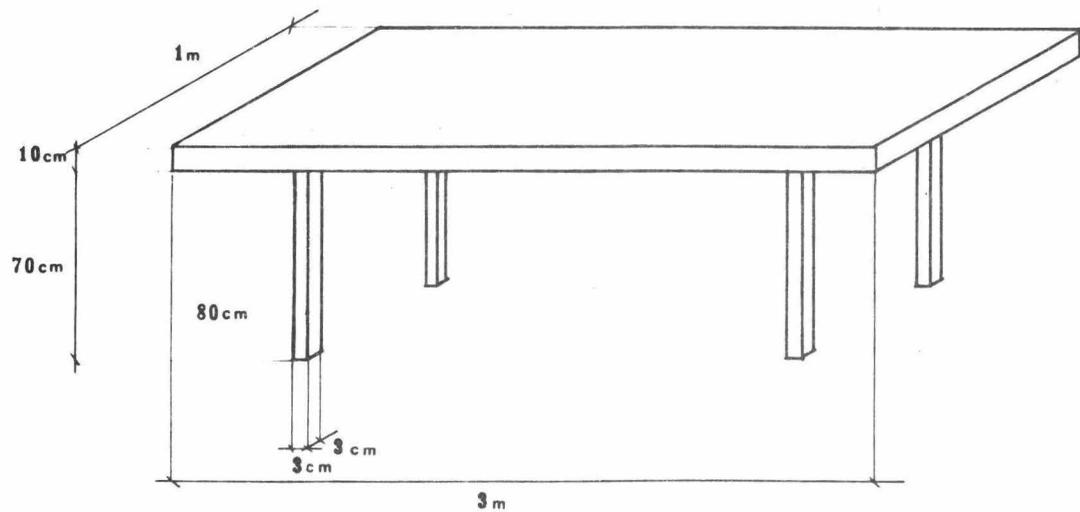
X \$ 80.00 = \$ 3500.00  
kg.

Costo aproximado de la madera:	\$ 1,500.00
Soldadura y gases: .	<u>225.00</u>
Costo de la mesa de deshuesado:	\$ 5,225.00

A continuación el diagrama No. 17 proporciona el esquema de la mesa de deshuesado.

DIAGRAMA 17

MESA DE DESHUESADO



ESC 1:20

## III.2.e. CORTADORA.

El pollo que se recibe en cuetas de acero inoxidable una vez que ha sido deshuesado, pasa inmediatamente a la cortadora, en donde por medio de una aspa que gira perpendicularmente al plato que contiene la carne, forma pequeñas albóndigas.

Estas albóndigas son colocadas en las charolas para entrar en un carro con charolas al secador.

Si la carne que ha sido picada no se seca inmediatamente, se tiene que poner en el cuarto frío para su conservación a bajas temperaturas.

Dada la capacidad de la fábrica, la cortadora seleccionada tiene un plato de acero inoxidable con una capacidad de tres kg. que gira a 23 rpm., y la cuchilla que realiza el corte gira a 1,500 rpm y esta colocada perpendicular al plato.

El picado de la carne de pollo se efectúa en unos cuantos segundos una vez que se ha cargado el plato, y teniendo se que lavar la cortadora cada vez que se ha terminado de cortar el lote.

El motor de la cortadora es de  $1/3$  HP. y el costo total de toda la cortadora incluyendo el motor es de:

Cortadora  $1/3$  HP. = \$ 18,900.00

## III.2.f. SECADOR DE CHAROLAS.

El pollo que ha sido deshuesado y picado, es colocado en el secador donde se le bajará la humedad de 59% a un 5% - siendo el secado la última etapa del proceso de la deshidratación.

El secador propuesto en la fábrica es del tipo directo intermitente, en donde el calor transmitido se efectúa por conducción, convección y radiación, siendo el aire el medio que transmite el calor al pollo y el que se lleva la humedad absorbida al exterior.

Como primera parte del estudio del secador se calcula tanto de velocidad constante y decreciente en el proceso - para conocer el tiempo total de secado.

Después es calculado el gasto total de vapor que se necesita en cada secado, y por último se diseña el equipo y los accesorios que lo componen para al final cotizar el costo total del secador.

Los datos necesarios para el cálculo del secador son los siguientes:

- 1.- Localización del secador: Ciudad de San Luis Potosí.
  - 2.- Presión atmosférica de San Luis Potosí: 605 mm. de Hg.
  - 3.- Temp. del aire ambiente: 18°C (64.4°F)..
  - 4.- Humedad relativa: 80%.
  - 5.- Humedad absoluta:  $0.018 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb. aire seco.}}$
  - 6.- Humedad inicial del pollo: 59% ( $2.22 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb. pollo seco.}}$ ).
  - 7.- Humedad final del pollo: 5% ( $0.05 \frac{\text{lb. H}_2\text{O}}{\text{lb. pollo seco.}}$ ).
  - 8.- Humedad de equilibrio de la carne de pollo: 3%  
( $0.03 \frac{\text{lb. H}_2\text{O}}{\text{lb. pollo seco.}}$ ).
  - 9.- Densidad de la carne de pollo con 59% de humedad:  $64 \frac{\text{lb.}}{\text{ft}^3}$ .
  - 10.- Densidad de la carne de pollo con la humedad de equilibrio: 20 lb/ft<sup>3</sup>.
  - 11.- Conductividad térmica de la carne de pollo:  
 $K_s = 0.24 \frac{\text{BTU}}{\text{hr. ft}^\circ\text{F}}$
  - 12.- Diffusividad de la carne de pollo:  $D = 0.0042 \frac{\text{ft}^2}{\text{hr.}}$
  - 13.- Emisividad de la carne de pollo:  $E = 0.74$
  - 14.- Temperatura del aire en el secador: 110°C (230°F) \*
- \* dato experimental.

### Cálculo del Período a Velocidad Constante.

El primer período de secado ocurre cuando la humedad que se encuentra en la superficie del pollo es evaporada, y la cantidad de agua evaporada por unidad de tiempo y de superficie permanece constante dentro de un cierto rango de valores de humedad.

La velocidad de secado en el período constante está regida por la cantidad de calor necesaria para evaporar el agua y por el medio en que se transfiere el calor a la carne de pollo.

En el secador el pollo está colocado en charolas de acero inoxidable y recibe el calor tanto por la conducción de la charola, por convección del aire y por radiación de las paredes del secador. Y la temperatura a la que se evapora el agua en la superficie del pollo está entre la temperatura de bulbo húmedo del aire y la temperatura de evaporación del agua.

Por lo tanto el calor total recibido por el pollo está dado por la suma de los calores de conducción, convección y radiación.

$$q = q_c + q_r + q_k$$

$q_c$  = calor recibido por el pollo por convección.

$q_r$  = calor recibido por el pollo por radiación.

$q_k$  = calor recibido por conducción.

Considerando que la superficie del pollo sólo necesitará el calor latente para evaporar el agua el calor total -- será:

$$q = N_c \lambda_s.$$

$q$  = calor total recibido por el pollo.

$N_c$  = lb agua evaporadas a vel. constante.  
hr. ft<sup>2</sup>.

$\lambda_s$  = calor latente del agua en BTU/lb.

Por lo tanto es necesario analizar cada uno de los calores anteriores para calcular la vel. constante de secado, y con ello conocer las temperaturas a la que se evapora el agua - en la superficie y a la que sale el aire del secador.

El calor cedido por el aire por convección es:

$$q_c = h_c (T_G - T_s)$$

donde  $h_c$  = coef. de convección, para el aire cuando fluye para  
lelo a los platos,  $h_c$  es.

$$h_c = 0.0128 G^{0.8}$$

y G es el valor de la masa vel. del aire en el secador.

El calor que recibe el pollo por radiación está en función del cuerpo radiante que emite la radiación, en el equipo se toma la pared del secador como cuerpo radiante y el calor total emitido por la pared es:

$$q_R = E (1730 \times 10^{-12}) (T_R^4 - T_s^4) = h_R (T_R - T_s)$$

o bien: 
$$h_R = \frac{E (1730 \times 10^{-12}) (T_R^4 - T_s^4)}{T_R - T_s}$$

El valor de E es el de la emisividad de la superficie por secar, tomando un valor de 0.74 para la carne de pollo. Y  $T_R$  y  $T_s$  son las temperaturas del cuerpo radiante y de la superficie que se está secando.

Por último, el calor recibido por el pollo por conducción  $q_k$  está en función de la resistencia a la conducción.

$$q_k = UK (T_G - T_s).$$

donde UK es el coeficiente total de transferencia de calor y es función de las resistencias totales;

$$U_K = \frac{1}{\left(\frac{1}{h_c} A/A_u\right) + (Z_m/k_m) A/A_u + Z_s/K_s}$$

$h_c$  = Coef. de convección en  $\frac{BTU}{hr ft^2 \cdot F}$ .

$A$  = Area de la Superficie de Secado en  $ft^2$

$A_u$  = Area de la charola en  $ft^2$

$Z_m$  = Espesor de la charola en ft.

$k_m$  = Conductividad térmica de la charola en  $\frac{BTU - ft}{hr ft^2 \cdot F}$ .

$Z_s$  = Espesor del pollo en ft.

$K_s$  = Conductividad térmica del pollo en  $\frac{BTU - ft}{hr ft^2 \cdot F}$ .

Calculando ahora el valor de los coeficientes  $h_c$ ,  $U_K$  para conocer la temperatura de secado en la superficie del pollo, y la temperatura a la que saldrá el aire del secador.

Cálculo de  $h_c$ .

El coeficiente de calor de convección del aire  $h_c$  es función como se dijo antes de la vel. del aire en el interior del secador y está dado por la siguiente fórmula:

$$h_c = 0.0128 G^{0.8}$$

y la masa velocidad del aire:  $G = v \rho$

La velocidad del aire dentro del secador puede variar de 2 a 25 ft/seg. tomando una velocidad de 10 ft/seg. considerando que una velocidad mayor volaría el pollo de las charolas.

La densidad del aire en las condiciones de presión y temperatura tomadas para la ciudad de San Luis Potosí es:

$$\rho = 0.075 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times \frac{(460 + 32)^\circ\text{R}}{(460 + 230)^\circ\text{R}} \times \frac{605 \text{ mm. de Hg.}}{760 \text{ mm. de Hg.}}$$

$$\rho = 0.042 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

La masa velocidad G del aire es:

$$G = 10 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{\text{hr.}} \times 0.042 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 1512 \frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2}$$

Calculando el coeficiente de convección del aire:

$$hc = 0.0128 G^{0.8}$$

$$hc = 0.0128 \times (1512)^{0.8} = 0.0128 \times 349 = 4.467 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

El coeficiente de conducción y convección del aire en el secador  $U_K$  está en función de la pared que forma la charola y de la resistencia que ofrece el pollo a la transmisión de calor.

La fórmula de  $U_K$  es:

$$U_K = \frac{1}{(1/hc A/Au) + Z_m/K_m (A/Au) + Z_s/K_s}$$

Los valores de las variables en esta ecuación son:

$$hc = \text{coef. de convección del pollo} = 4.467 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{°F}}$$

A = Área de la superficie de secado: Tomando charolas de acero inoxidable 316 de calibre 16 cuyas dimensiones son: 70 cm X 70 cm; por lo que el área que ocupa el pollo es  $\text{ft}^2$  es:  $0.7 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} = 0.49 \text{ m}^2$ . ( $5.274 \text{ ft}^2$ ).

$A_u$  = Es el área de las charolas con todo y espesor.

$$\begin{aligned} A_u &= 4 \text{ lados } (0.7 \text{ m} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ m}} \times 0.0625 \text{ in} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}}) + 5,274 \text{ ft}^2 = \\ &= 0.0478 \text{ ft}^2 + 5.274 \text{ ft}^2 = 5.3218 \text{ ft}^2. \end{aligned}$$

$Z_m$  : espesor de la charola de acero inoxidable 316 calibre 16 - es de 0.0625 in (0.0052 ft).

$K_m$ : conductividad térmica del acero inoxidable es:  $27 \frac{\text{BTU} - \text{ft}}{\text{hr ft}^2\text{°F}}$

$Z_s$ : espesor de la carne de pollo: 0.5 in (0.041 ft).

$K_s$ : conductividad térmica del pollo:  $0.24 \frac{\text{BTU} - \text{ft}}{\text{hr ft}^2\text{°F}}$ .

Sustituyendo estos valores en el coeficiente de --  
transferencia de calor  $U_K$ :

$$U_K = \frac{1}{\frac{1}{4.4672} \times \frac{5.274}{5.3218} + \frac{0.0052}{27} \left( \frac{5.274}{5.3218} \right) + \frac{0.041}{0.24}}$$

$$U_K = \frac{1}{0.2218 + 0.0002 + 0.1708} = 2.517 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$$

Para conocer el valor del coeficiente de transferencia de calor por radiación, es necesario suponer las temperaturas a la que se encuentra la pared del secador ( $T_R$ ) y la temperatura en la cual hervirá el agua en la superficie del pollo -- ( $T_s$ ).

Los valores supuestos para estas temperaturas son --  
 $T_R = 180^\circ\text{F}$  ( $82^\circ\text{C}$ ) para la pared del secador y  $115^\circ\text{F}$  ( $47^\circ\text{C}$ ) para la superficie del pollo.

El valor de  $hR$  es:

$$hR = \frac{E \cdot 1730 \times 10^{-12} (T_R^4 - T_s^4)}{T_R - T_s}$$

$E =$  Emisividad de la carne de pollo = 0.75

$T_R = 180^\circ\text{F}$  ;  $180^\circ\text{F} + 460 = 640^\circ\text{R}$

$$T_s = 115^\circ\text{F} ; 180^\circ\text{F} = 460 = 575^\circ\text{R}$$

$$n_R = \frac{0.75 \times 1730 \times 10^{-12} (6404 - 5754)}{640 - 575}$$

$$h_R = \frac{0.75 \times 1730 \times 10^{-12} (1677 \times 10^8 - 1093 \times 10^8)}{75}$$

$$h_R = 1.1513 \text{ BTU/hr ft}^2\text{°F.}$$

Teniendo todos los coeficientes de transferencia de calor se procede a calcular la temperatura a la cual está la su perficie del pollo.

La ecuación que relaciona la temperatura a la cual hierve el agua en la superficie del pollo y los coeficientes de transferencia de calor es:

$$\frac{(Y'_s - Y) \lambda_s}{hc/kg} = (1 + \frac{U_K}{hc}) (T_G - T_s) + \frac{h_R}{hc} (T_R - T_s).$$

Las variables en esta ecuación son:

$Y'_s$  = humedad de saturación del aire a  $T_s$  en  $\frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb aire seco.}}$

$Y'$  = humedad absoluta del aire a  $T_G$  en  $\frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb aire seco.}}$

$\lambda_s$  = calor latente del agua a  $T_s$  en  $\frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$

$\frac{hc}{kg}$  = calor específico del aire  $C_s$  en  $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}}$

$U_K$  = coef. de transferencia de calor por conducción  $\frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2}$

hc = coeficiente de convección en  $\frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{°F}}$ .

TG = temperatura del aire en el secador en °F.

Ts = temperatura de la superficie del pollo: en °F.

hR = coeficiente de radiación en  $\frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{°F}}$ .

TR = temperatura de la pared en °F.

La ecuación anterior se resuelve por medio de tanteos en donde es supuesto un cierto valor de Ts, el cual tendrá una humedad de saturación, la cual es checada con el resultado de la ecuación.

Los valores de las variables en la ecuación anterior son:

$$Y' = 0.018 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb aire seco.}}$$

$$\frac{hc}{\text{kg.}} = 0.25 \frac{\text{BTU}}{\text{lb°F}}$$

$$U_K = 2.517 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{°F.}}$$

$$hc = 4.467 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2\text{°F}}$$

$$TG = 230\text{°F.}$$

$$TR = 180\text{°F}$$

$$hR = 1.1513 \text{ BTU/hr ft}^2\text{°F.}$$

Sustituyendo los valores conocidos en la ecuación:

$$(y'_s - y) \frac{\lambda_s}{cs} = (1 + \frac{2.517}{4.467}) (230 - T_s) + \frac{1.1513}{4.467} (180 - T_s).$$

$$(y'_s - 0.018) \frac{\lambda_s}{0.25} = 405.989 - 1.875 T_s.$$

El primer valor supuesto para  $T_s$  es de  $100^\circ\text{F}$ ; la ---  
humedad de saturación del aire a esta temperatura es:

$$y'_s = \frac{P^*A}{PT - P^*A} \times \frac{18}{29} = \frac{1.9325}{(23.818 - 1.9328)} \frac{\text{in de Hg}}{\text{in de Hg}} \times \frac{18}{29} = 0.0548$$

$\frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb aire seco.}}$

Y el calor latente del agua a  $100^\circ\text{F}$  es:

$$\lambda_s \text{ a } 100^\circ\text{F} = 1036 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}}$$

Calculando la humedad de saturación del aire en la su  
perficie del pollo por medio de la ecuación:

$$(y'_s - 0.018) \frac{1036}{0.25} = 405.989 - 1.825 (100)$$

$$4144 Y'_S - 74.592 = 405.989 - 182.5$$

$$Y'_S = \frac{223.389 + 74.592}{4144} = 0.718$$

Como el valor calculado por la ecuación no es el mismo que el valor de  $Y'_S$  a esa temperatura, es necesario efectuar otro tanteo con otra temperatura, con la nueva temperatura supuesta  $T_s = 110^\circ\text{F}$ , el valor de la humedad de saturación a la presión de saturación.

$$Y'_S = \frac{P^{\circ}A}{P_T - P^{\circ}A} \frac{18}{29} = \frac{2.5952}{23.8188 - 2.5952} \frac{18}{29} = 0.0759 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb. aire seco.}}$$

$$\lambda_s \text{ a } 110^\circ\text{F} = 1030 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$$

Calculando el valor de  $Y'_S$  por la ecuación:

$$(Y'_S - 0.018) \frac{1030}{0.25} = (405.989 - 1.827 (1.0))$$

$$4136 Y'_S - 74.448 = 405.989 - 200.2$$

$$Y'_S = \frac{200.789 + 74.448}{4136} = 0.068 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb aire seco.}}$$

Como los dos valores de  $Y_{\frac{1}{2}}$  son próximos, se concluye que la temperatura a la cual hierve el agua en la superficie -- del pollo es  $110^{\circ}\text{F}$ .

El cálculo de la temperatura del aire a la salida -- del secador se conoce mediante la siguiente fórmula:

$$T_2 = T_s + (T_1 - T_s) e^{-Nt}$$

donde:  $T_2$  = temperatura de la salida del aire en  $^{\circ}\text{F}$

$T_s$  = temperatura de la superficie del pollo  $110^{\circ}\text{F}$   
( $43^{\circ}\text{C}$ ).

$T_1$  = temperatura del aire en el interior del secador  
 $230^{\circ}\text{F}$

$Nt$  = número de unidades de transferencia del secador.

La única variable desconocida para conocer la temperatura de la salida del aire es el número de unidades de transferencia. La ecuación para calcular  $Nt$  es:

$$Nt = \frac{ht L_t}{G \text{ cpb}}$$

Donde:  $ht$ : Es el coeficiente total de transferencia de calor y está dado por:

$$ht = (hc + hr) \left[ 1 + \frac{A/A_u}{\frac{1 + d \cdot (hc + hr)}{ks}} \right]$$

El valor de  $d$  es el espesor de la carne de pollo = -  
 = 0.5 in (0.0416 ft). Para el  $ht$ :

$$ht = (4.4672 + 1.522) \left[ 1 + \frac{5.274 / 5.3218}{\frac{1 + 0.04166 (4.4672 + 1.522)}{0.24}} \right]$$

$$ht = 5.9892 \times 1.486 = 8.899 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F}}$$

Con el valor de  $ht$  se puede calcular el valor de  $N_t$ ; las variables en la ecuación de  $N_t$  son:

$ht$  = coeficiente total de transferencia de calor  $8.899 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F}}$

$L_t$  = longitud de la charola en ft: 2.2965 ft (70 cm).

$G$  = masa velocidad del aire:  $1512 \frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2}$

$C_p$  = calor específico de la carne de pollo. Como el producto entra al secador con 59% de humedad, el  $C_p$  está calculado como:  $0.008 (59) + 0.2 = 0.672 \text{ BTU/lb°F}$

$b$ : Espacio libre entre charolas 0.75 in (0.0625 ft). por lo que el valor del número total de unidades de transferencia es:

$$Nt = \frac{8.899 \times 2.2965}{1512 \times 0.672 + 0.0625} = 0.2876$$

La temperatura de salida del aire del secador:

$$T_2 = T_s + (T_1 - T_s) e^{-Nt}$$

como primer paso se encuentra el valor de  $e^{-Nt}$

$$\begin{aligned} e^{-Nt} &= \frac{1}{e^{Nt}} = \frac{1}{e^{0.2876}} = \frac{1}{0.2876 \log e} = \frac{1}{\text{antilog}(0.2876 \times 0.4335)} = \\ &= \frac{1}{\text{antilog } 0.24176} = \frac{1}{1.745} = 0.573 \end{aligned}$$

Y  $T_2$ : La temperatura del aire a la salida del secador

es:

$$T_2 = 110 + (230 - 110) \times 0.573 = 179^\circ\text{F} (43^\circ\text{C}).$$

Con las temperaturas y los coeficientes de transferencia de calor en el secador, se obtienen las lb. de agua evaporadas a velocidad constante. El valor de  $N_c$  esta dado por.

$$N_c = \frac{q}{\lambda_s} = \frac{(hc + UK) (T_G - T_s) + hR (T_R - T_s)}{\lambda_s}$$

Sustituyendo valores:

$$N_c = \frac{(4.4672 + 2.517) (230-110) + 1.1513 (180-110)}{1030}$$

$$N_c = \frac{838.104 + 71.513}{1030} = 0.8827 \frac{\text{lb H}_2\text{O evaporados}}{\text{hr ft}^2}$$

La fórmula del tiempo de secado a la velocidad constan

te es:

$$\theta_c = \frac{(A - V) R}{\alpha}$$

Las variables en esta ecuación son:

$\theta_c$  = tiempo de secado a velocidad constante en hr.

A = Concentración inicial del agua en  $\frac{\text{lb agua}}{\text{ft}^3}$

V = Concentración final del agua en  $\frac{\text{lb agua}}{\text{ft}^3}$

R = Espesor de la carne de pollo en ft = 0.5 in - -  
(0.04166 ft).

$\alpha$  = Vel. constante de secado:  $0.8827 \frac{\text{lb agua}}{\text{hr ft}^2}$

Se obtienen primero las concentraciones iniciales y finales, para poder resolver la ecuación del tiempo de secado.

Para conocer la concentración inicial del agua, sabiendo que las libras de pollo que se encuentran en cada charola son el producto del volumen ocupado por el pollo, por su densidad a la humedad inicial:

$$\text{lb pollo} = \rho_{\text{pollo}} \times V_{\text{ocupado}}.$$

El volúmen que ocupa el pollo en cada charola es el resultado de multiplicar el área de cada charola por el espesor que ocupa el pollo. El área ocupada es de 0.49 m<sup>2</sup> (5.2744 ft<sup>2</sup>) y el espesor es 0.5 in (0.0416 ft).

$$\begin{aligned} \text{Vol} &= \text{Area} \times \text{espesor} = 5.2744 \text{ ft}^2 \times 0.04166 \text{ ft} = \text{---} \\ &= 0.2197 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

La densidad del pollo con 59% de humedad es 64 lb/ft<sup>3</sup> por lo que:

$$\frac{\text{lb pollo}}{\text{charola}} = 0.2197 \text{ ft}^3 \times 64 \frac{\text{lb pollo}}{\text{ft}^3} = 14.062 \frac{\text{lb pollo}}{\text{charola}}$$

Como la concentración inicial el pollo tiene 59% de H<sub>2</sub>O, las lb de agua por charola son:

$$14.062 \frac{\text{lb pollo}}{\text{charola}} \times 0.59 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo}} = 8.296 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{charola}}$$

Y el vol. ocupado por cada charola es el mismo que el ocupa por el pollo: Por lo que la concentración inicial en lb de agua por ft<sup>3</sup> son:

$$A = 8.296 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{charola}} \times \frac{1 \text{ charola}}{0.2197 \text{ ft}^3} = 37.763 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{ft}^3}$$

La concentración final considerando que el pollo se encuentra en su humedad de equilibrio es  $0.03 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo}}$  y - el valor de la densidad del pollo para esta humedad es  $20 \text{ lb/ft}^3$  Por lo que la concentración final es:

$$V = 0.03 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo}} \times 20 \frac{\text{lb pollo}}{\text{ft}^3} = 0.6 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{ft}^3}$$

Sustituyendo todos los valores numéricos en la ec. - del tiempo de secado a velocidad constante:

$$\theta_c = \frac{(A - V) R}{\alpha}$$

$$\theta_c = \frac{(37.763 - 0.60) \times 0.04166}{0.8827} = 1.753 \text{ hs}$$

La cantidad de agua separada del pollo durante la velocidad constante de secado es:

$$N_c \theta_c = 0.8827 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{hr}} \text{ evap} \times 1.753 \text{ hs} = 1.547 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{ft}^2} \text{ evap.}$$

Y la cantidad de agua evaporada por charola:

$$1.547 \frac{\text{lb H}_2\text{O evap.}}{\text{ft}^2} \times \frac{5.2744 \text{ ft}^2}{\text{charola}} = 8.161 \frac{\text{lb H}_2\text{O evap.}}{\text{charola.}}$$

Resumiendo los resultados encontrados en el cálculo de la velocidad constante:

- 1.-  $h_c$ : Coeficiente de transferencia de calor por convección - del aire:  $4.467 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$
- 2.-  $U_K$ : Coeficiente de conducción y convección en el secador: -  $2.517 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$
- 3.-  $h_R$ : Coeficiente de transferencia de calor por radiación: --  $1.1513 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F.}}$
- 4.-  $h_t$ : Coeficiente total de transferencia de calor:  $8.899 \frac{\text{BTU}}{\text{hr ft}^2 \text{°F..}}$
- 5.-  $T_s$ : Temperatura de evaporación de la superficie del pollo: -  $110 \text{°F.}$
- 6.-  $T_2$ : Temperatura a la salida del secador del aire:  $179 \text{°F.}$
- 7.-  $N_t$ : Número total de unidades de transferencia:  $0.2876$ .
- 8.-  $N_c$ : Velocidad constante de secado:  $0.8827 \frac{\text{lb H}_2\text{O evap.}}{\text{hr ft}^2}$ .
- 9.-  $\theta_c$ : Tiempo de secado a velocidad constante  $1.753 \text{ hr.}$

El punto donde la velocidad de secado pasa de ser constante para empezar el período de velocidad decreciente se conoce

como la humedad crítica.

El valor de la humedad crítica se encuentra por medio de una diferencia entre la humedad inicial y la humedad a la que se llega en el lapso en el que la velocidad de evaporación es constante.

En cada charola se tienen 14.62 lb de pollo que entran al secador y que contienen un 59% de humedad. Por lo tanto la humedad absoluta inicial es:

$$14.062 \text{ lb pollo} \times 0.41 \frac{\text{lb pollo seco}}{\text{lb. pollo}} = 5.765 \text{ lb pollo seco.}$$

$$H_1 = \frac{8.296 \text{ lb. H}_2\text{O}}{5.765 \text{ lb. pollo seco}} = 1.439 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb. pollo seco.}}$$

Al finalizar el período de velocidad constante se han evaporado 8.161 lb de agua por charola, por lo que la humedad final en el período constante es:

$$H_2 = \frac{8.161 \text{ lb H}_2\text{O}}{5.765 \text{ lb pollo seco}} = 1.415 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb. pollo seco.}}$$

La humedad crítica es:

$$W_c = H_2 - H_1 = 1.439 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo seco}} - 1.415 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo seco}} = 0.024 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo}}$$

Como la humedad crítica es menor que la humedad de equilibrio todo el secado se efectúa en el período constante.

Calculando el consumo de vapor necesario en cada secado; en donde el cálculo se basa en la cantidad de aire necesario por calentar, y que es el medio que transporta el calor al pollo.

Como la temperatura del aire al salir del secador es de 179°F (82°C), para no perder todo el calor que acompaña el aire, del secador, se recircula un 70% de este aire y solamente se introduce al secador un 30% del aire necesario que está frío a la temperatura ambiente.

El ducto de recirculación es diseñado y cotizado más adelante a la entrada del secador es:

$$Q = W_s C_s (T_G - T_a).$$

donde:  $W_s$  = lb/hr de aire que entran al secador.

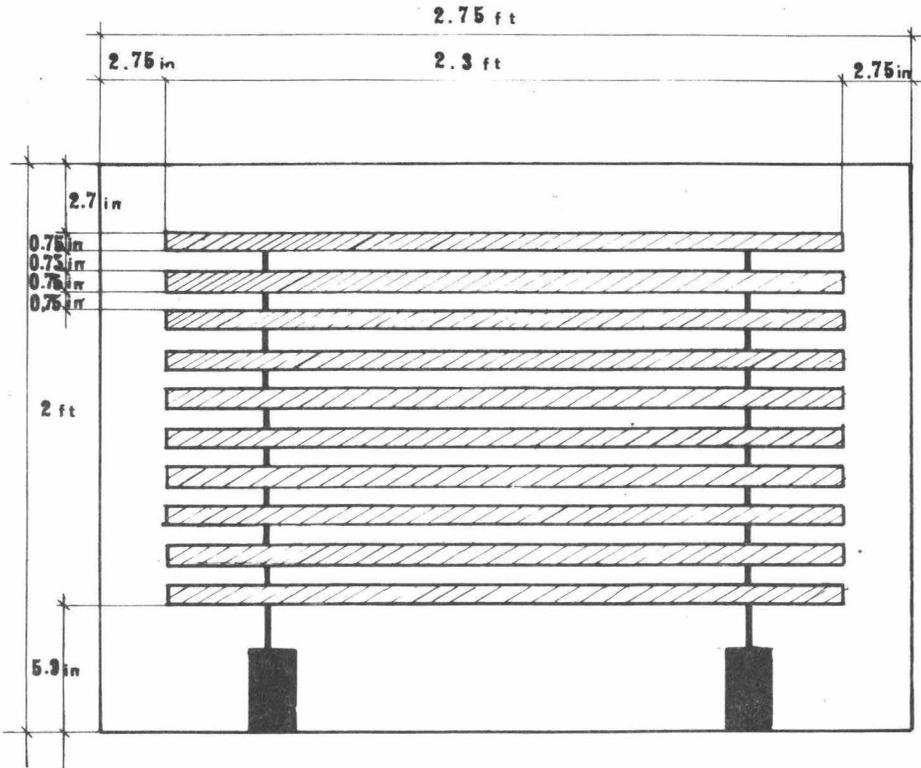
$C_s$  = 0.25 BTU/lb°F.

$T_G$  = Temperatura del aire en el secador: 230°F.

$T_a$ : Temperatura del aire ambiente: 64.4°F.

Las lb/hr de aire que entra al secador está dado por:

ESQUEMA 18 SECADOR DE CHAROLAS



ESC. 1:50

Ws = Gas.

donde G es la masa velocidad del aire en  $\frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2}$  y as es el espacio libre entre las charolas.

El secador tiene 10 charolas que son de 70 cm X 70 cm. con un espesor total con todo y carne de 0.75 in. El espacio ocupado por las charolas es:

$$\text{Ach.} = 10 \text{ charolas} \times 2.3 \text{ ft} \times 0.0625 \text{ ft} = 1.437 \text{ ft}^2.$$

Las dimensiones del secador son 84 cm. (2.75 ft) de largo y de ancho por 58.4 cm. (2 ft) de altura.

Las dimensiones del secador fueron dadas considerando que en cada carga que se lleva al equipo se tardan 2 hrs. en su secado, y dada la cantidad de pollo que sale del autoclave diario 306 kg (674 lb) con 59% de humedad.

La capacidad del secador es:

$$10 \text{ charolas} \times 14.063 \frac{\text{lb pollo}}{\text{charola}} = 140.63 \text{ lb pollo} \text{ (63.84 k)}$$

Por lo tanto entran en el secador 5 secados al día para secar toda la carne que sale del autoclave.

El espacio libre entre las charolas por donde va a fluir el aire se conoce restándole a el área total del secador, el espacio ocupado por las charolas con todo y pollo.

$$A_s = A_{\text{secador}} - A_{\text{charolas}}.$$

El A total del secador es:

$$A_s = \text{base} \times \text{altura} = 2.75 \text{ ft} \times 2 \text{ ft} = 5.5 \text{ ft}^2.$$

Por lo que el espacio libre  $a_s$  entre las charolas es:

$$a_s = 5.5 \text{ ft}^2 - 1.437 \text{ ft}^2 = 4.063 \text{ ft}^2.$$

Considerando una probable fuga, o bien un espacio mayor entre las charolas debido al acomodo de la carne por secar se toma un rango de seguridad al espacio  $a_s$  de 10%.

$$a_s = 4.063 \text{ ft}^2 \times 1.1 = 4.469 \text{ ft}^2.$$

La cantidad de aire necesario en lb/hr en el secador.

$$W_s = \text{Gas}$$

donde:

$$G = 1512 \frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2}$$

$$a_s = 4.469 \text{ ft}^2$$

$$W_s = 1512 \frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2} \times 4.469 \text{ ft}^2 = 6757.581 \frac{\text{lb}}{\text{hr.}}$$

Ahora bien, como se menciona antes, se recircula un 70% del aire que sale del equipo, por lo que el calor total que entre al secador es la suma del calor que acompaña a el aire en la recirculación más el calor que se transfiere al aire que entra del exterior a la temperatura ambiente.

$$Q_T = Q \text{ recirculación} + Q \text{ entrada.}$$

El calor en la recirculación  $Q_R$ :

$$Q_R = W_s 0.7 C_s (T_G - T_R).$$

donde:  $W_s = \text{gasto de aire en } \frac{\text{lb}}{\text{hr.}} = 6757.581 \frac{\text{lb aire}}{\text{hr.}}$

$$C_s = 0.25 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F.}}$$

$$T_G = \text{Temperatura del aire en el secador} = 230^\circ\text{F} (110^\circ\text{C})$$

$$T_R = \text{Temperatura del aire en la recirculación } 179^\circ\text{F-} \\ (82^\circ\text{C}).$$

El calor necesario para calentar al aire en la recir

culación es:

$$Q_R = 6757.581 \times 0.7 \times 0.25 (230 - 179)$$

$$Q_R = 60311.41 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

El aire que entra del exterior tiene una temperatura de  $18^\circ\text{C}$  ( $64.4^\circ\text{F}$ ) y es necesario calentarlo hasta la temperatura de secado  $230^\circ\text{F}$  ( $110^\circ\text{C}$ ). El calor cedido por el vapor al aire que entra del exterior es:

$$Q_E = W_s \times 0.3 \times C_s (T_G - T_a).$$

$$T_G = 230^\circ\text{F} (110^\circ\text{F}).$$

$$T_a = 64.4^\circ\text{F} (18^\circ\text{C}).$$

$$Q_E = 6757.581 \times 0.3 \times 0.25 (230 - 64.4)$$

$$Q_E = 83929.156 \text{ BTU/hr.}$$

Sumando los dos calores anteriores:

$$Q_T = Q_R + Q_E = (60311.41 + 83929.156) \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} = 144240.56 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}}$$

Conociendo  $Q_T$  en  $\text{BTU/hr}$  como el secado se realiza en 1.75 hr. los BTU necesarios son:

$$Q_T = 144\ 240.56 \frac{\text{BTU}}{\text{hr.}} \times 1.753 \text{ hr} = 252\ 853.70 \text{ BTU.}$$

Con un cargo de seguridad de 10% a los BTU totales,

$$QT = 252\ 853.70\ \text{BTU} \times 1.1 = 278\ 139.07\ \text{BTU}.$$

El medio de transferencia de calor se efectúa por -- medio de vapor saturado a 3.5 kg/cm<sup>2</sup>. de presión, el cual tiene a una temperatura de 290°F (143.33°C). El calor se transfiere cuando el vapor se condensa en los serpentines y el calor latente en la condensación es ganado por el aire.

El calor latente del vapor a 42 psi es 917 BTU/lb. -

El gasto de vapor es:

$$QT = W_v \lambda_v$$

$$y \quad W_v = \frac{QT}{\lambda_v}$$

$$W_v = \frac{278\ 139.07\ \text{BTU}}{917\ \text{BTU/lb.}} = 303.314\ \text{lb. de vapor}$$

Como el precio del Kg. de vapor es de \$ 0.020, el costo en el secado por consumo de vapor es entonces:

$$303.314\ \text{lb vapor} \times 0.454 \frac{\text{kg}}{\text{lb}} \times \$ \frac{0.020}{\text{kg}} = \$ 27.55$$

El rendimiento del secador se obtiene por un balance total de masa.

$$M_o = E + M_1$$

donde:  $M_o$  = lb de pollo que entran al secador con 59% de h  
medad: 140.63 lb pollo (63.846 kg).

$E$  = lb de agua quitadas al pollo.

$M_1$  = lb. de pollo que salen del secador con 5% de h  
medad.

Efectuando una regla de la palanca:

$$\frac{E}{m_o} = \frac{C_o - C_f}{1 - C_f}$$

$C_o$  = Conc. inicial del agua: 59%

$C_f$  = Conc. final de agua = 5%

$$\frac{E}{m_o} = \frac{0.59 - 0.05}{1 - 0.05} = 0.568 \frac{\text{lb de agua evap.}}{\text{lb. de pollo que entran}}$$

La cantidad de agua evaporada es:

$$E = 0.568 \times M_o = 5.568 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb pollo}} \times 140.63 \text{ lb pollo}$$

$$E = 79.877 \text{ lb. H}_2\text{O evap.}$$

y la cantidad de pollo seco que sale del equipo:

$$M_o = E + M_1$$

$$M_1 = M_o - E = 140.63 - 79.877$$

$$M_1 = 60.753 \text{ lb pollo seco} \quad (27.581 \text{ kg}).$$

y el rendimiento del secador:

$$\frac{M_1}{M_0} = \frac{60.753}{140.63} = 0.432$$

Resumiendo las características del secador.

- 1.-  $T_G$  : temperatura de secado  $230^\circ\text{F}$  ( $110^\circ\text{C}$ ).
- 2.-  $T_a$  : temperatura del aire  $64.4^\circ\text{F}$  ( $18^\circ\text{C}$ ).
- 3.-  $T_R$  : temperatura de recirculación del aire  $179^\circ\text{F}$  ( $82^\circ\text{C}$ ).
- 4.-  $Q_C$  : tiempo de secado 1.753 hr.
- 5.-  $M_0$  : capacidad del secador 140.63 lb de po  
llo ( $63.843 \text{ kg}$ ).
- 6.-  $M_1$  : cantidad de pollo seco con 5% de hu  
medad 60.753 lb pollo  
( $27.581 \text{ kg}$ ).
- 7.-  $M_1/M_0$  : rendimiento del secador 43.2%
- 8.-  $Q_T$  : cantidad de calor necesario en el  
secador: 144,240.56 BTU/hr.
- 9.-  $W_v$  : consumo de vapor necesario: 303 lb.
- 10.-  $P_v$  : presión del vapor en los serpenti  
nes: 43 psi ( $3 \text{ kg/cm}^2$ ).
- 11.-  $T_v$  : temperatura del vapor:  $290^\circ\text{F}$  ( $143.33^\circ\text{C}$ ).
- 12.- Costo de vapor en cada secado: \$ 27.55

El aire que sale del sistema y que se recircula, se mezcla con el aire frío que entra del medio ambiente y es soplado a las charolas por medio de un ventilador.

Para seleccionar el ventilador es necesario saber el gasto volumétrico que trabaja el secador, así como la caída de presión que tiene el aire a través del sistema de secado.

El gasto volumétrico se calcula conociendo la temperatura del aire a la cual entra al ventilador y con ella la densidad del aire se obtienen los pies cúbicos por minuto que trabaja el ventilador.

Considerando las condiciones críticas en el ventilador, cuando se recircula un 50% del aire total que sale del secador.

Haciendo un balance de calor del aire, a la entrada del secador. El calor cedido por el aire recirculado al aire frío cuando es enfriado desde la temperatura de recirculación hasta la temperatura a la que está la mezcla, es igual al calor absorbido por el aire frío que entra del exterior.

$$QR = Ws \times 0.5 \times Cs (T_R - T_m)$$

$$QE = Ws \times 0.5 \times Cs (T_m - T_a) \text{ y } : QE = QR$$

donde el valor de las variables es:

$$W_s = 6757.581 \text{ lb/hr.}$$

$$C_s = 0.25 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F.}$$

$$T_R = 179^\circ\text{F} (82^\circ\text{C}).$$

$$T_a = 64.4^\circ\text{F} (18^\circ\text{C}).$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$6757.581 \times 0.5 \times 0.25 (179 - T_m) = 6757.581 \times 0.5 \times 0.25 \\ (T_m - T_a).$$

$$1689.394 T_m = 205,599.39$$

$$T_m = \frac{205,599.39}{1689.394} = 121.7^\circ\text{F} (50^\circ\text{C})$$

La densidad del aire a esta temperatura:

$$\rho = 0.075 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times \frac{(460 + 32)^\circ\text{R} \times 605 \text{ mm. de Hg}}{(460 + 121.7)^\circ\text{R} \times 760 \text{ mm. de Hg.}}$$

$$\rho = 0.05 \frac{\text{lb aire}}{\text{ft}^3}.$$

El gasto volumétrico del aire se obtiene dividiendo el gasto en masa entre la densidad:

$$\text{Vol} = \frac{G}{\rho}$$

$$\text{Vol.} = \frac{6757.581 \text{ hr.} \times \frac{1 \text{ lb}}{\text{ft}^3} \times \frac{1 \text{ hr.}}{60 \text{ min.}}}{0.05 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 2252.52 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}}$$

Damos un aumento de 10% a los pies cúbicos de aire - necesario como una seguridad para nuestro equipo, por lo tanto el gasto volumétrico que es soplado por el ventilador es:

$$\text{CFM: } 2252.52 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}} \times 1.1 = 2477.77 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}}$$

Los datos necesarios para seleccionar el secador son:

- 1.- CFM: Gasto volumétrico de aire: 2477.77 ft<sup>3</sup>/min.
- 2.- Tm: Temperatura del aire al mezclarse la entrada la - recirculación y el aire frío que entra del exterior 121.7°F (50°C).
- 3.- Localización del secador: Cd. de Sn. Luis Potosí: - - 6103 ft sobre el nivel del mar.
- 4.-  $\Delta P$ : Caída de presión del aire en el sistema: 6 in de H<sub>2</sub>O

La caída de presión en el secador de 6 in de H<sub>2</sub>O es para el cálculo de los serpentines y el ducto donde fluye el -- aire y se comprueba este valor más adelante.

El ventilador seleccionado para trabajar bajo las con diciones anteriores tiene las siguientes características.

- 1.- Arreglo: 9; 900 rpm, (3 HP).

- 2.- Precio del ventilador: \$ 22,620.00
- 3.- Precio del motor de 3 HP con ventilación cerrada  
de 8 polos: \$ 3840.00
- 4.- Precio total del sistema de ventilación:  
\$ 26,460.00

#### Serpentines:

El calentamiento del aire se trasmite por medio de un banco de serpentines por los que fluye vapor saturado, el cual al condensarse pierde el calor latente que se transfiere al - - aire que seca al pollo.

Los serpentines son tubos aleteados de cobre, de - - 5/8 de pulgada de diámetro externo, con aletas en forma de espiral.

En el cálculo del banco de serpentines se encuentra la profundidad del banco, y después la longitud y el número de tubos que contará la altura del banco.

Las condiciones en las cuales se realiza el cálculo son al nivel del mar, y además se supone que la temperatura inicial del aire es de 0°F(-17.7°C).

Por lo que es necesario calcular el gasto volumétrico del aire al nivel del mar y checar la temperatura en la que se mezcla el aire recirculado, con el aire frío que entra del exterior. La caída de presión es corregida al final de cálculo para las condiciones de trabajo.

Los pies cúbicos por minuto de aire en el secador son un 30% menor al nivel del mar que a la altitud de la ciudad de San Luis Potosí:

$$\text{CFM} = 2477.77 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}} - (2477.77 \times 0.3) \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}} = 1734.43 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}}$$

Ahora calculando la temperatura a la cual se mezcla la recirculación con el aire del exterior a las condiciones del nivel del mar, cuando es recirculado un 70% del aire que sale del secador.

$$1734.43 \times 0.7 \times 0.25 (179 - T_m) = 1734.43 \times 0.3 \times 0.25 (T_m - 64.4)$$

$$433.6 T_m = 62708.3$$

$$T_m = \frac{62708.6}{433.6} = 144.62^\circ\text{F} (62.7^\circ\text{C})$$

El vapor que fluye por los serpentines tienen una presión de 3.5 kg/cm<sup>2</sup>. (50 psig) y el aire chocará con los serpentines con una velocidad de 400 ft/min.

! Por medio de la presión y la temperatura  $T_m$ , se obtiene el aumento que tiene la temperatura del aire al salir del secador, esto se hace con la ayuda de una tabla que proporciona una constante necesaria en el cálculo. El valor encontrado para una temperatura de  $145^{\circ}\text{F}$ , y una presión de 50 psig es de - - 0.673.

La elevación en la temperatura basándose en aire que entra a  $0^{\circ}\text{F}$  es:

$$\frac{230 - 145}{0.673} = 126.3^{\circ}\text{F}$$

Con este valor de  $126.3^{\circ}\text{F}$  y la velocidad de 400 ft/min., la temperatura real se encuentra por otra tabla en donde indica el número de serpentines del fondo del banco, el valor más cercano a  $126.3^{\circ}\text{F}$  es  $131.7^{\circ}\text{F}$  y corrigiendo la elevación en la temperatura:

$$131.7 \times 0.673 = 88.63$$

Por lo tanto la temperatura del aire al salir de los serpentines es:

$$88.63^{\circ}\text{F} + 144.62^{\circ}\text{F} = 233.25^{\circ}\text{F}$$

La altura del banco de serpentines, se obtiene con el gasto volumétrico del aire y la velocidad del aire como:

$$Q = v s$$

Donde:

$$q = 1734.43 \text{ ft}^3/\text{min.}$$

$$v = 400 \text{ ft/min.}$$

Por lo tanto el área necesaria es:

$$S = \frac{q}{v} = \frac{1734.43 \text{ ft}^3/\text{min.}}{400 \text{ ft/min.}} = 4.4 \text{ ft}^2$$

Para la selección de la longitud del serpentín, se encuentra que el de 2'-6" de longitud nominal y una cubierta total de 24 7/8" presenta una área frontal de 4.4 ft<sup>2</sup>.

El banco de serpentines que seleccionado para el secador tiene las siguientes características:

1.- 2 Serpentines de fondo de 2'-6" de longitud y -- 24 7/8" de cubierta con aletas en forma de espiral de cobre.

Corrigiendo la velocidad del aire el cual viaja per-

pendicular al serpentín es:

$$S = \frac{q}{v} = \frac{1734.43 \text{ ft}^3/\text{min.}}{4.4 \text{ ft}^2} = 394.18 \frac{\text{ft}}{\text{min.}}$$

La fricción del aire a 70°F y 394.18 ft/min. es de - 0.081 in de H<sub>2</sub>O, corrigiendo este valor a la temperatura promedio de trabajo:

$$T = \frac{126.3^\circ\text{F} + 233.25^\circ\text{F}}{2} = 179.7^\circ\text{F}$$

El factor de corrección a esta temperatura es de - - 1.208, por lo que la  $\Delta P$  calculada al nivel del mar es:

$$\Delta P = 0.081 \text{ in de H}_2\text{O} \times 1.208 = 0.0978 \text{ in de H}_2\text{O}$$

Corrigiendo la caída de presión a la altitud de San - Luis Potosí de 6108 ft, con un factor de corrección de 1.274.

$$\Delta P \text{ real} = 0.0978 \text{ in de H}_2\text{O} \times 1.274 = 0.124 \text{ in de H}_2\text{O}$$

El costo del banco de serpentines es:

1.- 2 Serpentines de 2'-6" de longitud nominal, 247 7/8" de cubierta con aletas de espiral de cobre de 5/8" OD.

\$ 3,500.00

2.- Accesorios.

\$ 700.00  
\$ 4,200.00

Resumiendo las características del equipo de calentamiento del aire:

- 1.- Presión del vapor en los serpentines: 50 psig --  
(3.5 kg/cm<sup>2</sup> man).
- 2.- Temperatura del vapor en los serpentines: 290°F  
(143.33°C).
- 3.- Tg temperatura de salida del aire de los serpentines: 233.25°F (111.8°C).
- 5.- ΔP: Caída de presión del aire en los serpentines:  
0.124 in de H<sub>2</sub>O.
- 6.- Serpentin: 2 tubos aleteados de 5/8" OD, de 2'-6" de longitud nominal, 24 7/8" de cubierta con --- aletas espirales de cobre: \$ 4,200.00

Tubería en el Secador:

El cálculo de la tubería en la recirculación, en la entrada y salida del aire, se realiza suponiendo una velocidad del aire dentro del ducto de 2,000 ft/min..El aire viaja en los tubos dentro de un rango de 1,500 - 4,000 ft/min. Por lo que se ha escogido un valor un poco bajo para asegurar con ello un diseño de un diámetro aceptable.

El cálculo del tubo se basa en encontrar un área que satisface el flujo del aire, y luego se encuentra la caída de -

presión a lo largo de la tubería, y el costo de la misma.

La caída de presión en la tubería se calcula en base a un factor dado por la presión velocidad del aire dentro del ducto.

La cantidad de pies cúbicos por minuto que viajan -- en el tubo, considerando todo el gasto de aire son:

$$Q = 2477.77 \frac{\text{ft}^3}{\text{min.}}$$

Si el aire viaja a 2,000 ft/min., el área necesaria para el flujo es:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{2477.77 \text{ ft}^3}{2,000 \frac{\text{ft}}{\text{min.}}} = 1.24 \text{ ft}^2$$

Por lo que diseñamos un ducto con una área igual o mayor de 1.24 ft<sup>2</sup>. Para un ducto cuadrado de 1.15 ft X 1.15 ft, el área que ocupa es:

$$S = 1.15 \text{ ft} \times 1.15 \text{ ft} = 1.32 \text{ ft}^2$$

Como el material que fluye por el ducto es aire, el ducto es de lámina galvanizada calibre 16 (0.0625 in).

Las pérdidas por fricción del aire, las hacemos con el cálculo de un diámetro equivalente.

$$De = 4 rh.$$

$$Y rh = \frac{\text{área perpendicular al flujo}}{\text{perímetro mojado}} = \frac{1.15 \times 1.15}{4 \times 1.15} = 0.2875 \text{ ft.}$$

$$\text{Por lo que } De = 4 \times 0.2875 \text{ ft} = 1.15 \text{ ft.}$$

La tubería más próxima a 1.15 ft OD es la de 1'-2" (1.16 ft). de OD.

El factor presión velocidad para una velocidad de -- 2,000 ft/min. es de 0.25 in de H<sub>2</sub>O.

Calculamos ahora la caída de presión a lo largo del ducto en la recirculación:

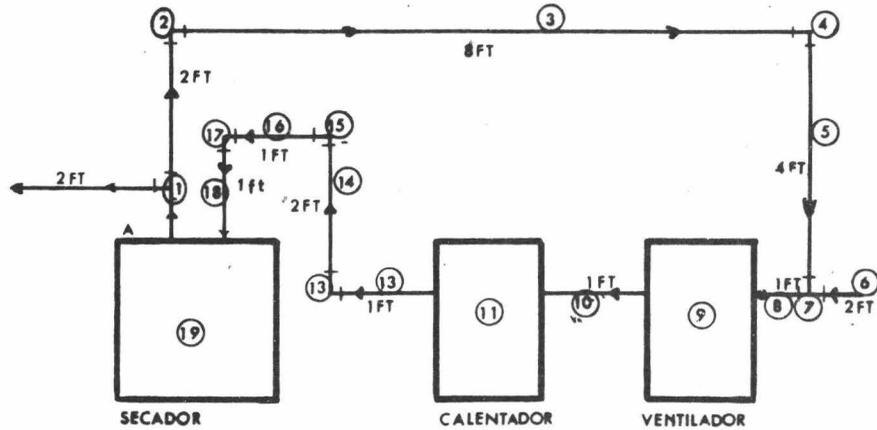
1.- Salida del secador:

La  $\Delta P = 0.06 VP$  en donde  $VP = 0.25$  in de H<sub>2</sub>O por lo tanto  $\Delta P_1 = 0.06 \times 0.25 = 0.015$  in de H<sub>2</sub>O.

2.- "T" a la salida del aire:

ESQUEMA 19

Diagrama de Flujo del Secador



La  $\Delta P = 0.5 VP$  y VP en este caso es 1 por lo que

$$\Delta P_2 = 0.5 \times 1 = 0.5 \text{ in de H}_2\text{O.}$$

3.- Tubería recta en la recirculación:

Los tramos de tubería recta son:  $1 + 3 + 5 = 14 \text{ ft.}$

$$Y \Delta P_3 = F_4' \times \frac{L}{100} = 0.25 \times \frac{14 \text{ ft}}{100} = 0.035 \text{ in de H}_2\text{O.}$$

4.- Codos en la recirculación:

En el ducto de la recirculación tenemos 2 codos de  $90^\circ$  que son formados por 2 y 4; las pérdidas por la fricción son:

$$\Delta P_4 = F_4' \times \frac{L_e}{100}$$

donde  $\frac{L_e}{D} = 21$  para tubo de 1'-2" de diámetro por lo que

$$L_e = 21 \times \frac{14 \text{ in}}{12} = 24.5 \text{ ft.}$$

$$y: \Delta P_4 = 2 \times 0.25 \times \frac{24.5 \text{ ft}}{100} = 0.122 \text{ in de H}_2\text{O.}$$

5.- Entrada en el ducto principal:

La caída de presión al entrar al ducto principal en

7 es:

$$\Delta P_5 = 2.3 VP = 2.3 \times 0.25 = 0.575 \text{ in de H}_2\text{O}$$

Por lo que la caída de presión en la recirculación es la suma de las caídas parciales de presión a lo largo del ducto:

$$\begin{aligned} \Delta P \text{ recirculación} &= \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 \\ &= (0.015 + 0.5 + 0.035 + 0.122 + 0.575) \text{ in de H}_2\text{O} = \\ &= 1.247 \text{ in de H}_2\text{O}. \end{aligned}$$

La caída de presión en el ducto principal:

6.- Tramo de tubería recta está formado por la corriente:

$$\begin{aligned} 6 + 8 + 10 + 12 + 14 + 16 + 18 &= 2 \text{ ft} + 1 \text{ ft} + 1 \text{ ft} + 1 \text{ ft} + - \\ + 2 \text{ ft} + 1 \text{ ft} + 1 \text{ ft} &= 9 \text{ ft}. \end{aligned}$$

$$\Delta P_6 = F_a' \times \frac{Le}{100} = 0.25 \text{ in de H}_2\text{O} \times \frac{9 \text{ ft}}{100 \text{ ft}} = 0.022 \text{ in de H}_2\text{O}.$$

7.- Codos.

En el ducto principal tenemos 3 codos los cuales son de 90°: son 13, 15 y 17. Las pérdidas por fricción son para un  $\frac{Le}{D} = 21$ .

$$L_e = 21 \times \frac{14 \text{ in}}{12} = 24.5 \text{ ft.}$$

$$\Delta P_7 = 3 \left( 0.25 \times \frac{24.5}{12} \right) = 1.53 \text{ in de H}_2\text{O.}$$

8.- "T" en el ducto principal No. 7

En la entrada del tubo de la recirculación con el ducto que lleva el aire frío del exterior, las pérdidas por fricción son:

$$\Delta P_8 = 1 \text{ in de H}_2\text{O.}$$

9.- Caída de presión en el ventilador No. 9

Para el ventilador las pérdidas de presión debidas a la fricción del aire en el compartimiento esta dado por:

$$\Delta P_9 = 1.5 \text{ VP} = 1.5 \times 0.25 = 0.375 \text{ in de H}_2\text{O}$$

10.- Caída de presión en los serpentines No. 11

Las pérdidas de presión en el banco con los serpentines que hemos calculado para seleccionarlos fue:

$$\Delta P_{10} = 0.124 \text{ in de H}_2\text{O}.$$

11.- Caída de presión en la entrada del secador:

La fricción del aire al entrar al secador se calcula por la siguiente fórmula:

$$\Delta P_{11} = 0.5 VP = 0.5 \times 0.25 \text{ in de H}_2\text{O} = 0.125 \text{ in de H}_2\text{O}$$

12.- Caída de presión en el secador:

Al igual que en el ventilador la caída de presión en el secador es:

$$\Delta P_{12} = 1.5 VP = 1.5 \times 0.25 = 0.375 \text{ in de H}_2\text{O}.$$

Por lo que la suma de caídas de presión en el ducto principal es:

$$\begin{aligned} \Delta P \text{ principal} &= \Delta P_6 + \Delta P_7 + \Delta P_8 + \Delta P_9 + \Delta P_{10} + \Delta P_{11} + \Delta P_{12} = - - \\ &= (0.022 + 1.53 + 1 + 0.375 + 0.124 + 0.125 + 0.375) = 3.551 \text{ in de} \\ &\text{H}_2\text{O}. \end{aligned}$$

Las pérdidas de presión por la fricción del aire en todo el sistema de secado, son la suma de las pérdidas en la re circulación, y en el ducto principal.

$$\Delta P = \Delta P \text{ recirculación} + \Delta P \text{ principal} = (1.247 + 3.551) \text{ in de H}_2\text{O} = 4.798 \text{ in de H}_2\text{O}.$$

Haciendo la corrección de  $\Delta P$  para una altitud de 6,000 ft sobre el nivel del mar en donde el factor de corrección es - 1.274.

$$\Delta P = 4.798 \text{ in de H}_2\text{O} \times 1.274 = 6.11 \text{ in de H}_2\text{O}.$$

Con el cálculo anterior queda checado el valor supuesto de 6 in de H<sub>2</sub>O de la caída de presión en el sistema el cual fue supuesto para la selección del ventilador.

Ahora calculamos el costo del ducto de secado. Encontramos primero el área total de lámina galvanizada, y hacemos la conversión de área a peso para poder calcular el costo.

El área total de lámina galvanizada es:

1.- Area en la tubería recta.

En el ducto recto tenemos 25 ft de lámina, el área -  
total es:

$$4 \text{ lados} \times 25 \text{ ft} \times 1.15 \text{ ft} = 115 \text{ ft}^2.$$

2.- Area total en los Codos.

En el ducto tenemos un total de 7 codos de 90° los --  
cuales tienen secciones de 1/2 ft. de largo. El área total de  
los codos es:

$$\text{área codos: } 7 \text{ codos} \times 4 \text{ lados} \times 2 \text{ ft} \times 1.15 \text{ ft} = 64.4 \text{ ft}^2$$

3.- Cubierta del ventilador.

El ventilador es protegido por una cubierta de 2 ft.  
de ancho por 2.5 ft. de altura, el área total ocupada por la lá-  
mina es entonces:

$$4 \text{ lados} (2.5 \text{ ft} \times 2 \text{ ft}) + 1 \text{ lado} (2 \text{ ft} \times 2 \text{ ft}) = 24 \text{ ft}^2$$

4.- Cubierta del banco de los serpentines:

La cubierta del banco de los serpentines tiene las -  
siguientes dimensiones: 3.5 ft. de ancho y 1 ft. de altura.

El área total de la cubierta de los serpentines que es cubierta con lámina galvanizada es:

$$\text{Area: } (3.5 \times 3.5) \text{ ft}^2 + 4 (3.5 \times 1) \text{ ft}^2 = 26.25 \text{ ft}^2.$$

Por lo que el total de lámina galvanizada necesaria de calibre 16 es:

$$(115 + 64.4 + 24 + 26.25) \text{ ft}^2 = 229.65 \text{ ft}^2.$$

Dando como un rango de seguridad el 10% del total de la lámina galvanizada necesaria:

$$\text{Area de Lámina galvanizada} = 229.65 \text{ ft}^2 \times 1.1 = 352.61 \text{ ft}^2$$

La relación de peso con el área de la lámina calibre 16 es de 3.5 kg/ft<sup>2</sup>, y el costo ya incluido mano de obra es de - \$ 15 por lo que el costo total en lámina galvanizada es:  
kg.

1.- Costo total de lámina galvanizada calibre 16:

$$352.61 \text{ ft}^2 \times 3.5 \frac{\text{kg}}{\text{ft}^2} \times \frac{\$ 10}{\text{kg}} = \$ 8,841.35$$

Costo de la cubierta del secador:

El secador lo construimos de acero al carbón de --  
 3/16 in de espesor (4.76 mm). Y las dimensiones de la cubierta  
 que forma el secador con: 2.75 ft de ancho y 2 ft. de altura, --  
 por lo que los ft<sup>2</sup> de acero al carbón para la construcción de --  
 la cubierta son:

$$\begin{aligned} \text{A secador: } & 4 \text{ lados } (2.5 \text{ ft} \times 2 \text{ ft}) + 1 (2.75 \times 2.75) \text{ ft}^2 - \\ & = 27.56 \text{ ft}^2. \end{aligned}$$

El acero al carbón de 3/16 in de espesor pesa 3.5 --  
 kg/ft<sup>2</sup>, y el costo incluyendo soldadura y mano de obra es de --  
 \$ 85 pero aumentando un 5% como seguridad al área total de la  
 kg.

cubierta cuesta:

$$\text{A secador} = 27.56 \text{ ft}^2 \times 1.05 = 28.93 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de acero al carbón } 3/16 \text{ in} &= 28.93 \text{ ft}^2 \times 3.5 - \\ \frac{\text{kg}}{\text{ft}^2} \times \frac{\$ 85}{\text{kg}} &= \$ 8,606.70. \end{aligned}$$

Charolas.

El pollo es colocado en el secador en charolas de --  
 acero inoxidable 316, calibre 16 es decir 1/16 in. La capaci- --  
 dad del secador son 10 charolas pero nosotros calculamos el cos

to de 20 charolas para poder lavar y colocar un lote para que -  
entre al secador mientras otro lote se encuentra secando.

Las charolas son de 70 cm X 70 cm. El costo del kg.  
del acero inoxidable 316 calibre 16 es de  $\frac{\$ 90}{\text{kg}}$  y la relación --  
de peso con el área es de  $1.19 \frac{\text{kg}}{\text{ft}^2}$ .

El área de cada charola es:

$$0.7 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} = 0.49 \text{ m}^2. (5.27 \text{ ft}^2).$$

Damos un 5% de aumento al área total como rango de -  
seguridad, el costo total de nuestras charolas es:

$$20 \left\{ (5.27 \text{ ft}^2 \times 1.05) \times 1.19 \frac{\text{kg}}{\text{ft}^2} \times \frac{\$ 90}{\text{kg}} \right\} = 11,852.75$$

Carros del Secador:

Las charolas conteniendo el pollo son colocadas en un  
carro de acero al carbón el cual se introduce al secador. El -  
equipo de secado cuenta con 2 carros y el costo estimado para \*  
cada uno de ellos es de \$ 1,500.00.

Por lo que el costo total de los carros es.- \$ 3,000.00

calculando el costo total del secador:

1.- Cubierta del Secador de acero al carbón de 3/16 in de espesor.	\$ 8,606.70
2.- Ducto, cubierta del ventilador y del banco de serpentines - de lámina galvanizada de 1/16 in de espesor.	\$ 8,841.35
3.- Charolas de acero inoxidable 316 de 1/16 in de espesor.	\$ 11,852.60
4.- Carro con rueda para las charolas, de acero al carbón.	\$ 3,000.00
5.- Ventilador de aire de 900 rpm. con motor de 3 HP.	\$ 26,460.00
6.- Banco de Serpentines con vapor, (tubos aleteados de 5/8" OD y 2'-6" de longitud)	<u>\$ 4,200.00</u>
COSTO TOTAL DEL SECADOR	\$ 62,960.65

### III.2.g. CALDERA.

El último equipo por cotizar es la caldera la que proporciona el vapor necesario durante el proceso de secado.

Para conocer la capacidad de este equipo se encuentra con la cantidad total de vapor necesaria en el proceso.

En la cocción del pollo en el autoclave se requieren 1198.65 lbs. de vapor en cada lote de 600 kg. de pollo diariamente.

El número de secados diarios se conoce con la cantidad de pollo que sale del autoclave.

El rendimiento en el cocido de la carne es de 51%. - Este rendimiento es bajo ya que el pollo contiene 12% de hueso el cual es quitado al salir del cocido.

La cantidad de pollo que necesita ser deshidratado diariamente es:

$$600 \text{ kg pollo} \times 0.51 = 306 \text{ kg. (674 lbs)}$$

El secador tiene una capacidad de 63.843 kg. de pollo (140.63 lbs). Por lo que el número de lotes de carne que entran al deshidratador son:

$$\frac{\text{kg. pollo del autoclave.}}{\text{kg. capacidad del secador}} = \frac{306 \text{ kg}}{63.843} = 4.79 = 5 \text{ lotes.}$$

La cantidad de vapor en cada lote de carne que entra

al equipo para su deshidratación es 303.31 lbs. En los 5 lotes diarios es:

$$5 \text{ lotes} \times 303.31 \text{ lbs vapor} = 1516.55 \text{ lb vapor.}$$

El rendimiento total de proceso siendo en el secado, de 43.3%:

$$\frac{306 \text{ kg pollo} \times 0.432}{600 \text{ kg pollo}} \times 100 = 22\%$$

Haciendo la suma del vapor total necesario:

$$1.- \text{ Wv autoclave} = 1198.659 \text{ lbs. vapor.}$$

$$2.- \text{ Wv secador} = 1516.550 \text{ lbs. vapor.}$$

$$\text{Wv total} = 2715.209 \text{ lbs. vapor.}$$

Considerando el lavado de las charolas, con un 25% de aumento al vapor total:

$$\text{Wv total} = 2715.209 \text{ lbs vapor} \times 1.25 = 3394.01 \text{ lbs } \frac{\text{vapor}}{\text{Día}}$$

El consumo de vapor por hr es:

$$\text{Wv} = 3394.01 \frac{\text{lb vapor}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}} = 141.41 \frac{\text{lbs vapor}}{\text{hr.}}$$

Dada la cantidad de vapor necesaria la caldera que cumple con esta capacidad es de 5 HP de potencia, la cual proporciona  $170 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$  ( $4080 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}$ ) y la presión de diseño de este equipo es de 125 psig ( $8.78 \text{ kg/am}^2$ ).

La caldera trabaja con Diesel.

El costo de la caldera es de \$ 48 800.00

En este costo esta incluido el siguiente equipo:

- 1.- Tanque de retorno de condensado.
- 2.- Válvulas de purga.
- 3.- Motobomba.

### III.3. CONTROL DE CALIDAD DE LA CARNE DESHIDRATADA.

El control de calidad de la carne deshidratada juega un papel bastante importante, ya que de los análisis efectuados al producto terminado conoce la calidad del producto, cumpliéndose con ello las características exigidas por las autoridades.

Todos los análisis efectuados en la carne seca, y la operación de cocción solamente se controla practicamente. En donde el contenido de humedad varía de 69 a 60%.

Los análisis realizados a la carne de pollo seca -- con: el contenido total de proteínas, la humedad final, el porcentaje de cenizas, y el contenido total de grasa.

A continuación se presentan cada uno de los análisis anteriores:

#### a) Contenido de Humedad.

El método utilizado para determinar el contenido total de agua en el producto deshidratado se calcula midiendo la pérdida de peso al evaporar el agua, de la carne a una tempe

ratura constante. Este método presenta el problema de que algunos aceites volátiles presentes también son evaporados y medidos como humedad; y en algunos alimentos el agua que se encuentra en los poros no es evaporada.

El método más sencillo para medir la humedad de la carne deshidratada se calcula pesando una muestra cápsula de -- porcelana la cual se introduce en un horno a secar durante 4 -- hrs. a 100 o 105°C y posteriormente se lleva al desecador conteniendo óxido de calcio hasta encontrarse a un peso constante.

El porcentaje de humedad es calculado con la diferencia de pesos inicial y final de la muestra.

El contenido de humedad en la carne de pollo deshidratada varía 4 a 6%.

b) Cenizas.

Las cenizas en los alimentos son el residuo de materia inorgánica que permanece después de haber quemado la materia orgánica.

El método general para medir las cenizas totales se basa en medir una muestra y calcinarse a temperaturas alrededor

de 550 a 600°C. y posteriormente se lleva la muestra a una mufla a 525°C hasta que se encuentra a peso constante.

El porcentaje de cenizas se calcula por medio de los pesos inicial y final de la muestra.

El contenido de cenizas en la carne de pollo deshidratada varía de 1.5 a 2.%.

#### Nitrógeno y Proteína Total.

El análisis del contenido total de nitrógeno se efectúa por el método de kjeldahl en donde se determina el nitrógeno presente en forma de sulfato de amonio en una solución de ácido sulfúrico, después de alcalinizarse con hidróxido de sodio, se destila en presencia de un ácido y es titulado.

El contenido total de proteínas es encontrado por medio de un factor empírico que multiplica al contenido total de nitrógeno. En este método se estima también el nitrógeno en forma de nitratos y nitritos. El factor empírico para las carnes es 6.25.

El método consiste en pesar una muestra y llevarse al matraz de digestión en donde se agrega una muestra de cata-

lizador conteniendo sulfato de sodio en un 95%, sulfato de cobre en 3.5% y un 0.5% de dióxido de selenio y 20°ml. de ácido sulfúrico concentrado.

El matríz de digestión es calentado hasta que la solución se aclara y se continúa calentando una hora más.

El matríz se lava con agua y se diluye la solución hasta 300 ml. pasándose a un matríz de destilación. En un matríz se coloca la solución receptora que consiste de ácido bórico o clorhídrico, rojo de metilo como indicador. Al matríz de destilación se añade la solución alcalina preparada con una solución de NaOH al 50%.

El matríz de destilación es calentado y cuando ha destilado el amoniaco, la solución receptora es titulada con ácido NaOH hasta que desaparezca el color rosa de la solución:

El contenido total de proteínas en la carne de pollo varía de 60 a 65%.

#### ACIDOS GRASOS.

Las grasas son determinadas en los alimentos al extraerseles por vapores de petróleo en un aparato Soxhlet.

El método consiste en pesar una muestra y secarla a una temperatura de 105°C durante 3 ó 4 hrs.

La muestra seca se coloca en el aparato Soxhlet y se extrae durante 4 a 6 hrs. con éter en un baño de vapor.

Una vez terminada la extracción se evapora el éter - midiéndose la grasa.

El contenido de grasa varía de 30 a 35% en la carne de pollo.

IV.- ESTUDIO ECONOMICO

4.a LOCALIZACION DE LA PLANTA.

Dentro del estudio económico se han estudiado los factores que intervienen en la selección del lugar donde se encuentra la planta.

Una adecuada localización del lugar se obtiene analizando una serie de factores que influyen en el estudio.

Los factores se agrupan en 4 grandes tipos:

1.- Factores geográficos.

2.- Factores políticos.

3.- Factores sociales.

4.- Factores Económicos.

En el aspecto geográfico la planta debe estar bien -

comunicada con el resto del país, para transportar hacia sí sus materias primas. Y fuera de sí sus productos para venta.

En los factores políticos se analizan las diferencias de estado a estado en cuanto a exención de impuestos, facilidades para adquirir terrenos, etc.

Los factores sociales tienen una influencia necesaria para que los individuos rindan como seres humanos, es decir, que la industria no sólo debe buscar una comunidad favorable, - sino que también esta obligada a influir positivamente a la mejoría de la sociedad.

En el renglón económico, se debe encontrar la adquisición de los servicios más baratos para que el costo del producto final sea más bajo.

En la combinación óptima de estos factores, se logra satisfacer las necesidades de los accionistas, de la comunidad.

, de los obreros, empleados, Gobierno etc.

No todas las regiones de México pueden progresar al mismo ritmo, ya que algunas poseen un ambiente natural más favorable que otras para el crecimiento industrial. En el futuro, la expansión será más factible en las ciudades situadas en las áreas que ya se encuentran en proceso de crecimiento. Puede suponerse que esas regiones comprenden, las regiones ya parcialmente industrializadas de los estados fronterizos del norte, que dependen en gran medida de las industrias de exportación; la zona media de la república, dentro del triángulo Querétaro-Guadalajara-San Luis Potosí, la cual, a pesar de encontrarse aún poco desarrollada es la más cercana y la mejor comunicada con el mercado central, y cierto número de poblaciones diseminadas que gozan de alguna ventaja especial, por ejemplo, cercanía y facilidad de abastecimiento de materia prima.

En este estudio se han analizado los cuatro factores anteriores uno por uno para la selección de la localización de la planta.

Como ayuda de este estudio se encuentran los cuadros con las regiones geoeconómicas de la República Mexicana. Cuadros No. 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30.

En estos cuadros como se menciona la República fué dividida en regiones, entendiéndose por región, un espacio geográfico continuo con un número máximo de homogeneidad interna.

En estos cuadros se delimitaron zonas cuya estructura económica es similar. Las zonas presentadas en el cuadro son 4.

1.- La Región norte de los estados fronterizos, que presenta ventajas económicas al exportar sus productos a los -- Estados Unidos.

2.- La Región de la Península de Yucatán. Que debido a su aislamiento geográfico se ha desenvuelto y desarrollado como una parte independiente de todo el país.

3.- La Región pobre y montañosa del sur del país. - La cual no se ha desarrollado economicamente desde hace ya muchas generaciones.

4.- La Parte central y el noreste del país que constituyen los principales proveedores de manufacturas del mercado nacional.

La Ciudad de México se consideró como una región por separado, por su alto grado de integración.

En total se utilizarón 40 indicadores geoeconómicos básicos para delimitar las regiones, estimando cada dato a nivel estatal. Estos indicadores incluyen factores de carácter geográfico, demográfico, económico, político y social, además se adicionaron los indicadores del estado de los transportes terrestres,

De los estudios anteriores se dividió el país en las regiones geoeconómicas:

- I.- Distrito Federal.
- II.- La región GOLFO NORTE que abarca los estados de Nuevo León y Tamaulipas.
- III.- La región NORTE incluye los estados de Chihuahua y Coahuila.
- IV.- La región PACIFICO NORTE o NORESTE comprende de los estados de Baja California, Nayarit, Sinaloa y Sonora y el territorio de Baja California Sur.
- V.- La región PENINSULAR abarca los estados de Campeche, Yucatán y el Territorio de Quintana Roo.

- VI.- La región PACIFICO CENTRO comprende los estados de Colima, Jalisco y Michoacán.
- VII.- La región GOLFO CENTRO se extiende en los-  
estados Tabasco y Veracruz.
- VIII.- La región Centro cubre Guanajuato, Hidalgo,  
México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlax-  
cala.
- IX.- La región Centro NORTE se integra con los  
estados de Aguascalientes, Durango, San ~~est~~  
Luis Potosí y Zacatecas.
- X.- La región PACIFICO SUR abarca los estados  
de Chiapas, Guerrero y Oaxaca.

Con la ayuda de los cuadros anteriores, se seleccio  
nó la ciudad de San Luis Potosí para la localización de la fá-  
brica, a continuación se presentan cada uno de los factores es-  
tudiados en la localización y la situación de la ciudad de San  
Luis Potosí con respecto al total del País.

#### FACTORES GEOGRAFICOS.

##### 1.- Carreteras.

Es obvio que una región bien comunicada, siempre ~~o-~~  
ofrecerá una gran ventaja sobre otra que no lo esté. Para una

industria es de vital importancia contar con buenas comunicaciones, tanto para el abastecimiento de materia prima, así se realiza una operación eficiente y continúa, como para una distribución efectiva del producto terminado.

Para poder analizar la comunicación existente entre cada estado del país, se emplean los coeficientes que relacionan la longitud de carreteras y caminos por cada millar de habitantes del estado.

El estado de San Luis Potosí tiene un coeficiente de 1.81 km. de carretera y caminos por cada 1000 habitantes. Esto coloca al estado dentro de los estados con mayor comunicación del país, encontrándose en los primeros lugares el Distrito Federal, el estado de Jalisco, el estado de México y el de Puebla por su alta densidad de Población y en los estados con coeficientes más altos se encuentran, el Territorio de Quintana Roo, Campeche, Baja California Sur, Sonora, Hidalgo y Querétaro.

## CUADRO No. 22

## I REGION DISTRITO FEDERAL.

1.- Población en relación al total nacional en 1970, %	14.21
2.- Densidad por Km2 (1970)	4586
3.- Población económicamente activa (1970, %)	
Agropecuaria	2.2
Industrial	36.7
Servicios	57.1
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960, % del total nacional	35.53
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	11,715.51
6.- Producto bruto entre población económica- mente activa (1965, \$)	37,097.9
7.- Producto agropecuario entre población ocu- pada en actividades agropecuarias. (1965,- \$).	5,186.2
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades agropecuarias - - (1965, \$).	31,619.1
8a.- Valor industrial agregado por habitante - (1965, \$).	4,046.24

9.- Inversión total acumulada por habitante. (1960-69, \$).	4,854.89
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional (1960-1969)	24.11
11.- Inversión industrial acumulada por habi- tante (1960-1969, \$)	617
12.- Inversión comercial acumulada por habi- tante.	
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/Dic., 70 % del total nacional)	
A la industria	65.71
A la agricultura	17.77
A la ganadería	10.24
A la minería	80.52
Al comercio	59.90
14.- Kilómetro de vía por mil habitantes -- (1969)	0.06
15.- Kilómetro de carretera y caminos por - mil habitantes (1970)	0.007
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	405.27
17.- Promedio general de Salarios mínimos -- (1972-73, \$)	31.67
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	237.

CUADRO No. 23

## II REGION GOLFO NORTE.

	TOTAL	MUEVO LEON	TAMAULIPAS
1.- Población en relación al total nacional (1970, %)	6.51	3.50	3.01
2.- Densidad por km2 (1970)	21.8	26.3	18.2
3.- Población económicamente activa (1970, %)			
Agropecuaria	24.21	17.3	33.1
Industrial	31.04	37.5	22.8
Servicios	39.63	40.4	38.7
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960, % de total nacional.	10.18	6.61	3.57
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	7,825.14	9,531.08	5,749.41
6.- Producto bruto entre población económicamente activa - - (1965, \$)	24,099.3	32,174.0	20,609.7
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	9,438.5	7,897.4	10,494.1
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales (1965, \$)	42,691.3	45,257.3	37,569.6
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	3,674.05	4,922.22	2,272.19
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-69, \$)	4,269.76	1,922.52	6,890.60
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional (1960-69)	9.66	2.41	7.25
11.- Inversión industrial acumulada por habitante (1960-69, \$)	2,825.00	1,116.00	4,792.00
12.- Inversión comercial acumulada por habitante			
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)			
A la industria	13.26	12.63	0.64
A la agricultura	8.14	2.85	5.29
A la ganadería	18.76	7.35	11.41
A la minería	12.55	12.41	0.14
Al comercio	10.47	8.21	2.26
14.- Kilómetro de vía por mil habitantes (1969)	0.60	0.56	0.58
15.- Kilómetro de carretera y caminos por mil habitantes (1970)	1.64	1.50	1.81
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	203.19	206.76	199.09
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-73, \$)	32.55	29.59	35.52
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	162.45	225.28	90.14

CUADRO No. 24

## III REGION NORTE.

	TOTAL	CHIHUAHUA	COAHUILA
1.- Población en relación al total nacional (1970, %)	5.63	3.33	2.30
2.- Densidad por Km2 (1970)	6.8	6.5	7.4
3.- Población económicamente activa (1970, %)			
Agropecuaria	33.63	36.4	29.6
Industrial	23.81	20.8	28.1
Servicios	36.35	36.6	36.0
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960 % del total nacional.	6.66	3.08	3.58
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	5,200.95	4,127.75	6,701.09
6.- Producto bruto entre población económicamente activa (1965,\$)	20,073.8	16,070.2	25,555.6
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$).	11,896.2	12,048.6	11,649.8
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales (1965, \$)	32,408.2	25,795.2	39,562.7
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	2,081.37	1,476.21	2,928.09
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-1969, \$)	3,818.64	3,203.76	4,704.78
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional (1960-1969)	7.59	3.76	3.83
11.- Inversión industrial acumulada por habitante (1960-69, \$)	1,735.00	1,176.00	2,540.00
12.- Inversión comercial acumulada por habitante			
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)			
A la industria	3.67	1.29	2.38
A la agricultura	9.61	5.89	3.72
A la ganadería	16.02	10.62	5.40
A la minería	2.61	0.97	1.64
Al comercio	5.10	2.94	2.16
14.- Kilómetro de vía por mil habitantes (1969)	1.83	1.45	1.80
15.- Kilómetro de Carretera y caminos por mil habitantes (1970)	2.23	1.98	2.60
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	226.33	247.12	196.36
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-1973, \$)	32.06	33.27	30.86
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	114.64	140.64	77.31

CUADRO No. 25

## IV REGION PACIFICO NORTE.

	TOTAL	BAJA CALI FORNIA	BAJA CALI FORNIA SUR	NAYARIT	SINALOA	SONORA
1.- Población en relación al total nacional (1970,%)	8.08	1.08	0.27	1.12	2.62	2.27
2.- Densidad por Km2 (1970)	7.5	12.4	1.7	19.6	21.8	5.9
3.- Población económicamente activa (1970, %)						
Agropecuaria	42.13	22.9	34.5	59.4	51.3	8.5
Industrial	16.80	24.8	18.0	11.1	13.3	17.6
Servicios	34.67	45.5	42.2	23.3	28.9	38.3
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960, % del total nacional.	10.55	3.02	0.31	0.68	2.66	3.88
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	6,538.14	8,020.65	6,658.95	2,834.01	5,344.7	7,725.39
6.- Producto bruto entre población económicamente ac- tiva (1965, \$)	23,362.1	31,363.1	21,088.0	10,194.4	18,375.7	29,997.5
7.- Producto agropecuario entre población ocupada - en actividades agropecuarias (1965, \$)	16,193.6	22,363.1	17,769.8	8,523.7	11,121.4	25,931.5
8.- Valor agregado industrial entre población ocupa da en actividades industriales (1965, \$)	31,242.1	30,548.3	26,847.2	15,336.2	33,317.1	35,861.1
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965,\$)	1,417.27	1,929.71	1,466.06	489.13	1,223.18	1,723.35
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-1969)	3,887.51	4,044.90	11,195.39	1,241.06	5,168.04	3,130.72
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional- (1960-1969)	10.91	2.50	0.74	0.49	4.70	2.48
11.- Inversión industrial acumulada por habitante - - (1960-1969, \$)	899	1 386	852	334	746	982
12.- Inversión acumulada por habitante.						
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)						
A la industria	4.01	1.90	0.05	0.09	0.99	0.98
A la agricultura	35.23	1.77	0.10	0.77	11.89	20.70
A la ganadería	12.44	1.64	0.14	0.33	2.08	8.25
A la minería	1.61	1.29	-	-	0.19	0.13
Al comercio	6.87	2.30	0.17	0.24	1.84	2.32
14.- Kilómetro de vía por mil habitantes (1969)	0.92	0.18	-	0.56	0.95	0.44
15.- Kilómetro de carretera y caminos por mil habitan tes (1970)	3.37	1.48	7.94	2.22	2.05	4.03
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	326.82	661.36	422.90	117.98	184.86	321.91
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-73,\$)	37.20	53.85	38.05	25.25	33.38	35.48
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	161.19	158.09	192.16	88.95	159.01	198.34

CUADRO No. 26

## V REGION PENINSULAR.

	TOTAL	CAMPECHE	QUINTANA ROO	YUCATAN
1.- Población en relación al total nacional (1970, %)	2.28	0.52	0.19	1.57
2.- Densidad por Km2 (1970)	7.8	4.5	2.1	17.5
3.- Población económicamente activa (1970, %)				
Agropecuaria	52.71	45.8	53.5	55.1
Industrial	15.06	18.0	11.9	14.4
Servicios	26.11	29.3	30.5	24.4
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960 % del total nacional.	1.64	0.45	0.07	1.12
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	3,309.38	4,431.43	1,834.85	3,120.90
6.- Producto bruto entre población económicamente activa -- (1965, \$)	11,845.9	14,586.6	5,992.6	11,561.4
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	6,741.3	9,803.2	5,298.9	6,042.2
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales (1965, \$)	23,848.4	15,871.4	5,784.8	28,247.7
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	809.04	918.18	182.68	1,251.77
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-69, \$)	2,380.11	2,061.09	7,089.15	2,043.40
10.- Inversión pública acumulada, % del total nacional -- (1960-1969)	2.26	0.69	0.44	1.14
11.- Inversión industrial acumulada por habitante (1960-69,\$)	499	254	1 946	482
12.- Inversión comercial acumulada por habitante				
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)				
A la industria	1.00	0.12	0.01	0.87
A la agricultura	0.88	0.02	0.01	0.85
A la ganadería	2.01	0.41	0.01	1.59
A la minería	0.12	0.01	-	0.11
Al comercio.	1.04	0.12	0.07	0.85
14.- Kilómetros de vía por mil habitantes (1969)	0.76	1.63	-	0.70
15.- Kilómetros de carretera y caminos por mil habitantes (1969)	3.69	4.84	11.21	2.43
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	116.92	83.34	110.17	137.68
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-1973, \$)	28.25	23.66	35.0	26.10
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	84.80	61.07	74.31	100.11

## VI REGION PACIFICO CENTRO.

	TOTAL	COLIMA	JALISCO	MICHOACAN
1.- Población en relación al total nacional (1970, %)	12.11	0.50	6.81	4.60
2.- Densidad por Km2 (1970)	40.3	44.2	41.1	38.8
3.- Población económicamente activa (1970, %)				
Agropecuaria	43.47	43.8	34.1	59.0
Industrial	22.04	14.5	27.3	14.3
Servicios	27.82	33.4	32.6	19.2
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960, % del total nacional	7.35	0.35	5.03	1.97
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	2,814.49	3,553.17	3,508.88	1,823.64
6.- Producto bruto entre población económicamente activa (1965, \$)	10,512.3	12,493.8	12,512.4	7,262.6
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	6,431.3	13,368.5	7,793.0	4,621.8
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales (1965, \$)	15,599.8	15,655.4	16,087.6	14,191.5
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	840.22	660.17	1,123.14	470.75
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-69, \$)	1,343.64	4,165.52	1,107.10	1,388.10
10.- Inversión pública acumulada, % del total nacional - - (1960-1969)	5.73	0.72	2.65	2.35
11.- Inversión industrial acumulada por habitante (1960-69,\$)	494	657	401	608
12.- Inversión comercial acumulada por habitante				
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)				
A la industria	4.94	0.04	4.21	0.69
A la agricultura	10.04	1.23	5.21	3.60
A la ganadería	9.97	0.25	6.13	3.59
A la minería	1.03	-	0.65	0.38
Al comercio	5.98	0.19	4.51	1.28
14.- Kilómetros de vía por mil habitantes (1969)	0.35	0.69	0.28	0.36
15.- Kilómetros de carreteras y caminos por mil habitantes (1970)	1.26	2.22	0.95	1.60
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	110.83	177.13	134.30	70.95
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-1973, \$)	29.86	30.65	29.43	29.50
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969,\$)	79.31	110.91	84.07	69.36

CUADRO No. 28

## VII REGION GOLFO CENTRO.

	TOTAL	TABASCO	VERACRUZ
1.- Población en relación al total nacional (1970, %)	9.48	1.59	7.89
2.- Densidad por Km2 (1970)	47.0	31.2	52.4
3.- Población económicamente activa (1970, %)			
Agropecuaria	54.06	59.1	53.1
Industrial	16.18	12.8	16.9
Servicios	23.86	21.3	24.4
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960, % del total nacional	8.09	1.06	7.03
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	4,380	3,634.78	4,520.95
6.- Producto bruto entre población económicamente activa - - (1965, \$)	15,021.7	13,088.8	15,364.1
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	6,960.7	4,658.6	7,408.8
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales (1965, \$)	42,479.1	50,840.1	41,363.9
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	1,869.26	1,636.03	1,914.00
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-69, \$)	4,854.05	9,447.48	3,940.35
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional (1960-1969)	16.06	5.18	10.87
11.- Inversión industrial acumulada por habitante (1960-69, \$)	3 662	7 448	2 909
12.- Inversión comercial acumulada por habitante			
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)			
A la industria	1.19	0.08	1.11
A la agricultura	2.35	0.24	2.11
A la ganadería	11.40	3.67	7.73
A la minería	0.06	-	0.06
Al comercio	2.35	0.37	1.98
14.- Kilómetro de vía por mil habitantes (1969)	0.42	0.43	0.43
15.- Kilómetro de carretera y caminos por mil habitantes (1970)	1.58	3.32	1.23
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	94.73	88.67	95.93
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-1973, \$)	33.09	30.75	35.44
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	78.03	90.35	75.58

CUADRO No. 29

VIII REGION CENTRO.								
	TOTAL	GUANAJUATO	HIDALGO	MEXICO	MORELOS	PUEBLA	QUERETARO	TLAXCALA
1.- Población en relación al total nacional - (1970, %)	24.41	4.70	2.47	7.92	1.27	5.18	1.00	0.8
2.- Densidad por km2 (1970)	85.44	74.2	56.9	78.6	24.7	73.9	41.3	107.5
3.- Población económicamente activa (1970,%)								
Agropecuaria	45.37	49.0	61.3	30.3	43.0	56.0	53.5	54.4
Industrial	23.75	22.7	15.8	32.5	18.4	17.5	11.9	21.1
Servicios	24.53	21.7	17.3	30.1	30.1	21.7	30.4	18.6
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de - 1960, % del total nacional.	12.34	2.30	0.94	5.25	0.69	2.44	0.49	0.2
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	2,619.84	2,283.98	1,666.01	4,560.19	2,846.00	2,175.89	2,416.38	1,164.4
6.- Producto bruto entre población económica- mente activa (1965, \$)	9,567.0	8,714.7	6,259.0	14,191.1	9,753.1	7,508.1	8,470.2	4,415.7
7.- Producto agropecuario entre población --- ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	3,274.1	3,840.8	2,795.0	3,737.5	4,198.1	2,698.4	3,354.2	2,283.1
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales - - (1965, \$)	26,583.5	15,703.8	18,272.7	42,209.5	18,802.1	18,773.0	20,206.7	9,072.1
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	1,424.49	861.31	741.2	3,060.76	920.28	910.56	947.87	481.0
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-69, \$)	1,574.15	1,997.87	1,571.05	1,493.94	1,610.10	1,104.45	3,028.09	1,084.9
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional	12.79	3.30	1.38	3.97	0.71	2.02	1.07	0.3
11.- Inversión industrial acumulada por habi tante (1960-69, \$)	708	1 231	567	388	383	587	450	231
12.- Inversión comercial acumulada por habitante								
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)								
A la industria	4.72	0.85	0.15	1.57	0.25	1.55	0.29	0.0
A la agricultura	9.24	4.72	0.46	1.38	0.64	1.20	0.65	0.1
A la ganadería	6.87	2.10	0.55	1.10	0.20	2.25	0.65	0.0
A la minería	0.70	0.04	0.02	0.02	0.20	0.17	0.25	-
Al comercio	5.15	1.34	0.33	0.97	0.64	1.40	0.40	0.0
14.- Kilómetros de vía por mil habitantes (1969)	0.38	0.41	0.51	0.29	0.59	0.33	0.45	0.7
15.- Kilómetros de carretera y caminos por mil habitantes.	1.20	1.08	2.19	0.91	1.41	0.97	2.19	1.7
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, - litros)	109.04	92.90	84.94	129.60	144.06	89.27	157.50	99.3
17.- Promedio general de salarios mínimos - - (1972-73, \$)	27.63	26.63	25.50	30.40	32.50	30.75	24.13	23.5
18.- Impuestos estatales y municipales por ha- bitante (1969, \$)	76.00	59.27	35.14	115.25	115.72	58.74	17.75	46.36

CUADRO No. 30

## IX REGION CENTRO NORTE.

	TOTAL	AGUASCALIENTES	DURANGO	SAN LUIS POTOSÍ	ZACATECAS
1.- Población en relación al total nacional (1970,%)	7.26	0.70	1.94	2.65	1.97
2.- Densidad por Km2 (1970)	13.3	60.5	7.8	20.4	12.7
3.- Población económicamente activa (1970, %)					
Agropecuaria	54.82	36.9	55.0	53.3	64.1
Industrial	16.27	21.3	15.3	17.4	13.6
Servicios	22.59	34.1	22.9	23.2	16.8
4.- Producto bruto estatal 1965, a precios de 1960 % del total nacional.	3.85	0.42	1.24	1.37	0.82
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	2,311.44	3,008.65	2,908.52	2,200.94	1,715.87
6.- Producto bruto entre población económicamente activa (1965, \$)	9,136.2	10,617.0	11,109.1	8,669.7	7,302.7
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	5,288.7	4,937.3	7,762.9	3,567.2	5,272.5
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en actividades industriales (1965, \$)	18,944.2	13,749.2	26,504.9	19,487.4	12,578.7
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	729.22	850.68	943.59	820.04	364.16
9.- Inversión total acumulada por habitante (1960-69)	1,584.73	2,424.77	2,066.85	1,426.51	1,031.16
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional (1960-1969)	4.08	0.59	1.42	1.34	0.72
11.- Inversión industrial acumulada por habitante - - - (1960-69, \$)	333	282	576	286	174
12.- Inversión comercial acumulada por habitante					
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional)					
A la industria	0.96	0.19	0.25	0.45	0.69
A la agricultura	3.00	0.74	0.81	0.75	0.69
A la ganadería	7.28	0.74	2.04	3.50	1.00
A la minería	0.61	0.01	0.03	0.50	0.07
Al comercio	1.74	0.29	0.44	0.75	0.26
14.- Kilómetros de vía por mil habitantes (1969)	0.94	0.77	1.21	0.77	0.67
15.- Kilómetros de carretera y caminos por mil habitantes (1970)	2.21	2.15	2.35	1.81	2.65
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	89.35	117.74	106.34	86.13	67.11
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-73, \$)	25.13	27.00	23.16	25.87	24.50
18.- Impuestos estatales y municipales por habitantes (1969, \$)	61.63	96.27	59.27	67.79	47.08

CUADRO No. 31

## X REGION PACIFICO SUR

	TOTAL	CHIAPAS	GUERRERO	OAXACA
1.- Población en relación al total nacional (1970, %)	11.03	3.24	3.30	4.49
2.- Densidad por Km2 (1970)	22.9	21.2	25.0	22.3
3.- Población económicamente activa (1970, %)				
Agropecuaria	69.27	12.8	62.2	71.6
Industrial	10.14	7.5	11.6	11.1
Servicios	14.84	14.5	19.3	12.0
4.- Producto bruto estatal 1965 a precios de 1960, % del total nacional	3.81	1.37	1.27	1.17
5.- Producto bruto por habitante (1965, \$)	1,629.63	2,031.59	1,810.83	1,216.31
6.- Producto bruto entre población económicamente activa - - (1965, \$)	5,726.0	7,062.6	6,858.5	4,090.1
7.- Producto agropecuario entre población ocupada en actividades agropecuarias (1965, \$)	3,879.9	5,162.8	4,573.9	2,597.9
8.- Valor agregado industrial entre población ocupada en - actividades industriales (1965, \$)	11,234.4	25,795.2	9,396.5	9,202.3
8a.- Valor industrial agregado por habitante (1965, \$)	282.05	369.05	222.72	263.52
9.- Inversión total acumulada % del total nacional - - - (1960-1969)	1,751.70	2,126.31	2,071.27	1,248.68
10.- Inversión pública acumulada % del total nacional (1960-1969)	6.81	2.43	2.40	1.98
11.- Inversión industrial acumulada por habitante (1960-69, \$)	666	657	948	467
12.- Inversión comercial acumulada por habitante				
13.- Créditos bancarios privados (saldos al 31/XII/70, % del total nacional.				
A la industria	0.53	0.22	0.24	0.07
A la agricultura	3.74	1.16	0.77	1.81
A la ganadería	5.01	3.13	0.46	1.42
A la minería	0.19	0.13	-	0.06
Al comercio	1.40	0.48	0.61	0.31
14.- Kilómetros de vía por mil habitantes (1969)	0.26	0.33	0.06	0.36
15.- Kilómetros de carretera y caminos por mil habitantes (1970)	1.86	2.14	1.60	1.85
16.- Consumo de gasolina por habitante (1969, litros)	60.17	62.33	79.24	44.70
17.- Promedio general de salarios mínimos (1972-1973, \$)	24.05	23.85	26.75	21.57
18.- Impuestos estatales y municipales por habitante (1969, \$)	54.78	58.46	89.10	27.08

En 1966 la extensión de las carreteras al estado alcanzó 1917 km. con un coeficiente de 30.5 km. de carretera y caminos por cada km<sup>2</sup>. de superficie de terreno.

El número de transportes de carga en 1966 fue de 9200, y en el de pasajeros de 376 con 600 movimientos diarios.

El mapa No. 2 muestra las principales carreteras que confluyen a la Ciudad, comunicándose con el D.F. con una autopista, a la Ciudad de Monterrey, Guadalajara, Tampico, Aguascalientes y Zacatecas.

Como se analiza, la ciudad de San Luis Potosí tiene acceso por todos los puntos cardinales, y la comunican con los principales centros de consumo que se localizan en las poblaciones con una mayor densidad demográfica.

#### b) Ferrocarriles.

Del cuadro de indicadores geoeconómicos, el valor del coeficiente de km. de vía por mil habitantes para el estado de San Luis Potosí es de 0.77, comparando con el resto del país los coeficientes más bajos se encuentran en el D.F. por su gran población, el estado de Guerrero por su bajo nivel de vías ferroviarias, Baja California, y el territorio de Baja California Sur por no tener ferrocarril.

Los coeficientes más altos se localizan en los estados de Chihuahua, Campeche, Coahuila, Sinaloa, y Durango.

El estado de San Luis Potosí se encuentra con un coeficiente relativamente alto al igual que Tlaxcala, Yucatán, Zacatecas.

El croquis de densidad de carga muestran que el flujo mayor ocurre en las zonas cercanas de la ciudad de México, lo que no es más que un reflejo de su actividad industrial.

El troncal que parte del D.F. y une a las Ciudades de Monterrey y Guadalajara, pasando el de Monterrey por San Luis Potosí, son los de mayor importancia en cuanto a la densidad de carga pues unen centros industriales de relevancia.

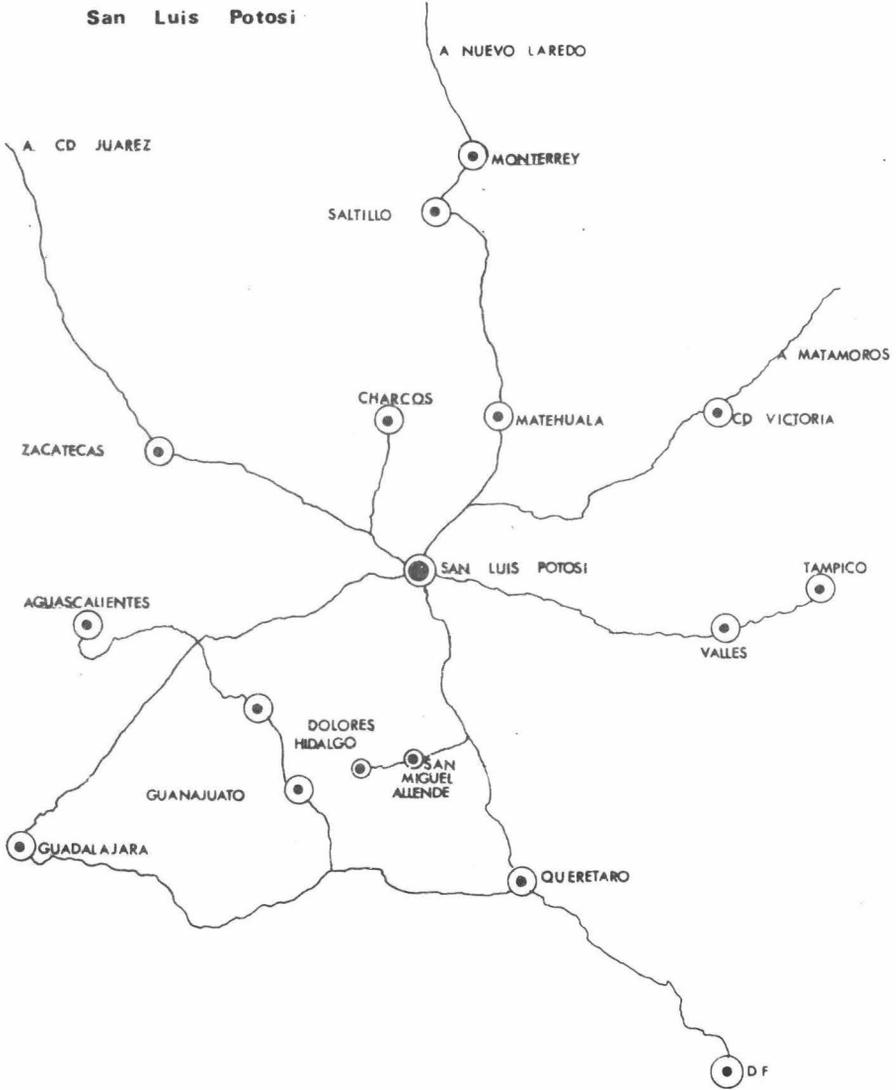
#### c) Transporte por aire.

La Ciudad de San Luis Potosí cuenta con Aeropuerto - que tiene servicio con la Ciudad de México con aviones de Aeronaves del Centro.

#### CLIMATOLOGIA.

Para localizar una industria se considera que el clima influye en dos maneras: primera en la operación en sí y segun-

**Plano de carreteras que confluyen a la Ciudad de San Luis Potosí**



da en la salud de los operarios dentro y fuera de la planta.

El cuadro anexo No. 32 presenta las temperaturas medias por mes en la ciudad de San Luis Potosí, así como la precipitación pluvial en mm.

La temperatura media anual de la Ciudad de San Luis Potosí es de 18°C, el clima es seco estepario en el Valle del Salado, templado, lluvioso con escasas lluvias todo el año en las sierras y tropical lluvioso con lluvias en verano en la región de la Huasteca.

La precipitación pluvial en el estado es de 480 mm. - anual.

El porcentaje de humedad relativa en promedio es de -- 54%.

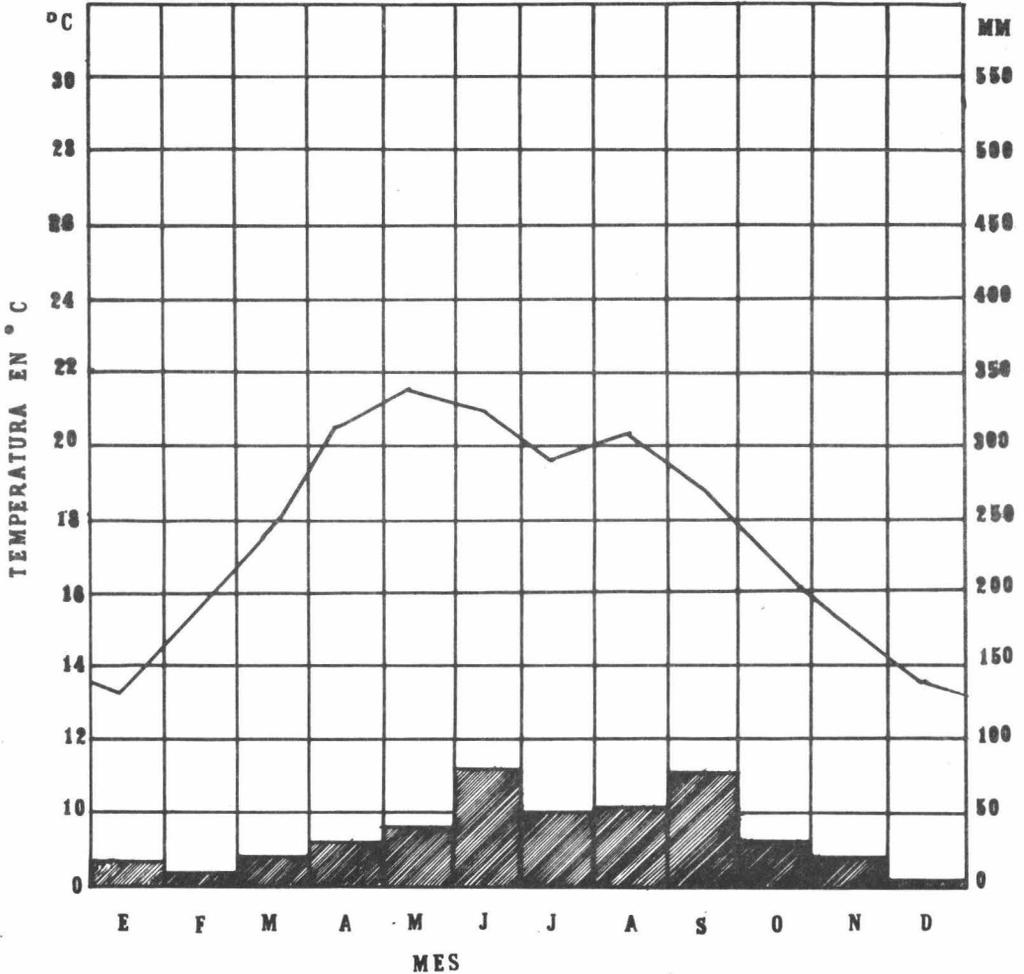
La ciudad de San Luis Potosí, se encuentra ubicada a 1877 m. sobre el nivel del mar (6103.42 ft), con una presión atmosférica de 605 mm. de Hg.

La gráfica No. 33 presenta la humedad relativa de la Ciudad de San Luis Potosí.

## ESQUEMA 21

rps

GRAFICA DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION.  
 PLUVIAL ANUAL EN LA CD. DE SAN LUIS POTOSI



Gráfica No. 33

HUMEDAD RELATIVA DE LA CIUDAD DE  
SAN LUIS POTOSI.

MES	PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA
Enero	40	48	30
Febrero	38	48	31
Marzo	35	45	29
Abril	40	53	32
Mayo	45	54	40
Junio	63	69	57
Julio	65	67	65
Agosto	68	74	60
Septiembre	75	78	69
Octubre	63	60	50
Noviembre	53	62	50
Diciembre	46	54	40
Promedio Anual	54	74	30

La tabla No. 34 presenta la intensidad del viento en la ciudad de San Luis Potosí, en este aspecto la ciudad presenta en los meses de febrero y marzo los vientos de mayor intensidad, y en abril y julio los vientos menos intensos.

Tabla No. 34

INTENSIDAD DEL VIENTO EN LA CIUDAD DE  
SAN LUIS POTOSI EN M/SEG.

MES	INTENSIDAD DEL VIENTO.
Enero	8 a 12 m/seg.
Febrero	9 a 13 m/seg.
Marzo	9 a 13 m/seg.
Abril	6 a 10 m/seg.
Mayo	8 a 12 m/seg.
Junio	8 a 12 m/seg.
Julio	6 a 10 m/seg.
Agosto	8 a 13 m/seg.
Septiembre	8 a 13 m/seg.
Octubre	8 a 13 m/seg.
Noviembre	8 a 13 m/seg.
Diciembre	8 a 13 m/seg.

El cuadro No. 35 presenta la dirección de los vientos  
dominantes para la Ciudad de San Luis Potosí.

CUADRO No. 35

VIENTOS DOMINANTES EN LA CIUDAD DE SAN  
LUIS POTOSI PROMEDIOS ANUALES.

RUMBO DEL VIENTO	PORCENTAJE
Norte	7.10
Noreste	0.64
Este	3.23
Sur	7.10
Suroeste	0.64
Oeste	54.84
Noroeste	12.90
Calmas	1.29

POLVO Y CONTAMINACION ATMOSFERICA.

Además del clima, debe considerarse también la cantidad y composición del polvo en el aire, que depende de la densidad de Población, su desarrollo, frecuencia de tolveneras y otros factores.

La Comisión Nacional de Energía Nuclear estableció, - para rastrear la radioactividad atmosférica, varias estaciones en diferentes ciudades de la República. Como la cantidad de radioac- tividad iba referida a la cantidad de polvo en un volumen de aire, fue fácil obtener la cantidad máxima de polvo en el aire para un determinado día. Estas medidas son de 1964, ya que en la actuali- dad solamente son tres o cuatro las estaciones que quedan en ser- vicio.

La tabla No. 36 presenta los valores de los miligra- mos de polvo que se encuentran en 2000 m3 de aire.

Tabla No. 36

CANTIDAD DE POLVO EN DIFERENTES LOCALIDADES

POBLACIÓN	MG DE POLVO	MES DE LECTURA
Acapulco, Gro.	252	Junio
Cd. Juárez, Chih.	2320	Noviembre
Ensenada, B.C.N.	1215	Noviembre
Guadalajara, Jal.	263	Diciembre
Mérida, Yuc.	196	Marzo
México, D.F.	920	Febrero
San Luis Potosí, S.L.P.	483	Diciembre
Veracruz, Ver.	163	Septiembre

De este cuadro se muestra que los valores más altos - se localizan en los estados del norte, esto se debe a las tormentas de arena que se registran en esos lugares.

La ciudad de San Luis Potosí presenta un valor intermedio, por arriba de Veracruz, Acapulco y Guadalaajara.

En el caso de la ciudad de México el valor dado no es representativo del grado de contaminación y toxicidad del aire -- que se respira.

#### Desastres Naturales:

Para efectos de construcción se tiene que tomar en -- cuenta los fenómenos naturales, entre ellos destacan:

- a) Huracanes, tormentas.
- b) Inundaciones.
- c) Incendios Forestares.
- d) Sismos.
- f) Tolvaneras, cantidad y composición de polvos.
- g) Precipitación radioactiva.

En estos aspectos la Ciudad de San Luis Potosí, presenta que tanto los riesgos de inundaciones, incendios foresta-

les y sismos son practicamente nulos.

Dentro del principal problema que se presentará es el de las duaneras y cantidad de polvos, en este aspecto el aire no presenta problemas de toxicidad, por las pocas industrias establecidas en el lugar.

Los huracanes, tormentas y la precipitación radioactiva se consideran casi nulos en la región.

#### DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Como se sabe, este es uno de los graves problemas de la nación, la necesidad del agua es cada vez mayor para el desarrollo mexicano.

Los usos del agua se pueden dividir en tres, domésticas, riego agrícola y uso industrial.

En el establecimiento de una industria, trae un aumento en el consumo local de agua por el proceso, por servicios y uso personal y de higiene de la planta, y por uso doméstico en las casas de los trabajadores.

La situación de la República es desigual, mientras --

que en el norte existen desiertos y varias zonas agrícolas se --  
vienen abajo por la escasez de agua, en la parte Sur y Sureste se  
hacen esfuerzos por contener el exceso que causa inundaciones en  
ciudades y sembradíos.

En las regiones del Norte se ha hecho indispensable --  
la obtención de agua del subsuelo, por medio de pozos, así como --  
también en partes del Centro y del Valle de México, a lo largo de  
muchos años, así recientemente el alumbramiento de aguas subterra--  
neas ha sido desequilibrado e irracional, habiendo ocasionado pro--  
blemas directos, como la nueva escasez y reducción de la eficien--  
cia de los pozos.

La S.R.H. ha decretado zonas vedadas para la perfora--  
ción de pozos en muchos puntos del país.

En las zonas vedadas los pozos ya existentes, anterior--  
mente a la ley podrán seguir en uso pero sin aumentar el caudal --  
y al mismo tiempo no es permitido la apertura de nuevos pozos, --  
salvo permisos o concesiones que sólo se darán cuando las obras --  
no causen los daños que, con el establecimiento de la veda se tra--  
tan de evitar.

La profundidad de los mantos acuíferos es muy varia--  
ble, como lo presenta el cuadro No. 37 en varias localidades del  
país.

CUADRO No. 37

## PROFUNDIDADES DE MANTOS ACUIFEROS EN METROS.

LOCALIDAD	PROFUNDIDAD EN M.
1.- Aguascalientes	150
2.- BAJA CALIFORNIA	
Ensenada	50 - 100
Mexicali	50 - 150
3.- COAHUILA	
Torreón	60 - 150
4.- CHIHUAHUA	
Chihuahua	20 - 125
Delicias	28 - 100
5.- DISTRITO FEDERAL	
Coyoacán	55 - 150
Ixtapalapa	60 - 150
Atzacapotzalco	70 - 200
6.- DURANGO	
Durango	25
Gómez Palacio	100
7.- GUANAJUATO	
Silao	40
León	40 - 130
8.- HIDALGO	
Tulancingo	100

LOCALIDAD	PROFUNDIDAD EN M.
9.- JALISCO	
Guadalajara	20 - 70
Lagos de Moreno	20 - 180
10.- MEXICO	
Naucalpan	80 - 150
Tlanepantla	40 - 140
Toluca	70 - 120
11.- MORELOS	
Cuernavaca	100
12.- MAYARIT	
Jala	30 - 120
13.- NUEVO LEON	
Monterrey	60
Guadalupe	30
14.- PUEBLA	
Puebla	20 - 150
Tehuacán	20 - 3000
15.- QUERETARO	
Querétaro	20 - 100
San Juan del Río	100
16.- SAN LUIS POTOSI	
San Luis Potosí	25 - 180
17.- SINALOA	
Mazatlán	25

LOCALIDAD	PROFUNDIDAD EN M.
18.- SONORA	
Guayamas	20 - 120
Hermosillo	70 - 100
19.- TAMAULIPAS	
Ciudad Victoria	20
20.- TLAXCALA	
Huamantla	120
21.- ZACATECAS	
Fresnillo	70 - 110

Estos valores indican la profundidad necesaria para encontrar agua. Como se muestra existen una gran diferencia de profundidades para un mismo estado. Los valores más bajos se encuentran en los estados al lado del Golfo y del Pacífico. En los estados del centro del País la profundidad es mayor como en Aguascalientes, Hidalgo, Querétaro. En San Luis Potosí los valores se consideran intermedios, sin poder decir, que la profundidad es muy aceptable.

Se ha generalizado que la industria tome su agua de pozos pero para el abastecimiento de este líquido también se puede contar con el agua de las presas, ríos y canales.

Dentro de las zonas vedadas por la S.R.H. se encuentran, en mayor proporción los estados de México, el D.F., Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato, parte de los Estados de Nuevo León, Sonora, Baja California, Zacatecas, Chiapas, Cárpeche, Territorio de Quintana Roo.

En el Estado de San Luis Potosí la veda queda comprendida en el Sur del estado y en la Capital.

De una ponencia presentada por el IMIQ se tomaron los datos relativos a la cantidad de agua disponible, en ciertas localidades del país que se muestra en la tabla No. 36.

TABLA No. 38

CANTIDAD DE AGUA DISPONIBLE EN LA REP. MEXICANA

LOCALIDAD	DISPONIBILIDAD DE AGUA DE RIO.	DISPONIBILIDAD DE AGUA DE POZO.
Aguascalientes	-	suficiente
Campeche	-	suficiente
Celaya, Gto.	-	-
Chihuahua	-	limitada
Chilpancingo, Gro.	limitada	limitada
Ciudad Juárez, Chih.	-	abundante
Cuernavaca	-	abundante

LOCALIDAD	DISPONIBILIDAD DE AGUA DE RIO.	DISPONIBILIDAD DE AGUA DE POZO.
Durango	-	abundante
Guadalajara	-	suficiente
Hermosillo	-	suficiente
León	-	limitada
Mazatlán	-	limitada
Mérida	-	abundante
México, D.F.	suficiente	limitada
Minatitlán	-	abundante
Monterrey	-	limitada
Morelia	-	limitada
Oaxaca	-	limitada
Pachuca	-	suficiente
Puebla	-	suficiente
Querétaro	-	abundante
Reynosa	-	limitada
Salamanca	-	abundante
San Luis Potosí	-	suficiente
Tampico	suficiente	-
Toluca	-	-
Saltillo	-	suficiente
Torreón	-	suficiente
Villahermosa	-	abundante

De los datos anteriores, se puede deducir que la - - abundancia del agua en el país proveniente de ríos y pozos, existe en mayor proporción como se anotó con anterioridad en los estados del Sureste y Sur del País. En el centro y en el Norte el líquido proveniente de pozos es limitado, y solamente un número - muy reducido de localidades consumen el agua de ríos.

La Ciudad de San Luis Potosí se encuentra como la mayor parte de la nación con una cantidad suficiente de agua que se localiza en los pozos.

#### DESECHOS.

El sitio que ocupe una industria en una localidad debe de ser tal, al eliminar sus desperdicios, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos no dañen la vida normal, el ambiente, y el desarrollo de otras actividades de la comunidad.

A continuación la tabla No. 39 presenta el reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas elaborado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la Secretaría de - Salubridad y Asistencia.

TABLA No. 39

TABLA No. 39

ABASTECIMIENTO PARA SISTEMAS DE AGUA  
POTABLE EN INDUSTRIA ALIMENTICIA.

Características de calidad.

1.- PH	6.5 a 8.5	
2.- Temperatura °C Condiciones normales más 2.5° (máximo 30°C)		
3.- Oxígeno disuelto mg/l		
límite máximo		4.0
4.- Bacterias Coliformes límite máximo número más probable (organismos/100 ml.)		200 fecales.
5.- Aceites y Grasa (mg/l.) límite máximo		0.76
6.- Sólidos disueltos (mg/l.) límite máximo		No mayor de 1000
7.- Turbiedad (Unidades de Jackson)		10
8.- Color (Escala Platino Cobalto)		20
9.- Olor y Sabor.		Ausentes.
10.- Nitrógeno y fósforo	que no causen hiperfertilización	

FACTORES POLITICOS.

Fomento y promoción industrial.

El fomento industrial es creado por el gobierno federal y por el de los estados para acelerar el desarrollo industrial.

La promoción industrial implica actividades más concretas para crear parques o centros industriales ayudando a la --

urbanización de cierta región o zona.

El cuadro No. 40 presenta los incentivos fiscales que ofrece el gobierno.

TABLA No. 40

INCENTIVOS FISCALES A LA INDUSTRIA

CATEGORIA INDUSTRIAL (% monto)

Exención de impuestos.	A	B	C
de impuestos sobre la renta	20 - 40	20 - 30	0 - 20
de ingresos mercantiles	0 - 60	0 - 60	0 - 60
de impuestos de importación	0 - 100	0 - 100	0 - 100
de impuestos estatales y municipales.	0 - 40	0 - 40	0 - 40
de impuestos del timbre	0 - 100	0 - 100	0 - 100

Categoría industrial:

A: Industrias Básicas.

B: Industrias Semibásicas.

C: Industrias Secundarias.

En este aspecto, todas las entidades federativas han expedido sus propias leyes de fomento en términos practicamente -

iguales, es decir todas se han puesto en igualdad de condiciones fiscales.

Dentro de las empresas que han obtenido exención de impuestos en el estado de San Luis Potosí se encuentran fábricas de productos químicos y una de productos alimenticios.

Los estados de Guanajuato, Querétaro y el D.F. tienen el mayor número de industrias alimenticias que han obtenido exención de impuestos, y el total de la República es de 25.

Además el gobierno del estado de San Luis Potosí, concede subsidios por el importe de toda clase de impuestos estatales, en su valor completo, o en parte de él solamente, a los particulares, empresas o sociedades que invierten en las actividades cuya importancia económica, social o cultural sea manifestada a juicio de las autoridades competentes, por un término de 10 años a cambio de las inversiones que los mismos efectúen dentro del territorio de esta entidad.

El Gobierno del Estado gestiona la exención o reducción de impuestos federales, en su caso: la adquisición de terrenos en las mejores condiciones de ubicación y precio; el suministro de agua y combustible; todo sin costo alguno una vez concedida la autorización.

## FACTORES SOCIALES.

En el proceso de seleccionar el sitio para establecer una nueva planta industrial hay que tomar en cuenta los principales efectos de la relación industria-sociedad.

Para que a la empresa le rindan sus empleados éstos, necesitan vivir en condiciones humanas satisfactorias y de superación, contando con escuelas, viviendas salubres y confortables -- etc. pero es muy difícil que la empresa se encuentre con una comunidad completa y satisfecha y entonces, para su propio beneficio, es su obligación, en su medida, cubrir deficiencias y fortalecer el crecimiento de esa sociedad.

## Población.

Debido a condiciones geográficas y climatológicas en la población del país se ha distribuido desigualmente encontrándose se zonas desérticas tanto como regiones altamente pobladas.

Dentro de los datos estadísticos demográficos del estado de San Luis Potosí se presenta el cuadro No. 41

CUADRO No. 41

ASPECTOS DEMOGRAFICOS DEL ESTADO DE  
SAN LUIS POTOSI.

	1950	1960	1969
Población económicamente activa	270486	321998	358384
Tasas de natalidad	49.2	52.8	44.4
Tasas de nupcialidad	-	7.5	5.9
Tasas de mortalidad general	16.0	12.8	9.8
Tasas de mortalidad infantil	-	65.3	59.6
Tasas de crecimiento natural	33.2	40.0	34.6
Tasas de crecimiento general	-	40.6	36.0

Las tasas se consideran por cada mil habitantes.

En el estado de San Luis Potosí se concentra el - - 2.65% de la población total nacional, en donde el 53.3 % de la población económicamente activa se dedica a actividades agropecuarias, el 17.4% a actividades industriales y el 23.2 % a otras actividades.

En comparación con el resto de la Nación, en el estado de San Luis Potosí la población económicamente activa en actividades industriales es menor que en aquellos estados con un mayor grado de industrialización, ocupando los primeros lugares el D.F., el estado de México, Nuevo León y Jalisco.

El 39% de la totalidad de la población del estado es urbana y la densidad de población por km<sup>2</sup> en 1970 fué de 20.4 lo- que se traduce en la gran capacidad de encontrar mano de obra en el Estado, encontrando la mayor explosión demográfica en el D.F., Morelos, Edo. de México, Tlaxcala y la menor en los estados fron- terizos con los Estados Unidos y en la Península de Yucatán.

La tabla No. 42 proporciona las cifras de las diferen- tes actividades en el estado.

TABLA No. 42

CIFRAS RELATIVAS A LOS SECTORES INDUSTRIAL  
COMERCIAL Y DE SERVICIOS EN 1972 EN EL ES-  
TADO DE SAN LUIS POTOSI.

Número de sociedades.	11
Capital en miles de Pesos.	10,500
Sociedades comerciales.	9
Capital de las sociedades co- merciales en millares de pesos.	10,325
Sociedades industriales.	1
Capital de las sociedades in- dustriales en miles de pesos.	25
Otras	1
Capital de otras sociedades - en miles de pesos.	150

Todas las empresas en el estado funcionan como sociedades anónimas. Y constituyen el 1.60 % del total nacional, concentrándose el 48.76 % en el D.F., y en segundo lugar con un - - 8.73 % el estado de Jalisco.

De donde se anota la necesidad de la descentralización de las actividades hacia toda la República.

#### Estudio de la Población:

En esta parte se estudia el nivel de vida. Esto se efectúa con los siguientes indicadores: Educación, Salud, Consumo y comunicaciones.

#### a) Educación:

El índice más primordial y más evidente de este elemento es la proporción de personas que saben leer y escribir.

Los datos estudiados corresponden al censo de 1960,-- sin embargo, las entidades más y menos favorecidas de 1960 son - probablemente las mismas que en el presente año, aunque la diferencia que separa a unas y otras es quizá menor.

En el estado de San Luis Potosí, el 53.3 % de la población total es alfabeta, con una relación alumnos profesor de -

primaria de 49, y 13.5 alumnos prof. postprimaria. La tabla No.43 presenta los aspectos educacionales del estado:

TABLA No. 43

ASPECTOS EDUCACIONALES EN EL ESTADO DE  
SAN LUIS POTOSI.

NUMERO DE ESCUELAS	1960	1966
Jardines de niños.	39	52
Primarias	1226	1508
Secundarias	29	61
Preparatorias	-	4
Profesionales	4	29
Normales	-	8
Comerciales	27	22
Otras	3	19
EN ESCUELAS PRIMARIAS		
Alumnos inscritos	2826	4141
Número de maestros	158 860	205 289
Número de alumnos por maestro	56	49

De los datos anteriores se puede decir que el nivel -  
educacional es alto, encontrándose sin embargo por debajo del D.F ,

Jalisco, Veracruz, Puebla, Nuevo León, Tamaulipas, y Chihuahua.

b) Salud.

El índice más representativo del estado de salud de una región es su tasa de mortalidad. En el País la tasa de mortalidad global disminuyó de 1965 a 1966 de 12.5 a 9.3 por cada mil habitantes. Las tasas de mortalidad más altas en el País se localizan en Oaxaca con 13.9 por cada mil habitantes, Puebla y el estado de México con 13.2. Encontrándose los valores más bajos - en el territorio de Quintana Roo con 4.7, en Campeche y Baja California Norte con 7.0.

Por lo tanto el estado de San Luis Potosí se encuentra con un valor relativamente alto de 9.8 muertes por cada mil habitantes.

Otro aspecto importante en el renglón de la salud es el número de viviendas con agua más o menos potable con relación a las viviendas que no gozan de este líquido. El estado de San Luis Potosí presenta una relación de 0.19, esta relación es baja si se comparan los demás estados en donde fluctúan entre 0.2 y - 0.7 encontrándose los valores más altos en el D.F. con 3.07, y -- Nuevo León y Baja California con 1.14 y 1.11 respectivamente y el

promedio nacional con 0.48.

En cuanto a hospitales y médicos existentes en la Ciudad de San Luis Potosí es de 2.3 hospitales por cada diez mil habitantes, siendo el promedio nacional de 3.5, y de 5.55 médicos - por cada diez mil habitantes el promedio nacional en 1970 y para el Estado de San Luis Potosí de 3.41. Existiendo una marcada diferencia en los estados del norte del País y el D.F.

Los hospitales que cuenta la ciudad de San Luis Potosí se encuentran: El Hospital Central, el Hospital Militar, y -- una clínica del Seguro Social.

c) Consumos.

En lo relativo a consumo de azúcar y gasolina, el estado de San Luis Potosí tiene un 27.7 kg. al año siendo el promedio nacional en 1958 de 44.1 kg. En el consumo de gasolina por - habitante en 1969 en litros fué de 86.31 siendo el promedio nacional de 174.26. Esta cifra solamente representa a grandes rasgos el número de vehículos particulares.

El número de automóviles en 1960 en el estado fué de 5533 y para 1966 el dato que se tiene es de 8173.

En el aspecto de diversiones el número de estaciones radiodifusoras de 1960 a 1966 tuvo un aumento de 9 a 11.

El número de espectáculos públicos en donde se incluyen cines, plaza de toros, estadios deportivos en el estado es de 33 con un promedio de 25 espectáculos públicos por cada millón de habitantes. En estos datos se incluyen solamente los espectáculos en donde se cobra una cuota, existiendo sin embargo muchos -- otros medios de diversión como son parque, monumentos, bibliotecas, etc. en donde no se paga una cuota.

d) Comunicaciones.

En las comunicaciones se encuentran índices que dan una idea de la medida en que los individuos de un estado pueden desplazarse, enviar o recibir mercancía de un sitio a otro.

En 1966 existían 376 autobuses de pasajeros en el estado capaces de transportar 15,000 personas, y un total de 11,220 teléfonos en la entidad. Se han tomado estos datos por su importancia entre el acercamiento de los individuos de una sociedad.

En 1969 existían en San Luis Potosí 0.77 km. de vía -- por cada mil habitantes y 1.81 km. de carretera y camino por cada mil habitantes, en estos datos se puede evaluar que población se

traslada de un lugar a otra con vehículo propio y en autobuses, - señala además el volumen de transporte industrial y comercial -- por caminos carreteras. Siendo de 0.466 el promedio nacional de km. de vía por cada mil habitantes y de 2.11 km. de carretera y - caminos por cada mil habitantes, lo que el estado se encuentra po - co bajo en cuanto a carretera y caminos tomando el promedio nacio - nal y alto en km. de vía haciendo la comparación con el promedio nacional.

#### FACTORES ECONOMICOS.

En esta parte se encuentran los asuntos referentes al costo de materia prima, disponibilidad de servicios, en medida -- que sea el precio que se tenga por ellos, en la misma medida se - ve afectada el costo de producción.

La tabla No. 44 nos presenta los diferentes precios - rurales de las aves en 1973, estos datos fueron parte de la base para haber seleccionado al estado de San Luis Potosí como sitio - donde se localiza la planta.

CUADRO No. 44

## PRECIOS DE AVES.

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.	PRECIO RURAL POR UNI DAD EN PESOS EN 1973.			1970 MILLARES DE AVES.
	Máx.	Promedio Mínimo		
<b>Aguascalientes.</b>				
Gallos 6 meses o más	28	24	21	24
Gallinas 6 meses o más	30	24	19	207
Pollos (as) menores de 6 meses.	9	6	3	114
<b>Baja California.</b>				
Gallos 6 meses o más	30	15	12	62
Gallinas 6 meses o más	25	20	13	297
Pollos (as) menores de 6 meses.	17	11	7	405
<b>Baja California T.</b>				
Gallos 6 meses o más	25	19	12	40
Gallinas 6 meses o más	25	18	12	113
Pollos (as) menores de 6 meses	15	8	4	39
<b>Campeche.</b>				
Gallos de 6 meses o - más	26	20	17	30
Gallinas de 6 meses - o más	22	18	16	205

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.      PRECIO RURAL POR UNIDAD EN PESOS EN 1973.      1970 MILLARES DE AVES.

	Max.	Promedio	Mínimo	
Pollos (as) menores - de 6 meses	14	9	7	276
Coahuila.				
Gallos de 6 meses o - más	44	24	15	122
Gallinas de 6 meses - o más.	24	18	12	1699
Pollos (as) menores - de 6 meses	11	7	3	730
Colima.				
Gallos de 6 meses o - más.	30	18	10	31
Gallinas de 6 meses - o más.	26	18	10	196
Pollo (as) menores de 6 meses.	14	8	3	142
Chiapas.				
Gallos de 6 meses o - más	34	25	17	970
Gallinas de 6 meses o más.	34	26	18	2538
Pollo (as) menores de 6 meses.	23	15	9	3393

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO      PRECIO RURAL POR UNIDAD EN PESOS EN 1973.      1970 MILLARES DE AVES.

Max.      Promedio      Mínimo

Chihuahua.

Gallos 6 meses o más.	15	11	8	446
Gallinas de 6 meses o - más.	14	10	8	2419
Pollos (as) menores de 6 meses.	10	6	4	435

Distrito Federal.

Gallos de 6 meses o más.	36	30	25	92
Gallinas de 6 meses o - más.	39	32	27	562
Pollos (as) menores de 6 meses.	15	12	9	4935

Durango.

Gallos de 6 meses o más.	18	14	9	162
Gallinas de 6 meses o - más.	19	13	9	1027
Pollos (as) menores de - 6 meses.	10	8	6	302

Guanajuato.

Gallos de 6 meses o más.	22	16	13	177
Gallinas de 6 meses o - más.	29	22	18	914
Pollos (as) menores de 6 meses	10	8	4	792

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.	PRECIO RURAL POR UNI DAD EN PESOS EN 1973.			1970 MILLARES DE AVES.
	Max.	Promedio	Mínimo	
<b>Guerrero.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	19	14	10	297
Gallinas de 6 meses o - más.	18	14	10	1113
Pollos (as menores de 6 meses.	12	8	5	1267
<b>Hidalgo.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	23	18	14	213
Gallinas de 6 meses o - más	23	18	14	935
Pollos (as) menores de 6 meses.	14	11	7	1391
<b>Jalisco.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	28	19	12	457
Gallinas de 6 meses o - más.	23	16	11	3902
Pollos (as) menores de 6 meses.	14	9	5	2522
<b>Estado de México.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	24	19	15	498
Gallinas de 6 meses o - más.	25	19	15	2454
Pollos (as) menores de 6 meses.	15	10	7	7686

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.	PRECIO RURAL POR UNI DAD EN PESOS EN 1973.			1970 MILLARES DE AVES.
	Max.	Promedio	Minimo	
<b>Michoacán.</b>				
Gallos mayores de 6 me- ses.	20	16	12	391
Gallina de 6 meses o más.	18	14	10	1925
Pollos (as) menores de 6 meses.	11	8	6	1780
<b>Morelos.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	26	19	13	53
Gallinas de 6 meses o - más.	25	18	13	643
Pollos (as) menores de 6 meses.	15	11	6	599
<b>Nuevo León.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	24	17	13	157
Gallinas de 6 meses o - más.	22	18	14	3126
Pollos (as) menores de 6 meses.	9	7	5	3398
<b>Oaxaca.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	20	15	11	1351
Gallinas de 6 meses o - más.	19	15	11	1827
Pollos (as) menores de 6 meses.	10	8	5	1693

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.	PRECIO RURAL POR UNI DAD EN PESOS EN 1973.			1970 MILLARES DE AVES.
	Máx.	Promedio	Mínimo	
<b>Puebla.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	22	16	12	1920
Gallinas de 6 meses o - más.	22	17	12	3886
Pollos (as) menores de 6 meses.	14	10	6	1926
<b>Querétaro.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	21	18	11	60
Gallinas de 6 meses o - más.	24	16	11	364
Pollos (as) menores de - meses.	15	11	8	1142
<b>Quintana Roo.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	23	19	16	14
Gallinas de 6 meses o - más.	19	16	14	95
Pollos (as) menores de - 6 meses.	6	4	2	72
<b>San Luis Potosí.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	15	12	9	254
Gallinas de 6 meses o - más.	15	12	9	1303
Pollos (as) menores de 6 meses.	9	7	4	631

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.	PRECIO RURAL POR UNI DAD EN PESOS EN 1973.			1970 MILLARES DE AVES.
	Máx.	Promedio	Mínimo	
<b>Sinaloa.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	19	15	11	172
Gallinas de 6 meses o - más.	18	14	11	2207
Pollos (as) menores de 6 meses.	10	7	5	1074
<b>Sonora.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	26	17	12	307
Gallinas de 6 meses o - más.	23	17	11	5261
Pollos (as) menores de 6 meses.	18	11	6	4057
<b>Tabasco.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	29	22	16	202
Gallinas de 6 meses o - más.	30	23	17	1158
Pollos (as) menores de 6 meses.	17	13	9	1726
<b>Tamaulipas.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	28	18	12	156
Gallinas de 6 meses o - más.	27	19	13	1870
Pollos (as) menores de 6 meses.	12	9	5	781

ENTIDAD FEDERATIVA Y PRO DUCTO.	PRECIO RURAL POR UNID 1970 MILLARES DAD EN PESOS EN 1973. DE AVES.			
	Máx.	Promedio	Mínimo	
<b>Tlaxcala.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	28	21	16	52
Gallinas de 6 meses o - más.	29	22	17	170
Pollos (as) menores de - 6 meses.	16	12	9	181
<b>Veracruz.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	23	19	15	977
Gallinas de 6 meses o - más.	24	18	14	3726
Pollos (as) menores de 6 meses.	15	12	9	4607
<b>Yucatán.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	23	19	15	102
Gallinas de 8 meses o - más.	19	17	15	701
Pollos (as) menores de 6 meses.	15	12	9	499
<b>Zacatecas.</b>				
Gallos de 6 meses o más.	25	19	13	159
Gallinas de 6 meses o - más.	29	20	13	1314
Pollos (as) menores de 6 meses.	8	6	4	219

Como en la fábrica se elabora la carne de pollo deshidratada en las aves de mayor edad, en este cuadro son dados los precios de gallos, gallinas, pollos y guajolotas, y patos.

Este precio está dado por unidad tomando a la unidad entre 2.5 y 2.8 kg. estando el animal vivo. El precio rural más bajo se localiza en el estado de Chihuahua a 10 pesos la unidad, y a continuación el estado de San Luis Potosí con un promedio de 12 pesos la unidad.

En los estados de Sinaloa, Guerrero, Durango y Michoacán el precio del ave es baja también con 13 pesos la unidad.

Fue seleccionada la Ciudad de San Luis Potosí sobre los estados anteriores por su situación geográfica que comunica con los grandes centros de consumo con relativa facilidad encontrándose estos en el norte del país, en Jalisco, Nuevo León y en el D.F., Morelos y Edo. de México.

Además del estudio del precio de la carne de pollo fue seleccionado el lugar por el nivel de salarios mínimos de la región, encontrándose Sinaloa, Guerrero y Michoacán con salarios superiores y únicamente Durango con un salario menor.

Los datos de los precios de las aves fueron tomados de

los censos ganaderos de 1972 por lo que tiene que hacer la consideración de la elevación de precios para el presente año, no obstante se tomó en cuenta que este aumento es casi igual para todos los estados.

La disponibilidad de la carne de pollo fue estudiada de acuerdo al cuadro No. 45 en donde se encuentra la producción avícola de la república según el censo de 1970 avícola ganadero. En este cuadro son presentadas la producción tanto de gallos, gallinas y pollos por estado.

El estado de San Luis Potosí en 1970 tuvo un total de 1303 mil gallinas mayores de seis meses, y contribuyó con el 2.5% del total nacional. El estado con mayor producción avícola fue el de Sonora con una producción de 5621 mil gallinas. No obstante de encontrarse San Luis Potosí con un valor intermedio con relación a la producción nacional el precio de las aves es demasiado barato como se analizó anteriormente por lo que fue considerado como el sitio para la ubicación de la planta.

CUADRO No. 45

V CENSO NACIONAL AVICOLA-GANADERO Y EJIDAL 1970.  
(MILLARES DE AVES).

ENTIDAD	GALLOS DE 6 MESES O MAS.	GALLINAS DE 6 MESES O MAS.	POLLOS, POLLAS POLLITOS MENORES DE 6 MESES
Estados Unidos Mexicanos.	10,062	50,154	59,437
Aguascalientes.	24	207	114
Baja California.	62	297	405
Baja California Territorio.	40	113	39
Campeche.	30	205	276
Coahuila.	122	1,699	730
Colima.	31	196	142
Chiapas.	970	2,538	3,393
Chihuahua.	446	2,419	435
Distrito Federal.	92	562	4,935
Durango.	162	1,027	302
Guanajuato.	177	914	792
Guerrero.	297	1,113	1,267
Hidalgo.	213	935	1,391
Jalisco.	457	3,902	2,522
Estado de México.	498	2,454	7,686
Michoacán.	391	1,925	1,780
Morelos.	53	643	599
Nayarit.	114	697	613

ENTIDAD	GALLOS DE 6 MESES O MAS.	GALLINAS DE 6 MESES O MAS.	POLLOS, POLLAS POLLITOS MENORES DE 6 MESES
Nuevo León.	157	3,726	3,398
Oaxaca.	1,351	1,827	1,693
Puebla.	1,920	3,886	1,926
Querétaro.	60	364	11,142
Quintana Roo.	14	95	72
San Luis Potosí.	254	1,303	631
Sinaloa.	172	2,207	1,074
Sonora.	307	5,261	4,057
Tabasco	202	1,158	1,726
Tamaulipas	156	1,870	781
Tlaxcala.	52	170	181
Veracruz.	977	3,726	4,607
Yucatán.	102	701	499
Zacatecas.	159	1,344	219

Agua.

El precio del agua varía según el caudal y uso que se destine.

En las aguas residuales en el estado, los industriales se obligan a evitar que se arrojen productos químicos no tratados o nocivos que pudieran perjudicar la red de drenaje municipal. -

Evitar la contaminación de la flora y la fauna de la región con su afluente.

Además que es necesario registrar la descarga de aguas residuales en la S.R.H. en donde se especifican las características del agua original y de la descarga.

b) Mano de Obra.

En cuanto a la distribución de la población por edades, en 1969 el 14.6 % de la población total del Estado se encontraba entre los 20 y 29 años, el 11.9 % entre los 30 y 39 años y un 5.3 % de 40 a 49 años.

En 1970 el 17.4 % de la fuerza de trabajo del estado se concentraba en la industria, encontrándose superior en los estados del Norte del País y en el Distrito Federal.

El considerar la distribución de la población por edades relaciona el porcentaje de la población que forma parte de la fuerza de trabajo, sin embargo no indica la especialización del obrero, encontrándose en problema fundamental en la República Mexicana, ya que solamente la Capital dispone de algunos servicios de capacitación del personal y en el resto del país la oportunidad del obrero a capacitarse en lo que se refiere a procesos

industriales es casi nula. Y el obrero aprende sin ningún plan - ni método y solamente la capacitación es adquirida a través de los años en la fábrica.

Otro factor a considerar es el de los salarios mínimos. En el estado de San Luis Potosí el promedio en 1970-1973 fué de - \$ 25.87, encontrándose dicho valor dentro de los más bajos del -- País. Los más altos se localizan una vez más en los estados más industrializados del Norte del País, en el D.F.

El salario mínimo profesional en el Estado de San - - Luis Potosí en 1969 fué de \$ 25.00 este es el promedio a pagar a obreros especializados como soldadores, pintores etc.

#### Electricidad.

La tarifa eléctrica en la industria es la misma para cualquier punto del País, no importando su lejanía a las plantas generadoras.

Esta tarifa es la SN aprobada por la Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas en 1962. Por lo cual este no es un - factor importante en la localización de la Planta.

En 1966 el número de Plantas Eléctricas en el Estado

de San Luis Potosí fue de 50, con una capacidad instalada hidro--  
eléctrica de 4,454 kw., y con una capacidad instalada termo-eléc-  
trica de 39,783 dando un total de 44,237 kw.

El consumo de electricidad por industrias y establecimi  
mientos en kWh. en 1965 en el estado fué de 9,736 encontrándose -  
este consumo bajo a comparación del consumo en relación con el --  
D.F., Nuevo León, al Estado de México, Veracruz cuyo valor se en-  
cuentra arriba de 60,000 k.w.H.

#### Combustibles Industriales.

El precio que se paga por estos energéticos es muy --  
variable. El Diesel y el Diáfano mantiene su precio sin fluctua-  
ciones significativas a lo largo de la República. El Gas Natural  
y el Petróleo Combustible (combustóleo) varían en cada estado.

El precio del gas natural para las agencias industrial  
es en el estado de San Luis Potosí por m<sup>3</sup> a 20°C, 1 kg/cm<sup>2</sup> de --  
presión y a 8,460 kcal/m<sup>3</sup> es de \$ 0.140 el cual se encuentra del  
parejo de los estados del Centro, encontrándose más barato en los  
estados del golfo.

El precio de Petróleo combustible tipo F.F. C.C. en -  
pesos/m<sup>3</sup> L.A.B. llenadera que significa que el cliente cubrirá los  
gastos de transporte desde la llenadera hasta el punto de destino

es de \$ 156.00.  
m3.

#### HUELGAS.

El número de huelgas solucionada nos da una idea de la fuerza de los sindicatos existentes, así como el grado de inconformidad de los trabajadores, por necesidades insatisfechas y por superar su nivel de vida.

En el Estado de San Luis Potosí el número de huelgas solucionada en 1963 fue de 5. Este número es alto si se considera que el grado de industrialización es bajo, y al compararse con el D.F. que fue de 7 donde existe el mayor número de industrias, lo que significa la fuerza de los sindicatos existentes en el Estado de San Luis Potosí.

#### TRANSPORTES.

El costo del transporte, ya sea de materia prima o de producto terminado, es de capital importancia porque se refleja directamente en el precio del producto. Por otra parte, la rapidez y continuidad del servicio influirá en las facilidades de operación de la planta y en las de venta.

En el caso de la planta deshidratadora en cuestión se ha tomado el precio del pollo L.A.S. Fábrica, por lo que no se considera el costo del transporte de las fuentes de abastecimiento - hasta la fábrica.

En el costo del producto terminado se ha incluido un promedio del costo de transporte a los centros de consumo.

En el costo de la transportación de industrias que -- dependen de recursos renovables es de vital importancia el primer proceso de transformación ya que pierden parte de su peso o volumen o descomposición en el transporte de los centros de abastecimiento a la planta, por lo que el costo del transporte en este tipo de industrias juega un papel muy importante en el costo total del producto terminado, y es necesario entonces el acercamiento - de las plantas a sus fuentes de aprovisionamiento.

Otro factor importante en consideración es la ubica--ción de la planta respecto a las zonas de mayores consumidores, - ya que entre más cercano se encuentren los consumidores, la mayor parte de las ventas se efectúan allí, además de facilitarse un mayor control a los distribuidores. En este aspecto la Ciudad de - San Luis Potosí ofrece la ventaja de encontrarse cerca de las grandes ciudades de la República, donde se encuentra la mayor parte - del mercado, estas regiones se localizan en el norte, en el cen--

tro con Jalisco, y en el Valle de México donde el poder de compra es superior al resto del país.

#### IV.2. LOCALIZACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO Y COSTO DEL PRODUCTO TERMINADO.

Para que un producto dado sea costeable, su fabricante necesita saber el verdadero costo de fabricación, venta y distribución y a que precio puede esperar venderlo en el mercado elegido.

El fabricante puede controlar los costos, pero los -- precios que podrá obtener por su mercancía están influidos por -- factores externos, como son la competencia y la demanda, de manera que rara vez podrá fijar un precio sin tomarlos en consideración. Por lo tanto, se considera el costo del producto como la -- cantidad mínima que ha de recuperar y ésa es la única relación -- directa que tiene con el precio.

El costo es el valor de los medios económicos empleados para producir o hacer algo. El valor de todo medio de producción está siempre formado por dos componentes: la cantidad empleada y el precio por unidad.

El costo unitario es la unidad de cantidad de producción, servicios o tiempo, en relación a la cual puede determinarse el costo, por ejemplo, una tonelada de material, una tarea.

Hay muchos métodos para clasificar los costos; el mé-

todo que ha de utilizarse se decide de acuerdo con el propósito - que se persigue. Las formas principales de clasificación son las siguientes.

Los Costos pueden clasificarse en directos e indirectos. Un costo directo es aquel que resulta únicamente de la existencia de aquello que es objeto del cálculo de costo. Un costo indirecto no depende del cálculo del costo, se les llama también a los costo indirectos gastos generales y son fijos.

Los costos fijos o constantes los que provienen de: - la posesión de un negocio, son los asignados a recuperar el capital invertido, los que se realizan el curso de la operación. Los costos variables son aquellos que se modifican en relación directa con las variantes de producción. Hay también costos semivariables, es decir, en parte fijos y en parte variables.

Los costos también pueden clasificarse con arreglo a lo que los determina, como ser la producción, la venta, la distribución, la administración.

El punto de equilibrio entre ingresos y costos se obtiene cuando la línea de ingresos (ventas) se cruza con la línea del costo total, de suerte que ingresos y costos totales son iguales, la empresa está entonces en equilibrio, estableciendo todas

las características de los gastos en relación a la producción y - las ventas. La gráfica del punto de equilibrio se construye con los datos de los costos variables y fijos de una empresa en -- un tiempo determinado.

A continuación son desglosados los gastos en la fabri-  
cación de carne de pollo deshidratada en la planta.

Gastos Variables:

1.- Gastos de Producción.

a) Costo de materia prima.

La fábrica trabaja 600 kg. de carne fresca al día por lo tanto al año se procesan.

$$600 \text{ kg. } \frac{\text{carne fresca}}{\text{día}} \times 300 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 180,000 \text{ kg. carne de pollo fresco al año (180 TON).}$$

Como la operación total de secado tiene un rendimiento de 22% el total de carne deshidratada al año es:

$$180 \frac{\text{TON}}{\text{año}} \times 0.22 \text{ K } \frac{\text{carne seca}}{\text{kg. carne fresca}} = 39.6 \text{ TON de Carne Seca al año}$$

Considerando que el costo del kg. de pollo fresco es de \$ 12.50, el gasto de materia prima por kg. de carne seca es:

$$\begin{array}{rclcl} \underline{\$ 12.50} & & \times & \underline{1 \text{ kg. carne fresca}} & = & \underline{\$ 56.818} \\ \text{kg. carne fresca} & & & 0.22 \text{ kg. de carne deshidratada. kg. carne seca} & & \end{array}$$

b) Gasto en mano de obra:

El segundo gasto variable dentro de los gastos en la producción es el ocasionado por la mano de obra. En este gasto se encuentran dos tipos de mano de obra: La mano de obra directa que es la que desempeñan los obreros, los que tienen un contacto directo con el producto, y la indirecta que ocasiona el salario de los jefes de turno.

En la mano de obra directa, se consideró necesario calcular el salario de 3 obreros por turno, al analizarse las operaciones desarrolladas en el proceso, cada turno es de 8 hrs. y además no es necesario recurrir a más personal por los tiempos muertos en la cocción, y en la deshidratación, en donde solamente es cargado y descargado el equipo.

Estimando un salario de \$ 1,100 por cada trabajador -  
mes

el costo total directo es.

$$\begin{array}{rclcl} 6 \text{ obreros} & \times & \underline{\$ 36.66} & \times & \underline{1 \text{ día}} & = & \underline{\$ 1.666} \\ & & \text{día} & & 600 \times 0.22 \text{ kg. carne} & & \text{Kg. carne seca.} \\ & & & & \text{seca.} & & \end{array}$$

La mano de obra indirecta es la ocasionada por los -  
supervisores de turno, los cuales ganan \$ 3,000.00 mensuales, por  
lo que el costo variables con relación a los kg. de carne deshi--  
dratada es:

2 supervisores de turno X  $\frac{\$ 100}{\text{día}}$  X  $\frac{1 \text{ día}}{132 \text{ kg. carne deshidratada k --}}$  = \$ 1,515  
carne seca.

El costo total de la mano de obra es:

1.- Gasto en mano de obra directa:	<u>\$ 1,666</u>
	kg. carne seca.
2.- Gasto en mano de obra indirecta:	<u>\$ 1,515</u>
	kg. carne deshidratada
<hr/>	
Costo total de mano de obra:	<u>\$ 3,131</u>
	kg. pollo seco.

3.- Servicios.

Los servicios que intervienen en los costos son: Agua,  
luz y vapor.

a) Vapor.

En la deshidratación de un lote de 600 kg. de carne

fresca se requieren 3,394.01 lb. de vapor, y el costo del kg. de vapor es de \$ 0.02. El costo del vapor por kg. de carne seca es:

$$\begin{array}{r}
 3,394.01 \text{ lb. vapor} \times \frac{0.454 \text{ kg. vapor}}{\text{lb. vapor}} \times \frac{\$ 0.02}{1 \text{ kg. vapor}} \times \frac{1 \text{ lote}}{132 \text{ kg.}} \\
 \hline
 = \$ 0.2334 \\
 \text{carne seca} \quad \text{kg. carne seca.}
 \end{array}$$

b) Electricidad.

Los gastos variables por el uso de la corriente eléctrica son función del tiempo en que los equipos trabajen. Por lo tanto es necesario calcular el precio de electricidad consumida - por kg. de carne de pollo deshidratada para cada equipo:

1.- Cortadora.

$$\begin{array}{r}
 0.333 \text{ HP} \times \frac{0.25 \text{ Hr}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{132 \text{ kg. pollo seco}} \times \frac{0.7457 \text{ kw hr}}{1 \text{ HP}} \times \frac{\$ 0.455}{\text{kw-hr.}} \\
 \hline
 = \$ 0.0002 \\
 \text{kg. pollo seco.}
 \end{array}$$

2.- Centrífuga.

$$\begin{array}{r}
 0.5 \text{ HP} \times \frac{3 \text{ Hs}}{\text{semana}} \times \frac{\text{semana}}{6} \times \frac{1}{132 \text{ kg. pollo seco}} \times \frac{0.7457 \text{ kw-hr}}{\text{HP}} \times \frac{\$ 0.455}{\text{kw - hr}} \\
 \hline
 = \$ 0.0006 \\
 \text{kg. pollo seco.}
 \end{array}$$

## 3.- Secador.

$$3 \text{ HP} \times \frac{2 \text{ Hs}}{132 \text{ kg pollo seco}} \times \frac{0.7457 \text{ kw-hr}}{\text{hp}} \times \frac{\$ 0.455}{\text{kw - hr}} = \underline{\$ 0.015} \text{ kg. pollo seco}$$

## 4.- Refrigeración.

$$12 \text{ HP} \times \frac{24 \text{ Hs}}{6000 \text{ kg. carne seca}} \times 0.22 \times \frac{0.7457 \text{ kw - hr}}{\text{HP}} \times \frac{\$ 0.455}{\text{kw - hr.}}$$

$$= \underline{\$ 0.074} \text{ kg. pollo seco.}$$

## 5.- Alumbrado de la Planta.

$$\frac{20 \text{ watts - hr}}{\text{m}^2} \times (55 \times 20) \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ kw - hr}}{1000 \text{ watts-hr}} \times \frac{18 \text{ hs}}{600 \times 0.22 \text{ kg. pollo seco}}$$

$$\times \frac{\$ 0.455}{\text{kw - hr}} = \underline{\$ 1.364} \text{ kg. pollo seco.}$$

Se consideró un promedio de 20 watts. hr para las zonas de trabajo, que es la cifra recomendable para las industrias.

El costo total de la electricidad es:

$$\frac{(\$ 0.0002 + \$ 0.0006 + \$ 0.015 + \$ 0.074 + \$ 1.364)}{\text{kg. pollo seco}} = \underline{\$ 1.4538} \text{ kg. pollo seco}$$

c) Agua.

Los gastos variables del agua se dividen en: Los provenientes al consumo de vapor, las de uso requerido por el personal que labora en la fábrica y los necesarios en el lavado del -- equipo.

Agua en el vapor.

$$\frac{3394.01 \text{ lb. vapor}}{132 \text{ kg. pollo seco}} \times \frac{0.454 \text{ kg.}}{1 \text{ lb.}} \times \frac{0.001 \text{ m}^3 \text{ de H}_2\text{O}}{1 \text{ kg. H}_2\text{O}} \times \frac{\$ 1.00}{\text{m}^3 \text{ de agua}}$$

$$= \frac{\$ 0.011}{\text{kg. pollo seco.}}$$

Agua en los servicios generales:

Considerando un aumento de 20% sobre el consumo de -- vapor:

$$\frac{\$ 0.011}{\text{kg. pollo seco}} \times 1.20 = \frac{\$ 0.0132}{\text{kg. pollo seco.}}$$

#### 4.- Mantenimiento del equipo.

Se considera que el mantenimiento del equipo anual es un 5% de su costo total. El costo total del equipo y la maquinaria es de \$ 359,999.15 este costo es sumado más adelante.

El costo variable de producción por concepto del man-

tenimiento del equipo es:

$$\$ 359,999.15 \times \frac{0.05}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{330 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{132 \text{ kg. pollo seco}} = \frac{\$ 0.413}{\text{kg. pollo seco}}$$

5.- Servicios generales de la planta.

Este gasto se refiere a los gastos ocasionados por herramientas especiales, alquiler de grúas, aceite y lubricante para las máquinas etc. Considerando \$ 1,000 mensuales.

$$\frac{\$ 1,000}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{132 \text{ kg. pollo seco}} = \frac{\$ 0.252}{\text{kg. pollo seco.}}$$

6.- Costo en entrega y fletes.

El costo promedio considerado es de \$ 150, y es sabido que varía con la lejanía del distribuidor.

El costo promedio considerado es de \$ 150, y es sabido que varía con la lejanía del distribuidor.

$$\frac{\$ 150}{1,000 \text{ kg. pollo seco}} = \frac{\$ 0.15}{\text{kg. pollo seco.}}$$

7.- Materiales de Empaque.

Considerando que el costo del envase es de \$ 2.50 de TON.

pollo seco, el costo de envase es:

$$\frac{\$ 2.50}{1,000 \text{ kg. pollo seco}} = \frac{\$ 0.25}{\text{kg. pollo seco.}}$$

La suma total de los gastos variables de producción -  
son:

1.- Materia Prima.	<u>\$ 56.818</u> kg. carne seca.
2.- Mano de obra	<u>\$ 3.181</u> kg. pollo seco.
3.- Servicios.	
Vapor.	<u>\$ 0.233</u> kg. pollo seco.
Electricidad	<u>\$ 1.453</u> kg. pollo seco.
Agua.	<u>\$ 0.013</u> kg. pollo seco.
4.- Mantenimiento del equipo.	<u>\$ 0.413</u> kg. pollo seco.
5.- Servicios generales de la Planta.	<u>\$ 0.252</u> kg. pollo seco
6.- Costo de entrega y fletes	<u>\$ 0.150</u> kg. pollo seco.
7.- Materiales de Envase.	<u>\$ 0.250</u> <u>kg. pollo seco.</u>
Costos variables de Producción:	<u>\$ 62.763</u> kg. pollo seco.

Costos fijos de producción:

Estos gastos no están en función directa con el volumen de producción, sino que permanecen constantes, y además sirven para recuperar en un tiempo determinado el capital invertido.

Los costos fijos de producción incluyen la depreciación del equipo y la maquinaria, la amortización del inmueble, y los seguros del equipo y maquinaria, y sueldos al personal fijo.

El costo total de los equipos y la maquinaria es:

1.- Autoclave.	\$ 74,050.00
2.- Báscula (500 K).	\$ 3,500.00
3.- Báscula (130 K).	\$ 750.00
4.- Caldera.	\$ 48,800.00
5.- Centrífuga de 1/2 HP.	\$ 52,136.00
6.- Cortadora 1/3 HP.	\$ 18,900.00
7.- Cubetas de acero inox.316.	\$ 2,000.00
8.- Decantador de grasa.	\$ 3,475.00
9.- Equipo de refrigeración.	\$ 78,200.00
10.- Equipo de laboratorio.	\$ 10,000.00
11.- Mesa de deshuesado.	\$ 5,227.50
12.- <u>Secador.</u>	<u>\$ 62,960.65</u>

Costo total del Equipo y

Maquinaria. \$359,999.15

Es necesario agregarle al costo total del equipo y la

maquinaria un 10% adicional, como gasto de instalación y transporte por lo que el aumento es:

Costo total del equipo y maquinaria: \$ 359,999.15 X -  
1.1 = \$ 395,999.06.

## 2.- Costo del terreno y la Construcción.

El costo del terreno y la construcción se ha estimado tomando un promedio de costos en las zonas industriales del terreno, y como \$ 1,000 m<sup>2</sup> de superficie construida, en este valor se encuentran incluidas, la instalación de tuberías, drenajes, alumbrado, etc. y de \$ 2,000 m<sup>2</sup> para las oficinas.

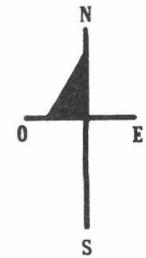
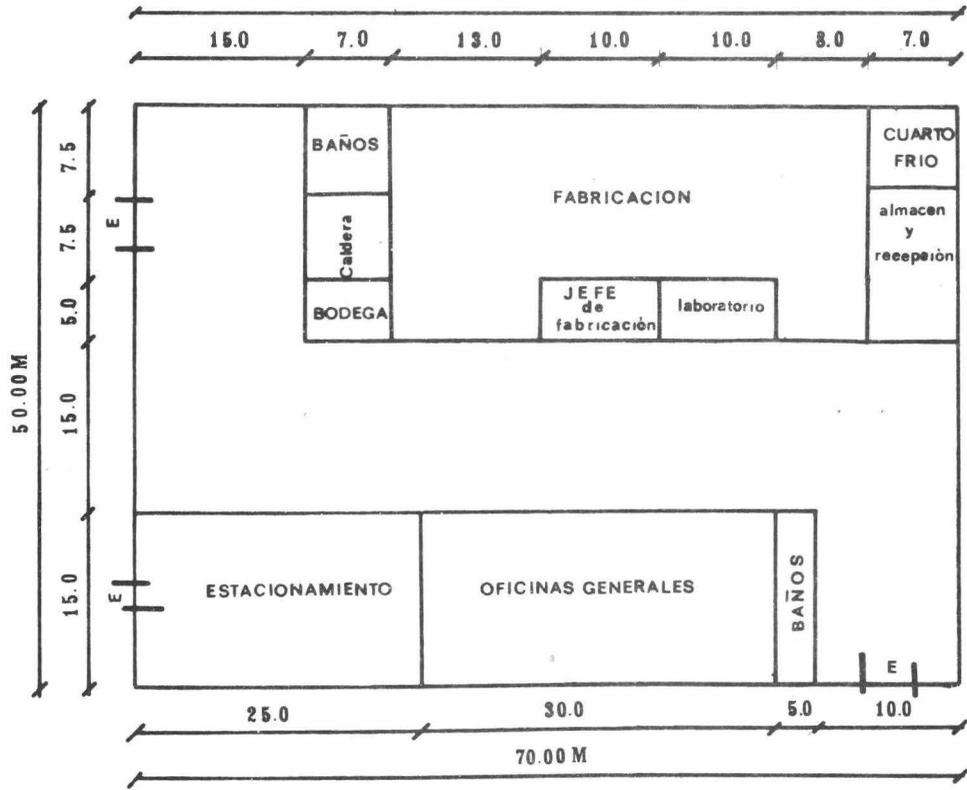
El costo del terreno para la zona industrial es de --  
\$ 5.00 m<sup>2</sup>.

La distribución de la fábrica se encuentra en el plano No. 1. El costo total del terreno es:

$$70 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times \frac{\$ 5.00}{\text{m}^2} = \$ 17,500$$

El costo total del terreno construido es:

PLANO 1 FABRICA DESHIDRATADORA DE CARNE DE POLLO  
EN LA CD. DE SAN LUIS POTOSI



- 1.- Zona de fabricación: 55 m X 20 m X  $\frac{\$ 1,000}{\text{m}^2}$  = \$ 1,000,000
- 2.- Zona de oficinas: 35 m X 15 m X  $\frac{\$ 2,000}{\text{m}^2}$  = \$ 1,050,000

El costo total de la Planta con respecto a la construcción y terreno es de:

1) Costo de terreno.	\$	17,500
2) Costo de Construcción.	<u>\$</u>	<u>2,150,000</u>
Costo total.	\$	2,167.500

3.- Costo de mobiliario y equipo en las oficinas administrativas.

Se han considerado los siguientes muebles y equipo en las oficinas administrativas.

1.- 2 Archiveros a	\$	765 c/u	\$	1,530.00
2.- 3 Escritorios Ejecutivo a	\$	2,450 c/u	\$	7,350.00
3.- 3 Escritorios Secretariales a	\$	1,866 c/u	\$	5,598.00
4.- 5 Máquinas Eléctricas de escri				
bir a	\$	10,500 c/u	\$	52,500.00
5.- 3 Sillones Ejecutivos a	\$	1,285 c/u	\$	3,855.00
6.- 3 Sillas secretarial a	\$	1,100 c/u	\$	3,300.00
7.- Varios (sacapuntas, engrapado				
ras, etc.)	\$	2,000	\$	2,000.00

Total de mobiliario y equipo en las oficinas  
administrativas. \$ 76,133.00

El total del activo fijo está formado por los siguientes costos:

1.- Costo del Equipo y maquinaria en producción:	\$ 359,999.06
2.- Costo del Equipo y mobiliario de oficinas:	\$ 76,133.00
3.- <u>Costo del terreno y la construcción:</u>	<u>\$ 2,167,500.00</u>
TOTAL DE ACTIVO FIJO:	\$ 2,603,632.00

1.- Seguro de la fábrica. Las compañías de seguros, aseguran las industrias dependiendo del riesgo en las operaciones realizadas en el proceso. En la industria alimenticia, el costo anual del seguro es el 1.5% del total del activo fijo.

1.- Costo del seguro de la planta:  $\$ 2,603,632.00 \times 0.015 = \$ 39,094.48$

2.- Amortización del Inmueble.

La amortización de la construcción es la reserva anual que se guarda para recuperar el capital invertido en el inmueble. La ley mexicana permite una amortización a 20 años. Es decir, en 20 años se recupera el capital invertido en la construcción.

El costo de la amortización anual es:

$$\frac{\$ 2,167,500.00}{20 \text{ años.}} = \frac{\$ 108,375.00}{\text{año.}}$$

### 3.- Depreciación del Equipo:

Los equipos y maquinaria tienen un tiempo de 10 años de depreciación, permitido por la ley, este costo se incluye dentro de los gastos fijos de producción:

$$\text{El valor de la depreciación anual es: } \frac{\$ 359,999.06}{10 \text{ años}} =$$

$$\$ 35,999.90$$

### 4.- Sueldos al personal técnico.

En la planta trabaja un ingeniero químico que se encarga de la supervisión técnica del proceso, así como un laboratorista que efectúa los análisis del producto.

El sueldo del ingeniero químico es de \$ 8,000 mensuales, y el del laboratorista de \$ 3,000 mensuales.

Los gastos fijos de producción de los sueldos del personal técnico son al año:

1.- Ingeniero Químico.	<u>\$ 8,000</u>	X	<u>12 meses</u>	= \$	96,000
	mes.		año		
2.- Laboratorista.	<u>\$ 3,000</u>	X	<u>12 meses</u>	= \$	<u>36,000</u>
	mes.		año		

Gasto fijo de producción del personal técnico: \$ 132,000  
año.

#### 5.- Servicios de Agua.

Considerando un consumo promedio de 6 m<sup>3</sup> mensuales - por persona, el gasto fijo de producción por el uso de agua es:

$$\frac{6 \text{ m}^3}{\text{persona-mes}} \times 10 \text{ personas} \times \frac{\$ 1}{\text{m}^3 \text{ agua}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = \frac{\$ 720}{\text{año.}}$$

Los costos fijos de producción fijos totales de producción anuales:

1.- Amortización del inmueble:	<u>\$</u>	108,375.00
	año	
2.- Depreciación del Equipo:	<u>\$</u>	35,999.90
	año	
3.- Servicios de Agua:	<u>\$</u>	720.00
	año	
4.- Seguros.	<u>\$</u>	39,094.48
	año	
5.- <u>Sueldos a personal técnico.</u>	<u>\$</u>	<u>132,000.00</u>
	año	

Total de Gastos fijos de Producción. \$ 316,189.38  
año

## GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS.

Los gastos de administración y ventas pueden actuar, también en una forma constante y variable. Es decir existe una - cierta proporción de los gastos administrativos y de los de ven--tas que varían en forma directa con el volumen de producción.

En parte de los gastos del mobiliario de las oficinas administrativa se ha considerado en el total del activo fijo.

Los gastos de administración se han dividido en el -- siguiente grupo.

Los ocasionados por los gastos de los servicios; agua, luz, teléfono, correo y t<sup>el</sup>égrafo y el sueldo del personal admi--nistrativo:

## 1.- Gastos de Personal administrativo.

Los salarios del personal que la labora en las ofici--nas administrativas se considera como un gasto fijo.

1.- Sueldo de un gerente general:	\$ 12,000	\$ 144,000
	mes	año

2.- Sueldo de dos secretarias:	\$ 3,000	\$ 72,000
	mes.	año

3.- Sueldo del gerente de compras y		
ventas.	<u>\$ 7,000</u> mes	<u>\$ 84,000</u> año
4.- Sueldo de una Secretaria		
auxiliar	<u>\$ 2,000</u> mes	<u>\$ 24,000</u> año
5.- Sueldo de un policía auxi		
liar.	<u>\$ 1,200</u> mes	<u>\$ 14,400</u> año
6.- Sueldo del personal de --		
aseó.	<u>\$ 1,200</u> mes	<u>\$ 14,400</u> año
<hr/>		
Sueldo total del personal administrati		
		vo. <u>\$352,800</u> año

2.- Gastos en Papelería y enseres.

El gasto mensual es considerado como un promedio de -  
\$ 1,000 al mes, en este gasto el 70 % es fijo y un 30 % variable.

2a) Costo fijo en papelería y enseres:  $\frac{\$ 1,000}{\text{mes}} \times 0.7 \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}}$

= \$ 8,400

2b) Costo variable de papelería y enseres:  $\frac{\$ 1,000}{\text{mes}} \times 0.3 \times - -$

$\frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = \frac{\$ 3,600}{600 \times 300 \times 0.22 \text{ kg. pollo seco.}}$

$$2b.- \text{Costo variable de papelería y enseres: } \frac{\$ 3,600}{600 \times 300} \times 0.22 \text{ kg. pollo seco} = \underline{\$ 0.090}$$

### 3.- Teléfono.

Se considera un costo promedio de  $\frac{\$ 2,000}{\text{mes}}$  por el --  
aquiler del teléfono y el 80 % de esta cifra es fija.

$$3a) \text{ Costo fijo de teléfono anual: } \frac{\$ 2,000}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times 0.8 = \underline{\$ 19,200} \text{ año}$$

$$3b) \text{ Costo variable de teléfono anual: } \frac{\$ 2,000}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times \frac{0.2}{600} \times 0.22 \text{ kg. pollo seco} = \underline{\$ 0.121}$$

### 4.- Correos y telégrafo.

Se toma en este costo que el gasto asignado al correo y telégrafo es un 70 % fijo y de \$ 250 mensuales:

$$4a) \text{ Costo fijo de telégrafo y correo: } \frac{\$ 250}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \times 0.7 = \underline{\$ 2,100} \text{ año}$$

$$4b) \text{ Costo variable de correo y telégrafo: } \frac{\$ 250}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times \frac{0.3}{600} \times 0.22 \text{ kg. pollo seco} = \underline{\$ 0.022} \text{ kg. pollo seco}$$

### 5.- Gasto en adquisición de materiales de consulta.

Asignando un gasto promedio de \$ 250 mensuales, este -  
gasto es fijo todo el año.

$$\frac{\$ 250}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = \frac{\$ 3,000}{\text{año}}$$

6.- Servicios de mantenimiento de las oficinas admi-  
nistrativas.

El mantenimiento de local de las oficinas, se ha toma-  
do como \$ 200 mensuales en este gasto se incluyen toda clase de -  
reparaciones al equipo de las oficinas, artículos para el aseo --  
etc. con un promedio de \$ 200 mensuales, el costo fijo anual a es-  
te concepto es.

$$\frac{\$ 200}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = \frac{\$ 2,400}{\text{año}}$$

6.- Agua.

El consumo por persona de agua mensual es de 3 m<sup>3</sup>. es  
menor al de la fabricación debido a que el personal obrero puede  
asearse al acabar sus labores, a comparación del personal de las-  
oficinas que no lo requieren.

El costo fijo de administración por el consumo de - -  
agua es:

$$\frac{3 \text{ m}^3}{\text{persona} \times \text{mes}} \times 7 \text{ personas} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times \frac{\$ 1.00}{\text{m}^3 \text{ de agua año}} = \frac{\$ 252.00}{\text{año}}$$

### 7.- Electricidad.

En lugares como oficinas, y locales, se recomienda una densidad de luz de 16 watt, considerando el consumo de energía por m<sup>2</sup>.

las máquinas de escribir, se aumenta el rango hasta 18 watts. El m<sup>2</sup>

tiempo de consumo es de un promedio de 9 hrs. diarias.

El costo de la electricidad en las oficinas es:

$$\frac{18 \text{ watt}}{\text{m}^2} \times (35 \text{ m} \times 15 \text{ m}) \times \frac{9 \text{ hs.}}{\text{día}} \times \frac{250 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{1}{\text{watt}} \times 153 \text{ kw.} \times \frac{\$ 0.455}{\text{kw-hr}}$$

$$= \frac{\$ 9,674.337}{\text{año}}$$

El total de los gastos fijos de administración son --  
entonces:

1.- Sueldo al personal administrativo:	<u>\$</u> 352,800
	año
2.- Gastos anuales en papelería y enseres:	<u>\$</u> 8,400
	año
3.- Gasto anual en teléfono:	<u>\$</u> 19,200
	año
4.- Gasto anual en correo y telégrafo:	<u>\$</u> 2,100
	año

5.- Gasto de materiales de consulta:	<u>\$</u> 3,000
	año
6.- Gastos servicios de mantenimiento:	<u>\$</u> 2,400
	año
7.- Gasto de consumo de agua:	<u>\$</u> 252
	año
8.- Costo de electricidad:	<u>\$</u> 9,674.437
	<u>año</u>
Costo fijo de administración:	<u>\$</u> 397,826.437
	año

Y los costos variables de administración son:

2b.- Costo variable de papelería y enseres:	<u>\$ 0.090</u>
	kg. pollo seco.
3b.- Costo variable de teléfono:	<u>\$ 0.121</u>
	kg. pollo seco.
4b.- Costo variable de correo y telégrafo:	<u>\$ 0.022</u>
	kg. pollo seco.
<hr/>	
Costos variables de administración:	<u>\$ 0.233</u>
	kg. pollo seco.

Resumiendo los costos:

1.- Costos fijos de producción:	\$/año 316,189.38
2.- Costos variables de producción:	\$/kg. pollo seco
	62,763
3.- Costos fijos de administración y ventas:	\$/año 397,826.437
4.- Costos variables de administración y ven-	
tas:	\$/kg. pollo seco -

El cuadro No. 46 presenta los datos de los gastos variables y fijos para calcular el punto de equilibrio:

TABLA No. 46

PRODUCCION EN TON. ANUALES DE CARNE POLLO DESHIDRATADA.	GASTOS VARIABLES EN PESOS		GASTOS FIJOS EN PESOS	
	PRODUCCION	ADMINISTRACION	PRODUCCION	ADMINISTRACION
0	0	0	316,189.38	397,826.437
10	627,630.0	2,330	316,189.38	397,826.437
20	1,255,260.0	4,660	316,189.38	397,826.437
30	1,882,890.0	6,990	316,189.38	297,826.437
40	2,510,520.0	9,320	316,189.38	397,826.437

De la gráfica del punto de equilibrio en la gráfica-  
No. 47 se encuentra el punto de equilibrio con una producción de  
19.25 ton. de carne de pollo deshidratado, los gastos totales en  
este punto son:

1.- Gastos de producción variables:  $\$ 62.763 \times 19250$  kg. pollo  
kg. pollo seco

seco = \$ 1,208,187.70

2.- Gastos de administración variables:  $\$ 0.233 \times 19250$  kg. pollo  
kg. pollo seco

seco = \$ 4,485.25

3.- Gastos fijos de producción:

    \$ 316,189.38

4.- Gastos variables de administración:

    \$ 397,286.437

Gastos totales en el punto de equilibrio (19.25 Ton. de pollo seco): \$ 1,926,688.60

Costo del Producto Terminado.

El costo unitario del producto es calculado por medio de la relación del costo total con la producción total, en este - costo no se encuentra ninguna ganancia en el producto, pero más - adelante se le aumento un 25% por razón de impuestos y ganancia.

El costo unitario es:  $\frac{\text{Costo total}}{\text{producción total}}$

Para una producción de 39.6 TON. anuales el costo total es de:

1.- Gasto variable de producción:  $\frac{\$ 62.763}{\text{kg. pollo seco}} \times \frac{39,600}{\text{kg.}} \text{ kg. pollo seco}$

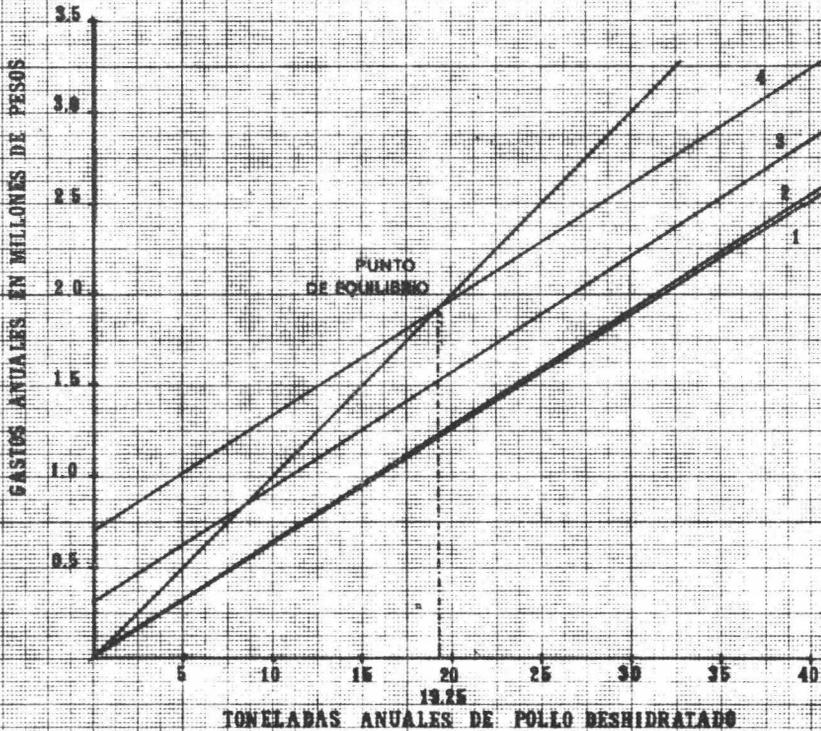
seco = \$ 2,485,414.80

2.- Gasto variable de administración:  $\frac{\$ 0.233}{\text{kg. pollo seco}} \times 39,600 \text{ kg. pollo seco}$

seco = \$ 9,226.30

TABLA 1

## LOCALIZACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



- 1.- GASTOS VARIABLES DE PRODUCCION  
 2.- " " " " " DE ADMINISTRACION  
 3.- GASTOS FIJOS DE PRODUCCION  
 4.- " " " " " ADMISTRACION

3.- Costo fijo de producción:

= \$ 316,189.38

4.- Costo fijo de administración:

= \$ 397,826.437

Por lo tanto el costo unitario es:

= \$ 3,208,657.30

Costo unitario =  $\frac{\$ 3,208,657.3}{39,600 \text{ kg. pollo seco}}$  =  $\frac{\$ 81.026}{\text{kg. de pollo deshidratado.}}$

Considerando que el gobierno absorbe un 10 a 12 % de impuestos, el precio de venta del producto es un 25% mayor que el costo del mismo.

Precio de kg. de carne de pollo deshidratado:

\$ 21.026 X 1.25 = 99.85

## V.- CONCLUSIONES.

- 1.- Por la situación nutricional del pueblo mexicano es necesario el consumo de proteínas animales, - ya que en la actualidad no se consumen los valores en las dietas recomendadas para los países - en vías de desarrollo.
- 2.- Una de las fuentes más económicas y ricas en proteínas es la carne de pollo. La que al estar -- deshidratada puede emplearse para la fabricación de sopas y cremas deshidratadas.
- 3.- La capacidad de la planta se calculó tomando en cuenta que es más conveniente la creación de --- plantas pequeñas distribuidas en los puntos de - mayor productividad avícola del País.
- 4.- Se consideró que la mejor ubicación fué la zona de San Luis Potosí por el costo bajo de alimentación y localización con respecto a los puntos de mayor demanda de la República.
- 5.- El punto de equilibrio de la planta se localiza cerca del 50 % de la producción lo cual representa una seguridad para el inversionista.

VI.- BIBLIOGRAFIA.

1.- A. S. H. E.

The Refrigerating Date Book.

American Society of Refrigerating Engineers.

New York, 1958.

2.- Binsted R. y Devey J. D.

Soup Manufacture, Canning, Dehydration and Quick Freezing.

Segunda Edición.

Food Trade Press, Ltd., Londres 1960.

3.- Catálogo de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca.

México, 1972.

4.- Charm S. R.

The Fundamentals of Food Engineering.

The A.V.I. Publishing Co. Inc.

Westport, Connecticut 1963.

5.- Comercio Exterior.

Banco Nacional de Comercio Exterior.

México Agosto de 1971.

- 6.- Grane Co. Technical Paper 410  
Flow of Fluids through Valves, fittings and Pipe.  
Chicago, Ill. 1969.
  
- 7.- Gravioto R.O., G. Massieu, J. Guzmán, J. Calvo de la Torre.  
Composición de Alimentos Mexicanos.  
Ciencia, 11, 129 (1951).
  
- 8.- El Mercado de Valores.  
Seminario de Nacional Financiera S. A.  
México, marzo 13 de 1972.
  
- 9.- Frazier W. C.  
Food Microbiology, Segunda Edición.  
Mc. Graw Hill Book Co.  
U. S. A. 1967.
  
- 10.- González Escamilla R.  
Tesis: Condiciones Sanitarias de la Carne de Pollo -  
que se expende en los Mercados de la Ciudad de México -  
co.  
UNAM, 1966.

11.- Graham H. D.

The Safety of Foods

The A.V.I. Publishing Co. Inc.

Westport, Connecticut 1968.

12.- Handbook of Refrigerating Engineering.

Vol. 1 y 2.

The A.V.I. Publishing Co. Inc.

Westport, Connecticut 1960.

13.- Instituto Nacional de Nutrición.

Publicaciones de la División de Nutrición A-5.

Valor Nutritivo de los Alimentos.

Tablas de Uso Práctico, Segunda Edición.

México, 1964.

14.- Joslyn and Heid.

Food Processing Operations.

The A.V.I. Publishing Co. Inc.

Westport, Connecticut, 1963.

15.- Jay M. James.

Modern Food Microbiology.

Van Nostrand Reinhold Co. 1970.

- 16.- Kern, D. Q.  
Process Heat Transfer.  
Mc. Graw Hill Book.  
New York 1964.
- 17.- Klein W. Alfred y Graninsky Nathan  
El Análisis Factorial  
Tercera Edición.  
Banco de México, S. A.  
México 1965.
- 18.- Lawriw R. A.  
Protein as Human Food.  
Butterworth and Co. Ltd.  
Londres, 1970.
- 19.- Levy Albert  
The Meat Handbook  
Tercera Edición.  
Elgee Meats, L. A. Calif. 1965.
- 20.- Matz A. Samuel  
Water in Foods.  
The A.V.I. Publishing Co. Inc.  
Westport, Connecticut, 1965.

- 21.- Mc. Cabe L. Warren, Smith C. Julian  
Unit Operations.  
Mc. Graw Hill, Book Co.  
Tokio 1967.
- 22.- Moutney J. George  
Poultry Products Technology.  
The A.V.I. Publishing Co. Inc.  
Westport, Connecticut, 1966.
- 23.- Peterson S. Martin, Tressler K. Donald  
Food Technology over the World  
Vol. 1 y 2  
The A.V.I. Publishing Co. Inc.  
Westport, Connecticut, 1965.
- 24.- Potter N. Norman.  
Food Science  
The A.V.I. Publishing Co. Inc.  
Westport, Connecticut, 1968.
- 25.- Perry H. John  
Chemical Engineering Handbook  
Cuarta Edición.  
Mc. Graw Hill Book Co.  
Tokio 1960.

26.- Pérez Velazco R.

Tesis: Operación, Mantenimiento, Control de Calidad y  
Cálculo de una Fábrica de Harina de Pescado en Ciudad  
del Carmen.

U.I.A. México, 1959.

27.- Rautestrauch Walter, Villers Reymond.

Economía de las Empresas Industriales.  
Fondo de Cultura Económica.  
México, 1953.

28.- Schnaible J. Philip.

Poultry: Feeds and Nutrition.  
The A. V. I. Publishing Co. Inc.  
Westport, Connecticut, 1970.

29.- S. I. C.

Datos Básicos: V Censos Nacionales Agrícola-Ganade--  
ros y Ejidal  
Dirección General de Estadística.  
México, Mayo 1973.

30.- Sierra C. Jorge.

Tesis: Anteproyecto de una Planta de Refrigeración  
de Carne.

U.N.A.M. 1945.

31.- Soler A. Juan Manuel.

Tesis: Análisis de los factores involucrados en la  
Localización de plantas en la República Mexicana.  
México, U.N.A.M. 1969.

32.- S.R.H.

Control de Calidad de agua para diversos usos.  
Dirección Gral. de Usos del Agua y Prevención de la  
Contaminación  
México, 1972.

33.- S.I.C.

Revista de Estadística.  
Dirección General de Estadística.  
México, Enero 1973.

34.- Treybal E. Robert.

Mass Transfer Operations.  
Segunda Edición.  
Mc. Graw Hill Book Co.  
Tokio, 1968.

35.- Tressler K. Donald, Van Ardsel B.S., Coppley Michael,  
Woolrich W.

The Freezing Preservation of Foods Vol I y III.

The A.V.I. Publishing Co. Inc.

Westport, Connecticut Co. Inc. 1968.

36.- Weiser H. Harry.

Practical Food Microbiology.

The A.V.I. Publishing Co. Inc.

Westport, Connecticut, 1962.