

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**MATADEROS  
RECUPERACION, REUTILIZACION Y  
TRATAMIENTO DE DESECHOS  
CASO CAMAL MODERNO**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO SANITARIO**

MIRIAN MILIANA ARISTA ALARCON  
NIEVES VERASTEGUI UGAS

LIMA - PERU

1993

*Cuanto más se adelanta  
más considerable es el extravío,  
pero, si una idea mala  
sirve para inspirar  
otras mejores, entonces,  
no se ha perdido el tiempo.*

*J.J.R*

## NUESTRA GRATITUD AL

- *"Camal Frigorífico Moderno S.A", por la absoluta confianza que depositaron en nosotras, al permitirnos el acceso a la información y brindarnos las facilidades para la ejecución de nuestra tesis.*

## RECONOCIMIENTO

*Por su colaboración en la ejecución de  
nuestra tesis a:*

- 1.- *Química Ada Barrenechea de Einstein, por su valiosa ayuda en la consecución del acceso al camal.*
- 2.- *Sr. Vicente Huamán Zegarra, por su constante colaboración en las actividades de Laboratorio UNI.*
- 3.- *Ing° Ricardo Joya Rodríguez, por la importante y persistente cooperación brindada.*
- 4.- *Ing° Alfredo Miranda, por la paciencia y el permanente apoyo en nuestras labores realizadas en el camal.*

5.- *Ing° Ricardo Rojas Vargas, por su meritoria y absoluta orientación en la elaboración de nuestro tema de tesis.*

6.- *Ing° Otto Rosasco Gerkes, por su apreciada asesoría durante el período de trabajo en nuestro proyecto de Tesis.*

7.- *Ing° Jorge Ruiz Botto, por su aprobación al permitirnos el libre acceso al laboratorio FIA.*

8.- *Ing° Jorge Tello, por su considerable apoyo en la elaboración de nuestro trabajo.*

9.- *Bach. Arturo Zapata Payco, por su confianza y ayuda mostrada.*

*Y todas aquellas personas que en algún momento nos ofrecieron su apoyo en el logro de nuestro propósito.*

# INDICE

	Page
<b>RESUMEN</b>	
I.- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVO	4
III.- ANTECEDENTES	5
IV.- INDUSTRIA DEL MATADERO	10
4.1.- DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DEL BENEFICIO DE GANADO.	13
4.2.- TIPOS DE DESECHOS	27
4.3.- PROBLEMAS AMBIENTALES	43
4.4.- PROCESOS DE TRATAMIENTOS APLICADOS.	61
4.4.- SUBPRODUCTOS ELABORADOS	79
V.- EL PROYECTO	91
6.1.- GENERALIDADES	91
6.2.- METODOLOGIA	95
- PROGRAMA DE MUESTREO	95
- AFORO	106
- ANALISIS	109

. CAMPO	
. LABORATORIO	
ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO	119
6.4.- RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LOS DESECHOS LIQUIDOS ORIGINADOS	140
6.5.- PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO	153
6.6.- DISCUSION	170
a.- RECUPERACION DE SANGRE	177
b.- RECUPERACION DE GRASA	181
6.7.- ESQUEMA DE TRATAMIENTO	196
6.8.- EVALUACION TECNICO-ECONOMICA	207
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	216
VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	225
ANEXOS	

## RELACION DE CUADROS

	Pag
1.- <i>Industria Frigorífica. Diagrama de flujo de proceso de matadero</i>	19
2.- <i>Fase del destace de ganado Vacuno.</i>	21
3.- <i>Pesos y rendimientos promedios de ovino.</i>	23
4.- <i>Pesos y rendimientos promedios de Vacuno</i>	25
5.- <i>Desechos principales producidos en operaciones de beneficio.</i>	28
6.- <i>Origen de las fuentes de residuos y contaminación.</i>	29
7.- <i>Estimación de la cantidad de estiércol eliminado diariamente por los animales vivos.</i>	38
8.- <i>Composición aproximada de las deyecciones de bovinos.</i>	39
9.- <i>Aparato digestivo de los animales vivos.</i>	40
10.- <i>Características del rúmen Vacuno</i>	41
11.- <i>Residuos sólidos varios</i>	42
12.- <i>Calificación de impactos</i>	44
13.- <i>Contaminantes gaseosos típicos y sus fuentes más características</i>	50
14.- <i>Evalación de cargas contaminantes al aire.</i>	51
15.- <i>Características de la sangre fresca de ganado</i>	57
16.- <i>Características del hervario del ganado</i>	58
17.- <i>Principales componentes de los desechos de plantas empacadoras de carne.</i>	59
18.- <i>Características de los desechos de un matadero.</i>	60



19.-	<i>Control de los contaminantes gaseosos típicos y sus fuentes más características.</i>	77
20.-	<i>Desempeño de algunos sistemas de tratamiento secundarios en la Industria de procesamiento de carne</i>	78
21.-	<i>Clasificación de envolturas naturales.</i>	81
22.-	<i>Número de muestras</i>	102
23.-	<i>Tiempo total de matanza</i>	106
24.-	<i>Análisis efectuados por punto de muestreo</i>	118
25.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Mayo, Sem (03-08)</i>	121
26.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Mayo, Sem (10-15)</i>	121
27.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Mayo, Sem (17-22)</i>	122
28.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Mayo, Sem (24-29)</i>	122
29.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Mayo, Sem (31)</i>	123
30.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Junio, Sem (01-05)</i>	124
31.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Junio, Sem (07-12)</i>	124
32.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Junio, Sem (14-19)</i>	125
33.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Junio, Sem (21-26)</i>	125
34.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Junio, Sem (28-30)</i>	126
35.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Julio, Sem (01-03)</i>	127
36.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Julio, Sem (05-10)</i>	127
37.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Julio, Sem (12-17)</i>	128

38.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Julio, Sem (19-24)</i>	128
39.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Julio, Sem (26-31)</i>	129
40.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Mayo</i>	130
41.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Junio</i>	130
42.-	<i>Estudio Cuantitativo del Beneficio Ganadero Julio</i>	131
43.-	<i>Cuantificación diaria del Beneficio Ganadero Vacuno Junio</i>	132
44.-	<i>Cuantificación diaria del Beneficio Ganadero Vacuno Julio</i>	132
45.-	<i>Cuantificación diaria del Beneficio Ganadero Porcino Junio</i>	133
46.-	<i>Cuantificación diaria del Beneficio Ganadero Porcino Julio</i>	133
47.-	<i>Cuantificación diaria del Beneficio Ganadero Ovino Junio</i>	134
48.-	<i>Cuantificación diaria del Beneficio Ganadero Ovino Julio</i>	134
49.-	<i>Promedio de matanza del ganado parcial y total diario</i>	138
50.-	<i>Caracterización de las aguas residuales Sala de beneficio Vacuno</i>	145
51.-	<i>Caracterización de las aguas residuales resultados promedio beneficio vacuno</i>	146
52.-	<i>Caracterización de las aguas residuales Sala de beneficio porcino</i>	147
53.-	<i>Caracterización de las aguas residuales resultados promedio beneficio porcino</i>	148
54.-	<i>Caracterización de las aguas residuales Sala de beneficio Ovino</i>	149
55.-	<i>Caracterización de las aguas residuales</i>	

<i>resultados promedio beneficio Ovino</i>	<i>150</i>
<i>56.- Caracterización de las aguas residuales proceso de rendido</i>	<i>151</i>
<i>57.- Caracterización de las aguas residuales Buzon final de recolección</i>	<i>152</i>
<i>58.- Resultados en la prueba de obtención de Harina de sangre</i>	<i>155</i>
<i>59.- Pruebas a escala laboratorio Sebo riñon</i>	<i>159</i>
<i>60.- Pruebas a escala laboratorio Sebo tripa</i>	<i>159</i>
<i>61.- Pruebas a escala laboratorio Sebo panza</i>	<i>160</i>
<i>62.- Pruebas a escala laboratorio Sebo total</i>	<i>160</i>
<i>63.- Cantidad promedio de sangre recolectada en algunas especies animales</i>	<i>171</i>
<i>64.- Composición de la sangre</i>	<i>172</i>
<i>65.- Composición de alimentos</i>	<i>176</i>
<i>66.- Cantidad promedio de sangre por animal del matadero en estudio</i>	<i>178</i>
<i>67.- Volúmen diario de sangre recolectada</i>	<i>179</i>
<i>68.- Contenido promedio de grasa por especie</i>	<i>182</i>
<i>69.- Peso total diario de grasa recolectado</i>	<i>183</i>
<i>70.- Costo de los equipos para la elaboración del sebo</i>	<i>186</i>
<i>71.- Volúmen diario de agua consumido</i>	<i>189</i>
<i>72.- Volúmen diario de agua consumido por animal faenado</i>	<i>190</i>
<i>73.- Volúmen ahorrado por eliminación de la sangre</i>	<i>191</i>
<i>74.- DBO total del efluente residual</i>	<i>192</i>
<i>75.- Resultados de la carga orgánica remanente</i>	<i>195</i>

## RELACION DE GRAFICOS

1.- <i>Ubicación de mataderos frigoríficos Industriales</i>	12
2.- <i>Zonas y secciones de un matadero frgorífico Industrial</i>	20
3.- <i>Operaciones básicas del beneficio de Vacuno</i>	22
4.- <i>Operaciones básicas del beneficio de Ovinos</i>	24
5.- <i>Operaciones básicas del beneficio de Porcínos</i>	26
6.- <i>Procesos que ocurren en una alcantarilla en condiciones de acumulación de sulfuros</i>	46
7.- <i>Procesos que ocurren en una alcantarilla para prevenir la acumulación de sulfuros</i>	47
8.- <i>Principales variaciones del proceso con lodos activados</i>	68
9.- <i>Control de olores</i>	74
10.- <i>Representación esquemática del conducto intestinal de un Bovino</i>	80
11.- <i>Diagrama de flujo del beneficio de vacunos</i>	96
12.- <i>Diagrama de flujo del beneficio de Ovino</i>	98
13.- <i>Diagrama de flujo del beneficio de Porcínos</i>	100
14.- <i>Promedio parcial diario de matanza vacuno</i>	135
15.- <i>Promedio parcial diario de matanza Ovino</i>	136
16.- <i>Promedio parcial diario de matanza Porcíno</i>	137
17.- <i>Promedio total diario de matanza</i>	139
18.- <i>Pruebas a escala laboratorio Sebo riñon Tiempo Vs Temperatura</i>	161
19.- <i>Pruebas a escala laboratorio Sebo riñon Peso Vs Temperatura</i>	162
20.- <i>Pruebas a escala laboratorio Sebo tripa Tiempo Vs Temperatura</i>	163

21.- Pruebas a escala laboratorio Sebo tripa Peso Vs Temperatura	164
22.- Pruebas a escala laboratorio Sebo Panza Tiempo Vs Temperatura	165
23.- Pruebas a escala laboratorio Sebo Panza Peso Vs Temperatura	166
24.- Pruebas a escala laboratorio Sebo total Tiempo Vs Temperatura	167
25.- Pruebas a escala laboratorio Sebo total Peso Vs Temperatura	168
26.- Pruebas a escala laboratorio. Comparación, Peso Vs Temperatura	169
27.- Composición general de la sangre	173
28.- Esquema de tratamiento	206

## **RESUMEN**

*En nuestro país, existen muchas Industrias cuyas aguas residuales son vertidas sin tratamiento alguno al sistema de redes de alcantarillado, causando efectos adversos al lugar de disposición final y a las redes mismas.*

*Una de las Industria, que origina desechos de alta carga orgánica es la Industria de Matadero, la cual, por las características especiales de sus desechos se procura factibilidad de recuperación y reutilización de estos por métodos viables y eficiente.*

*En primera instancia, se determinaron los desechos que producen mayor contaminación resultando ser la sangre y grasa de los animales faenados como los principales, así mismo, sus características permiten efectuar su recuperación para la elaboración de harina de sangre y sebo fundido respectivamente, redundando de esta forma en la reducción del grado de contaminación de los desechos y esencialmente en un beneficio económico para el Industrial. El posterior empleo de los productos podría ser : el primero (Harina de Sangre), alimento para consumo animal y el segundo (Sebo fundido) para la fabricación de jabones.*

*La determinación de las características físicas y químicas de los desechos, se obtuvieron mediante análisis de laboratorio, realizando mediciones de Ph, temperatura, sólidos suspendidos, grasas y DBO a dichas aguas residuales.*

*Los resultados de estos análisis, caracterizaron a aquellos desechos con gran contenido de sangre y/o grasa, con lo que aportan la mayor concentración de carga orgánica en el efluente de la Industria en estudio.*

*Pruebas efectuadas a escala Laboratorio, nos permitieron obtener los rendimientos de los procesos empleados para la obtención de los mencionados productos, que comparados con los valores brindados por la literatura de esta materia, encontramos que se hallan dentro del rango real<sup>1</sup>.*

*Mediante la cuantificación del beneficio ganadero se obtuvo el peso promedio de harina de sangre y sebo fundido que se produciría diariamente.*

*Las características del efluente resultante de la recuperación de la sangre y grasa, nos permiten realizar a este, un tratamiento sencillo, con lo cual se logra una considerable reducción de carga orgánica y a la vez estar dentro de los límites máximos de los residuos Industriales admisibles en las redes del Reglamento de Desagües Industriales.*

*Con la recuperación de la sangre y grasa se presentó una reducción del 68 % de la DBO en el efluente residual y un 16 % en el consumo de agua.*

*Dada la alta carga orgánica que posee el agua residual proveniente del Matadero, resulta sumamente costoso y enrevesado su tratamiento, por lo cual, se pretende exhortar al industrial mediante este estudio a recuperar y reutilizar sus desechos para así llegar a un bien común con la población y la industria misma.*

<sup>1</sup> *Manual de Tecnología de carnes Tellez Villena pags 489, 495.*

## **INTRODUCCION**

*La tecnología moderna y desarrollo de una ciudad genera un alto consumo de agua para cubrir sus necesidades en cada uno de sus procesos, los cuales a su vez dan origen a las aguas de desecho.*

*Es común encontrar la disposición de aguas residuales sin tratamiento previo a los cursos superficiales de agua ó alcantarillas, presentándose raras veces una calidad de desagüe industrial y doméstico tal, que no sobrecargue indebidamente la operación normal de una planta de tratamiento, no acelere la destrucción de los materiales de que están formadas las redes de colectores y a su vez que no contamine los cuerpos receptores, siendo los dos últimos los más perjudicados en nuestro medio.*

*La industrialización además de traer desarrollo en una ciudad trae consigo efectos secundarios perjudiciales; cambia significativamente las características de las aguas residuales, que además de crear los problemas antes mencionados, también pueden causar en ciertos casos el deterioro del medio ambiente que los rodea. La mayoría de estos residuos líquidos industriales son contaminantes y en su manejo se debe involucrar investigación, concientización e impacto ambiental como primordiales aspectos, entre otros más.*

*Antes de realizar cualquier proceso industrial se deben tener en cuenta los efectos que este pueda causar en el medio ambiente con el objeto de cumplir dos propósitos :*

- 1.- Preveer la deterioración de los recursos naturales, de modo que estos sean fácilmente adquiridos por las*



*futuras generaciones, favoreciendo o propiciandose un desarrollo armónico de la economía mundial.*

- 2.- Prevenir los efectos indeseables, que pueden ser social o económico alterando por completo un adecuado desarrollo de la comunidad como consecuencia del avance industrial no bien estudiado.*

*Dentro de un análisis económico de una industria generalmente no se incluyen las consideraciones ambientales porque no han existido suficientes criterios para ello. Todavía estamos en las fases iniciales de este proceso no solo por lo complicado de los criterios si no por la ausencia de datos y los modelos que pueden ser utilizados.*

*Esta es una de las razones por las cuales muchas veces tenemos que hacer juicios inexactos relacionado con los costos y beneficios de un programa de control ambiental.*

*El análisis de costo de las diferentes alternativas que sean factibles en un proceso industrial con el fin de proteger el medio ambiente debe ser cuidadosamente realizado.*

*La política actual es la de destruyamos ahora y restauremos después, política ésta, no valedera por mucho tiempo. En muchos casos la restauración de recursos llega a ser biológicamente imposible o como pasa en nuestro medio económicamente difícil a realizar.*

*El manejo de los desechos provenientes de una industria es una de las consideraciones más importantes. Debe haber gran énfasis en el tipo de materia prima que van a ser utilizadas y a la asimilación final de los desechos por el ecosistema.*

*El tratamiento de desechos no es una solución aislada, tomando una decisión con criterio ambientalista incluye los subproductos y desechos que se produzcan y las posibilidades de asimilarlos y realizarlos.*

*Como el agua y el aire son considerados parte de un proceso industrial, debe pensarse en la pureza de éstos una vez que hallan sido utilizados. La decisión para utilizar un proceso en vez de otro debe depender de los subproductos, desechos, el mismo producto, posibilidades de reuso.*

*Este trabajo de investigación trata específicamente en el tratamiento de los residuos generados por el Matadero Nacional para transformarlos en productos útiles que signifiquen para el industrial no sólo la solución al problema de disposición del desecho si no también obtener a través de su tratamiento un subproducto capaz de generar utilidad económica.*

*Así pues, este trabajo trata en principio, de disminuir la contaminación generada por los desechos que se disponen actualmente a las alcantarillas en el camal, dando no sólo el tratamiento de estos residuos líquidos, si no, realizando la recuperación de los desechos con mayores características contaminantes, incrementando de esta manera, los ingresos ya obtenidos, además de dar una adecuada disposición de las aguas residuales antes de su vertido al sistema de redes.*

## **II.- OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Seleccionar el esquema de tratamiento de aguas residuales del matadero "moderno" de modo que el efluente cumpla con el reglamento de descargas industriales de SEDAPAL y pueda ser dispuesto al sistema público de alcantarillado.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Caracterizar la calidad de las aguas residuales en función a la cantidad y tipo de animal beneficiado.

Identificar la segregación de manera tal que la carga orgánica no sea elevada.

Evaluar la posibilidad de recuperación de subproductos útiles.

Identificar los procesos de tratamiento convenientes para la calidad de agua residual en estudio, seleccionando el adecuado en función al costo y beneficio de la industria.

### **III.- ANTECEDENTES**

*Existen numerosas propuestas de alternativas de solución planteadas para aminorar la contaminación ambiental causada por la industria de carne, a lo largo de las últimas décadas. Seguidamente se presenta los avances acontecidos del tema en mención en diferentes lugares del mundo.*

*La recuperación y reutilización de los productos contaminantes valiosos es un aspecto importante a considerar antes de seleccionar el tratamiento conveniente; dichas experiencias tratan de contrarrestar los efectos adversos de los residuos generados por dichas industrias.*

*las experiencias acontecidas en América se dan con mayor énfasis en Argentina y Brasil, donde se aplica mucho la recuperación de los desechos servibles, tecnologías de reducción, tratamientos adecuados, etc.*

#### **ARGENTINA**

*Se realiza la recuperación de los desechos de mayor contaminación para la elaboración de subproductos, los cuales disminuyen la carga orgánica de las aguas residuales haciéndolas más fáciles de tratar y reduciendo sus costos .*

*En dicho trabajo se estudia la digestión anaeróbica, como un posible tratamiento pues como se verá, en la planta de tratamiento este proceso es fundamental, conociendo los factores intervinientes para lograr un mejor funcionamiento del sistema.*

A la vez utiliza un sedimentador secundario como un digestor anaeróbico a escala piloto regulando el caudal de alimentación de forma tal que el tiempo de retención sea el mismo que en el tanque séptico del sistema de tratamiento.

De la misma manera se realizaron ensayos a escala piloto sobre fermentación anaeróbica y la ingerencia de este proceso en el sistema de tratamiento.

### **URUGUAY**

El tratamiento se llevó a cabo por medio de barros activados de los líquidos residuales provenientes de un matadero de vacunos. Esta planta recibe líquidos residuales de la faena de vacunos, corrales y lavadero de camiones. Los líquidos residuales llegan a la planta en forma unificada sin la correspondiente segregación. Dichos desagües ingresan al pozo de bombeo previo pasaje por una reja de limpieza mecánica para ser luego elevados a 2 zarandas vibratorias ubicadas sobre una tolva, donde es separado el estiércol.

El líquido proveniente de la zaranda es desangrado mediante un sistema de flotación presurizada que además, elimina gran parte del estiércol fino que no fue retenido en el tratamiento anterior. Luego de haber pasado por estos tratamientos físicos, la materia orgánica es degradada mediante un sistema de barros activados compuesto por una cámara de aireación y un sedimentador.

Finalmente, el tratamiento se completa con el agregado de solución desinfectante en una cámara destinada a tal fin. Todo estos procesos preceden a una recuperación y reutilización de los desechos antes de elegir el

*tratamiento adecuado.*

### **COLOMBIA**

*Analiza la posibilidad del tratamiento de los residuos de un matadero mediante un sistema de flujo ascendente con manto de lodo UASB.*

*Se estudia la biodegradabilidad anaeróbica de las diferentes fracciones del agua, en experimentos discontinuos (batch). Durante el tratamiento, una parte mayoritaria de las proteínas es degradada y la fracción grasa es degradada parcialmente. El inóculo utilizado fue lodo granular, aproximadamente la mitad de DQO fue convertida en CH<sub>4</sub>. La mitad de sólidos suspendidos (aproximadamente el 25 % de la DQO total del afluente) fue arrastrada fuera del reactor acompañado del efluente. También se probó con otro inóculo procedente de lodo municipal, lográndose una mayor eliminación de DQO total debido a una mayor acumulación de sólidos suspendidos en el lecho de lodo.*

### **MEXICO**

*Utiliza métodos de separación física de sólidos suspendidos. Realizando una separación entre un tratamiento conjunto con sistemas municipales o individual, teniendo en ambos casos diferentes formas de solución apropiada.*

*Hace el uso de las zanjas de oxidación para el tratamiento de residuos ganaderos. En este tratamiento la principal ventaja es el control del olor, pero la desventaja es su alto costo operacional. Este tipo de tratamiento es usado únicamente en desechos con alta*

*tecnología de recuperación debido a la reducción de carga contaminante que se obtiene.*

**BRASIL**

*La aplicación de un filtro anaerobio en el tratamiento de los efluentes de un matadero es muy satisfactorio. En Sao Pablo se aplicó a escala piloto, encontrándose remociones de DBO mayores del 80%, para lograr estas metas se aplicaron tiempos de retención más cortos a los habituales.*

*Con este tipo de tratamiento se produce pequeñas cantidades de lodo con remociones equivalentes o mayores a 2 meses. Este método es recomendable en casos que se lleva a cabo la recuperación de desechos en lo máximo posible y como tratamiento secundario; luego de unidades de sedimentación y remoción de grasas.*

**ALEMANIA**

*Para el tratamiento de aguas residuales de mataderos y procesadores industriales, el proceso de flotación, con sus numerosas variantes de procedimiento, se utiliza el proceso de flotación por reducción de tensión y, ocasionalmente, la flotación mecánica. Las sustancias flotantes que se utilizan aquí relacionadas con el contenido de sólidos se caracterizan por contenidos relativamente altos de proteínas y grasas. Su contenido de sólidos es de 7-15 %.*

*Existe la posibilidad de utilizar las sustancias flotantes como alimento animal, después de pasteurizarlas.*

*El grado de eficacia de una instalación de flotación*

*ser puede aumentar si se adicionan agentes floculantes en el caso de que las sustancias emulsionadas o disueltas en forma coloidal presentes en las aguas residuales (p.e. grasa o proteína emulsionada) se pueden flocular.*

### **NUEVA ZELANDIA**

*La industria de carne contiene grandes cantidades de productos de recuperación y útiles que al ser dispuestos en las aguas sin tratar producen graves problemas de contaminación. En Nueva Zelanda se lleva la filosofía de recuperación de recursos, siendo este el principal tema de las tecnologías apropiadas para el manejo de los desechos industriales.*

*Luego de llevado a cabo un tratamiento primario de los efluentes líquidos se utiliza el método de irrigación, reconocido como el más apropiado tratamiento de los desechos líquidos en la industria de carne en Nueva Zelanda.*

*Es un sistema de costo efectivo en localidades rurales de la industria de carne de Nueva Zelanda con extensas áreas de tierras disponibles; dado que estos efluentes son ricos en nitrógeno, potasio y fósforo, tienen un valor fertilizante muy significativo.*

*La aplicación de estos efluentes esta restringida a la irrigación de pastos y para no contaminar la tierra las tasas de carga de nutrientes no deben sobrepasar a las requeridas por la vegetación.*



#### **IV.- INDUSTRIA DEL MATADERO**

*La Industria del Matadero es el conjunto de operaciones mecánicas, físicas y químicas que tienen por finalidad transformar eficientemente animales sanos en carnes y productos cárneos comestibles de calidad, de modo que satisfagan exigencias y preferencias del consumidor.*

*Podemos pues clasificarla como una industria de proceso con la particularidad de predominar las operaciones que llamaríamos de desarme de las materias primas en partes distintas acompañadas en mayor o menor grado por reducciones de tamaño, por lo tanto se trata principalmente de trabajar con materia orgánica que va a servir de alimento a seres vivos.*

*Esta industria está asociada a una alta carga de materia orgánica, su agresividad se presenta en términos de la población equivalente que provocaría daños de gran magnitud. En general usa grandes cantidades de aguas requeridas para lavar los animales, quitarles la piel, limpieza de equipos de procesos, etc. Debido al contacto directo del agua con los materiales crudos durante los variados procesos, cantidades significantes de material orgánico e inorgánico en forma soluble, coloidal o particulado es descargado en las aguas residuales.*

*Todos los procesos que tienen que ver con la producción de carne contribuyen a la formación de desechos, excepto las actividades de recuperación de materiales, las cuales son utilizadas para producir subproductos y reducir la carga contaminante.*

*Los mataderos y las procesadoras de carne se pueden dividir*

en los siguientes grupos; Mataderos grandes (comunales y privados), Destazadoras, Procesadoras Industriales. Ver gráfico 1.

### **Población Pecuaria**

La explotación pecuaria de abasto en nuestro país, está basada en la crianza de las siguientes especies animales : bovinos, caprinos, ovinos y porcinos.

La población ganadera, se encuentra mayormente concentrada en la región de la Sierra, en altitudes sobre los 2800 m.s.n.m. mayormente en la zona sur, destacando como uno de los departamentos más ricos en ganadería, Cajamarca.

En una misma especie, existen diferentes tipos de calidad de animales, ya que su alimentación no es uniforme. El ganado viajero es criado en los pastizales de la serranía, donde la calidad nutricional de estos resulta muy baja, por el uso del sobrepastoreo, en forma extensiva. Los de engorde intensivo; es la forma más rápida de incrementar la producción de carnes, especialmente en el caso de bovinos, y ovinos.

Es una tecnología sencilla, en la cual se confinan animales en corrales adecuados y se les somete a una alimentación balanceada en principios nutritivos que satisfagan sus requerimientos en especial de proteínas y de carbohidratos (energéticos), por lapsos de 80 a 90 días.

Como los centros ganaderos del país se encuentran en más del 80 % en la sierra, en diversas poblaciones de esta región se tienen lugares de acopio de animales, teniendo como objetivo, la concentración de animales para luego ser llevados a los centros de engorde intensivo, en la costa, o directamente a mataderos.

GRAFICO Nº 1



*Así pues, dependiendo de la procedencia de los animales, influenciado igualmente por el cruce del ganado criollo o serrano con razas puras, también varían las características del animal; resultando en el momento de su beneficio, un rendimiento variado de este, tanto en la producción de carne, calidad de órganos, como en sus desechos, etc.*

#### **4.1 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DEL BENEFICIO DE GANADO**

##### **I.- ZONA DE CORRALES**

*Constituida por toda el área destinada a los corrales. El beneficio de vacunos principia con el encierro el cual es considerado como la primera fase dentro del beneficio. El encierro es la recepción de los animales aptos para su beneficio.*

*En este encierro los animales deben permanecer como mínimo 12 horas, siendo lo ideal 24 horas. En esta fase el animal sólo recibe agua, eliminándose por completo toda clase de alimentos sólidos lo que repercute posteriormente en un excelente beneficio del animal, por estar bien hidratado y haber recuperado parte de la merma de viaje. Para visualizar mejor todo el proceso, ver cuadro N° 1.*

##### **II.- ZONA DE BENEFICIO**

**A. SALA DE MATANZA :** *En realidad; es en este lugar donde se realiza el beneficio de los animales.*

**1.- Sección de aturdimiento**

Lugar donde por medio de una operación mecánica, se hace que el animal pierda el conocimiento. Este procedimiento produce en el animal una insensibilización en su organismo para facilitar las fases posteriores del beneficio. Este aturdimiento debe ser hecho en la forma más rápida posible para que el animal sufra lo menos posible.

**2.- Primera suspensión**

Es el trabajo en el cual el animal después de haber sido aturdido, es subido al primer sistema de rielaría, para lo cual se emplea una cadena con unos ganchos especiales para permitir el amarre de las patas posteriores del animal y a su vez ser izado a una altura recomendable para que el siguiente operario pueda permitir el desangramiento del animal, por corte de la yugular.

**2.- Sangría**

Es la evacuación de la sangre del animal, producida por un corte en la región pectoral inferior, rompiéndose los grandes vasos y logrando una buena sangría.

Para efectuar esta acción se eleva el miembro anterior y con cuchillo se corta la parte pectoral anterior, introduciendo y bajando el cuchillo, con estos movimientos se produce el corte de los grandes vasos y, por consiguiente, la sangría del animal.

**III.- SECCION DE ACABADO**

En esta zona se efectúa una serie de operaciones que vienen a continuación de la sangría.

### **1.- Degüello**

*En esta fase de la matanza se realiza el seccionamiento ó corte de la cabeza, la extracción de las orejas, lengua y cuernos, empleando para ello los implementos recomendables para el caso.*

*El degüello es realizado en la sección sangría, la cual ofrece las condiciones necesarias para que la sangre del animal pueda ser evacuada rápidamente por un sistema de canales los cuales confluyen a los colectores de desagüe.*

### **2.- Descenso**

*Después del degüello el animal es transportado por el primer sistema de rielería hacia una segunda fase en la cual se van a realizar las siguientes operaciones del beneficio.*

*Para realizar el descenso es necesario ir balanceando al animal a medida que va bajando, para que así se acomode sobre el banco de desuello y permanezca en una posición de cúbito dorsal, de tal manera que permita a los operarios realizar las siguientes fases.*

### **3.- Primera etapa de desuello**

*El animal permanece sobre el banco de desuello ofreciendo al operario su parte del esternón y ventral, en este momento se cortan las patas y las glándulas sexuales. Seguidamente se realiza un corte longitudinal en la parte ventral separando el cuero del cuerpo (pubis, pecho), el corte se realiza para que por allí se introduzcan los cuchillos desolladores.*

*Se rompen también los huesos del pubis y del pecho para*

facilitar los trabajos siguientes, la ruptura de estos huesos se realiza empleando una sierra de mano o también una pequeña sierra eléctrica.

#### **4.- Segunda suspensión**

En esta fase el animal es levantado de banco de desuello y puesto en el segundo sistema de rielería, el animal al ser izado va directamente a una parte del segundo sistema de rielería en donde es colgado de los gorraces en roldanas nuevamente.

#### **5.- Segunda etapa de desuello**

En esta etapa se termina el desuello el cual es hecho jalando el cuello con un mano y con la otra mano el operario, empleando el cuchillo, va separando el cuero de la parte muscular del animal con la que finaliza el desuello.

#### **6.- Primer lavado**

Este se realiza con una manguera y con agua fría a presión; es solo un lavado externo para eliminar los residuos de sangre y los residuos que puedan haber quedado en el animal, esto se realiza para evitar una posible contaminación de la carne, ya que la sangre es de fácil descomposición.

#### **7.- Evisceración**

Es la etapa en la cual se extrae al animal todas las vísceras, esto se hace mediante un corte ventral de la capa muscular que sostiene las vísceras abdominales, este corte debe ser bien hecho para evitar cortar las vísceras y vacear el excremento en las carnes; el corte es efectuado con un cuchillo. En esta operación se sitúa el carro eviscerador al pie de la

carcasa, para recibir en el las vísceras, se hace lo mismo con las vísceras torácicas.

#### **8.- Segundo lavado**

Es una limpieza total externa o interna del animal para eliminar en lo posible todos los residuos que puedan haber quedado después de realizada la evisceración; esto se realiza empleando una manguera y abundante agua fría a presión.

#### **9.- Corte longitudinal**

Mediante un corte longitudinal de la carcasa por la línea dorsal, con una sierra eléctrica, se corta en dos piezas, procurando en lo posible que sean lo más exactas una de otra. Esto se realiza para facilitar el manejo, la conservación y comercialización de las carnes.

#### **10.- Lavado de las piezas**

Al emplear la sierra eléctrica para separar la carcasa en dos piezas o canales, se produce un "aserrín de hueso" el cual queda pegado a los músculos, es por esto que debe realizarse un lavado completo de las piezas empleando para ello agua a presión y rociando en toda su área a cada pieza para eliminar, todo el aserrín así como cualquier otro residuo que puede haber quedado de los lavados anteriores.

Se extrae la grasa de riñonada y bacinete.

#### **11.- Secado y control de peso**

Después de lavada, canal por canal es secada, empleando para ello un pedazo de tela o si se puede con un pedazo de



esponja; siendo viable esta última por ser más práctico e higiénico. En esta misma operación se realiza el control de peso de cada canal por separado.

Se efectúa también el sellado de la carne mediante el cual se pone en forma longitudinal y en la parte externa de la pieza, la respectiva clasificación de la carne, con el sello rodillo. En el sellado también se pone la fecha de beneficio, peso y número de la pieza.

El número de la pieza se coloca en la pierna anterior, el sello de la fecha va colocado sobre el número de la pieza y el peso del canal o carcasa se coloca en la parte interior, sobre el diafragma.

## 12.- Oreo

Se realiza en una sala que este un poco alejada de la sala de beneficio, el oreo es la acción por la cual las carcasas permanecen suspendidas en un sistema especial de rieles por un número determinado de horas, para lograr su enfriamiento y pasen de allí a las cámaras de refrigeración y sean vendidas para su posterior comercialización.

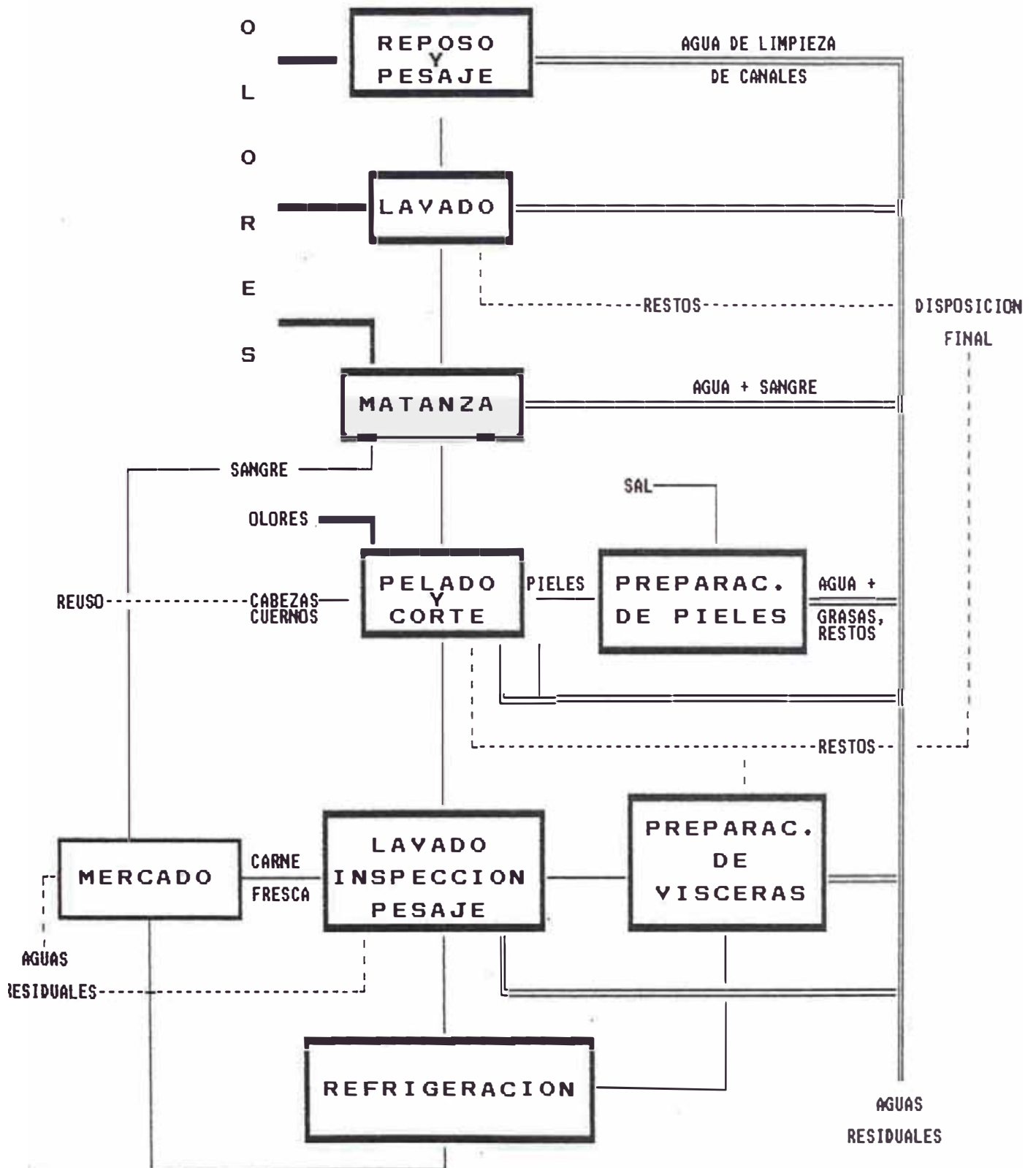
El beneficio del ganado Vacuno y Ovino es como se describió anteriormente, sin embargo el ganado suíno tiene un variación.

El suíno después del aturdimiento (normalmente producido por un choque eléctrico) es izado por un riel continuo, que lo conduce en forma aérea. De aquí es conducido al "área de sangría" la cual es efectuada por un punzón directamente en el corazón del animal. Una vez desangrados los cerdos se escaldan en una caldera o por medio de una ducha (túnel de escaldado) es un procedimiento continuo. Después, el pelo y las cerdas removidos se sacan por

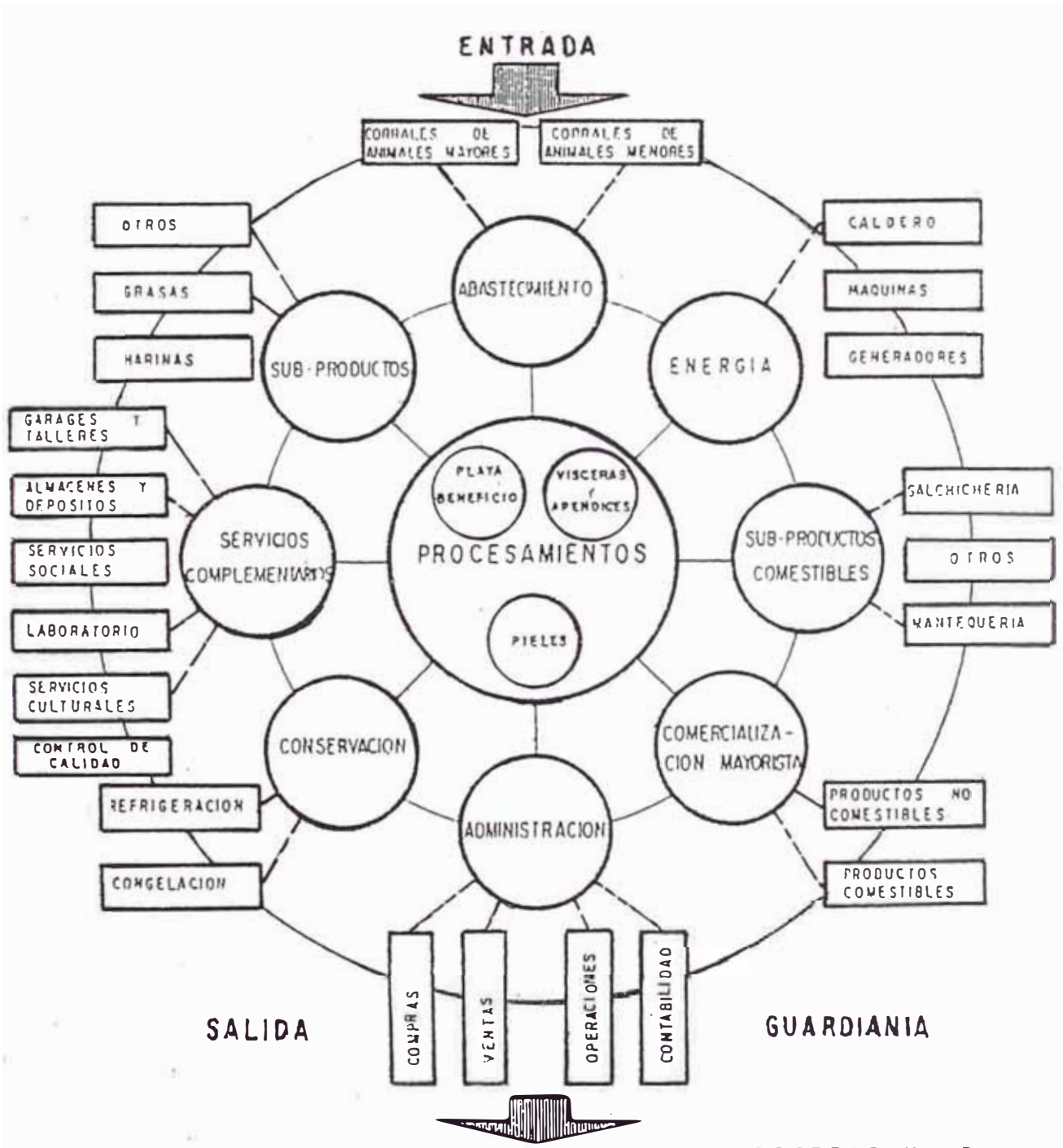
# CUADRO N° 1

## INDUSTRIA FRIGORIFICA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MATADEROS



## ZONAS Y SECCIONES DE UN MATADERO FRIGORIFICO INDUSTRIAL



vía mecánica y en un paso posterior, en forma manual.

De aquí en adelante, se sigue el mismo proceso ya descrito para bovinos.

## CUADRO Nº 2

## FASES DEL DESTACE DE GANADO

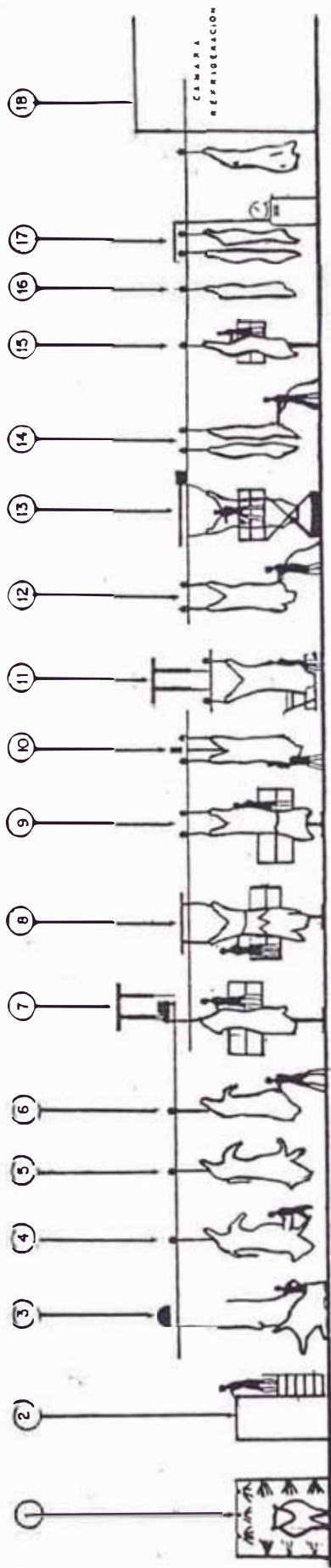
## VACUNO

FASE DE LA MATANZA	↓ OPERARIOS	POSICION	TIEMPO REQUERIDO	%
INSENSIBILIZACION	1	DE PIE	10 "	1.10
SANGRIA	1	COLGADO	3'30"	24.27
CORTES DE CUERO	1	COLGADO	1'30"	10.40
INICIAZION DE LAVADO	1	COLGADO	1'	6.94
TERMINACION DE LAVADO	1	ACOSTADO	30"	3,47
INICIAZION DEL DESUELLO, CORTE DE MIEMBROS, APERTURA DEL ESTERNON, TORAX Y ABDOMEN	3	ACOSTADO	3'30"	24.27
FINALIZACION DEL DESUELLO Y EVISCERACION ABDOMINAL Y TORAXICA	2	COLGADO	3'	20.80
DIVISION DE LA RES EN DOS MITADES	1	COLGADO	45"	5.25
PESAJE	1	COLGADO	30"	3.50
			<hr/> 14'25"	

Fuente: José Tellez V. Manual de Tecn. de carnes

# GRAFICO N° 3

## OPERACIONES BASICAS EN EL BENEFICIO DE BOVINOS



- 1.- BARRA DEL ANIMAL VIVO
- 2.- ATURDIMIENTO
- 3.- SUSPENSION
- 4.- SANORIA
- 5.- CORTE DE OREJAS Y CUERNOS
- 6.- DESUELLO Y CORTE DE PATAS DELANTERAS

- 7.- DESUELLO INICIAL, CORTE PATAS POSTERIORES
- 8.- DESUELLO INTERMEDIO Y CORTE DE COLA
- 9.- DESUELLO FINAL, EXTRACCION DE PIEL
- 10.- PRE-EVISCERACION
- 11.- EVISCERACION
- 12.- LAVADO DE CARCASA

- 13.- CORTE LONGITUDINAL DE LA CARCASA
- 14.- LAVADO DE LAS MEDIAS CARCASAS O PIEZAS
- 15.- DESBRASADO Y SELLADO
- 16.- INSPECCION
- 17.- PESO DE CADA PIEZA
- 18.- FRIGORIFICO

## CUADRO Nº 3

## PESOS Y RENDIMIENTO PROMEDIO DE OVINOS

PESO VIVO	KILOS	
CORDEROS DE 1 AÑO	37.00	100.00

RESULTADOS DEL BENEFICIO :

CARCASA	17.00	45.94
VISCERAS	4.05	10.94
SANGRE	1.40	3.78
APENDICES	2.80	7.57
PIEL	3.20	8.65
GRASA VISCERAL	0.70	1.90
BASOFIA	6.75	18.24
OTROS	1.10	2.97

PESO DE VISCERAS

CORAZON	0.25	6.40
PULMONES	0.60	14.81
HIGADO	0.70	17.28
BAZO	0.09	2.22
VESICULA	0.01	0.29
ESTOMAGOS	1.30	32.09
INTESTINOS	1.10	27.16

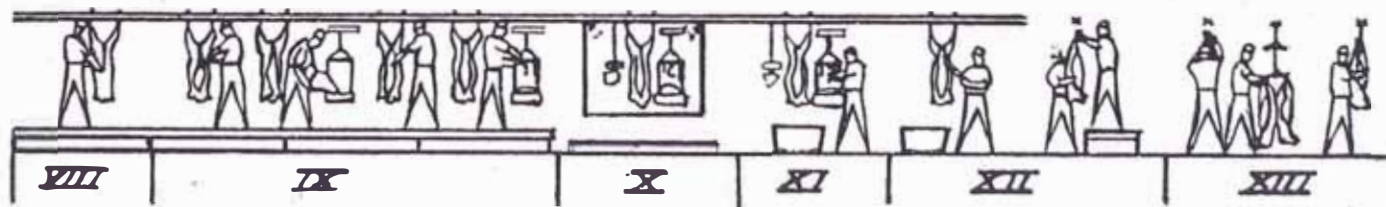
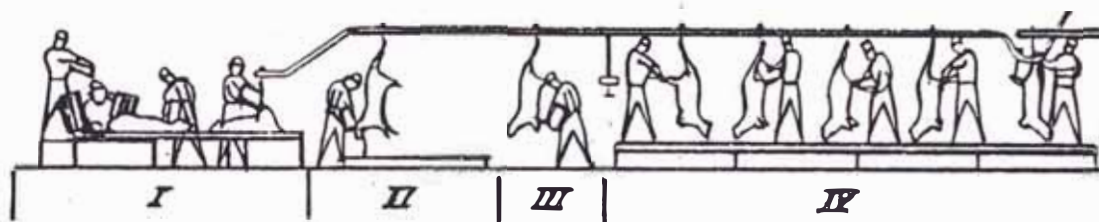
PESO DE APENDICES

PATAS	0.80	28.57
CABEZA CON LENGUA	2.00	71.43

Fuente: José Tellez V. Manual de Tecnología de carnes.

## Operaciones básicas en el beneficio de ovinos

- I Anestesiado y fijación de la res a la eslinga.
- II sangrado.
- III. Corte de manos.
- IV Desuelle, corte primera pata y transferencia.
- V Desuelle, corte segunda pata y corte entrepiernas.
- VI Despellejado, mediante transportador auxiliar en hamaca.
- VII Corte cabeza.
- VIII Corte abdominal.
- IX Evisceración abdominal y torácica.
- X Ducha.
- XI Inspección sanitaria.
- XII Preparación patas traseras para cuelgue.
- XIII Transferencia.



CUADRO N<sup>o</sup> 4

## PESOS Y RENDIMIENTOS PHDOS DE VACUNOS

PESO	PESO CARCASA	VISCERAS MENUENCIAS	PESO TOTAL	PROMEDIO	%
404	228	CABEZA	183	14.07	3.58
371	201	COLA	20	1.53	0.39
413	233	CORAZON	22	1.69	0.43
405	238	HIGADO	66	5.07	1.29
405	232	PULMON	68	5.23	1.33
444	237	TRIPAS	127	9.76	2.48
363	209	ESTOMAGO	98	7.53	1.91
406	219	GRASAS	50	3.84	0.97
385	203	PATAS	62	4.76	1.21
350	193	LENGUA	13	1.0	0.25
370	201	SESOS	13	1.0	0.25
400	209	BAZOS	13	1.0	0.25
5108	2827	TOTAL	TOTAL		14.34
		CUEROS	380	29.23	7.43

## RESUMEN DE RENDIMIENTOS

CARCASA	55.34
MENUENCIA	14.34
CUERO	7.43
VARIOS	22.89

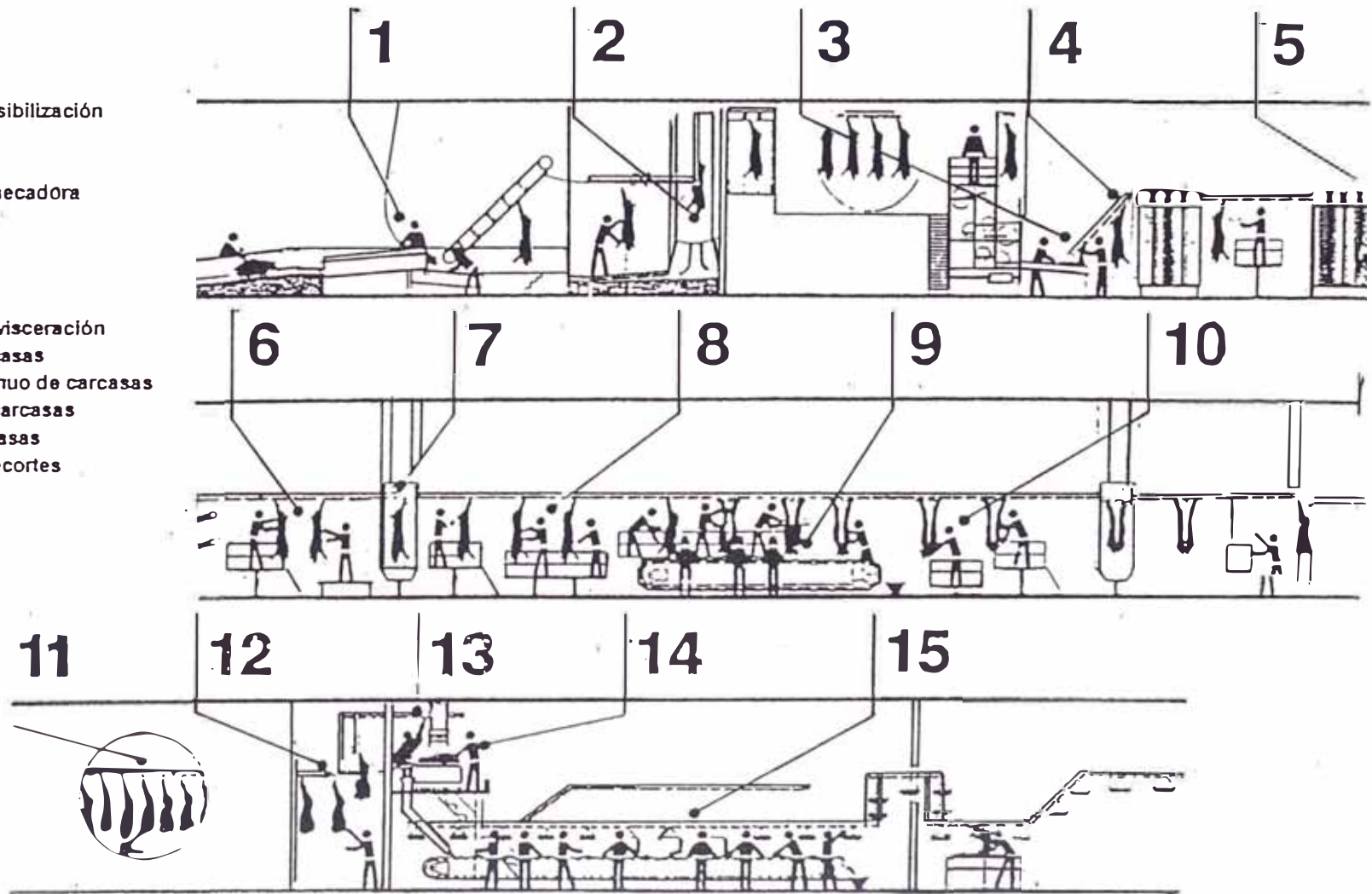
Fuente : José Tellez V, Manual de Tecnología de carnes.



GRAFICO N° 5

## Operaciones básicas en el beneficio de porcinos

- 1 Conjunto de insensibilización
- 2 Túnel de sangría
- 3 Depiladora
- 4 Máquina pulidora secadora
- 5 Máquina pulidora
- 6 Acabado final
- 7 Ducha
- 8 Evisceración
- 9 Mesa rodante de evisceración
- 10 Inspección de carcasas
- 11 Enfriamiento continuo de carcasas
- 12 Transportador de carcasas
- 13 Recepción de carcasas
- 14 Mesa rodante de recortes
- 15 Sala de recortes



#### **4.2.- TIPOS DE DESECHOS**

*Todos los procesos que tienen que ver con la producción de carne contribuyen a la carga de desechos, excepto las actividades de recuperación de materiales, las cuales son utilizadas para producir subproductos y reducir la carga contaminante. Se debe hacer énfasis en el tipo y asimilación final de los desechos por el ecosistema.*

*Es importante destacar que, en ocasiones, resulta más práctico reutilizar los desechos como método de manejo, que verterlos al ambiente; ésta es una manera de hacer una mejor utilización de los recursos. Los sistemas de manejo y tratamiento de los desechos deben tomar ventaja de las características de esos desechos especialmente del contenido de microorganismos, sólidos, etc.*

*La disposición final de los desechos en cuerpos de agua, contribuyen apreciablemente, a aumentar las concentraciones de nutrientes que fertilizan las aguas, y de materia orgánica que demandan oxígeno para la oxidación. De esta manera, se degrada la calidad de las aguas receptoras y resultan no aptas para usos benéficos y en ocasiones se producen efectos drásticos sobre los ecosistemas acuáticos especialmente sobre las especies de valor comercial ; los peces, los cambios en las concentraciones de oxígeno disuelto, nutrientes y temperatura en el medio acuático natural. Estas alteraciones favorecen el crecimiento de unas especies a costa de otras de menor valor, el resultado es un cambio en los ecosistemas acuáticos.*

*Por lo general en la Industria del Matadero se dan una diversidad de desechos, ver cuadro N° 5 en los cuales el*

tratamiento de estos no es una solución aislada; los productos son aptos para reuso o asimilación. Casi todas las operaciones, desde la salida de los corrales de descanso, son fuentes de desechos y aguas de lavado. El animal circula por brete, pasadizos, etc., donde deja caer orinas, estiércol y restos intestinales de diferente naturaleza, de acuerdo con las especies faenadas, ya sea de alimentación herbívora u omnívora en el primer caso materia de origen celulósico en diferente estado de descomposición, y en el segundo heces de diversa naturaleza de acuerdo a la alimentación.

Todos estos desechos son altamente putrescibles, se vuelven sépticos rápidamente, tienen una alta Demanda de Oxígeno y olor desagradable.

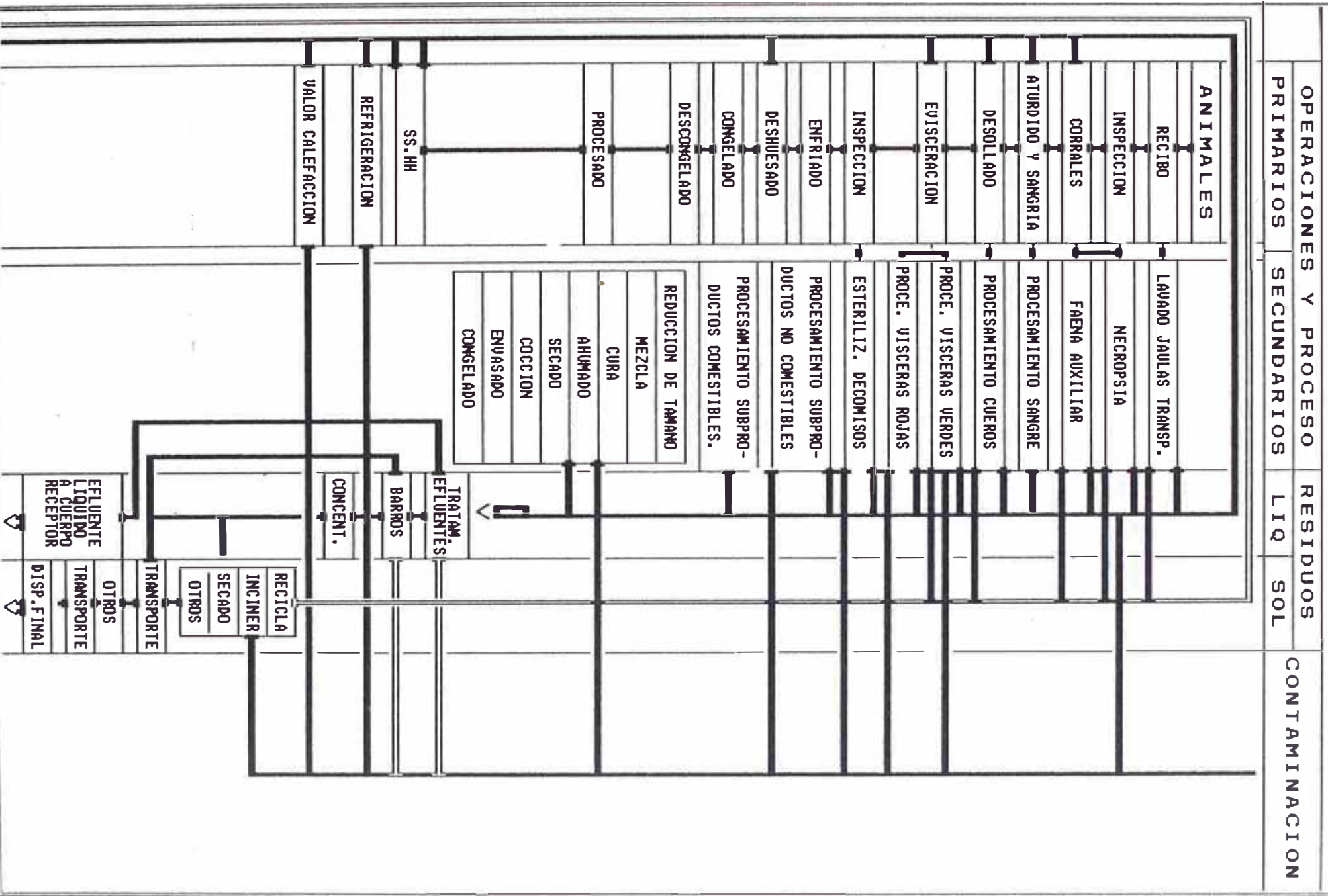
#### CUADRO Nº 5

#### DESECHOS PRINCIPALES PRODUCIDOS EN OPERACIONES DE BENEFICIO

FUENTE	DESECHO
Corrales	Estiércol
Cuarto de matanza	Sangre
Remoción de pelo	Pelo y suciedades
Remoción interior	Estiércol de las barrigas y licor.
Derretimiento	Material de unión
Limpieza de la res abierta	carne, grasa, sangre, estiércol.
Subproducto	Grasa, asaduras.

Fuente : Andres Incer A., Tecnología disponible para el tratamiento de las aguas de las principales Ind. costarricenses.

### ORIGEN DE LAS FUENTES DE RESIDUOS Y CONTAMINACION



*En dicha Industria se dan los siguientes desechos :*

### **LIQUIDOS**

*Los residuos líquidos en este tipo de Industria son variados, una de las características de éste es su contenido de sangre proveniente del beneficio de los animales o de restos de la misma que quedan en la carcasa, en las vísceras ó en el cuero, y que luego son arrastrados en las respectivas operaciones de limpieza. La sangre descargada en el desagüe contribuye con una fuerte carga orgánica líquida muy concentrada que gravita decididamente sobre las características del efluente final, que se diluye en el mismo, dándole su coloración roja característica y luego no puede separarse si no, por medio de tratamientos costosos. Así mismo, es sabido que tiene un alto contenido protéico, lo que determina que en algunos países desarrollados se le utilice inclusive para alimento humano, con los consiguientes controles higiénicos y de identificación con el animal faenado. Una vez efectuada la matanza sigue el pelado por medios mecánicos en agua caliente durante 4 ó 6 minutos a una temperatura de aproximadamente 60°C en el caso de cerdos. Como resultado, se obtiene agua caliente que contiene cerdas, pelos, y algunas veces, pequeñas cantidades de grasa. En las operaciones subsiguientes, se producen desechos sólidos que son luego arrastrados por las aguas de limpieza.*

*De la misma manera, los animales antes de ser beneficiados son bañados para retirarles del cuerpo el polvo y las excretas. Los vertidos líquidos provenientes de los corrales donde se encierran los animales antes de su beneficio, cuya cantidad depende de acuerdo a la frecuencia*

de lavado resultan de abrevaderos, de la limpieza y de desechos de los animales. Si los corrales no se encuentran cubiertos la precipitación pluvial también contribuye a la carga de desecho llevando los desechos hacia el sistema de alcantarillado.

Las operaciones de matanza se centran en la zona donde se realiza el sacrificio del ganado; la limpieza de las salas de beneficio se realiza con agua a alta presión, siendo conveniente primero recolectar los desperdicios en seco y después realizar la limpieza con agua. Las aguas residuales que se producen en este lugar tienen un color rojizo resultado de los restos de las operaciones de sangrado, lavado de carcasa y productos rojos, y lavado de cuero.

Las vísceras se limpian en la sección de procesamiento respectiva. De allí resultan gran cantidad de desechos, aguas de limpieza contaminadas con residuos de excrementos (estiércol), sustancias mucosas y detergentes, las cuales se conocen con el nombre de desagües verdes.

El procesamiento del sebo, producto de la fundición de sustancias con contenido graso de origen animal y restos de sangre, transportados en forma semifluida y elaborados en procesos simples y malolientes; originan desagües de elevada concentración orgánica que son caracterizados por su enorme contenido de grasas y temperatura elevada.

También se descargan conjuntamente, los desagües cloacales del personal ocupado en el establecimiento industrial, purgas de calderas (con gran contenido salino en el agua) y de circuitos de enfriamiento, descargas de los frigoríficos. Así mismo, en las operaciones de

*limpieza se emplean detergentes que aparecerán en diferente concentración en los desagües.*

### **SOLIDOS**

*Los residuos sólidos más importantes son :*

*Estiércol de los corrales; se define al producto combinado de las deyecciones principalmente sólidas, eliminadas por los animales a sacrificar durante su transporte y espera previa a su sacrificio.*

*Sus características son variables según la especie de los animales, alimentación, etc. El volumen diario esperado de este residuo depende del ayuno previo de los animales a su llegada al establecimiento de faena así como del tiempo de permanencia o descanso de los mismos en corrales. Por lo general, este último es de 24 a 72 horas para los vacunos, de 12 hasta 24 horas para los ovinos y entre 6 y 12 horas para los equinos.*

*Pelos; resultantes en la faena de suinos durante las operaciones de depilado. Son de fácil separación (tamizado, por ejemplo), por lo que no entrañan mayores dificultades de manejo. Constituyen un subproducto con valor comercial y de colocación fluida por lo que en términos generales no representan mayor problema desde el punto de vista de su disposición final fuera de los establecimientos de faena.*

*En el proceso de pelado del ganado porcino también se obtiene una cantidad significativa de pelos que luego se convierten en desperdicios.*

*Sólidos provenientes del procesamiento de vísceras; se*

define como el alimento parcialmente digerido, contenido en el estómago de los rumiantes. Estos constituyen una fuente de carga contaminante de significación .

Constituye un material que causa múltiples inconvenientes ya que no se degrada biológicamente en las plantas de tratamiento. Tiende a sedimentar el material en suspensión y endurecerse, así como provocar tupimientos en bombas, bocas de descarga de tolvas, etc. Además, el rúmen contribuye aproximadamente con el 20% de la carga total de DBO. El 60 - 85 % de su DBO es soluble en agua. Por ello es recomendable en lo posible, un procedimiento de vaciado primario en seco de los estómagos. Este sistema requiere aplicar al rumen técnicas de transporte similares a las utilizadas para el manejo de los materiales separados en zarandas.

El procedimiento más común consiste en el vaciado húmedo por el que el contenido de los estómagos es vehiculizado con agua y el efluente en algunos casos se somete a separación posterior de sólidos en suspensión mediante zaranda.

La faena de vacunos da origen al mayor volumen relativo unitario de esta materia. En el cuadro N° 7, se calcula que la contribución en volumen de rumen es 70 lbs por vacuno sacrificado. Es decir por cada 100 vacunos faenados, se prevé la separación de alrededor de 7 m<sup>3</sup> de contenido rumial. Ver cuadros N° 8 y 9

**Barro : proveniente del procesamiento de intestinos;** es la mezcla de la capa mucosa muscular y jugos del intestino acompañados de una cantidad variable de agua.



Posee una atracción muy variada de insectos, en particular moscas. Constituye una suspensión fácilmente putrescible de manejo dificultoso en sección subproductos pero muy recomendable para la elaboración de heparina por ejemplo, con la que se recupera un material con valor comercial altamente contaminante.

Restos varios : se incluyen aquí, distintos tipos de materiales putrescibles y no putrescibles . Los primeros, constituyen material atractivo a moscas, roedores, etc, por lo que si no se disponen adecuadamente pueden dar lugar a inconvenientes graves, constituyendo un foco de deterioro sanitario. Ver cuadro 11.

Como residuos varios se tienen :

Materiales de envasamiento defectuosos, dañados, etc. (envases de cartón, laminas, bolsas plásticas, restos de flejes, arpillera, etc. Estos no se canalizan por las líneas naturales de procesamiento de residuos y conviene manipularlos por separado.

- \* Sólidos retirados por la limpieza de las canalizaciones de efluentes, cribas separadoras para la retención primaria de sólidos, etc.

Esta limpieza que debe ser de una frecuencia diaria, permite recuperar materiales que en función de su contaminación "verde" pueden ser incorporados o no a las líneas de procesamiento de subproductos no comestibles. Esta acción de limpieza frecuente mejora también el efluente porque evita su contaminación con la materia orgánica que de permanecer en contacto por más tiempo entra en putrefacción y en consecuencia provocan en la DBO de

aquel. La recuperación es factible siempre que sean retirados frescos.

- \* Desechos de cantinas, vestuarios, etc, incluyen restos de alimentos verdes, papeles, materiales afines. Muchos de los problemas asociados con la recolección y almacenamiento de estos tipos de residuos sólidos pueden reducirse y/o superarse en una proporción significativa mediante un adecuado ordenamiento y disciplina en el trabajo.

Barros separados del efluente en el tratamiento; puede considerarse un subproducto del tratamiento de los efluentes líquidos. Consiste en separar las impurezas en suspensión y solubles de un líquido. Este material separado consiste en sustancia orgánica e inorgánica en forma de barro que contiene mucha agua. La disposición de las mismas constituye un problema serio del tratamiento de efluentes.

Los barros en general son de manejo difícil y costoso dando su consistencia, putrescibilidad y baja concentración .

En general, los barros de los tratamientos primarios y secundarios son biológicamente activos y entra en putrefacción que puede conducir a olores apreciables.

### **GASEOSOS**

Se define como la existencia de sustancias en el aire resultante directa o indirecta de la actividad diaria de la industria en concentraciones tal que pueden afectar la salud, seguridad y bienestar de una comunidad incluyendo

*sus propiedades.*

*En general las fuentes potenciales de olores en los establecimientos industrializadores de carnes tienen un origen común. En efecto, los materiales que se obtienen y procesan en las distintas etapas de elaboración son muy putrescibles por lo que deben procesarse lo más rápidamente posible. De lo contrario se descomponen con extremada facilidad dando origen entre los diversos productos de degradación a compuestos de olores ofensivos.*

*No obstante algunas unidades de procesamiento constituyen fuentes de potenciales más frecuentes debido a que la coexistencia de distintos factores tales como temperatura, estado de agregación de los materiales en proceso, etc., facilitan el desarrollo de las reacciones de descomposición recién mencionadas.*

*Como ejemplo se dan :*

***Procesamiento de los materiales no comestibles para la obtención del sebo y harinas principalmente, para hacer uso más eficiente del equipo de procesamiento de subproductos no comestibles, se requiere a menudo mantener los materiales a procesar almacenados durante ciertos períodos antes de someterlos a cocción.***

*En los meses de temperatura elevada a menos que estos se enfríen o calienten suficientemente para inactivar enzimas u otros agentes responsables del desdoblamiento de grasas, etc., este almacenamiento prolongado aumenta el contenido en compuestos volátiles de fuerte olor agresivo que contaminan la atmósfera particularmente cuando se volatilizan al iniciarse el proceso de cocción.*

*En el caso de la harina, no existen problemas graves con material particulado, ya que es muy simple controlar la generación de polvos durante las operaciones de molienda y envasado de harinas.*

- *procesamiento de intestinos, en caso de operar con equipos modernos para la limpieza y desarrado de intestinos, no se tendrá problemas de mal olor, sin embargo en instalaciones donde se utilice el proceso de fermentación, dando esta lugar a olores muy ofensivos y penetrantes.*
  
- *Perdidas de amoniaco en los sistemas de refrigeración, que operan con este refrigerante. Tienen su origen por lo general en imperfecciones de operación (roturas) y/o diseño (presiones elevadas de condensación por entrada de aire en el sistema, superficie de condensadores insuficiente, etc.), imperfecciones del mantenimiento, etc.*
  
- *Proceso de ahumado de pezuñas y cabezas, se realiza aplicando un soplete con el cual se elimina los pelos de la cabeza y pezuñas de los animales por incineración. Al realizar dicha operación se produce gran cantidad de humo negro y denso, dando lugar a serios problemas de contaminación atmosférica.*

## CUADRO Nº 7

## HECES O ESTIERCOL

**ESTIMACION DE LA CANTIDAD  
ELIMINADA DIARIAMENTE POR LOS  
ANIMALES VIVOS**

ESPECIE	HECES PESO ESTIMADO		
	SOLIDO (b)	LIQUIDO (a)	TOTAL (a)
VACUNO	50	20	70
EQUINO	40	10	50
OVINO	22	11	33
SUINO	48	34	82

*Expresada en KTMV*

(b) Equivalen aproximadamente a ;

Vacuno 22.26 Kg/día (animal adulto)  
Equino 15.23 Kg/día (idem)  
Ovino 1.30 Kg/día  
Suino 0.5-5 kg/día

Fuente : A. Aguirre, Fisiología de los animales domésticos.

## CUADRO N° 8

## HECES O ESTIERCOL

COMPOSICION APROXIMADA DE LAS  
DEYECCIONES DE BOVINOS

DESCRIPCION	CANTIDAD (%)
HUMEDAD	87.0
MATERIA ORGANICA	9.1
CENIZAS	3.0
FOSFORO ( $P_2O_3$ )	0.2
CALCIO ( $CaO$ )	0.4
NITROGENO	0.3

Fuente : Ing. Agr. A. Aguirre, Tierras y fertilizantes.

**CUADRO Nº 9**  
**APARATO DIGESTIVO DE LOS**  
**ANIMALES VIVOS**

**CAPACIDAD RELATIVA DE LAS**  
**DIFERENTES PARTES DEL MISMO**

<i>ANIMAL</i>	<i>PARTE</i>	<i>CAPACIDAD RELATIVA %</i>	<i>CAPACIDAD ABSOLUTA PROMEDIO (lt)</i>
<i>VACUNO</i>	<i>Estómago</i>	<i>70.8</i>	<i>356.4</i>
	<i>Intestino</i>	<i>18.5</i>	
	<i>Ciego</i>	<i>2.8</i>	
	<i>Intestino grueso y recto</i>	<i>7.9</i>	
<i>EQUINO</i>	<i>Estómago</i>	<i>8.5</i>	<i>211.3</i>
	<i>Intestino</i>	<i>30.2</i>	
	<i>Ciego</i>	<i>15.9</i>	
	<i>Intestino grueso y recto</i>	<i>45.4</i>	
<i>OVINO</i>	<i>Estómago</i>	<i>66.9</i>	<i>44.2</i>
	<i>Intestino</i>	<i>20.4</i>	
	<i>Ciego</i>	<i>2.3</i>	
	<i>Intestino grueso y recto</i>	<i>10.36</i>	
<i>SUINO</i>	<i>Estómago</i>	<i>29.2</i>	<i>27.5</i>
	<i>Intestino</i>	<i>33.5</i>	
	<i>Ciego</i>	<i>5.6</i>	
	<i>Intestino grueso y recto</i>	<i>31.7</i>	

*Fuente : H.H. Duker - Fisiología de los animales domésticas.*

## CUADRO Nº 10

## CARACTERISTICAS DEL RUMEN VACUNO

COMPOSICION RUMEN DESHIDRATADO  
(BASE SECA)

CONCEPTO	USA %	URUGUAY %
Proteína	13.6	7.0
Grasa	3.3	3.9
Fibra cruda	28.1	59.0
Hidratos de carbono	43.8	—
Cenizas	7.7	13.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.6	—
Ca	0.6	1.9

Poder calorífico (base seca) 4000 Kcal/Kg

Composición rumen fresco

Humedad (natural) 86.5 %

Humedad (sólidos separados en zaranda) 90.1 %

Densidad aparente (sólidos separados en zaranda) 0.85 %

Aporte de contenido de panza (4 estómagos vacunos) 78 a 166

KTMV (valor medio 130 KTMV).

Nota : Valor muy variable influyendo significativamente el tiempo de ayuno previo a la faena.

Fuente : J. Witherow. Paunch handling and processing techniques



CUADRO N<sup>o</sup> 11

## RESIDUOS SOLIDOS VARIOS

**CLASIFICACION DE LOS MISMOS EN  
FUNCION DE SU COMPOSICION  
HUMEDAD APROXIMADA**

TIPO	DENOMINACION	COMPOSICION	CONTENIDO HUM. %
0	TRASH	Papeles, cartones, maderas	10
1	RUBBISH	Similares al anterior pero más húmedos	25
2	REFUSE	Mezcla de los anteriores	50
3	GARBAGE	Restos de animales y vegetales.	70
4	RESTOS ORIGINAL	Restos materiales animales incluso patológicos y cadáveres.	85

Fuente : Incinerator Standards, Incinerator Institute USA.

#### **4.3.- PROBLEMAS AMBIENTALES**

*Las aguas residuales de la Industria cárnica o Mataderos dan lugar a muchos problemas de contaminación de aguas, dados por la naturaleza de sus características. Se encuentra en los mismos materia orgánica en diferente estado de descomposición, que depende del tipo de animales que se beneficie; en el caso de bovinos y ovinos aparecerá materia celulósica en diferente estado, y también especialmente si se trata de una industria desarrollada, desagües con elevado contenido de grasas, con concentración muy diferente a la habitual en desagües cloacales.*

*Los desechos de la Industria Cárnica son similares a las aguas domésticas en lo referente a su composición y efectos en los cuerpos receptores de agua. Sin embargo el contenido total orgánico de estos desechos es considerablemente mayor, que las aguas negras domésticas.*

*En ausencia de una dilución adecuada el efecto contaminante principal de los desechos de esta Industria son :*

- 1.- Disminución del oxígeno disuelto de los cuerpos receptores.*
- 2.- Depósitos de lodos.*
- 3.- Problemas de olor al agua receptora.*
- 4.- Condiciones de molestias generales.*

*En los diferentes procesos se generan algunos efluentes y residuos, cuya disposición irresponsable puede influir negativamente en el ambiente, ver cuadros N° 12. Estos efluentes son :*

CALIFICACION DE IMPACTOS

FUENTE: FUNDACION NATURA

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	DURACION	AREA DE INFLUENCIA	INTENSIDAD	TIPO DE EFECTO
DETERIORO DEL AIRE	PROCESOS DE PRODUCCION Y UTILIZACION DE TRANSPORTE	CONTAMINACION DEL AIRE POR PRESENCIA DE MALOS OLORES, AUMENTO DE TRAFICO VEHICULAR, CENIZAS HUMO.	PERMANENTE	LOCAL	BAJA	DIRECTO
CONTAMINACION DEL AGUA	TRANSFORMACION DEL SUELO PROCESOS DE PRODUCCION DESECHOS	AFECTA A SISTEMAS DE ALCANTARILLAS EN ZONAS POBLADAS LOS EFLUENTES CONTIENEN DESECHOS ORGANICOS RESTOS QUE NO PUEDEN SER RECUPERADOS PARA SU APROVECHAMIENTO.	PERMANENTE	LOCAL	MODERADA	DIRECTO
CONTAMINACION DEL SUELO	PROCESOS DE PRODUCCION DESECHOS	UNA BUENA PARTE DE LOS DESECHOS ES RECUPERABLE PARA OTROS USOS COMO POSICION FINAL EN SUELO COMO ABONO, O EN RELLENOS SANITARIOS.	PERMANENTE	LOCAL	BAJA	DIRECTO
ALTERACIONES EN FLORA Y FAUNA	TRANSFORMACION DEL SUELO	EL SUELO SE ENRIQUECE CON LOS NUTRIENTES SOLIDOS Y LA FLORA PROLIFERA.	PERMANENTE	LOCAL	BAJA	DIRECTO
	PROCESOS DE PRODUCCION DESECHOS	ELIMINACION DE SUSTANCIAS CONTAMINANTES EN AGUAS RESIDUALES. ALGUNAS ESPECIES PUEDEN SER FAVORECIDAS POR LA EXISTENCIA DE ALIMENTO PROTEICO.	PERMANENTE	LOCAL	BAJA	DIRECTO
MAL APROVECHAMIENTO DEL SUELO	TRANSFORMACION DEL SUELO DESECHOS	FALTA DE APROVECHAMIENTO DEL ABONO ORGANICO PARA MEJORAR EL SUELO.	PERMANENTE	LOCAL	BAJA	DIRECTO
CONTAMINACION DE CUERPOS HIDRICOS	PROCESOS DE DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS	LOS DESECHOS ORGANICOS AGOITAN LA RESERVA DE OXIGENO DEL AGUA Y SE PRODUCE LA MUERTE O CONTAMINACION DE LA FAUNA ACUATICA.	PERMANENTE	LOCAL	BAJA	DIRECTO

**Contaminación del agua**

Los desechos de esta industria tienen un contenido generalmente alto en materia orgánica biodegradable que requiere de oxígeno para su oxidación biológica, disminuyendo así la concentración del mismo en el agua del cuerpo receptor, que puede llegar incluso a anularse. Esto genera entonces en el agua procesos anaeróbicos que cambian su condición, creando problemas de producción de olores, desaparición de peces, creación de ambientes insalubres, anulación de actividades deportivas y recreativas, etc.

La descarga de la sangre al alcantarillado no es deseable que sea una operación continua debido a la fuerza del material que se descarga. Igualmente las descargas de los contenidos de las barrigas en el drenaje de la planta también provocan un incremento substancial en la carga orgánica y de sólidos, que al sedimentar disminuyen el diámetro efectivo de las tuberías.

El agua residual se encuentra también a una elevada temperatura y contiene pedazos de carne, sangre, grasa, estiércol y vísceras, que trae como consecuencia continuos atoros en los colectores públicos, poniendo en peligro la salud de la población. Existe un posible contenido de microorganismos patógenos, debido a las descargas conjuntas de los desagües del personal, riesgo que también aparecerá en el desagüe de la industria dependiendo lógicamente del estado sanitario de los animales sacrificados. Pueden presentarse problemas de enfermedades muchas de ellas transmisibles por la vía del agua y capaces de afectar al mismo hombre o de transmitir la enfermedad a otros animales.

A todo esto por supuesto, cabe resaltar existe una inspección veterinaria de los animales tanto antes y después de

GRAFICO Nº 6

PROCESOS QUE OCURREN EN UNA ALCANTARILLA EN CONDICIONES DE ACUMULACION DE SULFUROS

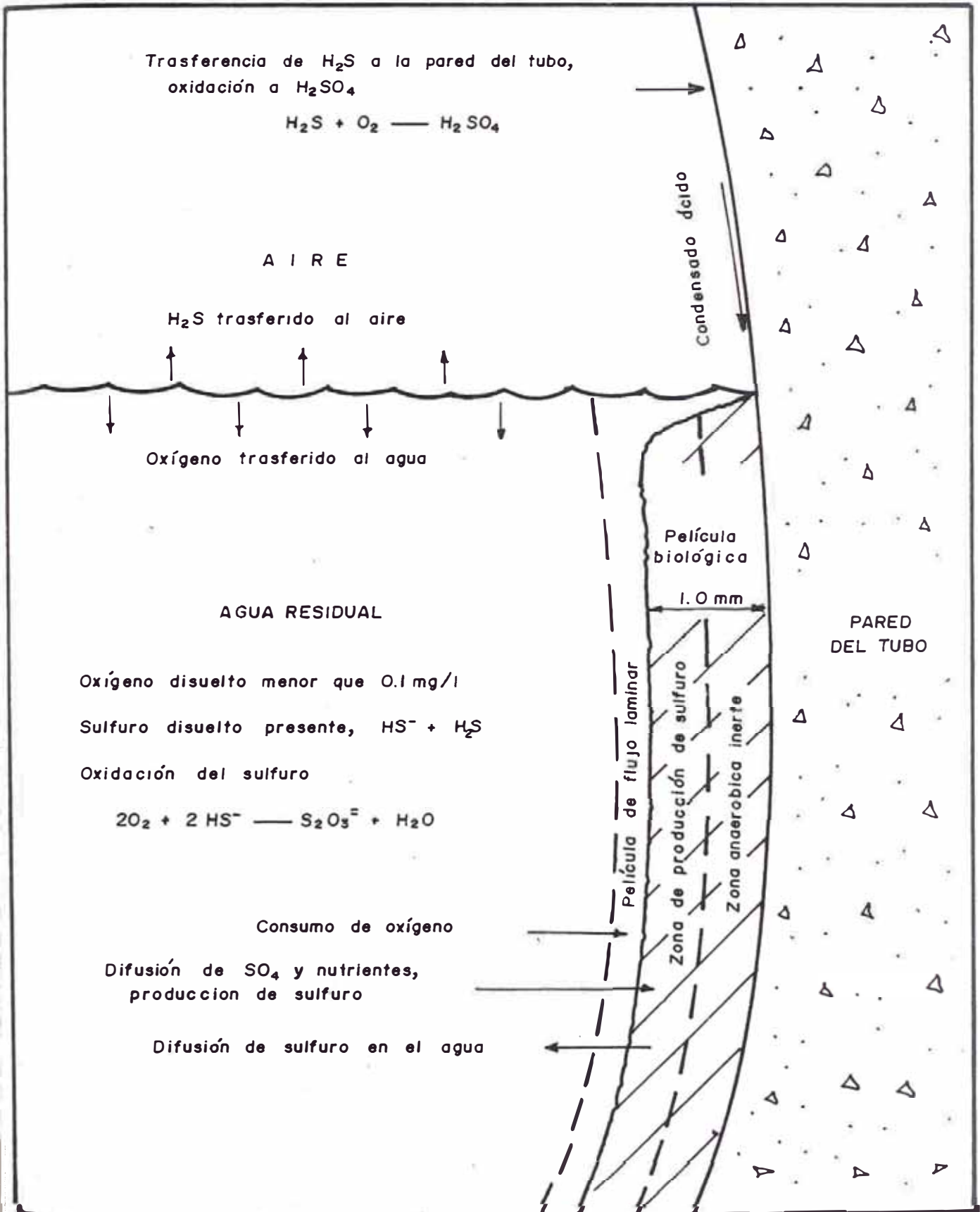
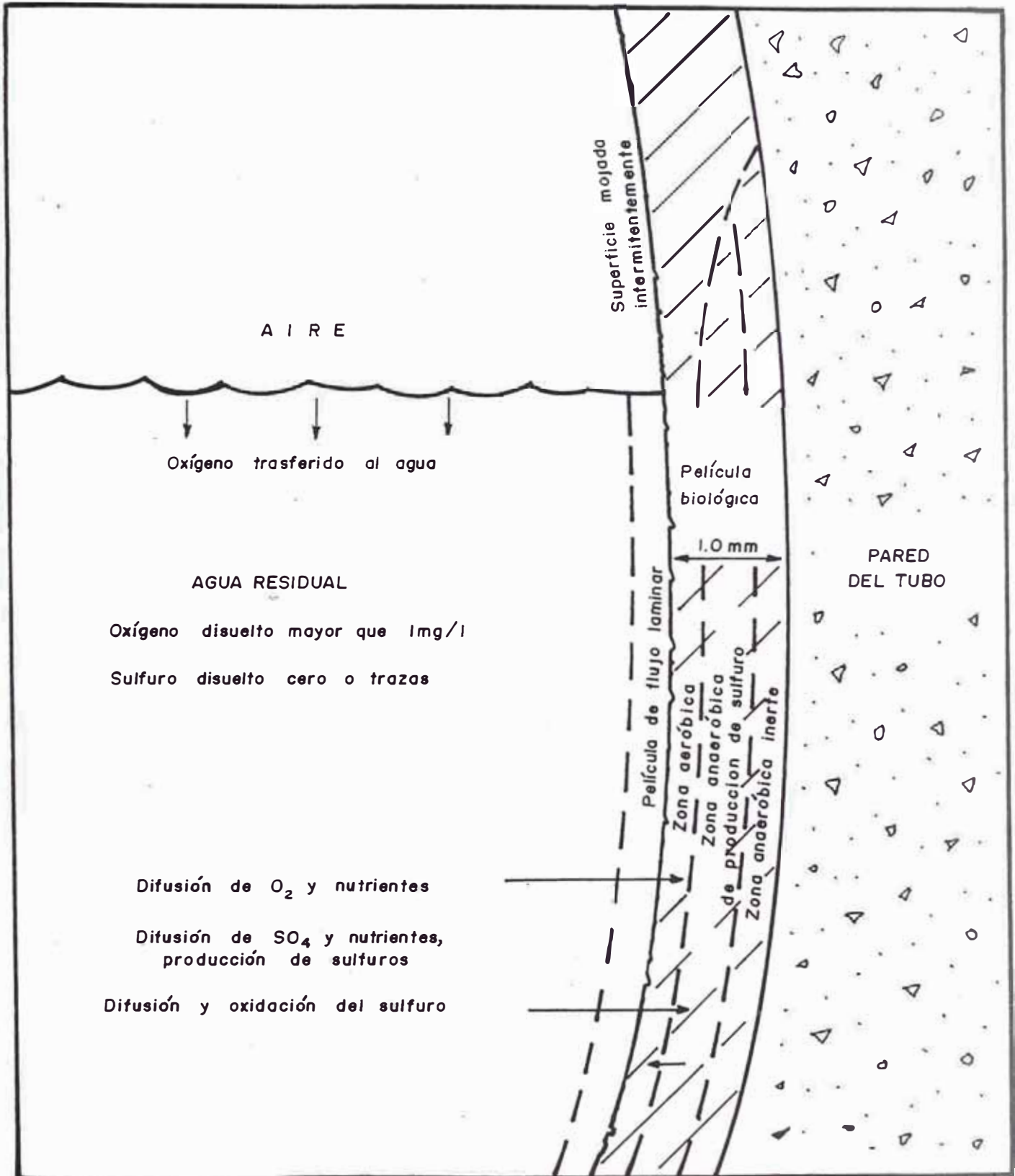


GRAFICO Nº 7

PROCESOS QUE OCURREN EN UNA ALCANTARILLA CON SUFICIENTE OXIGENO PARA PREVENIR LA ACUMULACION DE SULFUROS



*ser faenados, decomisando los animales u órganos que al ser examinados hayan sido objetados por su condición sanitaria.*

*De igual manera estas descargas pueden producir enfermedades a través de los usos de aguas abajo de las contaminadas, tales como captaciones de agua potable, usos de agua con fines agropecuarios, abastecimiento de agua a industrias alimenticias, etc.*

*El volumen de desperdicios sólidos, acarreados en el efluente líquido de este tipo de industrias, es variable y depende del grado de recuperación y separación practicado en la planta industrial.*

*Otro efluente de carga orgánica en el efluente de la planta lo constituye el proceso de obtención de sebo fundido. Este proceso es una fuente importante de DBO, valor que se estima en un promedio de 32,000 mg/lt. y en grasas con un contenido promedio de alrededor de 1.5 mg/lt.*

*En los efluentes de las Industrias en mención aparecen otros desechos específicos que son comunes a otras industrias, tales como las descargas de sistemas de tratamiento de aguas para calderas destinadas a la producción de vapor; muchas veces, para la generación de energía eléctrica, se utilizan calderas de alta presión que exigen tratamientos de remoción de contenido salino en aguas por columnas de intercambiadores catiónicos y aniónicos, las que exigen en su regeneración exigen el empleo de ácidos ó álcalis que pueden originar valores momentáneos de Ph altos, capaces de afectar al cuerpo receptor o al sistema de tratamiento de los desagües. Asimismo, pueden descargarse al desagüe las purgas de sistemas de enfriamiento donde a veces se utilizan productos con contenido de cromo hexavalente (Cr VI), de elevada toxicidad, que puede interferir en los procesos naturales de*

autodepuración del cuerpo receptor, y representar peligro de toxicidad para los usos de aguas abajo.

Los parámetros más significativos de contaminación en este tipo de desecho son : demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), sólidos totales en suspensión (sst), aceites y grasas, Ph, organismos coliformes fecales, nitrógeno orgánico, ocasionalmente niveles de amoníaco. En algunos mataderos, las pieles se tratan primariamente con arsénico, lo que puede presentar un problema especial.

### **Emisiones al aire**

Los olores son el único problema significativo de contaminación del aire. En general, son el resultado de la actividad bacteriana en la materia orgánica. No obstante, algunas etapas de procesamiento, constituyen fuentes potenciales más frecuentes debido a la existencia de distintos factores tales como temperatura, estado en que son agregados los materiales en proceso, etc.

Estas emisiones son producto de los procesos de incineración de restos de animales enfermos y partes no aprovechables.

En el procesamiento del sebo los olores varían de acuerdo al grado de frescura de los materiales a fundir. A más deteriorado se encuentre el material en rama mayor será la intensidad de los olores. Además pueden darse emisiones de gases originados en este mismo proceso.

Igualmente en el ahumado de las cabezas y pezuñas del ganado ovino, se genera humo negro, producidos por la combustión completa del instrumento usado para dicha acción.



## CUADRO Nº 13

CONTAMINANTES GASEOSOS TÍPICOS Y SUS FUENTES  
MÁS CARACTERÍSTICAS

ELEMENTO QUÍMICO PREDOMINANTE	COMPUESTOS/S CONTAMINANTE/S	FUENTES POTENCIALES
S	$SO_2$  $H_2S$	Gases de chimenea (Calderas).  Tratamiento efluentes
N	$NH_3$  Compuestos Nitrogenados	Plantas de refrigeración  Procesamiento de materiales animales no comestibles.
C	Orgánico Hidrocarburos (Parafínicos)  Hidrocarburos Oxigenados	Operaciones con solventes extracción de grasa con exano.  Procesos de oxidación parcial operación de ahumado.

Fuente: R. Pareth, Equipment for controlling gaseous.

**CUADRO N° 14**

**FUENTE . POTENCIAL IMPACTO EN LAS INDUSTRIAS FUNDACION NATURA - ECUADOR**

EVALUACION DE CARGAS CONTAMINANTES AL AIRE										
PROCESO INDUSTRIAL	UNIDAD	PARTC. KG/UNID	SO <sub>2</sub> KG/UNID	NO KG/UNID	HC KG/UNID	CO KG/UNID				
GENERACION DE ENERGIA ( ACEITE COMESTIBLE ) Densidad = 0.957 g/cm <sup>3</sup>	t	1.04	19.9(S)	13.2	0.13	0.66				
	EVALUACION DE CARGAS CONTAMINANTES AL AGUA									
	UNID	VOL. DES KG/UNID	PH KG/UND	DBO KG/UND	SS KG/UND	GRASAS KG/UND	N KG/UND	OTROS		
								KG/UND	KG/UN	KG/UND
LA CARNE COMESTIBLE ES APROXIMADAMENTE EL 60 % DE PVS	t de PVS	5.33		6.4	5.2	2.8	1.58			
EVALUACION DE CARGAS DE DESECHOS SOLIDOS										
PVS : PESO VIVO SACRIFICADO	UNIDAD	DESECHOS SOLIDOS KG/UNIDAD			NATURALEZA DEL DESECHO					
	t PVS	35			SANGRE, VISCERAS, PEZUNAS, etc.					
	t PVS	3			ANIMALES Y ORGANOS AFECTADOS					

### ***Desechos sólidos***

*Los desechos sólidos (cuernos, pezuñas, huesos, partes no comestibles), suelen ser depositados en botaderos improvisados al aire libre; por esta razón, el efecto en el ambiente se localiza en esos sitios.*

*Siempre que se mantengan las debidas precauciones en su manejo, algunos de estos desechos se comercializan para diferentes usos.*

### ***Alteraciones en la flora y fauna***

*De las actividades desarrolladas en los mataderos se produce una gran cantidad de desechos orgánicos, que afectan la flora y fauna y producen variaciones del Ph en el agua. Hay que agregar que se provoca un impacto positivo para la flora con la disposición de desechos orgánicos, ya que los suelos se enriquecen y se hacen más fértiles; esto se traduce en un incremento de la vegetación.*

*También hay la posibilidad de la descarga de una solución agotada de grasas.*

### ***Efectos de la grasa en el ambiente***

*Las sustancias grasas son perturbadoras de las aguas corrientes por su lenta degradación, tienden a flotar en el cuerpo receptor y dificultan la reoxigenación natural de la masa de agua, y por tanto interfieren en los procesos de autopurificación.*

*Ello obliga al uso de procesos físico-químicos para la floculación y la decantación en las plantas de depuración.*

*Estos compuestos impiden el paso de la luz a través del agua, retardando el crecimiento de las algas. Dan a las corrientes un aspecto desagradable, además, las grasas son tóxicas para ciertos peces y organismos de vida acuática, crean peligro de incendio, cuando están en las aguas superficiales en grandes cantidades, y destruyen la vegetación a lo largo de los cauces, con la consecuente erosión de sus orillas.*

*Así mismo los desechos gruesos, restos de tejidos animales, viseras recortes de cuero, producen acumulación de flotantes y sólidos gruesos sobre las orillas del cuerpo de agua, que afectan gravemente su estética y sus usos y posibilitan la acción de vectores tales como ratas y moscas.*

### **Mal aprovechamiento del suelo**

*Los suelos de los alrededores de un matadero suelen ser más fértiles que los circundantes, debido a los nutrientes que lleva el agua de desecho. Estos suelos se pueden aprovechar para el cultivo agrícola, siempre y cuando el agua no lleve microorganismos patógenos. En caso de que no fuera posible utilizar estos terrenos con fines agrícolas, se podría coleccionar el abono orgánico, principalmente del ganado vacuno, para utilizarlo en otros terrenos.*

### **Contaminación de cursos de agua o corrientes**

*La sangre y restos de elaboración, con su contenido de sustancias nitrogenadas, pueden contribuir a la producción de fenómenos de eutroficación, particularmente en cuencas cerradas.*

*La eutroficación es la causante de múltiples alteraciones en la biota de un ecosistema, tales como la disminución en la densidad de especies. También provoca cambios de la biota*

*dominante, aumento de las biomasa vegetal y animal, incremento de la turbiedad y del grado de sedimentación, acortando el período de vida del sistema hídrico. También puede producirse anoxia.*

*El incremento de la productividad primaria dará la apariencia de que el zooplacton del cauce del agua también se incrementará, pero esto no siempre sucede.*

*Un alto contenido de DBO de las aguas residuales puede causar de igual manera, un retraso en la autopurificación de los cursos de agua, llegando incluso a anularse dicho proceso.*

*En la autodepuración de los ríos o cursos de agua, en general, acontece la transformación de la materia orgánica en materia inorgánica por aeróbisis o acción combinada de los propios microorganismos.*

*De igual manera la contaminación de las aguas costeras de ríos y del mar, puede originar la contaminación de playas, con grave riesgo en su utilización para balnearios o criaderos de mariscos.*

### **Toxicología con relación a los seres humanos**

*En los mataderos de ganado, quienes trabajan directamente con los animales en las tareas de lavado, pesaje, matanza, pelado, corte, preparación de tripas, limpieza y preparación de pieles, pueden adquirir enfermedades infecciosas, como brucelosis, carbunco, fístula, tuberculosis, entre otras. También se exponen a parasitosis, tales como la triquinosis, lateniasis, lahidatidosis y otras. En esta fase del proceso se desprenden además, gases de descomposición, tales como el ácido sulfhídrico y el amoníaco, que tienden a irritar los ojos, la piel y el sistema respiratorio si no se actúa con precaución. El*

uso de detergentes para la limpieza puede desencadenar alergias en la piel y los ojos de los obreros.

Para evitar efectos negativos en la salud se deben tomar medidas preventivas como ventilación adecuada del lugar de trabajo, utilización de gafas protectoras, mascarilla con filtro mecánico, guantes de goma, delantales impermeables y botas impermeables.

#### **4.3.1.- EFECTOS EN FUNCION A SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES**

**DBO Y DQO** : Reducen la concentración de Oxígeno disuelto en el agua.

**Ph** : Normalmente próximo a 7 o algo superior al valor neutro. Presentándose variaciones cuando se realizan las purgas de calderos, por periodos cortos de Ph muy elevados o bajos.

**GRASA** : Alcanzan concentraciones elevadas, produciendo serios problemas a las alcantarillas o plantas de tratamiento.

**CROMO** : Aparece cuando se trata el agua de refrigeración con sales de cromo VI, puede causar problemas a la salud humana ya que tiene efectos tóxicos.

**COLOR** : Perjudica la actividad fotosintética de las plantas acuáticas provocando su muerte.

**FOSFATO** : No afecta a la salud por no ser tóxico, pero es un rico nutriente para las plantas puede generar problemas de eutroficación.

**C. FENOL** : Dependiendo de su concentración puede afectar con un sabor desagradable al agua, como también

*puede dar lugar a problemas de afectación de la vida acuática, comunicar sabor a la carne de los peces, etc.*

#### **4.3.2.- DISTRIBUCION DE LA CARGA ORGANICA**

*La sección de sangrado constituye una de las fuentes principales de carga orgánica en una Industria de carne. El peso promedio de sangre generado por animal con un peso de 500 Kg. se ha encontrado que es de 14.77 Kg con una DBO de 156,500 mg/lt (ver cuadro N° 15). Esto resulta de una contribución de 2.12 Kg de DBO por cada 454.55 Kg de animal. Por lo tanto la sangre incrementa la DBO del efluente en alrededor de un 72 %. La sangre descargada en el desagüe se diluye en el mismo. De esta manera su DBO disminuye en 32,000 mg/lt aproximadamente.*

*Las descargas de los contenidos de barriga de igual forma contribuyen en el aumento de carga orgánica, se estima que varía entre 18 a 27 Kg con un promedio de 24.5 Kg por animal y consiste principalmente en hierbas y cereales. La DBO de esta mezcla ha sido estimada en 52,000 mg/lt y contribuye con 1.14 Kg de DBO por cada 454.55 Kg de peso vivo del animal. (ver cuadro N° 16). El contenido de sólidos en este desecho es también considerable alto alrededor de 15,000 mg/lt de sólidos suspendidos. Otro efluente de carga orgánica importante lo constituye el procesamiento del sebo. Esta agua contiene alrededor de un 75 % del contenido de proteínas por lo tanto es una fuente importante de DBO. Se ha estimado que el promedio de DBO del agua es 32,000 mg/lt además de un elevado contenido de grasas.*

Los demás vertidos son de carga orgánica baja comparada con los anteriores. Ver cuadro N° 17. Cabe resaltar que el contenido de nutrientes de las aguas residuales de la Industria de carne puede ser tan alto como para producir problemas de eutroficación.

CUADRO N° 15

**CARACTERISTICAS DE LA SANGRE  
FRESCA DE GANADO**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESV. ESTANDAR</b>	<b># DETERMINACIONES</b>
Ph	7.34	0.14	37
Humedad	82.4	3.4	39
DQO (mg/l)	218300	35700	70
DBO (mg/l)	156500	58000	35

Fuente : Andrés Incer Arias, Tecnología disponible para el tratamiento de las aguas residuales.



## CUADRO Nº 16

## CARACTERISTICAS DEL HERBARIO DEL GANADO

PARAMETRO	MEDIA	DV. ESTANDAR	# DETERMINACIONES
Ph	6.54	0.56	57
Humedad	84.7	3.4	58
DQO :			
-En la porción líquida	51940	12860	
(% líquido)	88.4	3.3	
- En la porción sólida	1,138	82000	
(% sólida)	11.6	3.3	
DQO TOTAL	177300	38500	
-Porcentaje de DQO del líquido	26.7		
-Porcentaje de DQO del sólido.	73.3		
DBO (mg/l)			
-En la porción líquida	28240	11410	88
- En la porción sólida	151900	40800	40
DBO TOTAL	50200	13400	
-Porcentaje de DBO del líquido	59.1		
-Porcentaje de DBO del sólido.	40.9		

Fuente :Andrés Incer Arias, Tecnología disponible para el tratamiento de las aguas residuales. Fuente:

CUADRO N<sup>o</sup> 17

**PRINCIPALES COMPONENTES DE LOS  
DESECHOS DE PLANTAS EMPACADORAS  
DE CARNE**

<i>FUENTE</i>	<i>SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)</i>	<i>NITROGENO ORGANICO (mg/l)</i>	<i>DBO (mg/l)</i>
<i>Piso de sacrificios</i>	<i>320</i>	<i>134</i>	<i>825</i>
<i>Sangrado y tq. de agua</i>	<i>3690</i>	<i>5400</i>	<i>32000</i>
<i>Tina con agua hirviendo</i>	<i>8360</i>	<i>1290</i>	<i>4600</i>
<i>corte de la carne</i>	<i>610</i>	<i>33</i>	<i>520</i>
<i>lavado de entrañas</i>	<i>15120</i>	<i>643</i>	<i>13200</i>
<i>departamento de salchichonería</i>	<i>560</i>	<i>136</i>	<i>800</i>
<i>Dpto. de manteca de cerdo</i>	<i>180</i>	<i>84</i>	<i>180</i>
<i>Subproductos</i>	<i>1380</i>	<i>186</i>	<i>2200</i>

*Fuente : N. Nemerow, aguas residuales Industriales.*

CUADRO Nº 18

**CARACTERISTICAS DE LOS DESECHOS  
DE UN MATADERO**

<b>TIPO DE ANIMAL SACRIFICADO</b>	<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)</b>	<b>NITROGENO TOTAL (mg/l)</b>	<b>DBO (mg/l)</b>	<b>VOLUMEN POR ANIMAL (LITROS)</b>
GANADO	820	154	996	1495
CERDOS	717	122	1048	541
GENERAL	925	324	2240	1353

Fuente :Andrés Incer Arias, Tecnología disponible para el tratamiento de las aguas residuales.

#### **4.4.- PROCESOS DE TRATAMIENTO APLICADOS**

*Cualquier clasificación de los métodos de tratamiento es arbitraria, debiendo obedecer a una política integral para que las soluciones sean económicas y enmarcadas en un plan de desarrollo, por ende, para la aplicación de algún sistema de tratamiento, se debe tener en consideración lo existente y rescatable presente en la industria.*

#### **AGUAS RESIDUALES**

*Ha quedado demostrado que las aguas servidas de un matadero son las más peligrosas, por cuanto, ellas contienen, equinococcus, ditomas, tenias, materias tuberculares, y algunas veces bacilos del carbunclo; están cargados de sangre, partículas intestinales, estiércol, etc, productos de descomposición nauseabundos (hidrógeno sulfurado) y además están absolutamente privadas de oxígeno. Estas condiciones exigen desde el punto de vista higiénico una especial atención.*

*Algunas ciudades utilizan las aguas servidas como abono, en otras partes se vuelcan al sistema de redes de alcantarillado que consecuentemente desaguan en un río o en el mar.*

*Los métodos más corrientes para el tratamiento positivo de las aguas negras se han desarrollado y siguen desarrollándose sólo y sencillamente por lo general, con dos propósitos; la captación de los sólidos sedimentables y la estabilización biológica de los sólidos restantes.*

*Existen varias técnicas posibles, basadas en gran parte, en una buena práctica ingenieril y de sentido común.*

**- Cambios de proceso**

*No es usual que por el control de desechos se modifique un producto o proceso de manufactura con el fin de disminuir los problemas de contaminación, pero en ocasiones éstos se incrementarán y probablemente se volverán comunes, al igual que los continuos esfuerzos de anticontaminación.*

**- Recuperación de materiales**

*Una fracción de productos tiende a perderse en la corriente de desechos, lo que representa una pérdida económica; la eliminación del desecho para evitar la contaminación es un costo agregado. El que puedan recuperarse y rehusarse tales sustancias en la manufactura, o para algún otro propósito, significa una ganancia.*

*Los diversos tratamientos pueden dividirse en : preliminar, primario, secundario (biológico), terciario y otros. El tratamiento biológico se da de dos maneras :*

*\* Tratamiento aerobio.*

*\* Tratamiento anaerobio.*

**TRATAMIENTO PRELIMINAR**

*Son aquellas medidas que son empleadas para la remoción de aquellos desechos de gran tamaño vertidos al drenaje, que impiden la actuación de procesos y mecanismos mayores. Los equipos utilizados para este proceso son :*

\* rejillas

\* Desarenadores

### **REJILLAS**

*Son aquellos tipos de enrejados que se utilizan para la separación de sólidos gruesos y se ubican transversalmente al flujo. Al pasar el agua, el material grueso queda retenido en el enrejado y debe ser retirado manualmente o con dispositivos mecánicos adecuados. Dependiendo del espaciamiento libre entre las barras de las rejillas, se puede distinguir rejillas para material grueso con un espaciamiento libre de 60-100 mm, y rejillas para material fino, cuyo espaciamiento libre generalmente es de 10 a 25 mm.*

*Rejillas de separación anchas, que se encargan de retener el material voluminoso, como tripas, grasas, etc, provenientes de las operaciones de beneficio y procesamiento del sebo.*

*Rejillas fina, o tamices de malla ancha se logra extraer de cualquier suspensión cuanto sólido se puede; como pelos, carnes, estiércol, partículas de grasas y sólidos flotantes, con éste método la eliminación de sólidos en suspensión es baja.*

### **DESARENADORES**

*Su objetivo es eliminar arena y partículas sólidas inorgánicas que producen el desgaste por abrasión en los equipos. Su uso es principalmente por la arena que se deposita en el estomago del ganado.*

### **TRATAMIENTO PRIMARIO**

*Son todos los dispositivos diseñados para la remoción de*

*material sobrenadante o sedimentable (no retenidos en el tratamiento previo) así como de grasas, aceites y espumas, en medios físicos y mecánicos. Dicho tratamiento es capaz de remover no solamente materia incómoda si no también una porción apreciable de DBO ; incluyendo todo aquello que se ha descrito anteriormente .*

*El tratamiento primario está basado en la separación de los sólidos suspendidos en todo lo posible por su sedimentación o por su flotación, además de la remoción de los mismos en forma de lodo.*

*Las operaciones unitarias que se utilizan comunmente son :*

### **SEDIMENTACION**

*Se emplea cuando el residuo contiene un alto porcentaje de sólidos en suspensión precipitables, separando de la suspensión el fluido claro, que sobrenada en la superficie del lodo.*

*La separación de sustancias por gravedad es necesaria para evitar perturbaciones en los procesos posteriores de tratamiento, así como para impedir que estas sustancias se depositen en las paredes y en el fondo de las instalaciones de tratamiento. Para conseguir este efecto, se disminuye la velocidad de circulación de las aguas residuales, hasta obtener un valor en que la materia sedimentable se deposite en el fondo de las unidades de sedimentación (sedimentadores de sección cuadrada ).*

*El proceso de sedimentación depende de factores tales como la gravedad específica de la materia, viscosidad del líquido, de las dimensiones superficiales y de la profundidad del estanque de sedimentación. Tratándose de materia suspendida orgánica y muy liviana, o sea, de una densidad muy cercana a la del fluido que*

la contiene, se observa que el fenómeno de la sedimentación es aún más sensible a cualquier pequeño cambio que ocurra en las condiciones ambientales.

En especial, mientras sedimentan las partículas se aglomeran al azar, y así no solamente aumentan de tamaño y sedimentabilidad, si no que al mismo tiempo arrastran del líquido la materia coloidal que no caería por sí misma. Cuando el tratamiento primario sigue al tratamiento secundario la labor de este es remover aquellos sólidos que restan después de la primera etapa del acondicionamiento de los efluentes.

El uso en un matadero es para tratar la descarga de agua de lavado de vísceras no comestibles.

#### **TANQUE INHOFF**

Es un sistema que consta de una cámara o cámaras superiores por las cuales pasan las aguas negras en su período de sedimentación, además de otra cámara inferior donde la materia recibida por gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión anaeróbica.

Este dispositivo de tratamiento primario es de operación simple. En su funcionamiento normal, un tanque Inhoff debe ser vigilado, diariamente ya que al subir los gases pueden levantar las masas sobrenadantes, estorbando así el paso normal de ellos. La eliminación de sólidos en suspensión es del 65 %, con una remoción del 35 % de DBO, según bibliografía del autor George Barnes.

#### **SEPARADORES DE GRASAS**

El objetivo es retirar las grasas y aceites del agua. El sistema de separación de grasas por gravedad tiene una eficiencia



de reducción del contenido de grasas del 50-60%. Es conveniente remover estas sustancias lo más rápido posible, para que así no perjudiquen las otras etapas del tratamiento.

La eficiencia de separación de grasas puede incrementarse al doble o más, si se sopla aire profusamente distribuido dentro del agua. Las burbujas de aire se adhieren a las partículas de grasa debido a su tensión superficial, y las arrastran a la superficie en forma de espuma.

Las aguas residuales que arrastran excrementos y lavados de estómagos, generalmente son sometidas a tamizado, separación por gravedad de grasas y sólidos suspendidos y algunas veces por flotación, con la técnica de aire disuelto, antes de su descarga en colectores cloacales.

Para aguas provenientes de corrales se emplea generalmente sólo tanques de decantación poco profundos, haciéndose la extracción de los sólidos suspendidos, por barrido de la superficie.

De acuerdo a las experiencias obtenidas se prefiere recintos rectangulares para la recuperación de grasas por gravedad, dado que en tanques circulares, las grasas pierden cohesividad y el flujo se desplaza en sentido radial cubriéndose todo de una capa que se adelgaza en la medida que se desplaza a la periferia.

### **IGUALACION**

El diseño y la operación de las unidades de tratamiento se basan en mantener una corriente de alimentación estable en términos de composición y de flujo. Son de particular importancia los siguientes ;

- \* *La nivelación de concentración contaminante.*
- \* *La igualación de flujo.*
- \* *El mantenimiento de una alimentación estable para los sistemas biológicos durante el funcionamiento de la unidad.*

**TRATAMIENTO SECUNDARIO**

*El efluente del tratamiento primario todavía contiene entre 40 y 50 % de los sólidos en suspensión originales y virtualmente todos los sólidos disueltos orgánicos e inorgánicos (A. Noriega R, Inst. de Ing. UNAM, México). La eliminación de sustancias orgánicas es denominada tratamiento secundario y puede consistir en procesos físico-químicos o procesos biológicos.*

*El tratamiento secundario está conformado por unidades de tratamiento en las cuales se efectúa la acción bioquímica de modo que sea satisfecha, en alto grado, la DBO de la materia orgánica restante después de haberse clarificado el líquido en los procesos primarios. Los sólidos así tratados, son a la vez coagulados haciendo sedimentable de este modo mucha materia que no lo era en el tratamiento primario.*

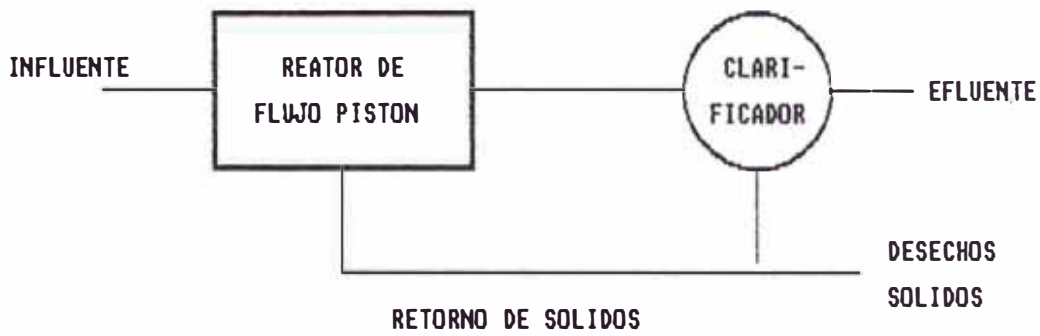
**LODOS ACTIVADOS**

*En este proceso, se crean poblaciones, biológicamente activas que son capaces de adsorber la materia orgánica de las aguas residuales y convertirla por un sistema de oxidación a causa de una gran agitación de la mezcla del agua residual, que da lugar al ingreso de una gran cantidad de oxígeno atmosférico, y por las enzimas, en productos finales simples como  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $NO_3$  y  $SO_4$ . Los lodos biológicos que se desarrollan naturalmente en las aguas residuales a aireación contienen una parte considerable de materia en estado coloidal y en suspensión, pero*

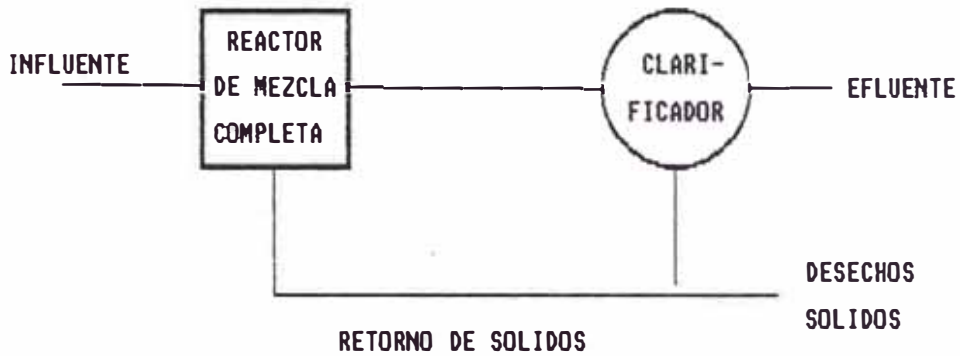
# CUADRO N° 8

## FLUJO PISTON

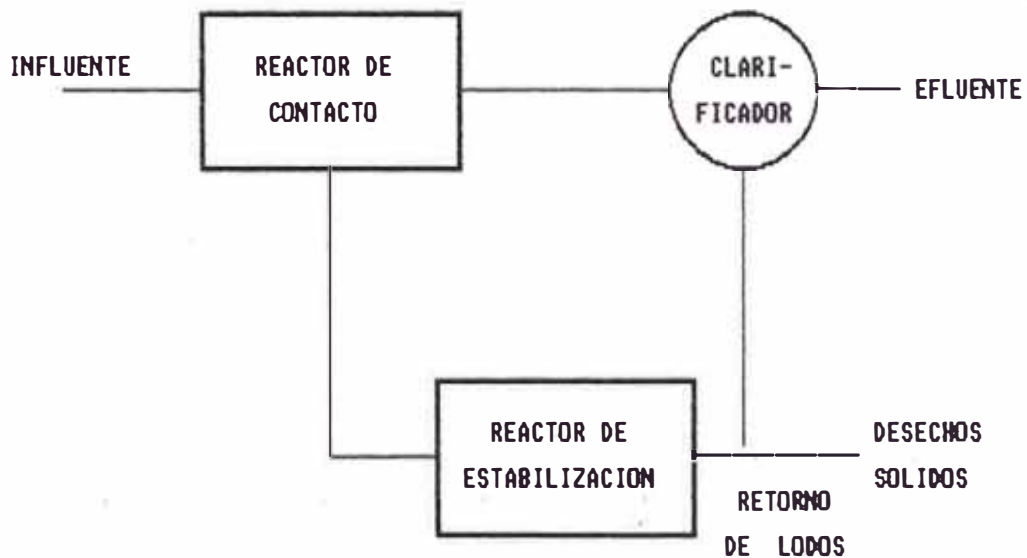
FUENTE: FUNDACION NATURA



## MEZCLA COMPLETA



## CONTACTO-ESTABILIZACION



PRINCIPALES VARIACIONES DE PROCESOS  
CON LODOS ACTIVADOS

para llevar a cabo una eliminación eficiente de los sólidos organismos disueltos, debe haber una alta concentración de flóculos y obtener así una amplia superficie de contacto para las rápidas reacciones biológicas. Los flóculos masas vivas de organismos (capa zooglear), alimentos y lodos, son centros muy activos de vida biológica. Requieren alimento, oxígeno y organismos vivos en un ambiente cuidadosamente controlado. Ver cuadro Nº 19.

### **PRECIPITACION QUIMICA**

Es el método más común y práctico de eliminar coloides sólidos con demanda de oxígeno. Implica la formación de flóculos químicos que absorben cogen o unen la materia en suspensión, más especialmente las partículas suspendidas que están finamente divididas como para hacer coloidales.

Entre los compuestos más usados para el tratamiento químico de desperdicios de mataderos tenemos Cloruro Férrico, Cloruro de Zinc, Sulfato Férrico, Sales Férricas más Cal, Cloruro y Sulfato de aluminio; se aplica para disminuir la carga de DBO. Se han probado polielectrolitos para este efecto, que tiene la ventaja de ocupar una pequeña área para el almacenamiento del químico.

### **DISCOS BIOLOGICOS ROTATIVOS**

Son apropiados para el tratamiento de las aguas residuales de la Industria Cárnica.

Se trata de un sistema de discos de material plástico, de gran diámetro y de bajo peso, encontrados en un eje horizontal y ubicados en un tanque semicircular que contiene el agua a tratar.

Los organismos naturalmente puentes del agua residual, se adhieren a la superficie que gira y se multiplican. Los discos

rotan sobre el agua a tratar, parcialmente sumergidos y ésta adhiere una delgada película sobre ellos. El agua posteriormente gotea desde los discos, absorbiendo oxígeno.

La acción de mezclado de los discos en el agua, evita que los sólidos sedimenten en el tanque, realizándose esa operación en el clarificador y continúa a los discos.

### **LAGUNAS ANAEROBICAS**

Estos tratamientos son usados frecuentemente para tratar las aguas residuales de la Industria Cárnica, debido a que por la misma composición de estas aguas, de temperaturas elevadas (29 a 35°C), de alta concentración de DBO y sólidos suspendidos, constituyen un substrato satisfactorio para el desarrollo de flora microbiana anaerobia.

Por la naturaleza de los efluentes de la industria cárnica, los tratamientos anaeróbicos constituyen una alternativa económica de acondicionamiento de los efluentes de la industria a pesar de que comparado con los sistemas aeróbicos la reducción de DBO y la formación de barros lograda es menor.

Luego de un sistema de tratamiento anaeróbico, debe continuarse en otro tratamiento adicional, como puede ser lagunas aereadas o lagunas facultativas.

Normalmente las aguas residuales de la industria frigorífica, contienen una cantidad apreciable de grasas, proteínas y una alta concentración de nutrientes a una temperatura en general, elevada, todo lo cual es útil para el desarrollo de procesos biológicos anaeróbicos.

Las grasas flotarán formando en la superficie de la laguna,

*una capa de espuma y grasa, lo que favorece la conservación de la temperatura y a la vez impide la difusión de olores desagradables.*

## **DESECHOS SOLIDOS**

### **Humus**

*Los desechos de estiercol y rumen pueden ser utilizados para elaborar humus; este tratamiento requiere el control de humedad, temperatura y relación C/N, consiste en extender los residuos en pilas sobre hormigón u otro material duro. A medida que la materia orgánica se descompone se genera calor y las pilas deben renovarse y mezclarse para admitir oxígeno.*

### **Estabilización anaerobia**

*Es la aplicación bastante universal lográndose normalmente en forma espontánea si los residuos se manejan en condiciones de ausencia de oxígeno.*

*Puede citarse la fermentación de estiercol y la digestión de los barros con producción de gas metano y estabilización de los sólidos.*

### **Concentración**

*Las centrifugación es uno de los procedimientos más adecuados para espesar barros.*

*Las centrífugas y en particular decantadoras horizontales, son equipos compactos, de flujo continuo, adaptables a distintos tipos de barros y a sus variaciones en*

densidad.

### **Digestión de lodos**

*El tratamiento de lodos es similar al usado en las plantas municipales. Se practica la digestión de lodos, donde el producto se puede depositar en lagunas o deshidratarse en filtros de vacío.*

*La torta resultante se transporta para su disposición final en rellenos sanitarios. El depósito en lagunas se practica sin grandes problemas.*

*Los lodos provenientes del tamizado se depositan en suelos, con o sin tratamiento previo.*

### **Incineración**

*La incineración de desechos sólidos es el proceso de quemar residuos sólidos dando por resultado un gas inofensivo y un residuo de cenizas que contiene poco o ningún combustible.*

*No es aplicable indiscriminadamente pero participa en el manejo seguro e higiénico de parte de los residuos producidos por la industria en general.*

*El olor puede ser controlado en muchos casos satisfactoriamente a temperatura elevada (900 1200°). Debe tenerse presente que un incinerador reduce la necesidad de retirar residuos pero no los elimina. Lo más importante es que el incinerador no debe contaminar el aire.*

### **CONTROL DE EMISIONES AL AIRE**

*El principal problema de contaminación del aire es el mal*

olor; también lo contaminan las emisiones del ahumado de cabezas y pezuñas del ganado ovino. Comúnmente se usan depuradores húmedos de aire para controlar el olor siempre y cuando el aire no esté cargado con humo y partículas de grasas; y para evitar el incremento de desperdicios líquidos se podría reciclar el agua del depurador.

El control de los gases de la salida de los incineradores se efectúa con la instalación de ciclones, depuradores húmedos, precipitadores electrostáticos y sacos colectores, después del enfriamiento apropiado del gas de chimenea.

Una de las formas de manejar el olor, en estos efluentes, es contrarrestarlo. Para tal efecto existen dos formas generales:

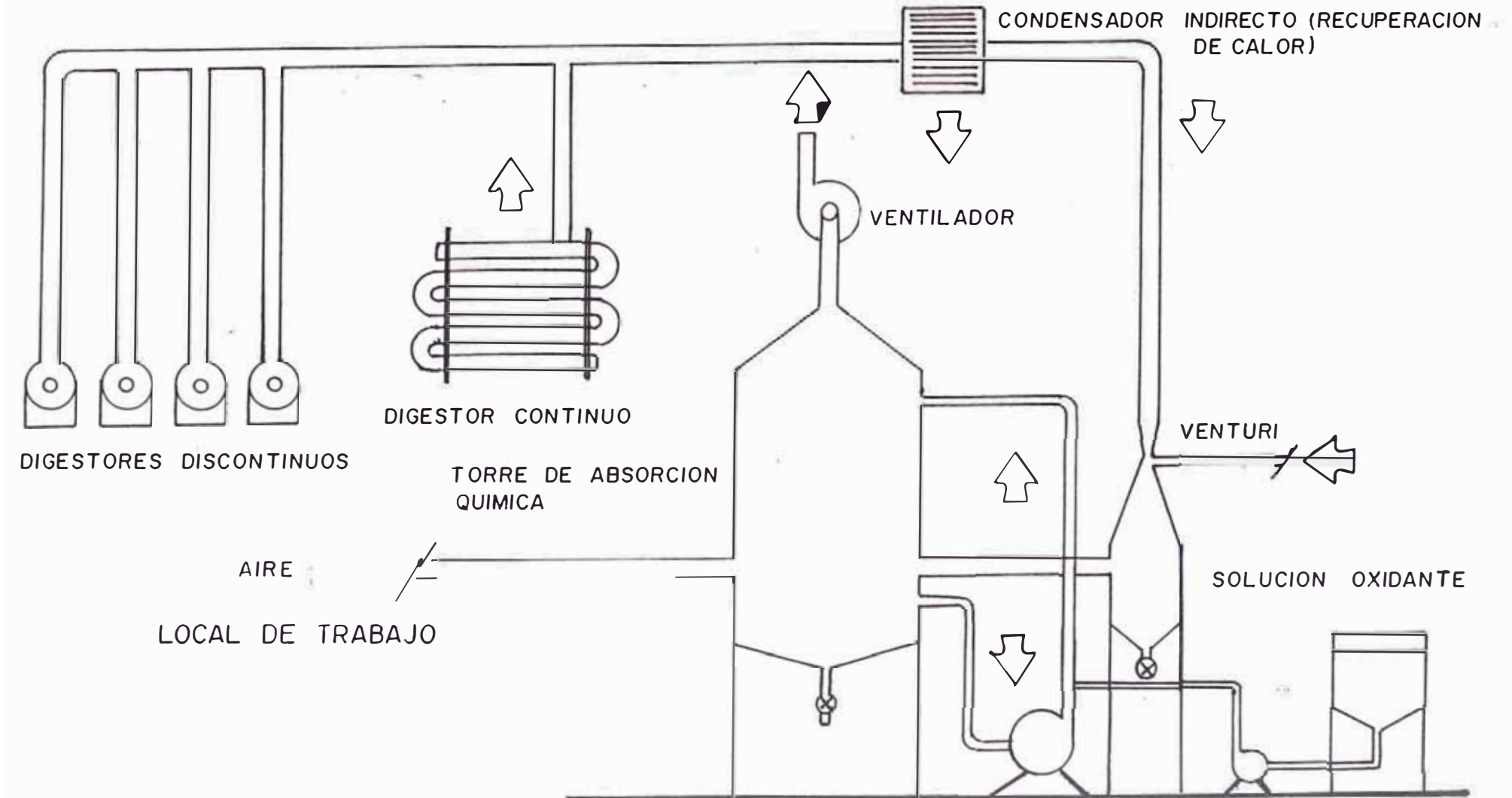
- \* Reducir la concentración para que el olor sea menos intenso y menos objetable.
- \* Cambiar o enmascarar las características del olor con el fin de que se vuelva más agradable o aceptable a la población.

En la primera, el control consiste en diluir el olor en la fuente mediante dispersión; eliminar el olor de la corriente gaseosa por adsorción, absorción u oxidación, o la conversión química a productos menos olorosos.

En el segundo procedimiento, se procura atenuar el olor original por la introducción de olores más fuertes, para producir una sensación agradable o por la modificación del olor original. Ver cuadro N° 19.



# CONTROL DE OLORES DESCRIPCION ESQUEMATICA DE EQUIPOS DE PURIFICACION DE GASES Y VAPORES EN RENDERING



### **Ventilación**

La confinación de olores del aire por medio de campanas con tiro forzado y sistemas de ductos es el método más común. La descarga de olores al aire por medio de una chimenea lo suficientemente alta ayuda a la dispersión natural en la atmósfera. Es el método más simple de diseminación de olor.

### **Oxidación a la llama**

Las temperaturas de 577 a 827°C son efectivas en la incineración por llama directa, para la eliminación de olores de un gas. En la mayoría de los casos se emplea gas natural como combustible y los principales productos de combustión que son el CO<sub>2</sub> y el vapor de agua. Debe precautelarse que no se produzca oxidación parcial porque puede incrementarse el olor.

#### **4.4.1 Eficiencia del tratamiento de los vertidos de las industrias de productos cárnicos.**

Los métodos más corrientes para el tratamiento de los vertidos de las industrias cárnicas son tamizado fino, sedimentación, precipitación química, filtros bacterianos y fangos activados. El tamizado por medio de cribas de acero giratorias sirve para eliminar los materiales bastos tales como pelo, carne, materiales de la panza, estiércol y sólidos flotantes. Se ha conseguido separaciones del 9 % de sólidos en una criba con luz de malla de 0.84 mm y del 19 % en cribas de 0.59 mm de luz. También es interesante la sedimentación en depósitos Imhoff, ya que así se puede separar el 63% de los sólidos en suspensión y el 35 % de los materiales de DBO, con un período de retención de una a tres horas. Filtros bacterianos con cargas que varían entre los 5.62 a 9.36 m<sup>3</sup>/día y Ha, pueden conseguir unos rendimientos entre el 81 y el 90 %, sin ningún problema adicional. El tratamiento mediante lodos activados produce un efluente

*muy satisfactorio después de unas 9 horas de aireación a un caudal de 26.18 m<sup>3</sup> de aire por metro cúbico de agua a tratar. Cuando se realiza doble filtración se obtiene reducciones totales de la DBO que sobrepasan el 95 %.*

*Muy pocos vertidos de las industrias cárnicas se precipitan químicamente, debido al gran costo que esto supone. Sin embargo en una planta se utiliza Cl<sub>2</sub>Fe para reducir la DBO de 1,448 a 188 partes por millón y los sólidos en suspensión de las 2,975 a 167 partes por millón.*

*El Cloro y el Sulfato aluminico, si se utilizan en cantidades suficientes, reducen sensiblemente la DBO y el color de los vertidos y hacen posible una clarificación más perfecta.*

*Un filtro bacteriano junto con un sistema de flotación por aire comprimido produjo unos resultados satisfactorios de 61 % de la reducción de DBO en una carga de 1.54 Kilogramos por m<sup>3</sup> de DBO. Ver cuadro N° 20. "Ref. Aguas residuales, Industriales, Nelson Nemerow".*

*Las medidas en planta para controlar los desechos líquidos incluyen :*

- \* Control en el flujo e intensidad de desechos en las áreas de mayor uso del agua.*
- \* Control y reducción del flujo de agua en las principales salidas, mediante el uso de toberas del tamaño apropiado y regulación de presión.*
- \* Limitación de los procesos de sangrado, y recuperación, en todo lo posible, de la sangre para su utilización.*
- \* Supresión de los flujos de agua innecesarios.*
- \* Reutilización del agua siempre que sea posible*

**CUADRO Nº 19**  
**CONTAMINANTES GASEOSOS TÍPICOS Y SUS FUENTES**  
**MÁS CARACTERÍSTICAS**

<b>METODO</b>	<b>PROCESO</b>	<b>MECANISMOS DE CONTROL</b>
<b>REDUCCION DE LA GENERACION DE CONTAMINANTE.</b>	Contaminación física	Modificación o reemplazo de equipos (Evitar pérdidas, etc).
	Cambio de proceso	Modificar condiciones de presión, temperatura y/o volumen de gases. Evitar fugas o separar materiales. Sustituir materias primas o combustibles.
<b>TRATAMIENTO DE LA DESCARGA DE CONTAMINANTES</b>	Separación Física	Separación gravitacional, inercia (por impacto o cambio de dirección), filtración, lavado, precipitación electrostática.
	Dispersión atmosférica	difusión, dilución (ej. empleo de chimeneas elevadas)
	Combustión	Utilizado si el contaminante es oxidable a compuestos inócuos. Requiere del control de 4 factores independientes : -turbulencia, - temperatura, - contenido de Oxígeno y tiempo de retención.
	Absorción	Transferencia de compuestos de fase gaseosa a fase líquida por disolución o reacción química.
	Adsorción	Fijación de compuestos gaseosos en la superficie de algunos sólidos.
	Modificación o enmascaramiento	Fijación de compuestos gaseosos en la superficie de algunos sólidos.

Fuente : J.C Garaventa, Alvarez y Pedace. (Argentina)

## CUADRO Nº 20

**DESEMPEÑO DE ALGUNOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO  
SECUNDARIO EN LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE  
CARNE**

<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>	<b>REDUCCION EN LA CARGA DE DESECHOS (LIQUIDOS) VALORES PROMEDIOS</b>		
	<b>DBO (%)</b>	<b>S. SUSPENDIDOS (%)</b>	<b>GRASA (%)</b>
<i>laguna anaerobia + laguna aerobia</i>	95.4	93.5	95.3
<i>laguna anaerobia + laguna aereada + laguna aerobia</i>	98.3	93.3	98.5
<i>Proceso de contacto anaerobio + laguna aerobia</i>	98.5	96.0	99.0
<i>aeración extendida + laguna aerobia</i>	96	86.0	98.0
<i>laguna anaerobia + disco biológico rotatorio</i>	98.5e		
<i>laguna anaerobia + aeración extendida + laguna aerobia</i>	98.0e	93.0e	98.0e
<i>laguna anaerobia + filtro rociador</i>	97.5	94.0	96.0
<i>Filtro rociador de dos etapas</i>	95.5	95.0	98.0
<i>laguna aereada + laguna aerobia</i>	99.4	94.5	---
<i>Contacto anaerobio</i>	96.9	97.1	95.8

#### **4.5.- SUBPRODUCTOS ELABORADOS**

La función principal en un matadero industrial, es aprovechar todos, aquellos valiosos residuos orgánicos; los que al industrializarlos se obtienen una amplia gama de nuevos productos, contribuyendo de esta manera con una reducción de contaminantes en sus aguas residuales, además de un incremento de sus ingresos económicos. A continuación se presentan los distintos tipos de subproductos posibles de elaborar de los residuos orgánicos de mataderos.

##### **TRIPERIA**

Aquí se aprovecha los intestinos de los animales de abasto beneficiados, para su transformación en envolturas para salchichas, para hilos quirúrgicos, o también para cuerdas de instrumentos musicales.

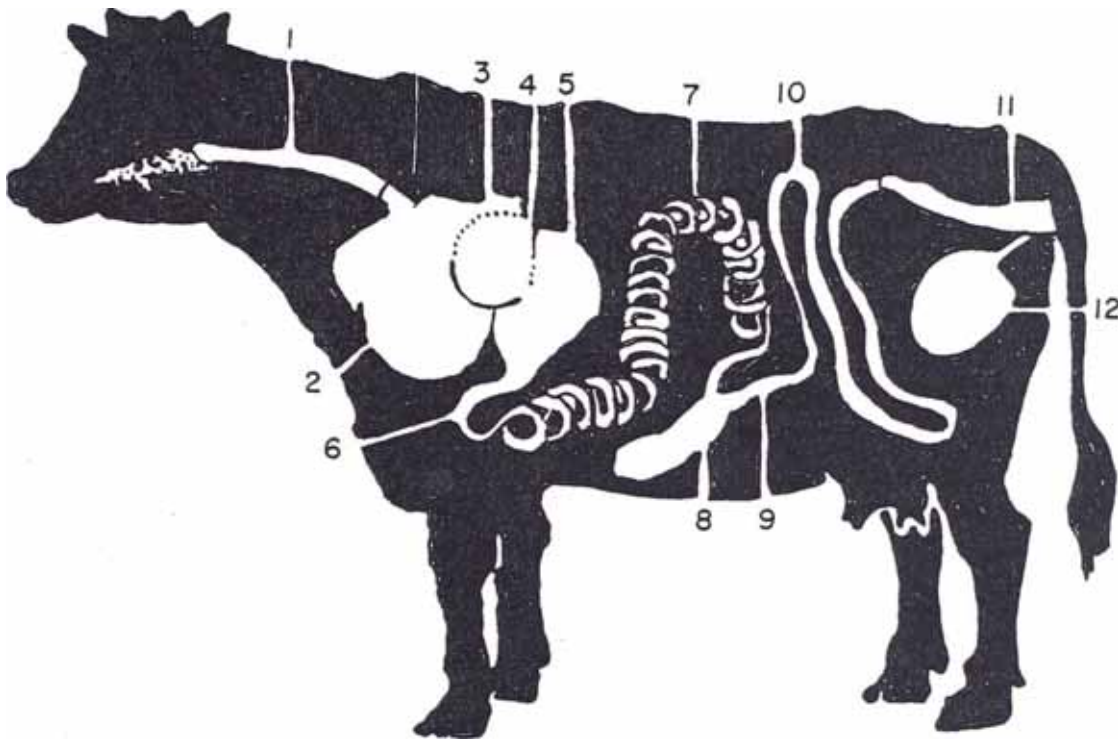
##### **Envolturas para salchichas**

Las envolturas naturales o tripas para embutir, se comercializan por sus características cualitativas, en base a su elasticidad, integridad, diámetro, resistencia, color y longitud. Es importante que no tengan grasa, ni olor repugnante.

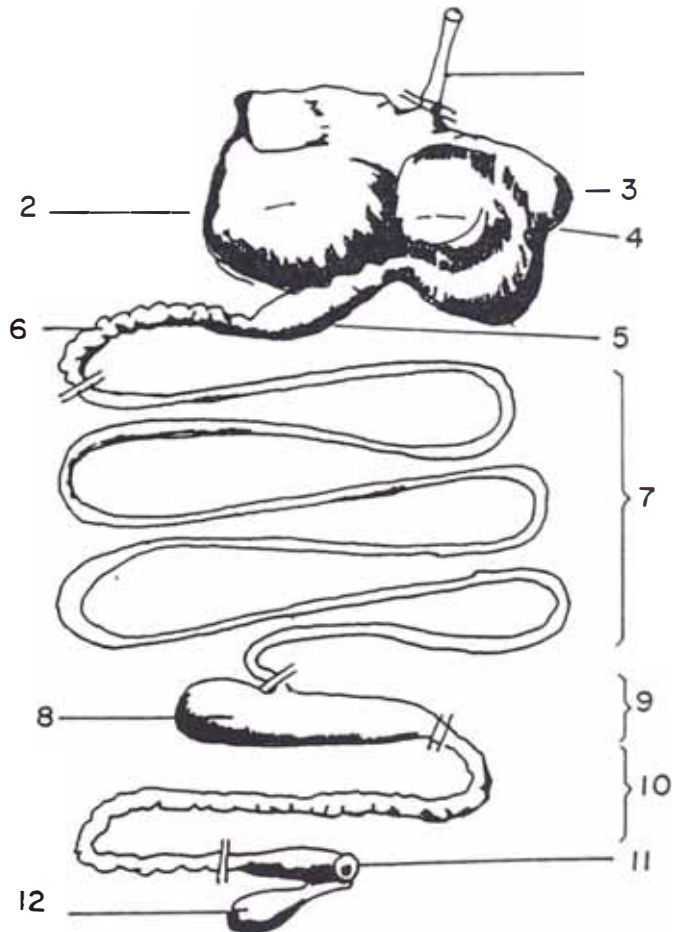
Se puede aprovechar, también los esófagos y las vejigas, sometiéndolas a un procesamiento similar, insistiendo en la limpieza e higienización. En las figuras siguientes, se ilustran las capas celulares anatómicas de un intestino, así como las longitudes promedio del intestino delgado y grueso, del cerdo, ovino y bovino.

Para la clasificación de tripajes generalmente se utiliza

**GRAFICO Nº 10**  
**REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL CONDUCTO**  
**INTESTINAL DE UN BOVINO**



- 1. Esófago
- 2. Panza
- 3. Redecilia
- 4. Libro
- 5. Cuajar
- 6. Duodeno
- 7. Tripa estrecha
- 8. Apéndice
- 9. Tripa
- 10. Tripa ancha
- 11. Recto
- 12. Vejiga



**LONGITUD PROMEDIO**

Intestino delgado = 30 - 45m  
 Intestino grueso = 7 - 10m

el siguiente cuadro , Fuente: José Tellez Villena.

**CUADRO Nº 21**

**CLASIFICACION DE ENVOLTURAS NATURALES**

(m.m)

CLASE	OVINOS	PORCINOS	BOVINOS
Estrecha	- de 18	- de 28	- de 35
Media Estrecha	18 a 20	-	-
Regular	20 a 22	28 a 35	35 a 41
Ancha	22 a 24	-	-
Extra ancha	+ de 24	+ de 35	+ de 41

Fuente: José Tellez, Manual de Tecnología de carnes.

**Hilos quirúrgicos**

No obstante el avance tecnológico en la producción de hilos artificiales para cirugía, aún se prefiere los hilos quirúrgicos o catgut, para cierto tipo de operaciones.

Esta industria requiere un permanente control de calidad, desde las primeras operaciones, verificándose controles y análisis microbiológicos en determinadas etapas; no olvidando que es un material orgánico, susceptible de sufrir oxidaciones.

**Cuerdas naturales**

Aquí se da la aplicación y utilización de aquellos hilos,



que no reúnen condiciones para hilos quirúrgicos. Los pedazos de hilos ya procesados se pueden utilizar como cuerdas para ciertos instrumentos musicales o también para la confección de raquetas de tenis.

### **MANTEQUERIA Y SEBERIA**

Actividad mediante la cual se transforman las grasas animales en manteca (grasa de cerdos) o en sebo (grasa de bovinos y ovinos) fundamentalmente en base a procesos de fusión.

Estos productos, industrialmente constituyen valiosas materias primas, dando origen a otros procesos de transformación, para obtener variados productos como margarinas, estearina, oleína, palmitina, jabones, ceras, velas, y otros productos más.

En los mataderos en donde se benefician porcinos y vacunos, generalmente industrializan los tejidos adiposos, para producir manteca y sebo industrial, respectivamente.

Los connotados progresos tecnológicos en estas industrias alimentarias, durante las últimas décadas, ofrecen variadas tecnologías, maquinarias modernas con las cuales se pueden tratar diversas materias primas cárnicas para la obtención de grasa comestible y grasas industriales y otros productos.

**Proceso Centriflow**, es un proceso dado especialmente para el tratamiento de grasas animales, para obtener productos comestibles, mayormente manteca y sebos de alta calidad, con poco contenido de ácidos libres, bajo contenido de humedad e impurezas y de excelentes características sensoriales; se logra estos productos, además de seleccionar una buena materia prima, fresca, por el procesamiento utilizando baja temperatura y tiempo corto, así como por la desintegración mecánica a la que se somete la

materia prima previamente. Ofrece buenos rendimientos técnicos y económicos.

**Proceso convencional (grasas no comestibles),** Este sistema permite obtener grasa industrial de la mejor calidad. El procesamiento consiste en tres grandes operaciones a saber:

- \* Trituración de la materia prima reduciéndola a partículas pequeñas.
- \* Luego son secados en un evaporador utilizando vapor como medio de calentamiento. En esta etapa se remueve el agua contenida en el material sólido y se libera grasa.
- \* El sebo se separa de los chicharrones, obteniéndose así por una parte el sebo fundido clasificado y por otra los chicharrones, ambos recolectados separadamente. El residuo seco se recupera para alimentación animal.

### **SANGRE**

Constituye uno de los residuos más valiosos en un matadero, tanto por su cantidad como por su calidad; desafortunadamente se aprovecha muy poco o casi nada, tirando esta sangre a los desagües, lo cual significa un despilfarro de recurso natural, una grave contaminación y un verdadero atentado contra la salud pública.

#### **Harina de sangre**

Se capta toda la sangre de los animales beneficiados, en un tanque depósito, se mantiene en estado líquido con un agitador eléctrico, se bombea al cocinador o digestor, por acción indirecta el calor de vapor, produce la coagulación y una marcada evaporación; se ha deshidratado la sangre en 3 horas de proceso. Luego se desecan los coágulos o masa de sangre, se muele y se tiene la harina de sangre para consumo animal.

Existen otras tecnologías, como la "centriblood", mediante la cual, la sangre entera es recolectada en un tanque, precalentándose con vapor, con una bomba especial se bombea la sangre a un deshidratador, pasando por un coagulador continuo con inyección directa de vapor, para el efecto se dispone de una válvula de regulación térmica, automática, asegurando la correcta temperatura de coagulación ( $T^{\circ}$  por debajo del punto de coagulación). En el deshidratador, se deshidrata la sangre en un 35 a 40%, pasando esta al secador continuo; el agua escurrida o eliminada al desagüe es un 60 a 65 % de la sangre completa.

Otra metodología es almacenarla en un tanque, manteniéndola en agitación, manteniendo así una consistencia homogénea, se filtra para retirar impurezas y luego se bombea al tubo de coagulación, éste mide 6m de largo, en el entra vapor directo, juntándose con la sangre y coagulándola. La sangre en una consistencia medio esponjosa pasa por una centrífuga, deshidratándola, el agua extraída se elimina y la porción pastosa se seca, en un secador por aire caliente, quedando así la harina de sangre con menos de 10% de humedad, secándose en poco tiempo.

#### **Plasma y albúmina roja**

De la sangre entera por centrifugación se puede obtener plasma o suero y albúmina roja o corpúsculos celulares.

#### Separadora hermética

Este sistema trabaja la sangre entera que se receptiona en un tanque, la que se recibe a través de un filtro y en forma suave se va colectando, luego se bombea con una bomba especial la que tiene un mecanismo de regulación, a la separadora hermética, la que por centrifugación, en base a las diferentes densidades, va separando por una tubería el plasma o suero y por la otra, la albúmina roja o corpúsculos celulares.

*El rendimiento en plasma es del 60 al 80 % en relación al total de sangre entera.*

#### *Sistema Westfalia separator*

*Otro sistema el cual tiene las siguientes operaciones, el anticoagulante A y el agua B, ingresan a un tanque para preparar la solución anticoagulante C, la que es bombeada al tanque dosificador de la solución, luego se pasa a otro depósito o tanque, para ir descargando en los tanques de control y recepción de la sangre colectada, luego se deposita en un tanque de almacenamiento, de ahí se bombea al tanque de control, pasando previamente por un enfriador refrigerante o placas, D es la entrada y salida del refrigerante, E señala la sangre con el anticoagulante enfriado. Del tanque de almacenamiento, pasa a la centrífuga, separando ésta en dos fases: la líquida pesada para el concentrado de corpúsculos celulares F, y la líquida para el plasma G, cada una se recibe en su respectivo depósito intermedio para luego bombearlas a los tanques de almacenamiento en forma independiente; H, representa la salida de aire.*

*El plasma puro y los corpúsculos puros se llevan a secar, obteniéndose así productos como, polvo de plasma y polvo de corpúsculos.*

*Otros derivados de la sangre coagulada, serían el carbón de sangre, compuestos espumógenos, suero estéril; de la sangre líquida, como ingrediente en salchichería, pasta de glóbulos rojos, para la obtención de aminoácidos y otros compuestos de naturaleza orgánica.*

#### **GELATINAS Y COLAS**

*Estos productos se obtienen de los recortes de las pieles*

utilizadas en curtiduría y de los huesos de animales; las gelatinas como las colas son proteínas naturales obtenidas por hidrólisis del colágeno.

El principio no es si no el aprovechamiento del colágeno de las materias primas (recortes de pieles, huesos y tendones) expuestas a la acción del calor en medio hidrico , previa desgrasada, descarnada y desmineralizada, extracción que considera la temperatura y el tiempo como factores determinantes en la calidad de la gelatina.

### **GLANDULAS**

Es necesario la presencia de personal calificado, dedicado exclusivamente a este fin, con instrumentaria específica, se extraen cuidadosamente las glándulas y se las va congelando a -15 °C, luego se tritura la glándula en molinos especiales de acero inoxidable, la trituración debe hacerse a baja temperatura a fin de no desnaturalizar las hormonas; luego se pasa por un molino coloidal, para bombear el producto a un secador por atomización, en el cual se debe procurar mantener la temperatura de entrada alrededor de 140° C.

De esta manera se obtiene la glándula en polvo, para mayor estabilización y proceder a las extracciones de hormonas u otros principios orgánicos, por solvente, diálisis u otro método, logrando la concentración del producto.

### **HUESOS, CUERNOS Y PEZUÑAS**

Su aprovechamiento está dirigido en su mayor parte a la transformación de harina para la alimentación animal.

#### Huesos

Los huesos son utilizados para gelatinas y harina de hueso. Para este propósito se utiliza un digestor, en donde se hace una cocción a vapor indirecto a presión vale decir cocción en seco o fusión en seco, con lo que se logra una deshidratación y una desintegración del material óseo, obteniéndose una harina de buena calidad, con una composición química en promedio de proteína menor al 10%, grasa con un máximo de 5% y fosfato de calcio, un mínimo de 65 %.

El rendimiento varía según la calidad y estado de la materia prima. Los productos intermedios, se destinan para la producción de gelatina, colas, a partir de colágeno; y de las grasas, se obtendrá grasa industrial o sebo.

#### Cuernos

Los cuernos se componen de tres partes, la funda o estuche, la membrana queratogena y la clavija o médula del cuerno : el principal componente de la funda es la queratina, proteína de bajo valor nutricional, la membrana queratogena posee colágeno y en la clavija se encuentra oseína y la estructura ósea.

El mayor uso industrial de este residuo es para producir harina integrada de residuos de matadero (sangre, huesos, cuernos, pezuñas, orejas) para lo cual se trituran, se cocina en el digestor, temperatura 90 a 112 °C, a una presión de 0.5 atmósferas y durante 4 a 6 hora, dependiendo de los volúmenes y calidad de materias primas.

#### Pezuñas

Muy parecido es el caso de las pezuñas, generalmente se destinan para producir fertilizantes. El procedimiento sería así: recolección, lavado intenso con agua fría, cocción a presión, en

un digestor o en autoclave, a temperatura de 105 a 110°C, a presión de 0.2 a 0.3 atmósferas y por 3 a 4 horas.

Otra aplicación es como materia prima para elaborar harina de sangre integrada de residuos de matadero. También para obtener colas. El rendimiento se estima en un 60 % al convertirlas en fertilizante.

### **PELOS Y CERDAS**

Aunque no constituyen residuos de gran importancia económica en forma directa, lo hacen sí, y en forma especial al medio ambiente, estos residuos al ser arrojados a las alcantarillas, causan complicaciones en el escurrimiento de los efluentes, trayendo como consecuencia la formación de conglomerados de materiales orgánico, junto con la sangre, las grasas, residuos óseos y otros.

En el bovino se encuentran pelos, en las orejas y el rabo o cola; su uso se concentra a nivel artesanal y de pequeñas industrias. Lo utilizan mayormente para hacer alfombras, limpia pisos, brochas, cepillos y pinceles.

### **HARINAS CARMICAS PARA ANIMALES**

Representa un grupo de productos obtenidos del aprovechamiento industrial de los residuos orgánicos del matadero, como: sangre, restos de carne, recortes cárnicos, carcasas y vísceras decomisadas, huesos, grasas, y hasta contenido gástrico, además orejas, ubres, para obtener según la materia prima :

*Harina de sangre.*

*Harina integrada de residuos de matadero (si se utiliza sangre, huesos, cuernos, pezuñas y cortes cárnicos).*

- *Harina de carne (si se utiliza solo carcasas y vísceras decomisadas, restos de carnes y recortes cárnicos).*
- *Harina de huesos (huesos y carcasas decomisadas desgrasadas y sin masa muscular).*
- *Harina de hígado.*
- *Tankage, harina que se utiliza como materia prima todo tipo de residuo cárnico, carcasas decomisadas, vísceras decomisadas, contenido gástrico e intestinal, orejas, pezuñas, cuernos, todos los sólidos cárnicos retenidos en las rejillas trampas, etc, etc.*

*Estas harinas se caracterizan por su riqueza en proteínas fundamentalmente, destinadas a la alimentación animal especialmente de porcinos y de aves, por lo tanto tienen una gran demanda en el mercado.*

*Los procesamientos en el funcionamiento de esta unidad conocida también como subproductos (harinas) se basan en los siguientes principios :*

- *Desintegración de tejidos de la materia orgánica.*
- *Evaporación del contenido de agua del material en proceso.*
- *Fusión de las grasas del material en proceso.*
- *Todas las materias primas que se usan deberán estar limpias y frescas.*

#### **BAZOFIA Y ESTIERCOL**

*El contenido del estómago, así como el contenido intestinal, especialmente de bovinos, y porcinos, se lo denomina bazofia.*

*Constituye un residuo que no debería desecharse, pues esto complica los volúmenes y cantidades que se registran en los*



*mataderos, constituye un residuo importante que no debería desecharse, pues complica los volúmenes de los desechos y atenta contra las recomendaciones técnicas en por de la contaminación y polución ambiental. Es factible su industrialización y obtener un alimento para bovino, de buen valor alimenticio, aporta 11 a 13 % de proteínas semi metabolizadas, con aportes en nutrientes complementarios y de fácil manejo.*

**BILIS**

*Se concentra en la vesícula biliar, pegada al hígado, una pequeña bolsita, se la separa con cuidado a fin de no derramar la bilis sobre el hígado. Es demandada por algunos laboratorios farmacéuticos, para la obtención de ácidos y otras sustancias orgánicas, disolventes de grasas.*

## **VI.- EL PROYECTO**

### **6.1.- GENERALIDADES**

*El proyecto se basa esencialmente en el estudio de reducción de la carga orgánica, originada ésta, por la descarga directa de los desechos de la industria de carne; en este caso del camal frigorífico Moderno, al sistema de redes de alcantarillado público.*

*Teniendo en consideración los parámetros físicos y químicos que caracterizan a un desecho industrial, tratamos de llevar a estos a un valor, que puedan ser aceptados técnica como económicamente por el industrial, y por otro lado que cumplan con las disposiciones dadas en el Reglamento de Desagües Industriales.*

*Nuestro primer paso, es "recuperar" aquellos desechos, factibles de ser reutilizados para la elaboración de productos rentables para la industria. En esta situación, los desechos recuperables y reutilizables vienen a ser la sangre y la grasa obtenidos por el beneficio ganadero.*

*La captación de los desechos de características consecuentes más contaminantes, y por ende, los que elevan en gran proporción la carga orgánica del desagüe, redundando de esta manera en un beneficio económico.*

*La factibilidad técnica de la reutilización de los mencionados desechos será comprobada mediante pruebas realizadas a escala de laboratorio, procurando determinar las condiciones óptimas para ello.*

*Un segundo y último paso, es el tratamiento del desagüe remanente obtenido luego de la recuperación de la sangre y la grasa; seleccionando aquel que resulte fácil de operar, mantener y principalmente el de mayor eficiencia remocional y menor costo.*

### ***Descripción del caso en estudio***

*El desplazamiento de los animales se efectúa en diferentes condiciones y con diferente grado de disponibilidad, de acuerdo con las especies faenadas.*

*Antes de ser faenados reciben un baño de agua fría, para limpiarlos. Luego son introducidos al llamado cajón de matanza, pequeño recinto donde el animal tiene pocas posibilidades de movimiento y en el cual es afectado por la aplicación de una puntilla para seccionarle las vértebras cervicales ocasionándole la muerte. El procedimiento es administrado por un operario ubicado sobre una tarima sobre el cajón de matanza.*

*Acto seguido, el operario, por un sistema de palancas, inclina el fondo o una de las paredes del cajón, y el animal cae al patio, donde se lo engancha de una de las patas traseras y una vez suspendido con la cabeza a cierta altura sobre el nivel del piso, se le aplica un corte en la yugular para desangrarlo y luego degollarlo a cuchillo, esta sangre es descargada directamente a las canaletas constituyéndose en el desecho que mayor contaminación produce.*

*En la faena de ganado ovino y porcino el animal es degollado vivo, las siguientes operaciones son similares.*

*Una vez efectuada la matanza siguen la operaciones de extracción de cuero en vacunos y ovinos, y de escaldado (pelado en agua caliente a 58° C por 2 min) en el caso de cerdos, y luego*

las operaciones, siempre en líneas continuas y con el animal ó sus partes suspendidos de ganchos que circulan por rieles superiores, de corte de cabeza, extracción de vísceras y demás órganos, limpieza, separación de vísceras, cortado en medias reses, etc.

Luego se pasa, a las operaciones de lavado de vísceras, separación de grasas, semi-cocción de los intestinos, etc; Labores realizadas en salas diferentes y contiguas a la de matanza. Los cueros separados son recortados y lavados para ser expedidos luego directamente a curtiembres.

En el caso del ganado ovino, existe una sala aparte donde se realiza el quemado de cabezas y patas, mediante el uso de un soplete, éste al producir combustión incompleta genera abundante cantidad de humo negro, el cuál origina contaminación atmosférica por la producción de gases y olores.

Una vez que el animal ha sido cortado, dividiendo el cuerpo en dos mitades, se pasa a la sala de oreo para el reposo de las carcasas<sup>1</sup>, y la carne que no se envía para su expendio se almacena en un cuarto frigorífico.

En los diferentes procesos se originan naturalmente desechos. Desde la salida de los corrales de descanso, el animal circula por pasadizos, bretes, etc; donde deja caer orinas, estiércol y restos intestinales de diferente naturaleza, de acuerdo con las especies faenadas, de alimentación herbívora (vacunos, ovinos) u omnívora (cerdos): en el primer caso materia de origen celulósico en diferente estado de descomposición, y en el segundo heces de diversa naturaleza, de acuerdo a la alimentación del cerdo.

---

<sup>1</sup>Una de las mitades del cuerpo del animal luego de despiezado.

*En las subsiguientes operaciones, se producen desechos que son luego arrastrados por las aguas de limpieza como restos cárneos, pelo, recortes de cuero, trozos de vísceras, coágulos sanguíneos, etc.*

*Así mismo al finalizar la faena tanto la sala de beneficio como la de los demás procesos requieren de una limpieza, esta descarga, también es de valor en carga contaminante puesto que lleva restos de sangre y estiércol.*

*La única fuente de elaboración de subproductos practicada en el camal es el proceso de rendido húmedo. Aquí se lleva a cabo la fundición de las grasas de ganado vacuno y ovino, para obtener el sebo, útil para elaborar jabones, ceras, etc. Este proceso constituye una carga orgánica importante de DBO en el efluente de la planta.*

*El proceso consiste en calentar el material agregando vapor de agua a 75 Lbs/plg<sup>2</sup> hasta fundir el sebo o grasa y separar la grasa de otras fases. Una vez logrado esto se procede a recolectar el sebo en cilindros; el residuo que queda en el fondo se le conoce con el nombre de borra y es de características altamente contaminantes en cuanto a carga orgánica debido al contenido de proteínas que este posee y grasas.*

*La descarga de la borra se realiza interdiariamente directamente al sistema de drenaje, haciéndose uso del tanque desgrasador solo una vez por semana, esto se lleva a cabo los días domingos donde se deja reposar el líquido residual hasta el día lunes, que es descargado el efluente a las alcantarillas quedando una capa gruesa de grasa solidificada en el tanque.*

*El desagüe discurre por el sistema de redes públicas de alcantarillado, siendo su punto final de disposición el colector*

*Callao, incrementando de esta forma el contenido orgánico ya existente en este sector marítimo.*

## **6.2.- METODOLOGIA**

*Una de las fases más importantes en un programa de contaminación industrial es la caracterización de las aguas residuales con el fin de conocer la cantidad y tipo de contaminantes producidos por los diferentes procesos en la industria. Sin un conocimiento claro de la producción de contaminantes es imposible proyectar tratamientos y evaluar los efectos producidos en las corrientes de agua. Por lo tanto se realizó un análisis del proceso industrial y selección de parámetros significativos indispensables para el objetivo propuesto.*

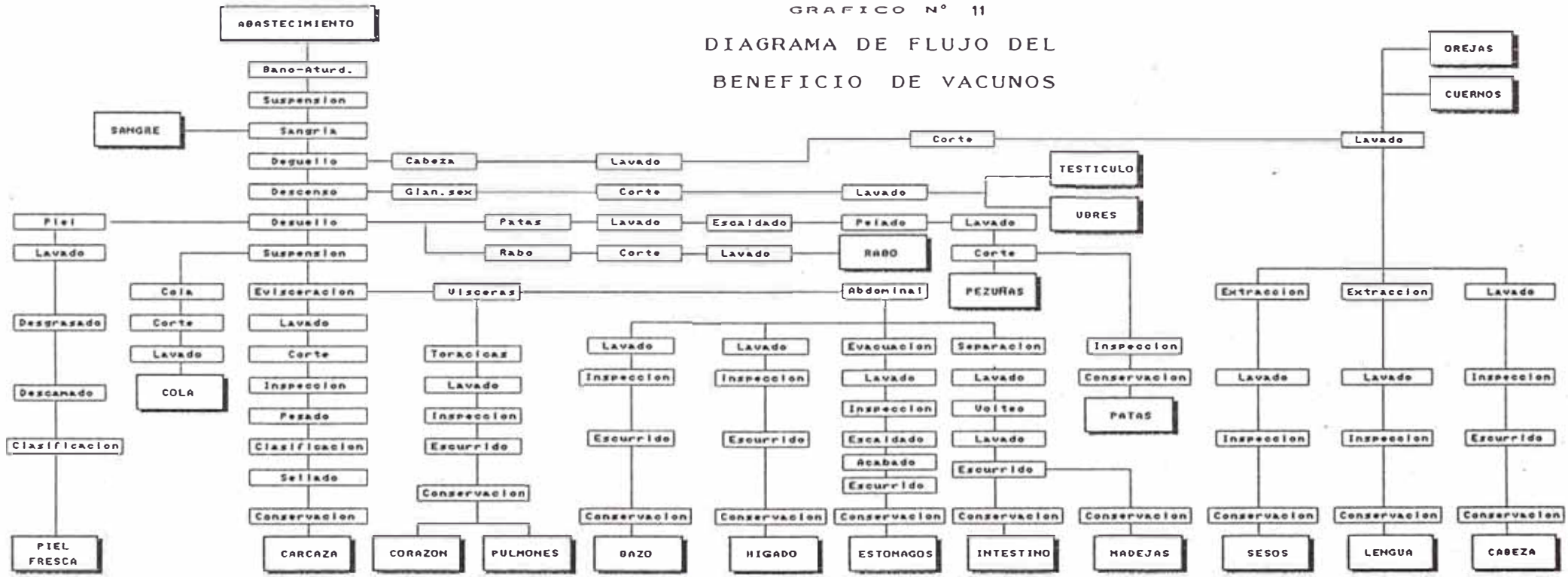
### **PROGRAMA DE MUESTREO**

*La determinación de la calidad del agua consiste no solamente en los análisis de laboratorio sino también en una serie de pasos previos y posteriores que se denomina en conjunto como un programa de muestreo y medición.*

*Para elaborar el programa de muestreo fue necesario primero conocer todo el proceso de beneficio de cada uno de los animales faenados del camal en estudio. De esta manera se elaboró el diagrama de flujo identificando todo el proceso de producción. Clasificando tipos de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos), frecuencia de las descargas, duración de cada proceso.*

*De la misma manera como la industria no contaba con todos los planos de instalaciones sanitarias se hizo un*

GRAFICO N° 11  
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL  
 BENEFICIO DE VACUNOS



replanteo, para su elaboración.

Una vez elaborado los planos de instalaciones sanitarias se designó los lugares o puntos de muestreo y frecuencia.

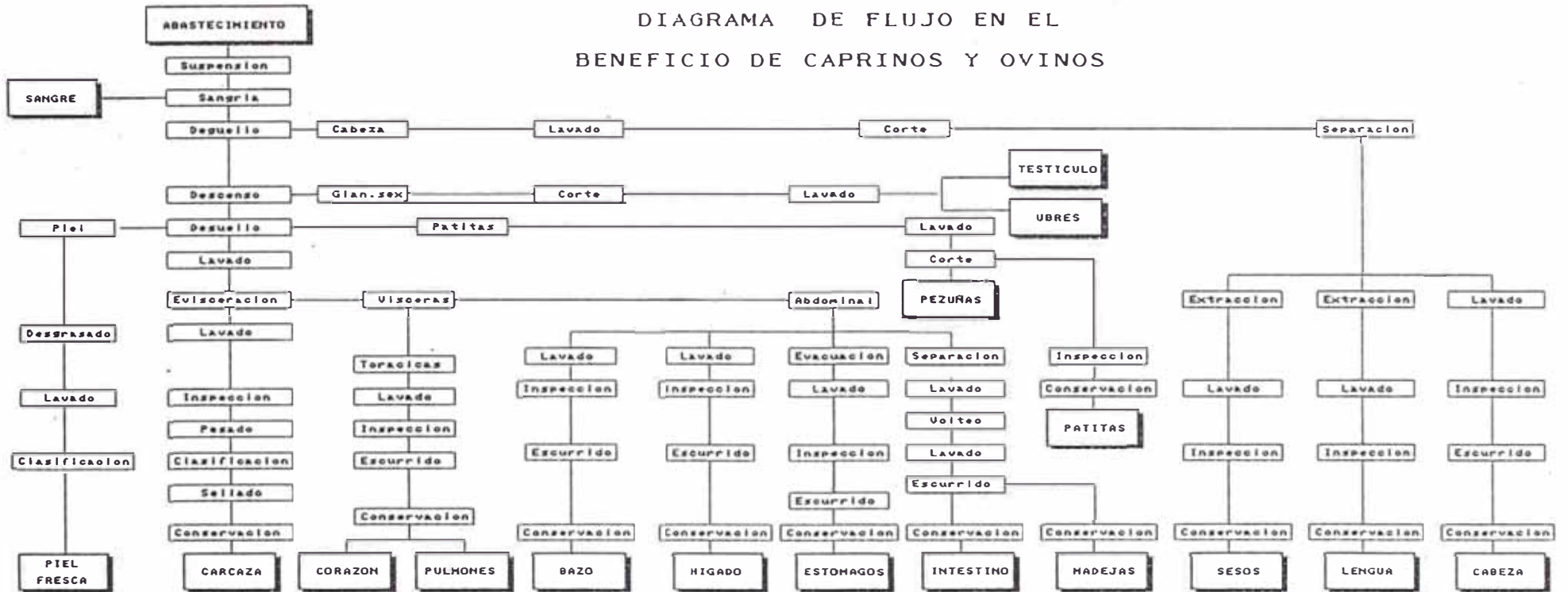
Muestreo, es el proceso de separar una pequeña porción del total de tal manera que la muestra represente el carácter y calidad de la masa de la cual se tomo. Por tal motivo dada las circunstancias en que se llevan a cabo las descargas de las aguas residuales, en su mayoría descargas intermitentes se optó por tomar muestras compuestas, que consiste en mezclar varias muestras simples instantáneas a intervalos de tiempo previamente seleccionados para un mismo sitio de muestreo, en volúmenes proporcionales al volumen del flujo. Así mismo, la muestra se tomó a la mitad del área de flujo para evitar contaminaciones, y en un lugar homogéneo, tratando de obtener la muestra más representativa del caso.

Como una alternativa al análisis separado de un gran número de muestras, seguido de cálculo de resultados promedios y totales, las muestras compuestas de este tipo representan un ahorro substancial en esfuerzos y costos de laboratorio.

Para tal efecto, se tomo muestras a un intervalo de una hora, durante un lapso de 3 horas, siendo estas las más críticas (4 muestras); se tomó dicha determinación para evitar cambios significativos e inevitables por los compuestos orgánicos en un determinado periodo de tiempo al realizar las determinaciones de algunos de los parámetros seleccionados.



GRAFICO N° 12  
 DIAGRAMA DE FLUJO EN EL  
 BENEFICIO DE CAPRINOS Y OVINOS



*En general, mientras menor tiempo transcurra entre la recolección de la muestra y su análisis, mayor será la confianza de los resultados analíticos. Es imposible precisar terminantemente el tiempo que puede transcurrir entre la recolección de una muestra y su análisis, pues depende de la índole de la muestra.*

*Se tomaron todas las medidas necesarias y posibles para evitar la proliferación de organismos como por ejemplo mantener las muestras en la oscuridad y a la menor temperatura posible, hasta que se analizaran.*

*Debido al almacenamiento de las muestras antes del análisis, ciertas determinaciones se pueden afectar en mayor grado que otras. Algunos cationes están sujetos a pérdidas por absorción o permutación catiónica con las paredes del recipiente. La temperatura cambia muy rápidamente, el pH se puede modificar en forma significativa en cuestión de minutos; ante estas circunstancias es necesario realizar dichas determinaciones en el campo, ya que los cambios son casi inevitables, debido al tiempo que tarda la muestra en llegar al laboratorio.*

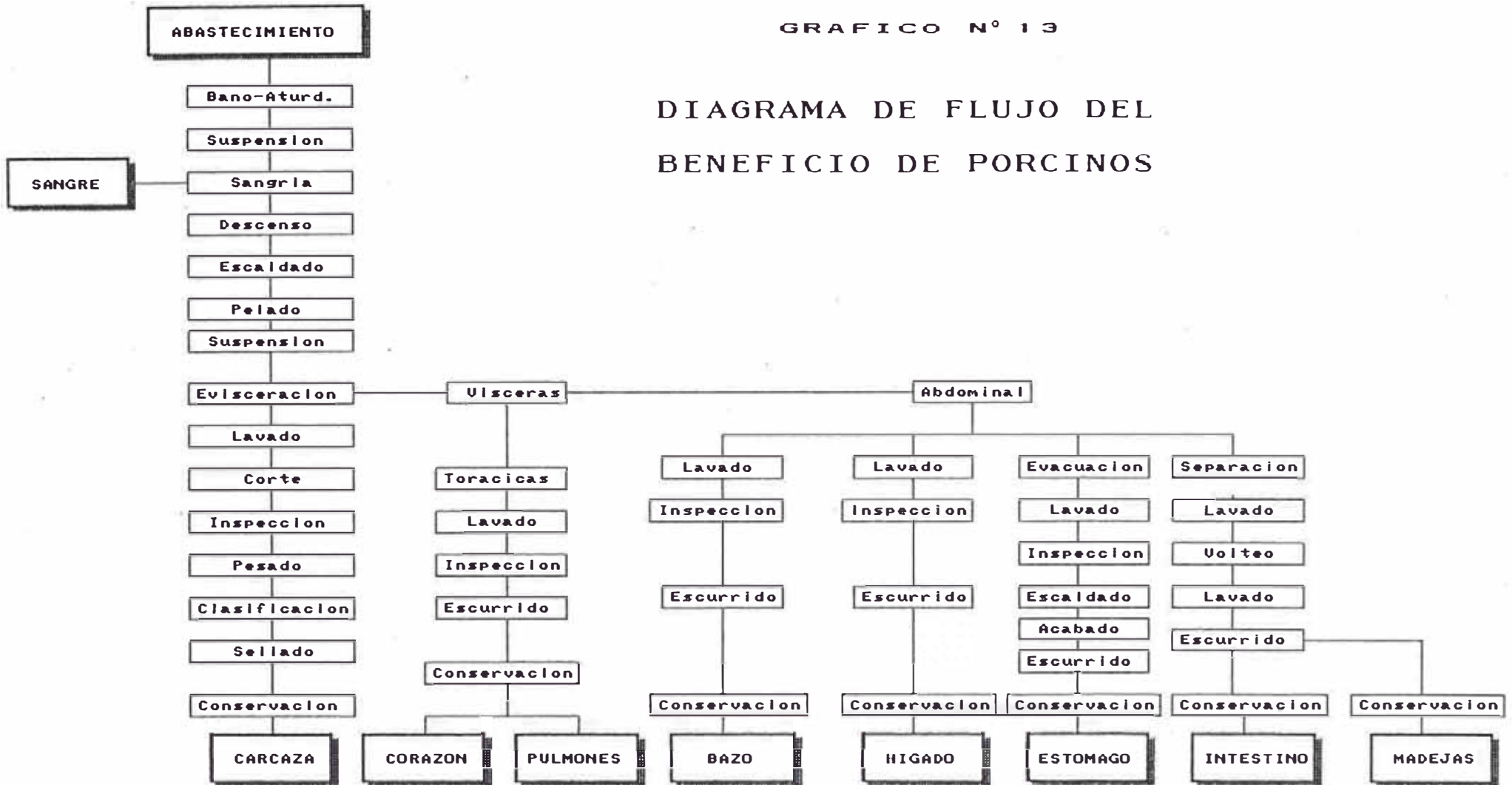
*Al finalizar el período de muestreo se combinaron todas las muestras horarias, obteniéndose una sola muestra representativa del día en el punto dado de muestreo.*

*De la misma manera fue necesario en algunos casos tomar muestras integradas, realizando el análisis en mezclas de muestras simples recogidas en diferentes puntos simultáneamente.*

*El estudio de la caracterización de los desechos*

GRAFICO N° 13

DIAGRAMA DE FLUJO DEL  
BENEFICIO DE PORCINOS



líquidos del camal Moderno fueron efectuados durante el período de dos meses considerando sólo aquellos que dieron los resultados esperados. De acuerdo a los resultados obtenidos en la cuantificación de beneficio ganadero que posteriormente son presentados, se señalan días de alto y bajo beneficio resultando como días de alto beneficio los lunes y viernes y los de bajo beneficio martes, miércoles, jueves y sábado. De aquí se establecieron tres días de muestreo; uno (miércoles) de bajo beneficio y dos (lunes y viernes) de alto beneficio.

Empleando el plano del sistema de desagües, determinamos los siguientes puntos de muestreo :

- 1.- Canaletas por donde discurren los desagües provenientes de la matanza de cada tipo de ganado.
- 2.- Canaleta por donde se evacua el desagüe del lavado de menudencias del ganado ovino.
- 3.- Canaletas por donde se juntan los desagües de la matanza y lavado de menudencias del ganado vacuno y porcino.
- 4.- Pailas conteniendo agua a elevada temperatura, empleadas para el lavado de intestinos por cada tipo de ganado.
- 5.- Desagüe del proceso de rendido del sebo .
- 6.- Buzón final de recolección.

Los lunes, se tomaron muestras de desagüe provenientes del beneficio del ganado vacuno, proceso de rendido y buzón final de recolección.

Los miércoles, se tomaron muestras del desagüe provenientes del beneficio del ganado porcino, proceso de rendido y buzón final de recolección.

Los viernes, se tomaron muestras del desagüe provenientes del beneficio del ganado ovino, proceso de rendido y buzón final de recolección.

Cabe resaltar que todos los días se faenan los tres tipos de ganado a excepción de los días domingos.

Los números de muestra asignados por ambiente de trabajo fueron los siguientes :

Once muestras para; la sala de matanza, lavado de menudencias y paila del ganado vacuno.

Once muestras para; la sala de matanza, lavado de menudencias y paila del ganado porcino.

Once muestras para; la sala de matanza, lavado de menudencias y paila del ganado ovino.

Tres para el proceso de rendido y,

Cuatro para el buzón final de recolección.

El número de muestras por punto de muestreo, distribuidos de forma similar en todas las secciones son :

**CUADRO Nº 22**

PUNTO	Nº DE MUESTRAS
G	03
L.P.	03
S.D.	02
P	03

*Siendo :*

- G : Muestra global.*
- L.P. : Muestra de lavado de piso.*
- S.D. : Muestra de sangre diluida.*
- P : Muestra de las pailas.*

*Definidas de la siguiente forma :*

#### *Muestra global*

*Denominamos muestra global vacuno y porcino, aquella que fue tomada en un punto tal, donde confluyen los desagües provenientes de la matanza que se caracteriza por estar conformada en un gran porcentaje por sangre del animal faenado, y de la sección del lavado de las vísceras, compuesta ésta por estiércol y demás desperdicios. Esta definición corresponde sólo a los globales de vacuno y porcino. Lo referente al ovino muestra global es la que se tomó en un punto por donde discurre sólo el desagüe proveniente del lavado de vísceras de este animal. Cabe aclarar que cada tipo de ganado es beneficiado en salas distintas, lo mismo ocurre con las secciones de lavado de menudencias. Los puntos de muestreo son canaletas de recolección que van a dar al buzón principal del sistema de desagües del matadero.*

#### *Muestra lavado de piso*

*Al finalizar el beneficio ganadero, se procede a la limpieza de los pisos y paredes de los ambientes en donde se realiza el faenamiento y lavados de menudencia respectivos, conformados por mayólica en las paredes y piso de cemento. Todo el desagüe ocasionado por esta limpieza es*

dispuesto en las canaletas de recolección en donde se efectuaron las tomas de muestras. El tiempo empleado en esta labor es de aproximadamente de 45 minutos.

#### Muestra sangre diluida

Se denomina muestra de sangre diluida a aquella tomada en un punto donde se realiza la matanza del ganado y limpieza de la carcasa del mismo, la sangre del animal es mezclada con el agua de lavado permanente del animal en el proceso. La concentración de esta varía de acuerdo al caudal de agua empleado en la limpieza y al número y peso de animales faenados. El punto de muestreo consiste también en canaletas de recolección.

#### Muestra paila

Pailas, son recipientes donde llenos de agua elevadas temperaturas son sometidos los intestinos de los animales para su limpieza, luego de hacerlo con agua fría. Estas pailas son de metal, de 1.0 x 1.0 x 0.7 m, y el tiempo de vaciado es de aproximadamente 15 minutos, esta se hace después de terminada la labor de faena y limpieza, y dicho desagüe es vertido a las canaletas de recolección.

Otra paila, única, es la que se halla en la sala de matanza del ganado porcino, esta contiene agua a una temperatura superior que las anteriores y es empleada para colocar al porcino faenado y poder retirarles los pelos. Sus dimensiones son de 2.5 x 2.5 x 0.80 m y el tiempo de vaciado es de 15 minutos.

Ahora se definirá al Proceso de Rendido y al Buzón final de recolección de la siguiente forma:

### Proceso de rendido

Este proceso llevado a cabo diariamente en la industria en estudio, consiste en el fundido de la grasa animal proveniente de su faenamiento.

Dicho proceso se realiza empleando un cilindro metálico con fondo cónico de aproximadamente 3 metros de largo y uno punto noventa de diámetro, en donde la grasa es vaceada, conforme se va recolectando, y mediante la aplicación de vapor de agua directo se va fundiendo hasta llegar a la fundición de la misma. Luego, la grasa fundida es almacenada en pequeños cilindros comunes de metal, y el líquido restante que queda en el fondo del recipiente es vertida directamente a las canaletas de recolección. Es evidente que un gran porcentaje de residuo está conformada por grasa que no llegó a fundirse en su totalidad, ya que el proceso empleado ofrece un rendimiento del 68 % aproximadamente. En dicho punto de disposición del residuo es en donde se efectuaron las tomas de muestras a analizar.

### Buzón final de recolección

Es uno de los buzones de fácil acceso, que forma parte del sistema de desagües del matadero. Por este buzón discurren los desechos provenientes de las salas de matanza y lavado de menudencias del ganado vacuno, porcino y parte del ovino, el desagüe global de este, sigue otra dirección en el sistema, al igual que el residuo obtenido en el proceso de rendido.

### Tiempo diario de beneficio

Los tiempos promedios, empleados en la matanza y



*lavado de vísceras de cada ganado por día son los siguientes:*

**CUADRO Nº 23**

GANADO	TIEMPO (hr)
VACUNO	3.5
PORCINO	5.5
OVINO	3.0

**AFORO**

*Es necesario conocer la cantidad de agua residual que se evacua para poder evaluar los efectos contaminantes, de acuerdo al tipo de contaminantes que contiene el agua residual. De la misma manera es necesario evaluar la cantidad de agua potable utilizada en los diferentes procesos de la industria, y en la manera posible ver si es factible reducir la cantidad utilizada, sin incrementar la carga contaminante de las aguas residuales.*

*Aforo son las mediciones u operaciones que se realizan para conocer el gasto o volumen de agua que pasa la sección transversal de una corriente por la unidad de tiempo.*

*En este caso los métodos empleados en la*

determinación de gasto fueron :

**Método de sección y pendiente hidráulica** que consiste en determinar :

- 1.- El área de la sección transversal media de la corriente en el tramo considerado para el aforo.
- 2.- El radio hidráulico de dicha sección.
- 3.- La pendiente hidráulica a lo largo del tramo considerado para el aforo.
- 4.- Las características del cauce y el estado en que este se encuentra, a fin de elegir el coeficiente de rugosidad apropiado.

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$n$  : Coeficiente de rugosidad.

Siendo en este caso  $n = 0.015$

**Aforo por tiempos de llenado de volúmenes conocidos**, consiste en la medición directa del caudal, con un recipiente de volumen conocido se mide el tiempo de llenado obteniéndose :

$$Q = \frac{\text{VOLUMEN}}{\text{TIEMPO}}$$

Cuanto mayor es el tiempo de determinación, tanto mayor es la precisión. Este método es aplicable generalmente en el caso de pequeñas descargas.

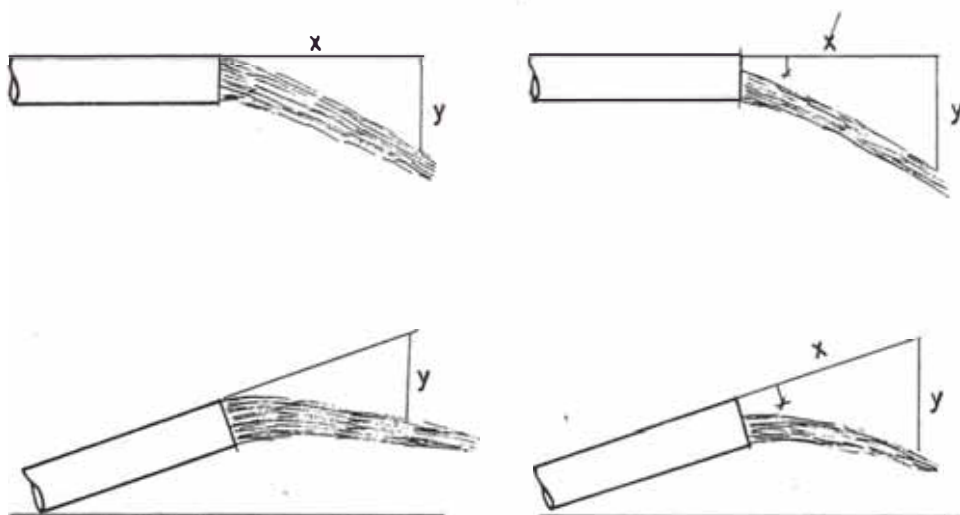
**Método de las coordenadas para determinar la velocidad del chorro y el caudal**

Este es uno de los procesos más simples, en el caso de descarga libre.

$$Q = A \left( 2.21 \frac{X}{Y} \right)$$

$Q$  : Caudal en  $m^3 / \text{seg}$   
 $A$  : Area hidráulica en  $m^2$   
 $V$  : velocidad  
 $V = 2.21 X/Y$  en  $m / \text{seg}$   
 $X$  e  $Y$  en  $cm$ .

Se mide  $x$  en la dirección de la longitud de la generatriz superior del tubo y en la vertical conforme se muestra a continuación :



*A es el área hidráulica de sección transversal mojada en la salida del tubo. Si el tubo no funciona con la sección de salida completamente llena, se debe medir h.*

### **ANALISIS**

*De acuerdo a los principios generales que definen la necesidad de aplicar cierto grado de tratamiento a las aguas residuales, es necesario proceder inicialmente con la determinación de la composición de las aguas residuales para conocer acerca de su mayor o menor agresividad en contra de las masas de agua de recibimiento y del sistema de colectores por donde discurre.*

*Con el objeto de conocer y entender integralmente, el papel de primerísima importancia que juega la composición de los líquidos cloacales en el campo de tratamiento de las aguas residuales, hemos de considerar, una serie de conceptos básicos relacionados con los análisis de laboratorio para líquidos residuales. La realización e interpretación de tales ensayos nos permitirán la composición de estos líquidos y, en consecuencia, su índice de agresividad en cuanto se refiere a la polución y contaminación del ambiente en que ellos se disponen; el poder receptivo de las masas de recibimiento y la intensidad o eficiencia de los tratamientos que se apliquen.*

*Solo un análisis cuidadoso del tipo de materiales utilizado en un proceso industrial y el conocimiento preciso del mismo, permite conocer el tipo de contaminantes presentes en un efluente de tipo industrial. Dado esto entonces, es necesario realizar una caracterización de las*

*aguas para conocer con precisión los valores representativos, en cuanto a calidad y cuantificación.*

*La característica de las aguas de desecho, incluye una serie de determinaciones físicas, químicas, biológicas, cuya importancia relativa va estar fijada por los objetivos planteados en el plan de caracterización.*

*Los parámetros deben responder a las necesidades definidas en los objetivos; junto con el conocimiento de los criterios de calidad nos permiten seleccionar estos apropiadamente.*

*En nuestro caso los parámetros seleccionados son los más indicados para evaluar la contaminación consecuente por los efluentes de la industria en estudio a los sistemas receptores ya sea, sistemas de alcantarillado, cursos de agua, etc.*

### **Análisis de campo**

*Para obtener resultados veraces sobre ciertos constituyentes y valores físicos se requieren análisis inmediatos en el campo, porque la compensación de la muestra puede variar antes de llegar al laboratorio.*

### **Temperatura**

*La temperatura es, un parámetro importante debido a sus efectos directos sobre las reacciones químicas y biológicas y la vida acuática, así como sobre las propiedades físicas de los cuerpos.*

*Las aguas residuales con altas temperaturas,*

usualmente especificadas sobre 65° C, son considerados perjudiciales para el sistema de alcantarillado debido a la producción de vapores y a que aceleran las acciones corrosivas. Así mismo, tienen efectos adversos sobre los peces y demás forma acuática y en general sobre el ecosistema acuático.

El aumento de temperatura acelera la descomposición de la materia orgánica, aumenta el consumo de oxígeno para la oxidación y disminuye la solubilidad del oxígeno y otros gases.

Este tipo de efectos negativos por causa de la alta temperatura de las aguas residuales es lo que se denomina *polución térmica* tiene importancia debido a su influencia en :

- *Vida acuática* : a la que altera y en algunos casos extremos puede inhibir.

Velocidad de las reacciones químicas, la cual en general aumentan con la temperatura y este hecho en el caso muy importante de la descomposición bioquímica de la materia orgánica, influye sobre un mayor consumo de Oxígeno en el agua .

Disminución de la solubilidad del oxígeno por efecto de mayor temperatura y unido al efecto anterior puede causar drásticas disminuciones del oxígeno disuelto presente en los receptores acuáticos, con la consiguiente influencia en el proceso de autopurificación.

### **Color y olor**

El color es un indicador de polución muy visible y por lo

*tanto, es de los que mayores protestas ha provocado en el público. Los mataderos contribuyen con color. El color interfiere con la transmisión de la luz y por ende con la fotosíntesis.*

*El olor es una característica de las aguas residuales que ayuda a conocer el grado de septización de éstas. Generalmente tienen un olor desagradable característico, el cual es menos agresivo en las aguas residuales frescas que en las sépticas.*

*El olor es producido por gases provenientes de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica y en este caso el más importante es el ácido sulfídrico  $H_2S$ , cuyo característico olor a huevos descompuestos, es bastante desagradable.*

### ***pH***

*La concentración de hidrogeniones es un parámetro de calidad importante, en el control de todos los tipos de tratamiento de aguas residuales, ya que el rango de concentraciones apropiado para la mayoría de los seres vivos es crítico y muy estrecho. Si el agua residual tiene una concentración de  $H^+$  adversa, su tratabilidad biológica es difícil y si no se mejora antes de ser descargado puede alterar el ecosistema acuático.*

*En forma didáctica el pH, es la "cara externa" de las condiciones básicas o ácidas de un residuo y nos informa sobre las reservas que lo regulan en la masa acuática.*

*Los desechos ácidos ó alcalinos son capaces de causar daño o peligro a las estructuras o equipos de un sistema de*

alcantarillado.

Los valores de pH pueden verse alterados en las aguas debido a la presencia de  $H_2S$  produciendo corrosión en las alcantarillas.

### **Análisis de laboratorio**

#### **Sólidos suspendidos**

Los sólidos contenidos en las aguas residuales se oxidan consumiendo el oxígeno disuelto presente en el agua, sedimentan en el fondo de los cuerpos receptores, donde modifican el hábitat natural de estos y afectan la biota acuática.

Su presencia es objetable porque produce obstrucciones en el sistema de alcantarillado. En los cursos de aguas puede afectar su calidad de diferentes formas.

La determinación de sólidos sedimentables es importante, ya que da una idea de los sólidos presentes en las aguas residuales que pueden ser removidos mediante los procesos ordinarios de sedimentación, se obtiene aproximadamente el porcentaje de materia orgánica separable mediante sedimentación primaria, y por consiguiente una buena aproximación del porcentaje de DBO que, es posible remover mediante sedimentación.

El diámetro mínimo de los sólidos suspendidos es aproximadamente de 1 micra; la fracción de sólidos suspendidos incluye los sólidos sedimentables que se depositarán en el recipiente en forma de cono (llamado cono Inhoff) durante un período de 60 minutos.



***Demanda bioquímica de oxígeno***

*Este parámetro es usado como indicador de polución orgánica, se utiliza para estimar la carga polucional que el agua residual pudiera ejercer sobre un eventual receptor para diseñar los sistemas de tratamiento que, disminuirán esa carga, para medir las eficiencias de tales sistemas y para determinar la rata de oxigenación (cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente).*

*Evalúa la pérdida de oxígeno disuelto que acompaña al proceso de descomposición inducido, mantenido por los organismos saprofíticos existentes en las aguas residuales o en las poluidas. Por lo tanto la DBO es una medida de la demanda de oxígeno ejercida directa e indirectamente por los organismos vivientes que son los responsables de la descomposición.*

*la mayor parte de materia orgánica en un matadero está constituida por materia orgánica biodegradable, y es de suma importancia su determinación ya que es la responsable de la disminución de la concentración de oxígeno en receptores hídricos, llegando a provocar situaciones anaeróbicas con su secuela de problemas. En nuestro caso la materia orgánica predominante es proteínas y grasas.*

*Por lo tanto es indispensable la determinación de la DBO en las muestras de agua residual.*

*A fin de asegurar que los resultados obtenidos en estas pruebas de ensayo sean significativos, la muestra deberá ser conveniente diluida con agua de dilución especialmente preparada de modo que existan nutrientes y*

oxígeno disponibles durante el período de incubación.

Normalmente, se preparan varias diluciones cubrir la gama completa de posibles valores. El agua de dilución es inoculada en un cultivo bacteriano que ha sido aclimatado, si fuese necesario, a la materia orgánica presente en el agua. El inóculo que se usa para preparar el agua de dilución es un cultivo mixto. Dicho cultivo contiene un gran número de bacterias saprófitas y otros organismos que oxidan la materia orgánica. Cuando la muestra contiene una gran población de microorganismos, no es necesario efectuar la inoculación.

El período de incubación es generalmente de 5 días a 20°C, si bien pueden utilizarse otros períodos de tiempo y temperatura. Sin embargo, la temperatura deberá ser constante a lo largo de todo el ensayo. Tras la incubación se mide el oxígeno disuelto de la muestra incubada en cada botella, y la DBO se calcula de la manera siguiente :

$$DBO \text{ (mg/l)} = \frac{\text{Volúmen}_{\text{botella}} (O.D.t - OD_f) - (OD_t - OD_i)}{\text{Volúmen}_{\text{muestra}}}$$

Siendo :

**OD<sub>t</sub>** : Oxígeno disuelto del testigo.

**OD<sub>f</sub>** , Oxígeno disuelto de la muestra diluida.

**OD<sub>i</sub>** : Oxígeno disuelto de la muestra inicial.

Normalmente el OD<sub>i</sub> en un agua residual resulta despreciable.

### **Grasas**

*El contenido de grasas en los desechos domésticos y de ciertas industrias son de cierta importancia en relación al manejo y tratamiento de estos materiales para la disposición final.*

*Las grasas son importantes debido, a su pobre solubilidad en agua y a su tendencia de separarse de la parte líquida. Esta característica presenta una ventaja para separarla pero puede complicar el transporte de desechos a través de las tuberías, siendo aún más grave si se descarga caliente y luego se enfría y solidifica en la alcantarilla. Pudiendo además adherirse a las paredes del tubo y disminuir su capacidad de transporte.*

*La grasa puede reducirse a límites seguros por medio de trampas de grasa adecuados, donde los desechos con alto contenido de grasas y el problema del material sobrenadante o natas existen, como en la Industria de carne, esto funciona satisfactoriamente solo si la grasa depositada es removida regularmente.*

*El contenido de grasas se determina mediante extracción de la muestra residual con hexano (la grasa es soluble en hexano).*

*Las grasas animales son compuestos (ésteres) de alcohol o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los ésteres de ácidos grasos que son líquidos a las temperaturas ordinarias se llaman aceites y los que son sólidos se llaman grasas. Son químicamente muy semejantes, estando compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno en diversas proporciones. La estructura molecular de la grasa es la siguiente:*

0  
 $H_2C - O - C - R_1$   
 $HC - O - C - R_2$   
 0  
 $H_2C - O - C - R_3$   
 0

**CUADRO Nº 24**

**ANALISIS EFECTUADOS POR PUNTO DE MUESTREO**

**SALA VACUNO**

PUNTO	GRASA	S.SEDIM	DBO	Ph	T°
G	02	03	03	03	03
L.P	---	03	03	03	03
S.D	---	---	02	02	02
P	02	03	03	03	03

**SALA PORCINO**

PUNTO	GRASA	S.SEDIM	DBO	Ph	T°
G	02	03	03	03	03
L.P	---	03	03	03	03
S.D	---	---	02	02	02
P	02	03	03	03	03

## SALA OVINO

PUNTO	GRASA	S.SEDIM	DBO	Ph	T°
G	02	03	03	03	03
L.P	---	03	03	03	03
S.D	---	---	02	02	02
P	02	03	03	03	03

## PROCESO DE RENDIDO

GRASAS	S. SEDIM.	DBO	PH	T°
03	03	03	03	03

## BUZON FINAL DE RECOLECCION

GRASAS	S. SEDIM.	DBO	PH	T°
04	04	04	04	04

## TOTAL DE ANALISIS EFECTUADOS

GRASAS	S. SEDIM.	DBO	PH	T°
19	34	40	40	40

*A las muestras de sangre diluida no se les efectuó los análisis de grasas y sólidos sedimentables, debido, a la gran dificultad que presentan por su intenso color como por la propiedad de coagulación cuando su concentración es elevada en la dilución, afectando respectivamente la determinación de dichos parámetros.*

*En cuanto a las muestras de lavado de piso por su superior dilución comparada con los demás tipos de muestra, tampoco se les efectuó el análisis de grasa, aumentando además, el elevado costo que ocasiona efectuar cada análisis de grasa.*

#### **ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO**

*El estudio cuantitativo se realizó por día de beneficio y por tipo de ganado, obteniéndose subtotales por semana, mes y promedios de matanza por día.*

*La cuantificación corresponde a los meses de mayo, junio y julio de 1993, de los cuales los dos últimos fueron los meses en donde se realizaron las tomas de muestra y análisis de las mismas.*

*Como se podrá observar ulteriormente, los resultados promedios por día obtenidos, nos indican dos situaciones bien marcadas; como son : la existencia de días de bajo beneficio ganadero en sus tres tipos y días de elevado beneficio por semana, resultando ser como días de baja matanza los martes, miércoles, jueves y sábado, los de superior matanza lunes y viernes, superando estos el 50% del total de matanza semanal.*

*Cabe resaltar que los días domingos no hay beneficio ganadero alguno.*

*Los datos de kilaje son base para considerar una constante en peso por tipo de ganado, es decir, el peso de vacuno luego de su faena se halla alrededor de los 200 Kg, de porcino alrededor de los 60 Kg, y del ovino en los 15 Kg, constante que se verifica en los tres meses en estudio.*

*A continuación se presentan los resultados de cuantificación en los siguientes cuadros :*

## CUADROS N° 25 Y 26

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMAMA (03-08)

MAYO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1429	288573
PORCINO	3146	177544
OVINO	878	13365

SEMAMA (10-15) :

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1136	236335
PORCINO	2601	162308
OVINO	675	10216



## CUADRO N° 27 Y 28

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (17-22) :

MAYO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1307	264746
PORCINO	2919	179029
OVINO	1090	16538

SEMANA (24-29) :

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1076	222956
PORCINO	2614	150288
OVINO	940	14702

## CUADRO N° 29

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (31) :

MAYO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	307	63879
PORCINO	625	37435
OVINO	219	3371

## CUADROS N° 30 Y 31

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (01-05)

JUNIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	875	179529
PORCINO	1941	117870
OVINO	594	9133

SEMANA (07-12) :

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1044	220795
PORCINO	2385	141072
OVINO	1034	15272

## CUADROS N° 32 Y 33

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (14-19)

JUNIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS .	KILOS
VACUNO	1248	254415
PORCINO	2876	170523
OVINO	896	12556

SEMANA (21-26) :

TIPO DE GANADO	CBZAS .	KILOS
VACUNO	1176	242929
PORCINO	2665	164054
OVINO	717	10986

## CUADRO N° 34

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (28-30) :

JUNIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	554	112183
PORCINO	1321	80454
OVINO	306	4749

## CUADRO N° 35 Y 36

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (01-03)

JULIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	729	146747
PORCINO	1144	70967
OVINO	222	3510

SEMANA (05-10) :

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1071	222484
PORCINO	2908	162386
OVINO	685	9862

## CUADROS N° 37 Y 38

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (12-17) :

JULIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1191	250457
PORCINO	2938	176216
OVINO	898	13683

SEMANA (19-24) :

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1349	285908
PORCINO	3028	170834
OVINO	575	8124

## CUADRO N° 39

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

A) CUANTIFICACION POR SEMANA DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO

SEMANA (26-31)

JULIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	1323	278318
PORCINO	2689	142092
OVINO	734	10129



## CUADRO N° 40 Y 41

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

B) CUANTIFICACION GENERAL (DE LOS MESES DE  
MAYO, JUNIO Y JULIO)

## MAYO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	5255	1076489
PORCINO	11905	706604
OVINO	3802	58192

## JUNIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	4897	1009851
PORCINO	11188	673973
OVINO	3547	52746

## CUADRO N° 42

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL BENEFICIO GANADERO

B) CUANTIFICACION GENERAL DE LOS MESES DE

MAYO JUNIO Y JULIO

JULIO 1993

TIPO DE GANADO	CBZAS.	KILOS
VACUNO	5663	1183914
PORCINO	12595	717252
OVINO	3114	45308

## CUADROS N° 43 Y 44

C) CUANTIFICACION POR DIAS DE LOS MESES  
DE JUNIO Y JULIO

GANADO VACUNO

JUNIO 1993

SEMANA	DIAS					
	LU	MA	MI	JU	VI	SA
01 AL 05	---	104	179	166	297	129
07 AL 12	231	82	145	138	316	132
14 AL 19	307	139	61	252	325	164
21 AL 26	296	119	171	130	317	143
28 AL 30	296	97	161	---	---	---

JULIO 1993

SEMANA	DIAS					
	LU	MA	MI	JU	VI	SA
01 AL 03	---	---	---	139	374	216
05 AL 10	269	128	155	152	359	8
12 AL 17	290	122	157	144	364	114
19 AL 24	444	48	---	282	354	221
26 AL 31	403	272	---	215	298	135

## CUADRO N° 45 Y 46

C) CUANTIFICACION POR DIAS DE LOS MESES  
DE JUNIO Y JULIO

GANADO PORCINO

JUNIO 1993

SEMANA	DIAS					
	LU	MA	MI	JU	VI	SA
01 AL 05	---	384	421	296	754	86
07 AL 12	637	193	444	453	593	65
14 AL 19	625	320	353	374	910	294
21 AL 26	580	218	527	457	771	112
28 AL 30	651	210	460	---	---	---

JULIO 1993

SEMANA	DIAS					
	LU	MA	MI	JU	VI	SA
01 AL 03	---	---	---	360	683	101
05 AL 10	257	562	614	453	916	106
12 AL 17	602	354	538	476	825	143
19 AL 24	828	311	138	702	798	251
26 AL 31	1055	780	---	---	742	112

## CUADRO N° 47 Y 48

C) CUANTIFICACION POR DIAS DE LOS MESES  
DE JUNIO Y JULIO

GANADO OVINO

JUNIO 1993

SEMANA	DIAS					
	LU	MA	MI	JU	VI	SA
01 AL 05	---	33	123	121	243	74
07 AL 12	220	110	189	143	259	113
14 AL 19	219	108	47	180	252	90
21 AL 26	127	18	94	94	302	82
28 AL 30	144	23	139	---	---	---

JULIO 1993

SEMANA	DIAS					
	LU	MA	MI	JU	VI	SA
01 AL 03	---	---	---	73	109	40
05 AL 10	117	29	152	28	267	92
12 AL 17	181	53	161	88	294	121
19 AL 24	200	32	3	167	92	81
26 AL 31	225	132	---	113	170	94

GRAFICO Nº 14

## PROMEDIO PARCIAL DIARIO DE MATANZA SEMANAL

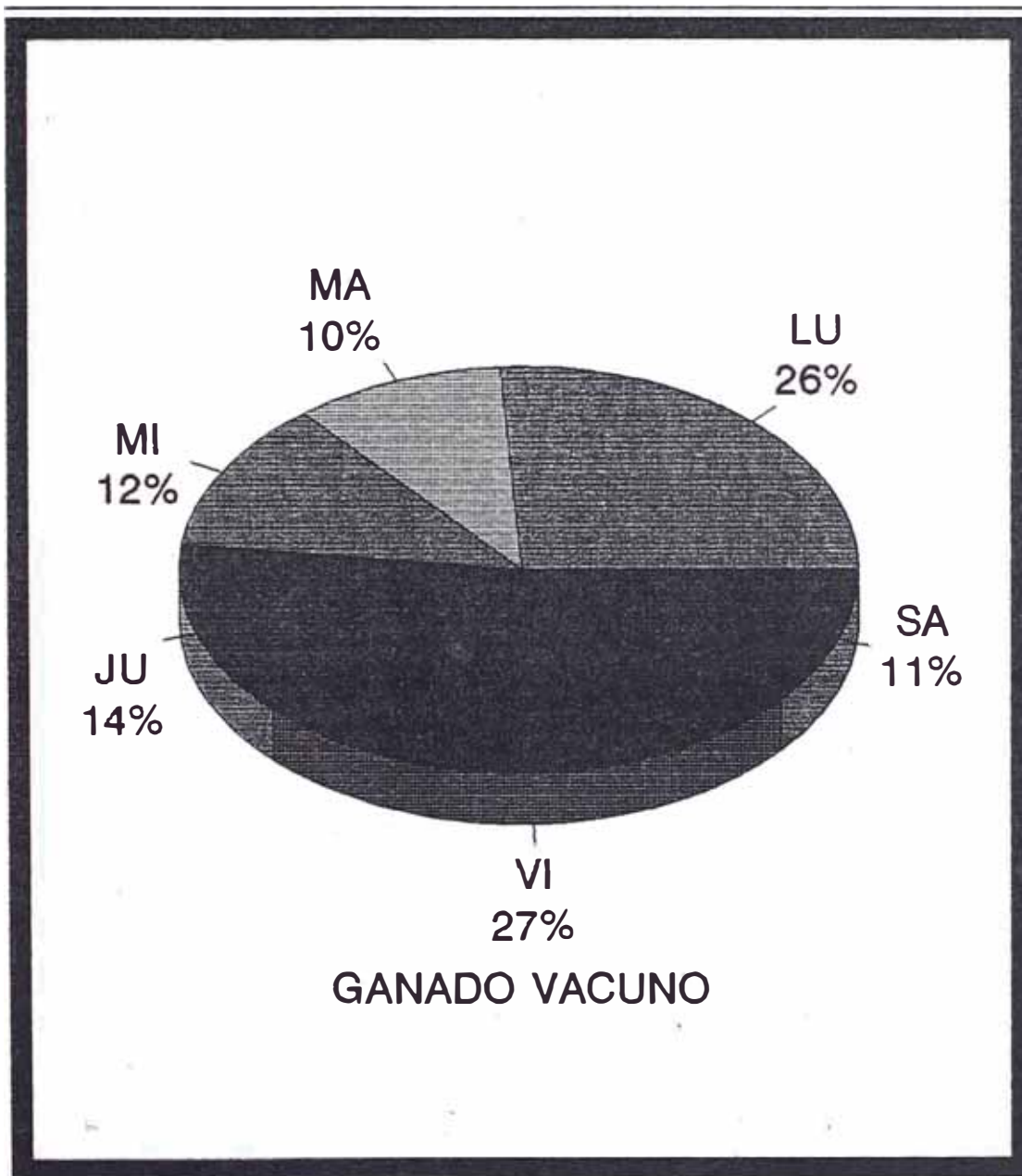


GRAFICO Nº 15

### PROMEDIO PARCIAL DIARIO DE MATANZA SEMANAL

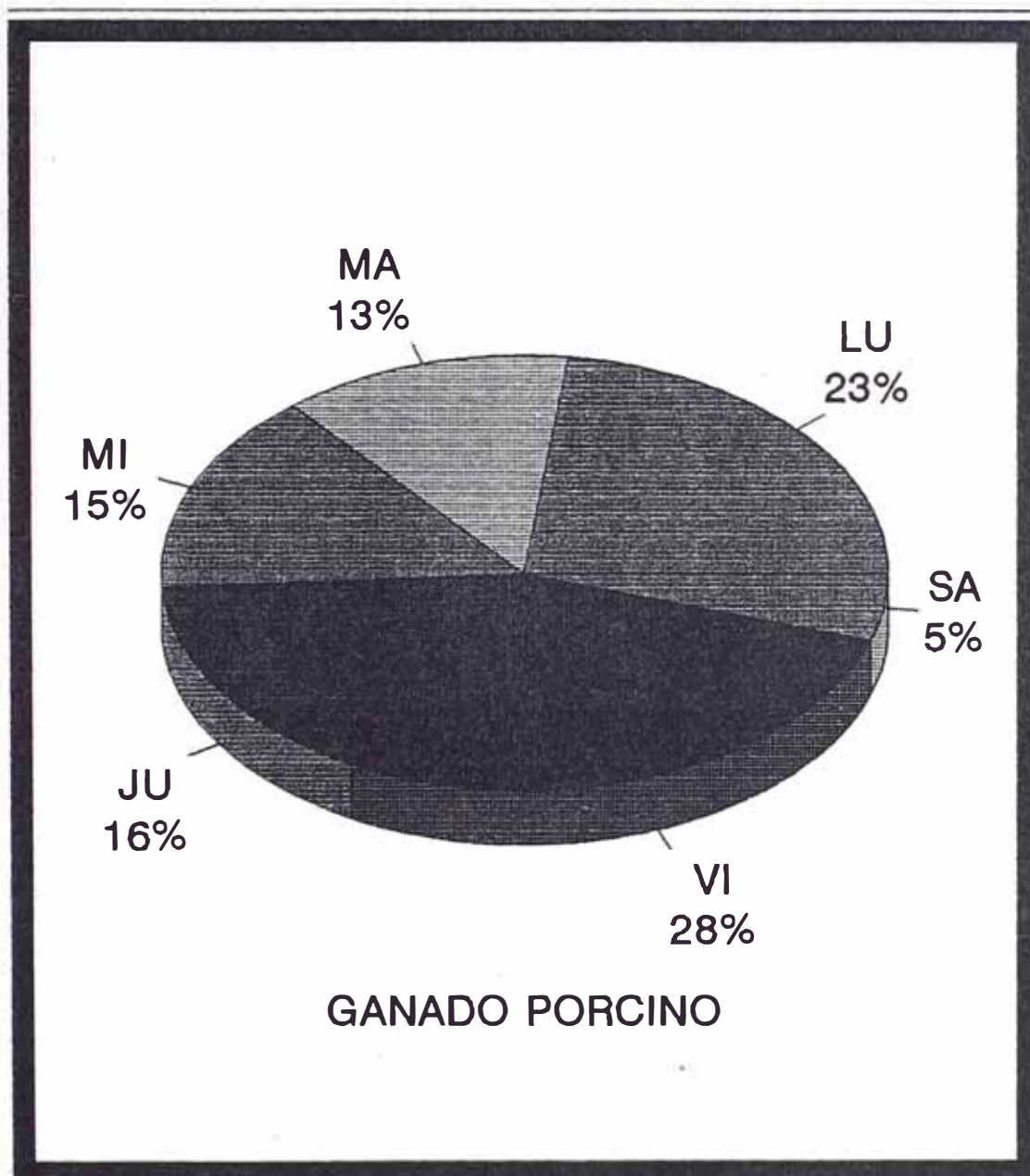
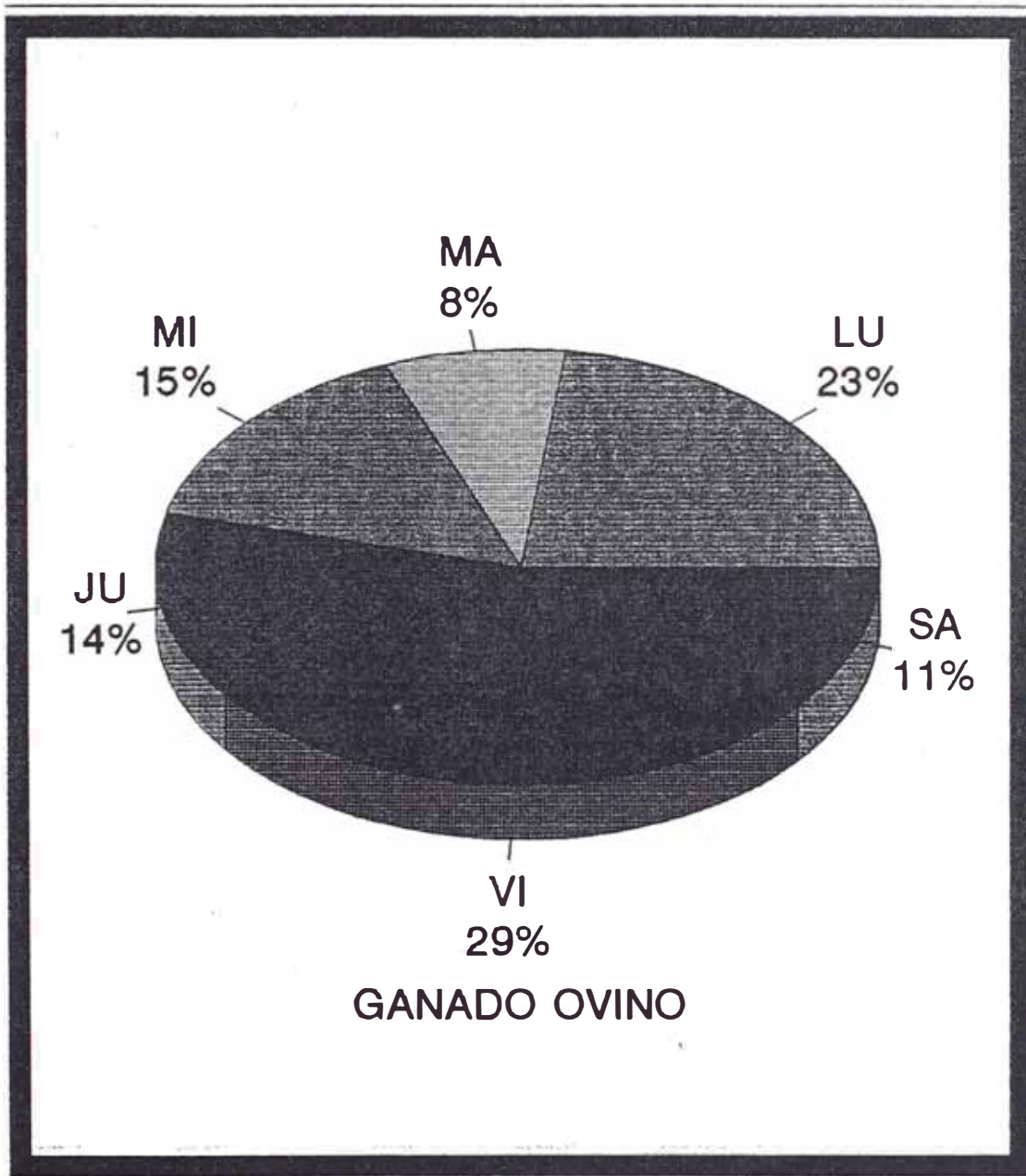


GRAFICO Nº 16

## PROMEDIO PARCIAL DIARIO DE MATANZA SEMANAL





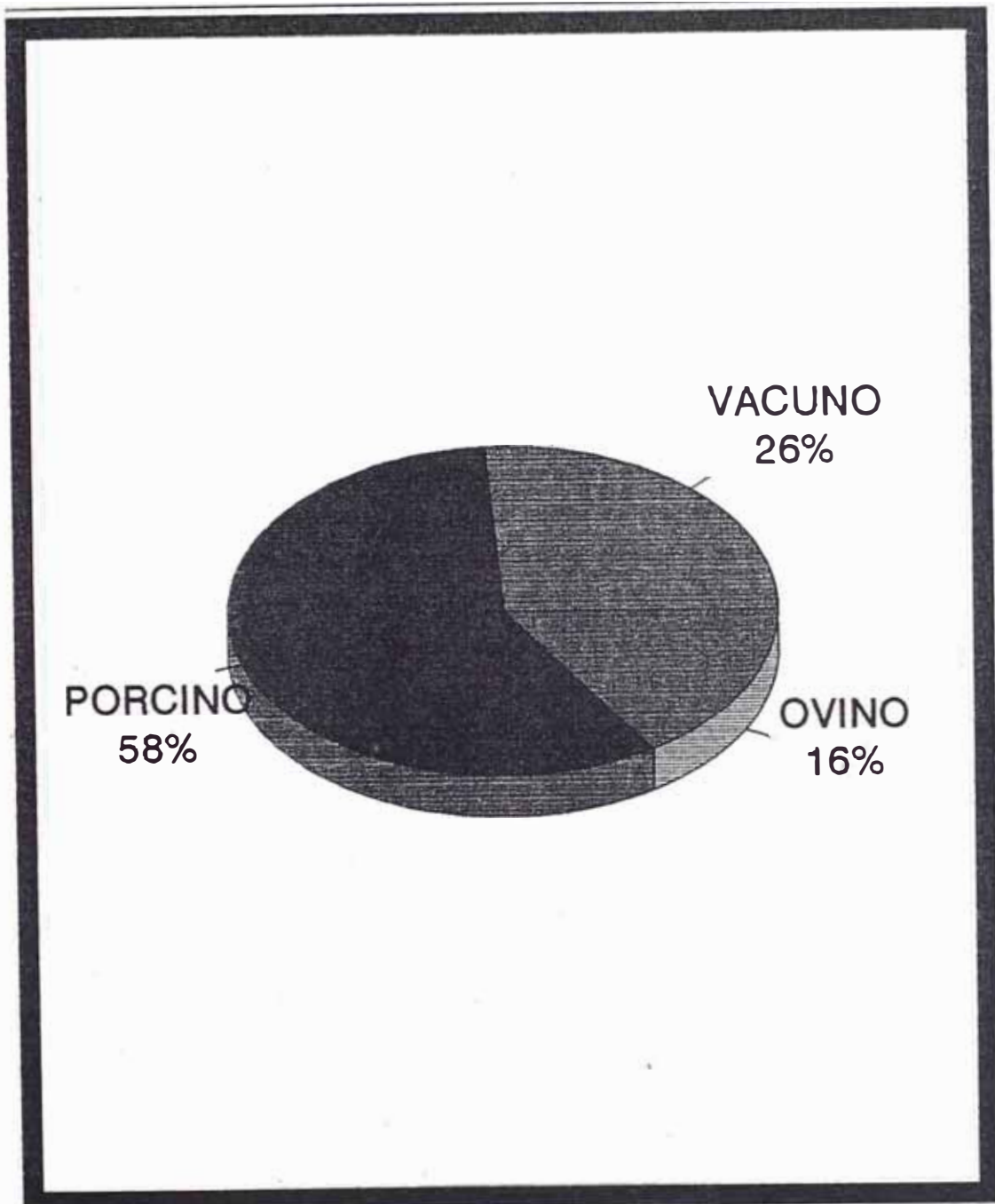
CUADRO N° 49

## PROMEDIO PARCIAL Y TOTAL DIARIO

GANADO	PROMEDIO MATANZA DIARIO	DIAS					
		LU	MA	MI	JU	VI	SA
VACUNO	207	317	123	147	180	334	140
PORCINO	471	654	370	437	446	777	141
OVINO	127	179	60	114	112	220	87

GRAFICO Nº 17

## PROMEDIO TOTAL DIARIO DE MATANZA



#### **6.4.- RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LOS DESECHOS LIQUIDOS ORIGINADOS**

*Una de las características de los desagües de la industria en estudio es su contenido de sangre proveniente de la matanza o de restos de la misma que quedan en la carcasa, vísceras o en el cuero, y que luego son arrastradas en las respectivas operaciones de limpieza. la sangre descargada en el desagüe contribuye con una fuerte carga orgánica líquida que se diluye en el mismo.*

*De igual forma los materiales de panza constituyen una fuente de contaminación para el sistema de alcantarillado, por su alto contenido de sólidos.*

*En el proceso de rendido al utilizar el proceso de fundición en húmedo sin evaporación del agua del depósito, produce el efecto contaminante más perjudicial.*

*El desangramiento del animal faenado, da como resultados un desagüe de características inofensivas en lo que respecta a Ph y temperatura, pero altamente perjudicial por el contenido de materia orgánica presente. Los resultados de los ensayos de DBO obtenidos, nos indican que para poder ser descargados al sistema de redes de alcantarillado deberá reducirse dicha carga a un nivel tal, que no atente contra la integridad física de los colectores públicos y que no afecte las condiciones óptimas de la fuente receptora, es decir que no se consuma totalmente el oxígeno y que no se produzcan malos olores por la consecuente degradación anaeróbica y evitar esencialmente la desaparición de la vida acuática. Cumpliendo a la vez con la disposición dada por el reglamento de desagües en los límites máximos de residuos industriales admisibles en*

las redes, dicho desagüe no deberá de exceder a los 1000 ppm de carga orgánica presente.

Los efectos producidos por el vertimiento directo al sistema de redes, de los desagües provenientes del lavado de las vísceras del animal faenado, son similares a los anteriores ya mencionados, agregando los prejuicios que provocan las elevadas concentraciones de grasas presentes, ocasionando la obstrucción de los colectores, los consecuentes reboses en el sistema e impidiendo la transferencia de oxígeno atmosférico en la fuente receptora, y los sólidos en suspensión que al llegar a sedimentar en dicha fuente le proporcionaría a este condiciones sépticas.

En cuanto a la concentración de grasas y sólidos presentes en un desecho industrial, el reglamento de desechos industriales, establece también límites máximos admisibles en las redes para estos parámetros de caracterización los cuales son: el contenido de grasas deberá ser de 0.1 gr/lit y el sólidos sedimentables 8.5 mg/l/hr. Valores que están muy por debajo a los obtenidos de la caracterización de los desechos de la industria matadero en estudio.

Los desagües producidos por el lavado de pisos y paredes de la sala de faenamiento y limpieza de vísceras, podrían ser vertidos al sistema de redes, después de haberselos dado un simple tratamiento, debido a la baja carga orgánica que conforman en conjunto.

Como resultado de la incorporación de los desagües al punto denominado buzón final de recolección, se presenta un desecho de características perjudicantes a la fuente

## EL PROYECTO

*superficial receptora y, así mismo, al sistema de redes por donde discurre. Como se observa, los valores de Ph y temperatura no indican grado de contaminación alguna presente en este líquido residual.*

*Uno de los residuos de mayor consideración es el originado del proceso de rendido por su elevada temperatura y demanda de oxígeno en ellos.*

*Los índices generales de polución que caracterizan los desechos del camal en estudio son los siguientes :*

### **Aspecto :**

*Se caracteriza por su contenido de sólidos muy gruesos, tales como recortes, restos cárneos, trozos de cuero, pelo, así como sólidos gruesos y finos suspendidos y arrastre de estiércol rápidamente sedimentable, y grasas.*

### **Color :**

*El color varía de rojo intenso a pardo rojizo, de acuerdo con las cantidades de sangre que se dejen descargar al desagüe; una vez terminada la tarea de matanza y faena inmediata, el color es generalmente pardo o pardo amarillento.*

### **Olor :**

*El líquido fresco tiene olor característico durante las horas de matanza, el cual evoluciona muy rápidamente transformándose en un olor sumamente desagradable por la descomposición de la sangre presente. En el proceso de rendido el olor es el característico otorgado por la*

*fundición de la grasa.*

### ***Temperatura :***

*La temperatura del desagüe es muy ligeramente superior a la del agua utilizada en el proceso. Se encuentra en el orden de 22 a 24 grados centígrados.*

### ***pH :***

*El valor es normalmente un valor próximo a 8 o algo superior al valor neutro. Las anomalías se presentan cuando se realiza la desmineralización de agua para la caldera por resinas catiónicas y aniónicas ya que las descargas respectivas no son correctamente compensadas y neutralizadas, afectando momentáneamente los valores de pH, durante períodos cortos.*

### ***Grasas :***

*El contenido de grasas de las muestras tomadas en los distintos puntos del lugar del beneficio del ganado varía de un mínimo de 0.43 gr/l a un máx de 1.86 gr/l, resultando ser de 1.46 gr/l en el buzón final de recolección, ubicado en el sitio más próximo al sistema de alcantarillado general.*

*La variación más notable de presencia de grasas se observa en el desecho proveniente del procesamiento del sebo cuyo promedio es de 2.20 gr/lt.*

### ***Demanda bioquímica de oxígeno :***

*Pruebas de ensayo como la demanda bioquímica de*

*oxígeno muchas veces resulta ser enrevesada su acotación, debido ya sea por las características del desecho o por el cuidado y tiempo que se le dedica a su ejecución.*

*Dada su validez, se efectuaron las determinaciones en los diferentes puntos de muestreo, obteniéndose los resultados cuyos valores se encuentran en el rango de 515 a 38,172 mg/l de DBO.*

***Sólidos sedimentables :***

*En este análisis los resultados que se consiguieron de las muestras, se hallan en el rango de 3.28 ml/l/hr a 117.5 ml/l/hr.*

## CUADRO N° 50

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES  
SALA DE BENEFICIO VACUNO

MUESTRA		A N A L I S I S					
		GRASA (gr/lt)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lt/hr)	DBO (mg/lt)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lt/seg)
DIA							
LU 14/06	GLOBAL	1.81	31.0	4435.5	7.5	22.0	11.69
LU 21/06		1.91	29.0	4389.8	7.5	22.0	11.43
LU 28/06		—	24.0	4204.2	7.5	22.5	10.54
LU 14/06	LAVADO DE PISO		7.50	819.2	8.0	22.0	2.35
LU 21/06		—	7.10	802.9	8.0	22.0	2.29
LU 28/06			6.20	750.7	8.0	22.5	2.21
	SANGRE DILUIDA			20995.8	8.0	22.0	1.08
		—	—	19195.2	8.0	22.0	1.02
LU 14/06	PAILA	0.61	9.0	1434.7	7.0	57.0	0.90
LU 21/06		0.59	8.1	1402.1	7.0	56.0	0.72
LU 28/06		—	4.6	1370.5	7.0	59.0	0.68

## VACUNOS FAENADOS

FECHA	# CABEZAS	KILOS	PMDO/CBZ
LU 14/06	306	63879	208.10
LU 21/06	296	63915	215.90
LU 28/06	296	60492	204.40



## CUADRO N° 51

## CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

## RESULTADOS PROMEDIOS DEL BENEFICIO GANADO VACUNO

DIA	A N A L I S I S					
	GRASA (gr/lt)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lt/hr)	DBO (mg/lt)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lt/seg)
GLOBAL	1.86	28.12	4347	7.5	22.0	11.2
LAVADO DE PISO	—	6.94	792	8.0	22.0	2.30
SANGRE	—	—	20121	8.0	22.0	1.05
PAILA	0.60	7.41	1406	7.0	57.0	0.80

PROMEDIO DE VACUNOS FAENADOS 299

## CUADRO N° 52

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES  
SALA DE BENEFICIO PORCINO

MUESTRA		A N A L I S I S					
		GRASA (gr/lt)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lt/hr)	DBO (mg/lt)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lt/seg)
DIA							
MI 16/06	GLOBAL	1.38	18.0	3870.5	7.5	22.0	8.70
MI 23/06		1.57	30.0	4212.1	7.5	21.5	9.50
MI 30/06		—	22.0	4095.5	7.5	22.0	9.10
MI 16/06	LAVADO DE PISO		2.20	1453.3	8.0	22.0	2.20
MI 23/06		—	4.00	1506.3	8.0	21.5	2.50
MI 30/06			3.50	1488.8	8.0	22.0	2.30
	SANGRE DILUIDA			17442.3	8.0	22.0	1.05
		—	—	20013.1	8.0	21.5	1.10
MI 16/06	PAILA	0.72	11.0	1802.1	7.0	61.0	2.10
MI 23/06		0.82	17.0	1914.6	7.0	62.0	2.90
MI 30/06		—	15.0	1826.3	7.0	65.0	2.40

## PORCINOS FAENADOS

FECHA	# CABEZAS	KILOS	PDO/CBZ
MI 16/06	353	24478	69.30
MI 23/06	527	34689	65.80
MI 30/06	460	28944	62.90

CUADRO N° 53

## CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

## RESULTADOS PROMEDIOS DEL BENEFICIO GANADO PORCINO

MUESTRA	A N A L I S I S					
	GRASA (gr/lit)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lit/hr)	DBO (mg/lit)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lit/seg)
GLOBAL	1.48	23.51	4865	7.5	22.0	9.10
LAYADO DE PISO	—	3.27	1484	8.0	22.0	2.30
SANGRE	—	—	18758	8.0	22.0	1.07
PAILA	0.78	14.65	1854	7.0	63.0	2.50

PROMEDIO DE PORCINOS FAENADOS 445

## CUADRO N° 54

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES  
SALA DE BENEFICIO OVINO

MUESTRA		A N A L I S I S					
		GRASA (gr/lit)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lit/hr)	DBO (mg/lit)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lit/seg)
DIA							
VI 18/06	GLOBAL	0.37	131.0	1596.8	7.0	22.5	2.47
VI 25/06	SIN	0.49	186.0	1668.9	7.0	22.0	2.55
VI 02/07	SANGRE	—	92.0	1535.4	7.0	22.0	2.40
VI 18/06	LAVADO		4.10	500.1	8.0	22.5	0.76
VI 25/06	DE	—	5.30	560.7	8.0	22.0	0.81
VI 02/07	PISO		3.90	477.6	8.0	21.0	0.71
	SANGRE			8361.3	8.0	22.0	1.95
	DILUIDA	—	—	9942.5	8.0	23.0	2.45
VI 18/06		0.72	6.10	1474.6	7.0	59.0	0.44
VI 25/06	PAILA	0.82	7.30	1561.3	7.0	60.0	0.53
VI 02/07		—	4.50	1437.1	7.0	61.0	0.42

## OVINO FAENADOS

FECHA	# CABEZAS	KILOS	PDO/CBZ
VI 18/06	252	3220	12.80
VI 25/06	302	4580	15.20
VI 02/07	109	1967	18.00

## CUADRO N° 55

## CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

## RESULTADOS PROMEDIOS DEL BENEFICIO GANADO OVINO

MUESTRA	A N A L I S I S					
	GRASA (gr/lit)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lit/hr)	DBO (mg/lit)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lit/seg)
GLOBAL SIN SANGRE	0.43	137.3	1602	7.0	22.0	2.50
LAVADO DE PISO	—	4.46	515	8.0	22.0	0.80
SANGRE	—	—	9355	8.0	22.0	2.20
PAILA	0.77	6.07	1496	7.0	60.0	0.46

PROMEDIO DE OVINOS FAENADOS 222

## CUADRO N° 56

## CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

## PROCESO DE RENDIDO

DIA	A N A L I S I S					
	GRASA (gr/lit)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lit/hr)	DBO (mg/lit)	PH	TEMPERATURA C°	CAUDAL (lit/seg)
LU 05 / 07	2.13	48.0	35435	7.0	90.0	1.73
MI 07 / 07	1.95	36.0	31892	7.0	91.0	1.42
VI 16 / 07	2.47	52.0	38172	7.0	90.0	1.81
PMDO	2.20	46.0	35420	7.0	90.0	1.65

PMDO VACUNOS FAENADOS 438

PMDO PORCINOS FAENADOS 928

PMDO OVINOS FAENADOS 224

## CUADRO N° 57

## CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

## BUZON FINAL DE RECOLECCION

DIA	A N A L I S I S					
	GRASA (gr/lit)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (ml/lit/hr)	DBO (mg/lit)	PH	TEMPERATURA c°	CAUDAL (lit/seg)
LU 05 / 07	1.66	40.0	3591	7.5	22.0	25.20
MI 07 / 07	1.20	29.0	4741	7.5	22.0	20.20
MI 14 / 07	1.42	36.0	5086	7.5	23.0	23.60
VI 16 / 07	1.63	41.0	3804	7.5	22.0	26.00
PMDO	1.49	36.90	4265	7.5	22.0	23.80

VACAS FAENADAS 234

PORCINOS FAENADOS 403

OVINOS FAENADOS 183

### **6.5.- PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO**

*En un matadero existen muchos desechos orgánicos, que pueden ser útiles para la elaboración de productos, disminuyendo de esta manera, parte de la contaminación generada por estos.*

*En nuestro caso, se trabajará con los desechos que se caracterizan por producir mayor contaminación a las aguas residuales de la industria en estudio, llamense sangre y grasa.*

*En un matadero, una buena retención de sangre sigue representando la medida de minimización interna más importante. Aplicarla conduce a una eficaz descarga de la planta de tratamiento biológico.*

*La sangre es un líquido orgánico, en la cual se encuentran en suspensión un número de células; siendo realmente una solución coloidal de proteínas y de varios compuestos.*

*En base a estos compuestos, especialmente los aminoácidos que tienen la proteína se deduce el gran valor nutritivo que tiene la sangre animal y considerando el gran volumen disponible existente, es importante y urgente proceder a su utilización industrial, en nuestro caso destinado exclusivamente como alimento para animales.*

*Las grasas pueden dificultar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, por lo tanto es recomendable reducirlas en las aguas residuales. Es posible transformar estas grasas en sebo fundamentalmente en base a procesos de*



fusión.

### **SANGRE**

Las muestras de sangre pura con las que se trabajaron, fueron las provenientes del beneficio del ganado vacuno, asentando " a priori " que los resultados obtenidos de esta prueba se cumplirán igualmente con muestras de sangre del ganado porcino y ovino, verificándose esto, luego de efectuar finalmente la misma prueba a cada tipo de sangre, no obstante, posteriormente se mostrarán sólo los resultados de las pruebas con las muestras en un inicio mencionadas.

La metodología de trabajo diario fue la siguiente :

- Se obtuvo un volúmen de muestra determinado de sangre aproximadamente 250 ml.
- Con la ayuda de una probeta se midieron volúmenes de 50 ml y se separaron.
- Se seleccionaron dos crisoles, determinando sus pesos respectivos.
- Los 50 ml de sangre se vertieron a los crisoles, hallándose el peso del crisol más el peso de la sangre.
- Los dos crisoles fueron llevados a la estufa a la temperatura de 160°C.
- El crisol con la muestra es retirado de la estufa en el momento en que esta tenga la apariencia de estar conformada por granos sólidos, es decir, que llegue a su completa

deshidratación, se lleva a la balanza y por diferencia de pesos se halla el peso del producto obtenido, luego es llevado a un mortero en donde se trituran los gránulos hasta convertirlos en harina. Siendo este el producto final recuperable de la prueba.

A continuación se muestra el siguiente cuadro de resultados :

**CUADRO N° 50**

**RESULTADOS EN LA PRUEBA DE OBTENCION**

**DE LA HARINA DE SANGRE**

$P_o$ (gramos)	$P_r$ (gramos)	$t$ (min)	$T^\circ$ ( $^\circ C$ )	Rend ( % )
51.4938	15.0507	61	160	29.20
51.5160	15.4625	59	160	30.00
51.6734	15.2544	59	160	29.50
51.6924	15.8091	59	160	30.60
51.3193	15.2822	55	160	29.80
51.6166	15.4761	59	160	30.00
51.6077	15.7947	58	160	30.60

A la temperatura de  $160^\circ C$ , y en un tiempo aproximado de una hora, se obtiene el producto final deseado ( **harina de sangre** ), con un rendimiento del 30 % del proceso,

*considerando que en este proceso de deshidratación se pierde el mayor porcentaje de peso por la inexorable volatilización.*

*Pruebas realizadas a temperaturas inferiores a 160°C dedicaba mucho tiempo en conseguir la deshidratación total de la sangre, no resultando beneficioso económicamente.*

*Temperaturas superiores a la seleccionada, no permitieron buena deshidratación de la sangre, ocasionando la calcinación superficial de esta rápidamente, dando lugar a la pérdida del valor proteico de la harina.*

*Trabajando con volúmenes menores a 50 ml, el tiempo de permanencia en la estufa fue el mismo que el obtenido trabajando con 50 ml y a una temperatura de 160 °C.*

### **GRASA**

*El tipo de grasa en estudio es la procedente de la limpieza posterior al beneficio del ganado vacuno. Proviene de las capas subepidérmicas, de la grasa de la riñonada, conocida como empella, las acumulaciones del bacinete y toda la grasa visceral conocida como redaño y la grasa barrigada .*

*El resultado del desgrasamiento entonces es la obtención de tres clases de grasa por su origen considerables por su peso y volúmenes las cuales son : grasa de riñon, grasa de la panza, y grasa del intestino.*

*La metodología de trabajo diario fue la siguiente :*

*- Se obtuvieron muestras de las tres clases de grasa*

*procedentes de riñón, panza e intestino de vacuno.*

- *Se pesaron 10 gramos de cada clase de grasa, e independientemente se colocaron en tres crisoles distintos, conociéndose previamente su peso.*
- *Otros 10 gramos de cada clase son llevados en un solo crisol*
- *Los cuatro crisoles, fueron introducidos a la estufa a una temperatura determinada.*
- *Observando las muestras, son retiradas en el momento en que ya no es posible obtener mayor volúmen de grasa derretida. En este instante se mide el tiempo de permanencia de la muestra a la temperatura asignada.*
- *Por filtración, se retienen las partículas sólidas que no se han derretido y se procede a pesarlas.*

*Por diferencia de peso, se obtiene la cantidad de grasa recuperable como sebo.*

*Los mismos procedimientos desde el inicio de la metodología hasta el anterior paso, son repetidos para temperaturas diferentes.*

*De los resultados que posteriormente serán mostrados nos indican lo siguiente :*

- *A la temperatura de 210 °C, tanto la grasa de la tripa, panza y riñón son fundidas en un tiempo relativamente corto de 15, 13 y 15 minutos respectivamente, otorgando al*

proceso un rendimiento de 80 %.

Luego, trabajando con los tres tipos de grasa juntos, el resultado es similar al primero, es decir, que a la temperatura de 210°C, se obtiene mayor rendimiento del proceso (82%) a un tiempo de 34 minutos.

Entonces podemos decir que para el proceso de fundición de la grasa, conviene trabajar a dicha temperatura de 210°C por su elevado rendimiento y por el considerable tiempo empleado.

La calidad del sebo obtenida a una temperatura de 210°C, es aceptable ya que se logra un 80 % de materia saponificable. Cabe resaltar que a menores temperaturas la grasa será de mejor calidad, no obstante que se le dedica un mayor tiempo de cocimiento y su costo de elaboración es superior.

De los gráficos Tiempo Vs temperatura se obtiene la temperatura óptima de trabajo seleccionándola, de acuerdo al menor tiempo empleado por el proceso.

De los gráficos Peso Vs Temperatura se puede decir que las muestras tomadas de una misma parte del animal son distintas en cuanto al contenido de grasa, por tanto, pequeñas proporciones de muestra no son representativas.

El gráfico N.25, nos indica una comparación del rendimiento de los tres tipos de sebo, siendo el de la tripa el que ofrece el mayor rendimiento a cualquier temperatura.

## CUADROS N° 59 Y 60

## PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO RIÑON

PESO INICIAL (gramos)	PESO FINAL (gramos)	TEMPERATURA C°	TIEMPO (min)
10	7.20	100	18
10	7.43	150	17
10	7.10	190	17
10	7.94	210	15
10	8.40	220	15

## SEBO TRIPA

PESO INICIAL (gramos)	PESO FINAL (gramos)	TEMPERATURA C°	TIEMPO (min)
10	8.02	100	17
10	8.07	150	16
10	8.88	190	15
10	8.08	210	15
10	8.06	220	15

## CUADROS N° 61 Y 62

## PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO PANZA

PESO INICIAL (gramos)	PESO FINAL (gramos)	TEMPERATURA C°	TIEMPO (min)
	7.41	100	16
10	7.31	150	15
10	7.91	190	14
	7.99	210	13
	7.46	220	13

## SEBO TOTAL

PESO INICIAL (gramos)	PESO FINAL (gramos)	TEMPERATURA C°	TIEMPO (min)
30	21.76	100	39
30	21.90	150	35
30	22.86	190	36
30	24.52	210	34
30	24.46	220	36

GRAFICO Nº 18

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO RIÑÓN

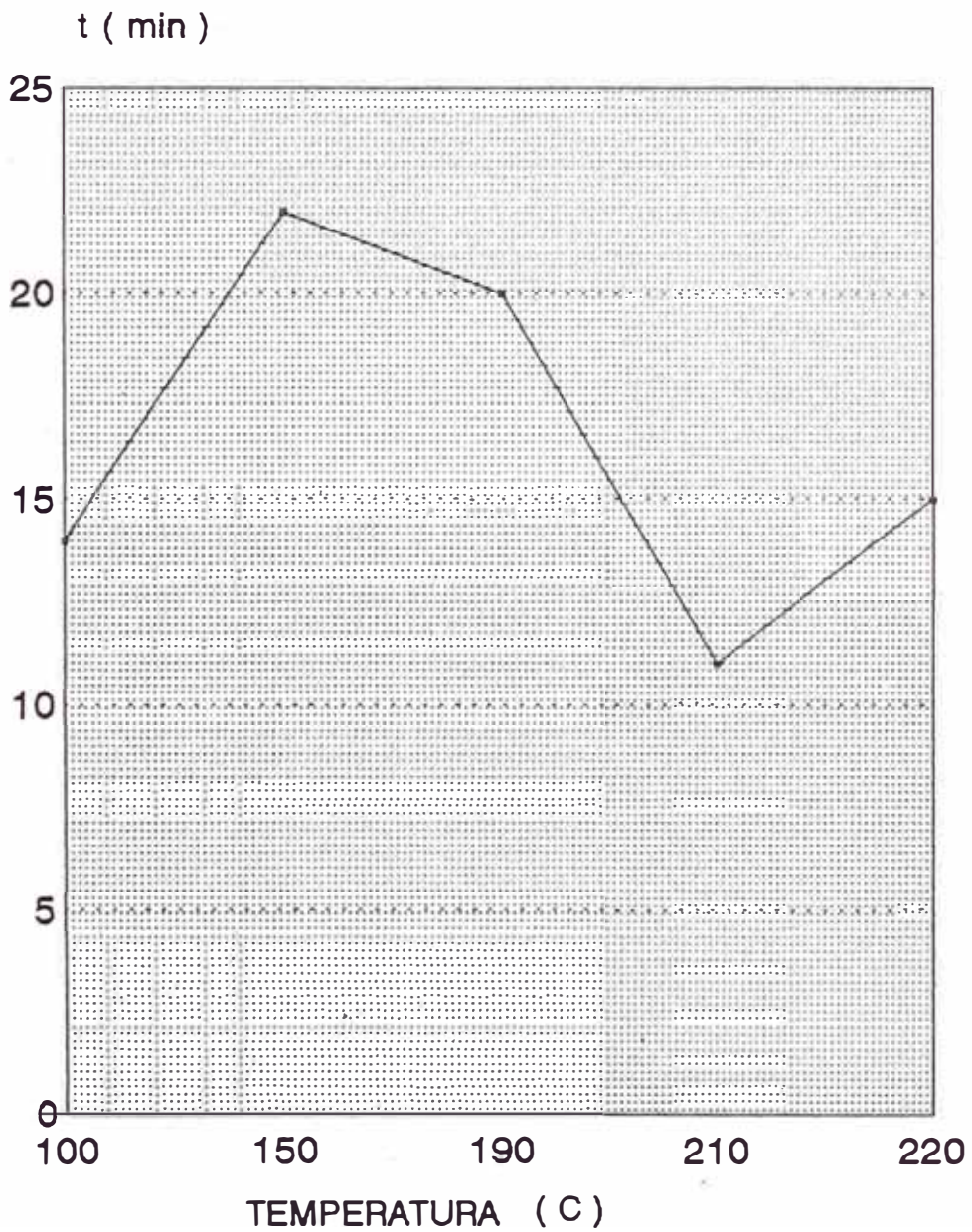




GRAFICO Nº 19

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO RIÑON

Pf ( gr )

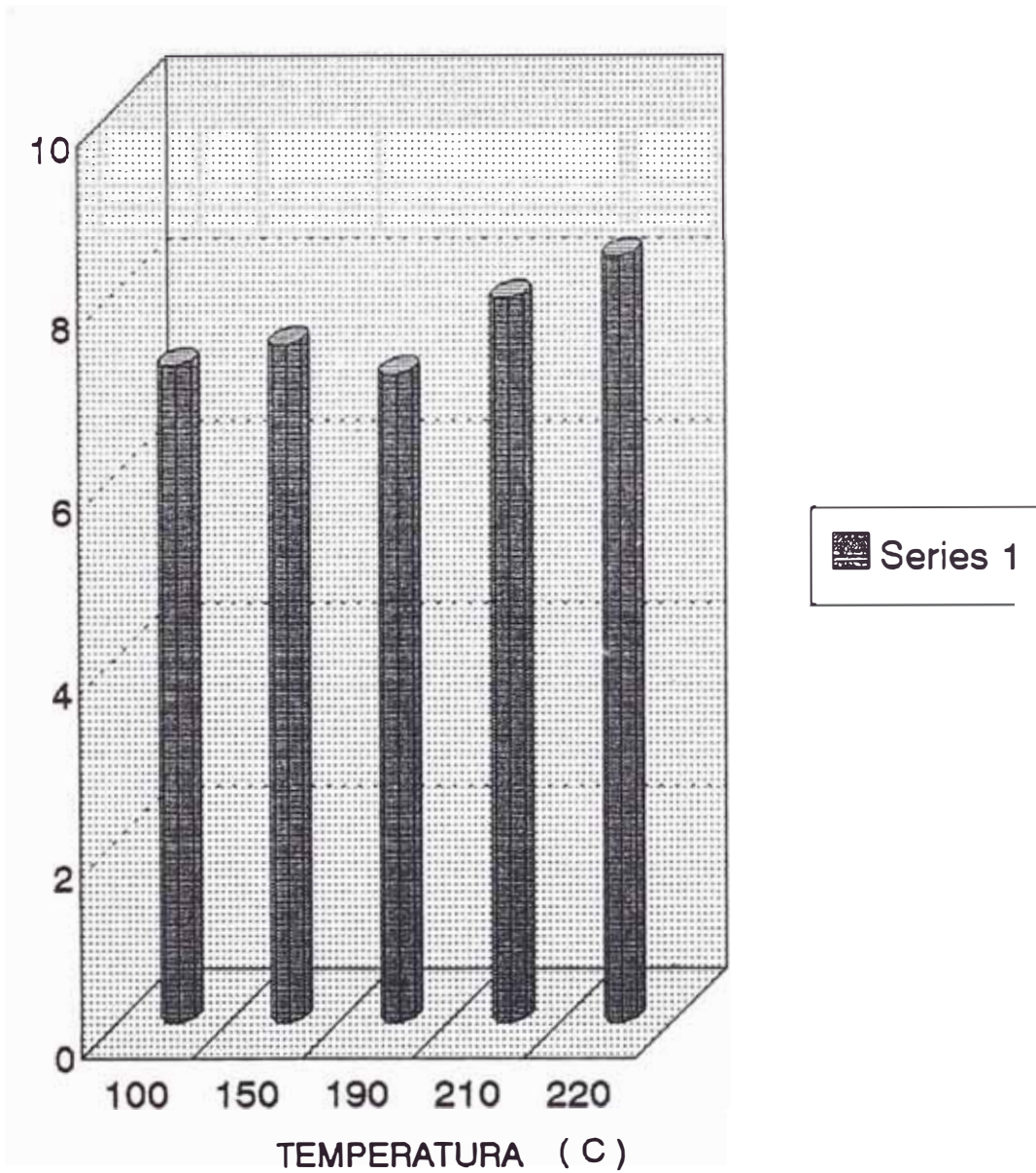


GRAFICO Nº 20

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO TRIPA

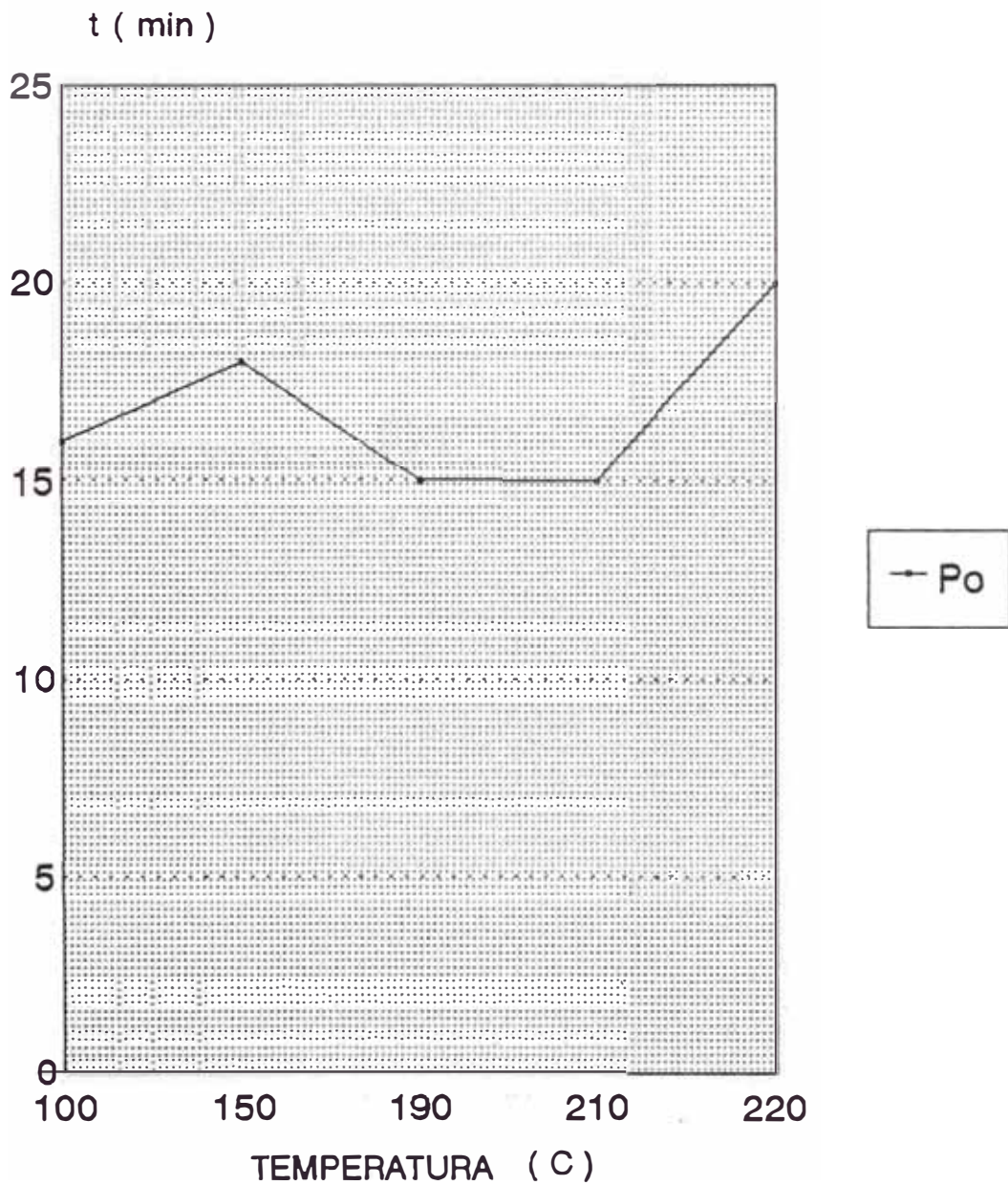


GRAFICO Nº 21

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO TRIPA

Pf ( gr )

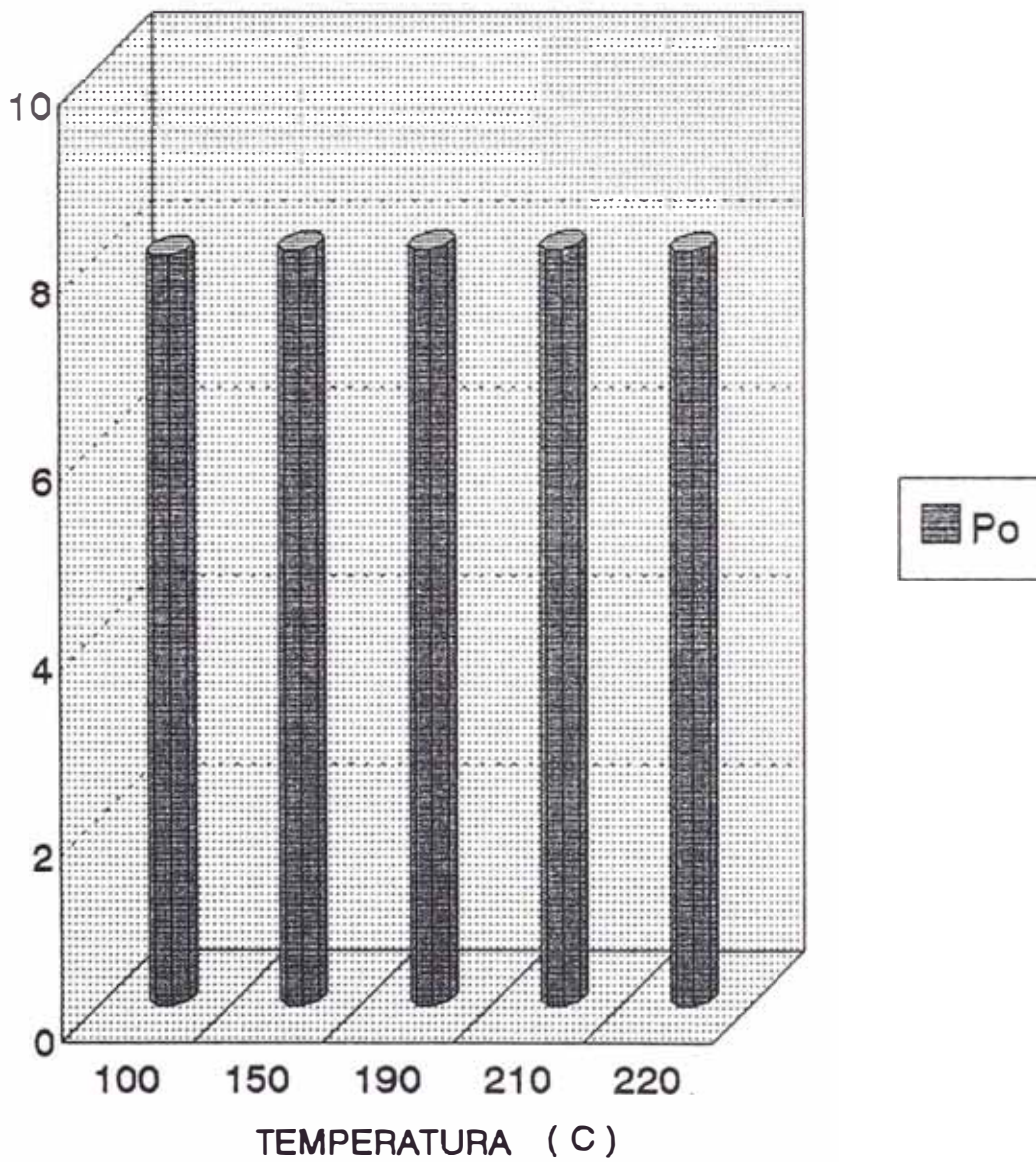


GRAFICO Nº 22

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO PANZA

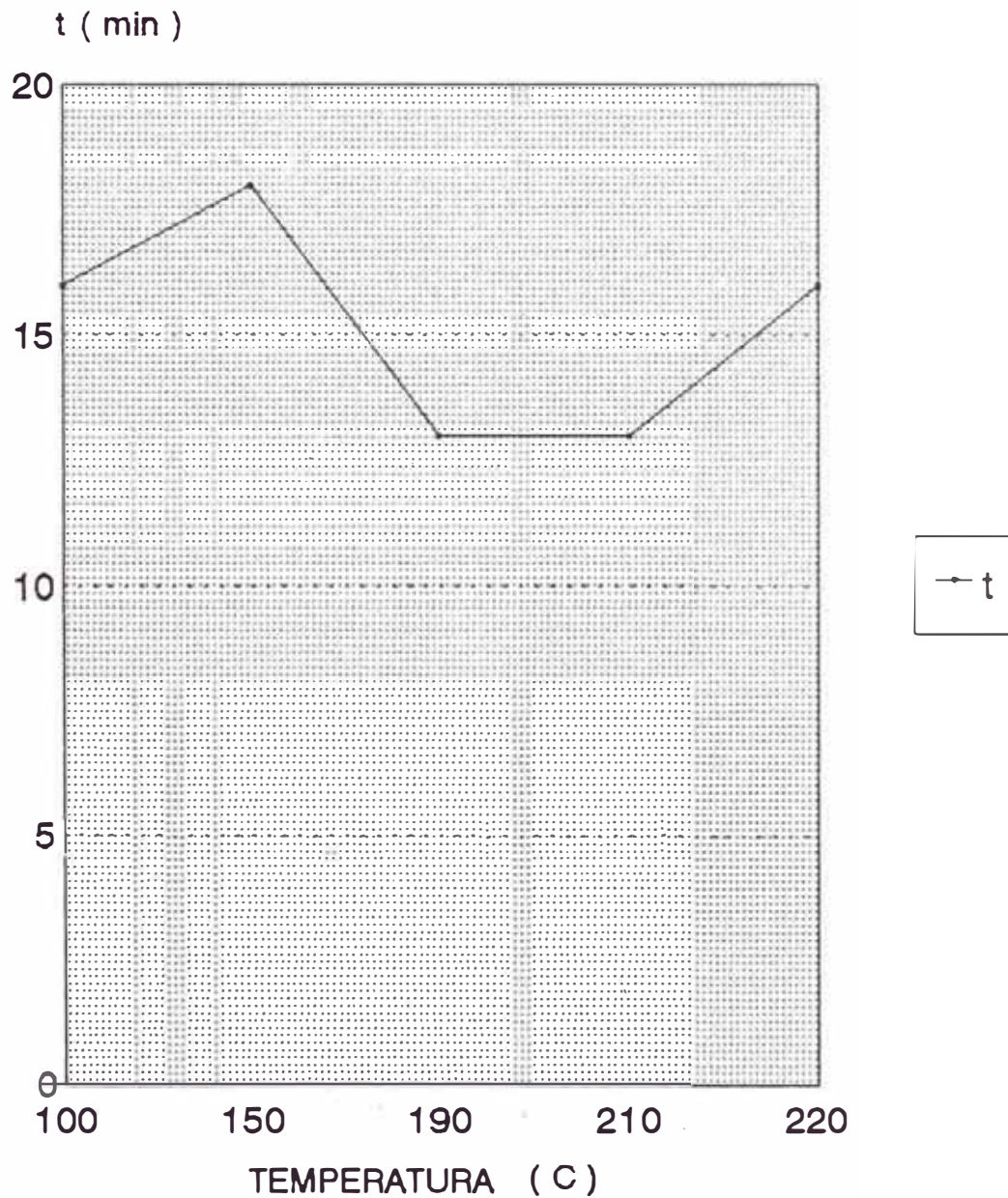


GRAFICO Nº 23

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO PANZA

Pf ( gr )

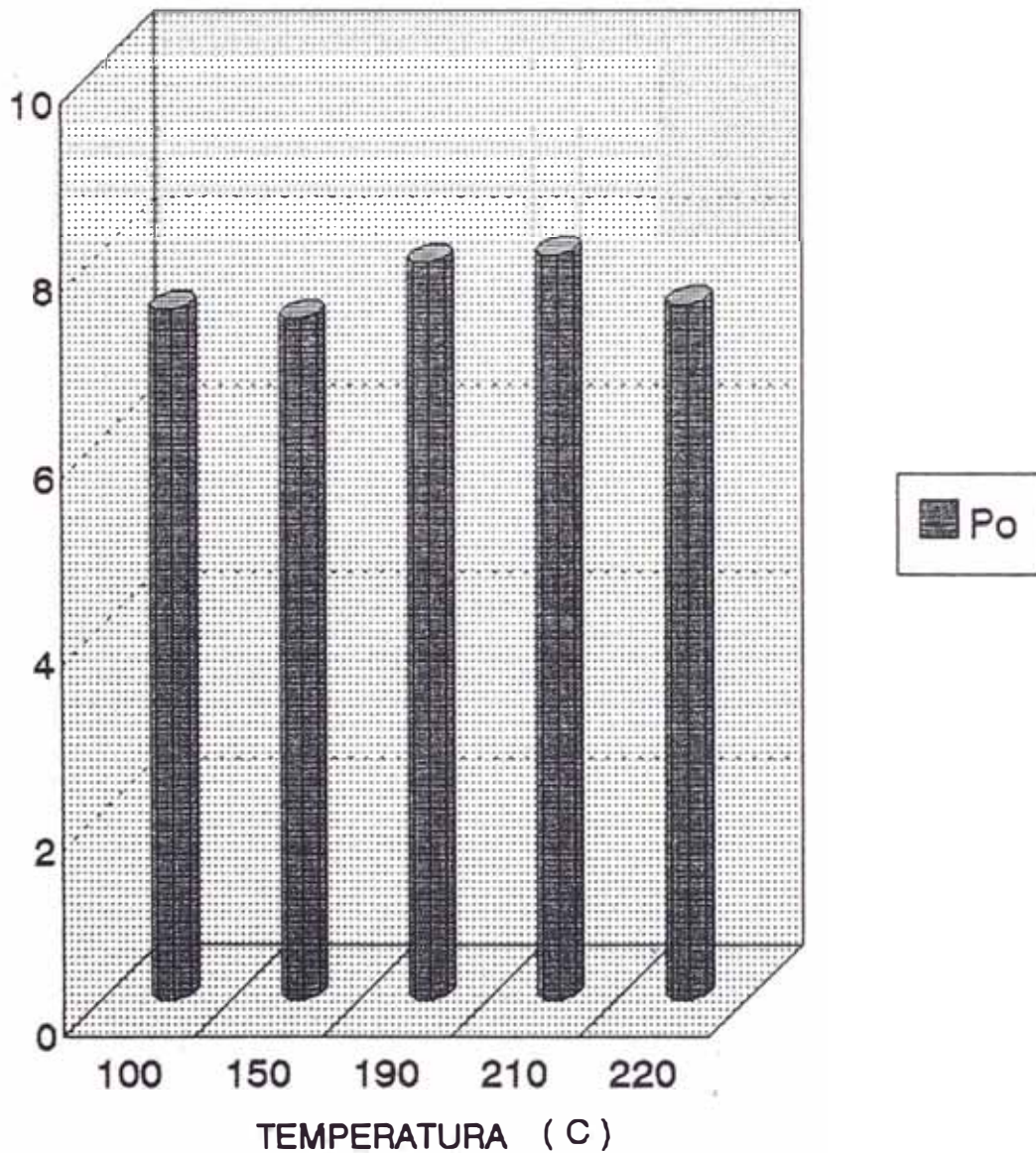


GRAFICO NO 24

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO TOTAL

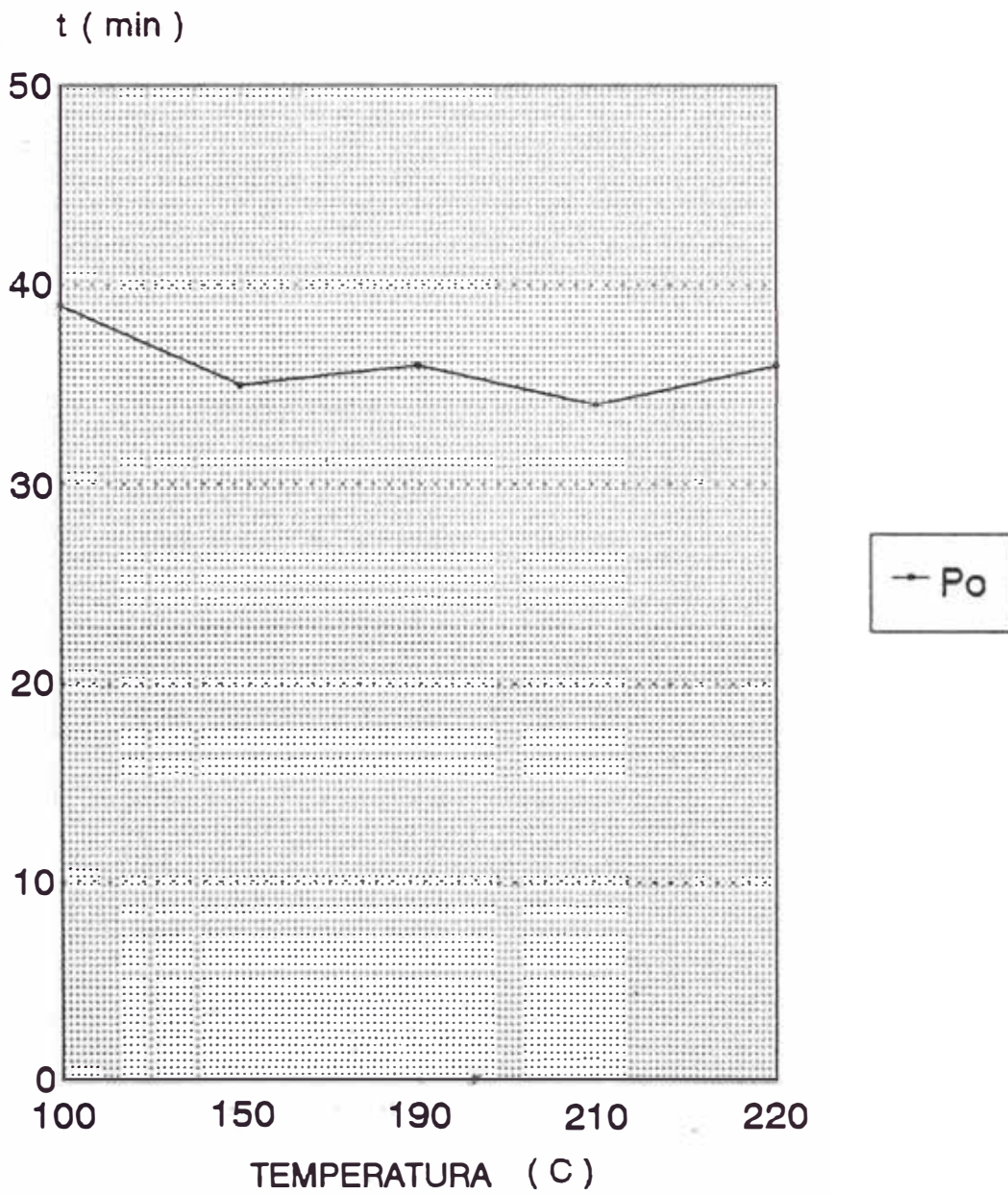


GRAFICO Nº 25

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## SEBO TOTAL

Pf ( gr )

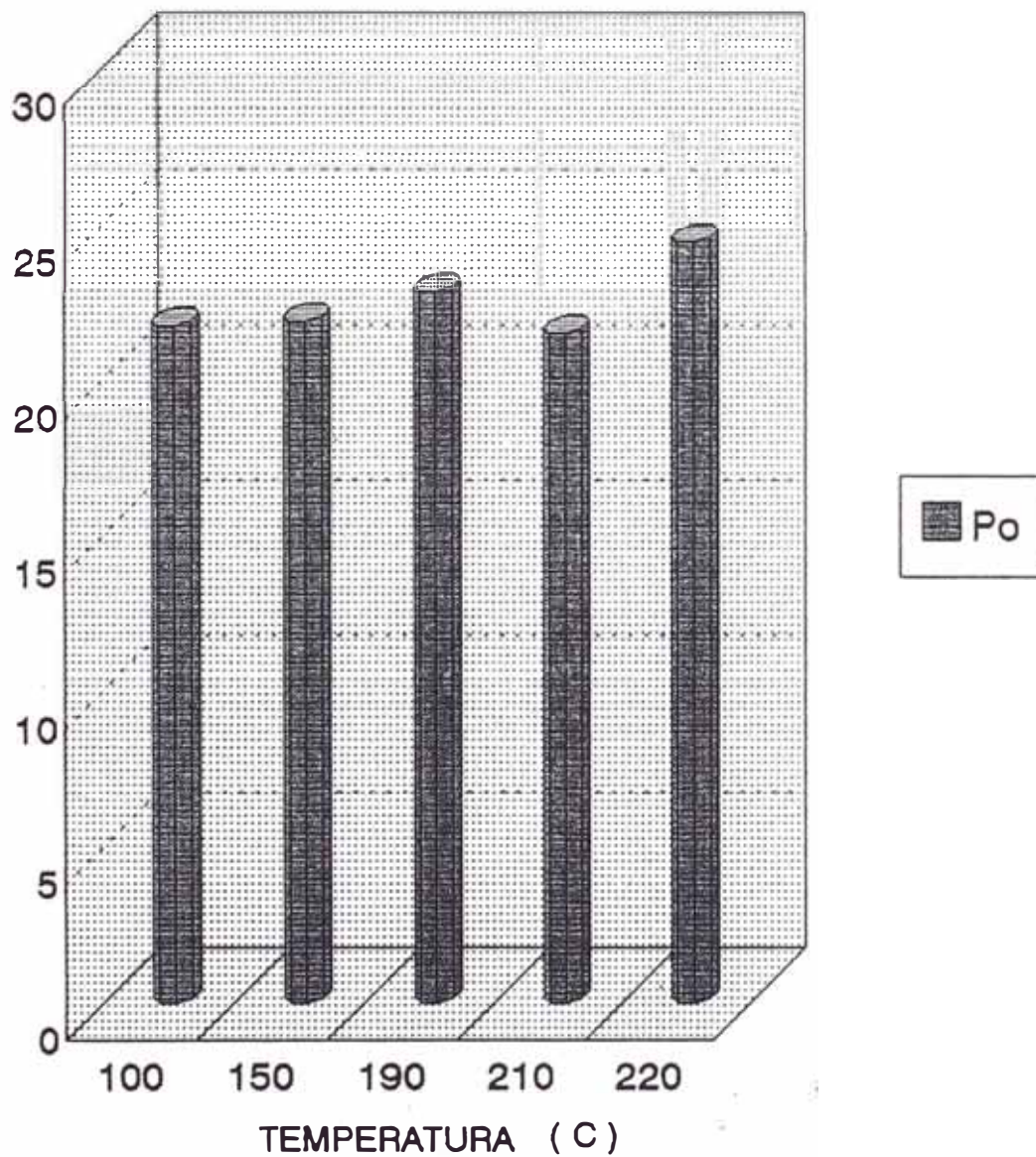
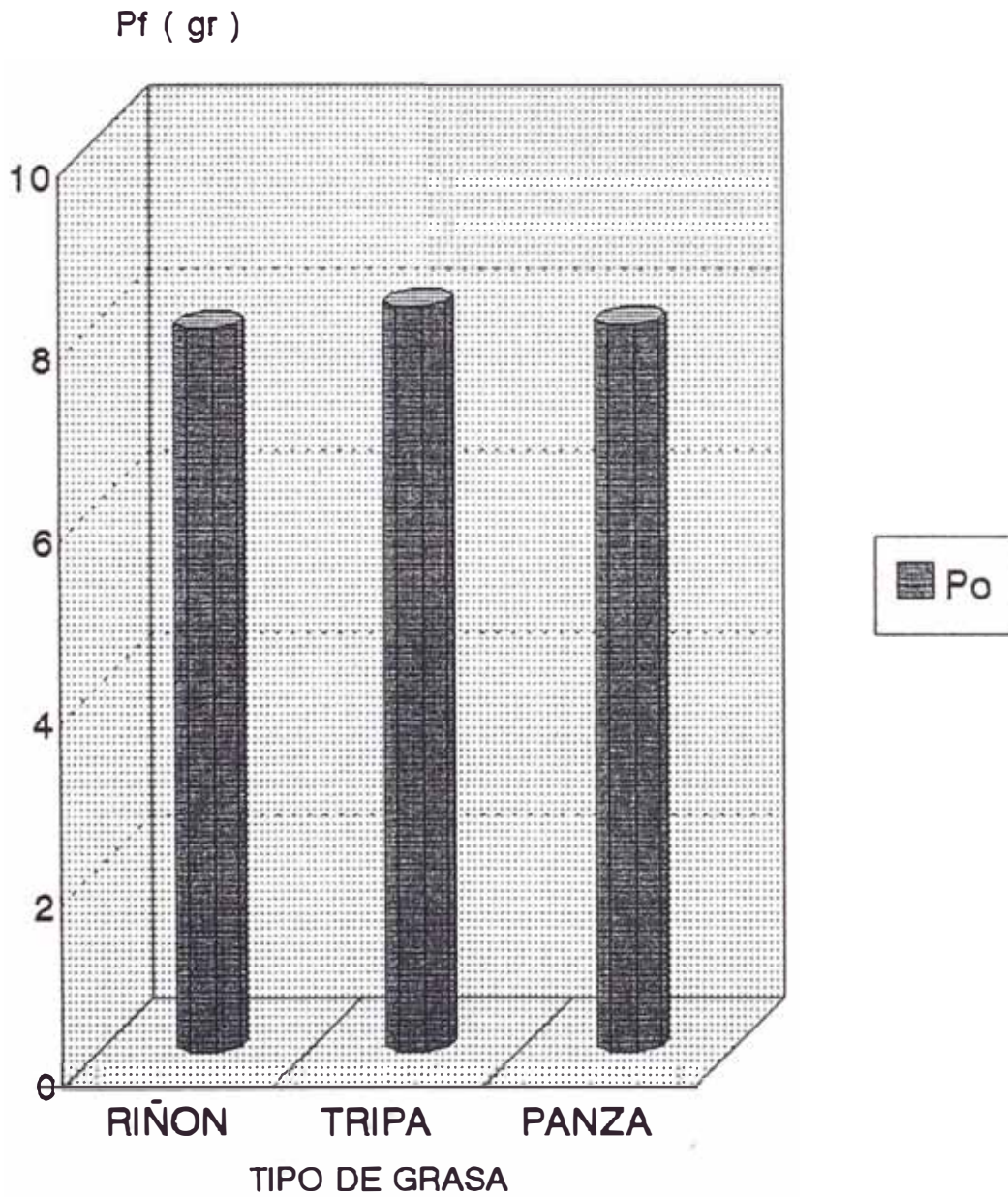


GRAFICO Nº 26

# PRUEBAS A ESCALA LABORATORIO

## RENDIMIENTO POR TIPO DE GRASAS





## 6.6.- DISCUSION

### **SANGRE**

#### Naturaleza de la sangre

La sangre es un líquido viscoso de color escarlata localizado en el sistema circulatorio del animal. Está constiuído por una fracción celular que representa, aproximadamente, 34 % en volúmen ó 40 % en peso y el plasma que viene a ser 66 % en volúmen ó 60 % en peso.

#### Plasma

Es la porción líquida de la sangre, contiene de 8 a 9 % de materia seca y el 22 % del total de proteínas de la sangre.

#### Fracción celular

Está constituida por los glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos), que se hallan en la porción líquida de la sangre. Contiene aproximadamente 36% de proteínas, 1 a 3 % de sales y 62 % de agua.

#### Propiedades físicas

##### Peso específico

Oscila solo dentro de límites muy estrechos, siendo un valor medio 1.03 gr/cm<sup>3</sup>.

Viscosidad

Muestra muy escasas fluctuaciones aproximadamente 6 veces más viscosa que el agua.

Ph

El Ph fisiológico de la sangre está alrededor de 7.5.

## CUADRO Nº 63

**CANTIDAD PMDO DE SANGRE  
RECOLECTADA EN ALGUNAS ESPECIES  
ANIMALES**

ESPECIES	SANGRE (Kg)
VACUNO	12 - 16
PORCINO	6.5 - 8.5
OVINO	3.5

Proteína

El nombre de proteína proviene del nombre de la palabra griega proteíos, que significa lo primero. Entre todos los compuestos químicos, ciertamente hay que considerar a las proteínas como las más importantes, puesto que son las sustancias de la vida. Las proteínas

*constituyen gran parte del cuerpo animal, lo mantienen como unidad y los hacen funcionar. Se les encuentra en toda célula viva. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, nervios y la sangre. Una sola molécula proteínica contiene cientos e incluso miles, de unidades de aminoácidos, que pueden ser de unos 20 tipos diferentes, estos están compuestos por Hidrógeno, Nitrógeno, Carbono y Oxígeno.*

*La producción mundial de alimentos está quedando a la zaga del crecimiento de la población a pesar de todos los esfuerzos que se despliegan para invertir esta tendencia, y en el Perú uno de los problemas nutricionales que merece especial atención es el de satisfacer requerimientos proteicos a la población.*

*La sangre animal que representa un relativo problema en los mataderos debido a que es una poderosa fuente de contaminación y que en nuestro país se elimina casi en un 100 %, constituye una fuente de proteínas que contienen aminoácidos esenciales en cantidades comparables al de la carne y propiedades funcionales de gran aplicación en la industria de alimentos.*

*Los derivados de la sangre se clasifican dentro de tres grupos :*

*Las harinas y polvos de sangre entera, plasma o fracción celular.*

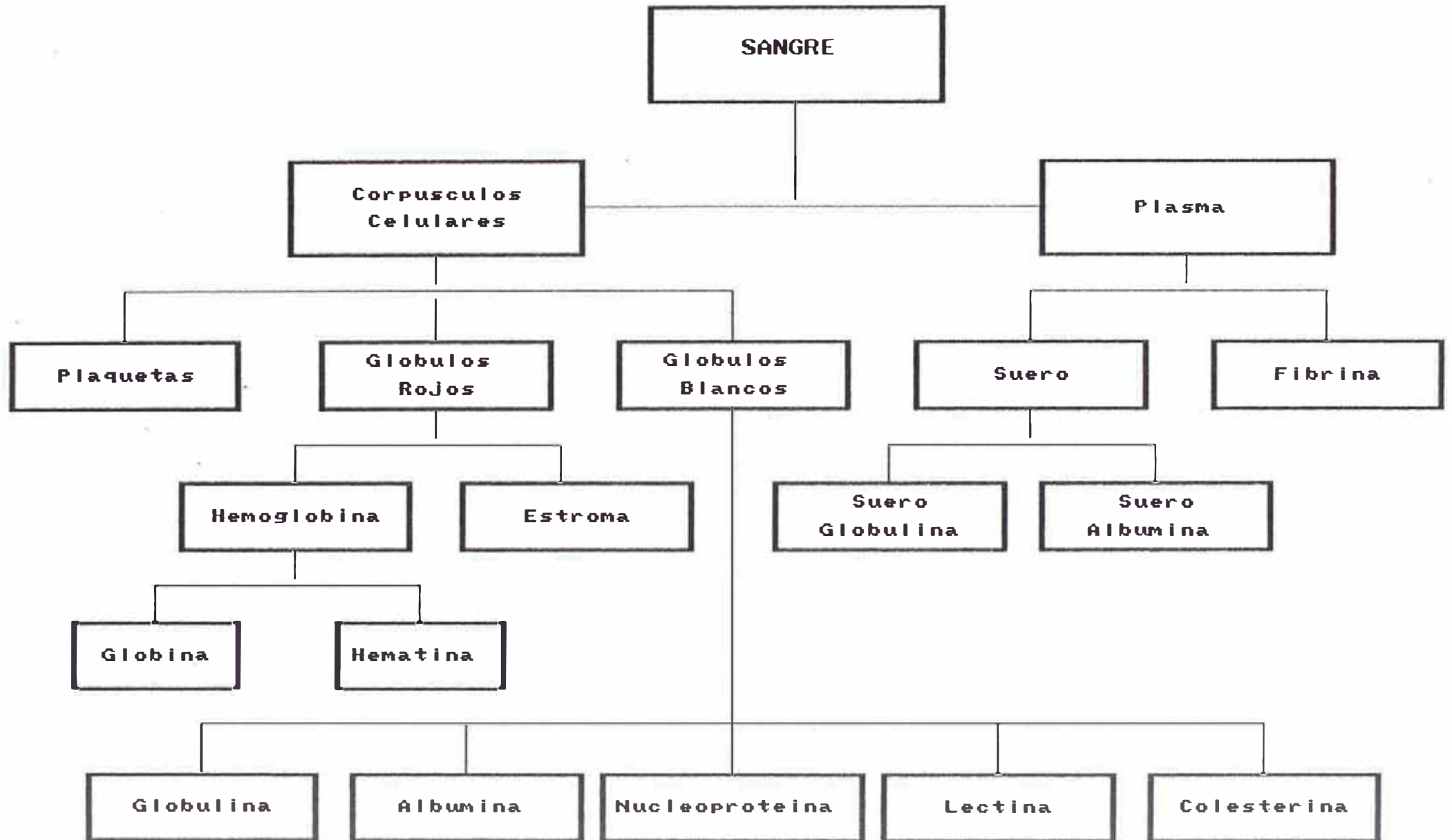
*Los productos congelados.*

*Los derivados aislados.*

*Las harinas se obtienen por cocimiento y los polvos*

GRAFICO N° 27

COMPOSICION GENERAL DE LA SANGRE



*efectuado sus composiciones promedio son idénticas, sólo varían sus características bacteriológicas y su digestibilidad. En general se caracterizan por tener un alto contenido de proteínas (85 - 95 %) en base seca, de excelente calidad.*

### **Aplicación de los concentrados proteicos**

#### Proteínas de sangre

*Los concentrados proteicos han sido derivados a partir de materia prima de bajo costo con la finalidad de transformarla en un producto de alto valor biológico, es decir, un producto cuya elevada concentración de proteínas se encuentra también asociada a la calidad de sus aminoácidos.*

*Desde el punto de vista tecnológico, el concentrado proteico actúa como elemento fortificante enriquecedor durante las etapas de elaboración de mezclas de alimentos o aditivos.*

*El valor nutritivo de la sangre y derivados ha sido largamente reconocido en muchos lugares del mundo en donde elaborados de sangre son ya aceptados. Debería ser notado también que no es un ingrediente extraño en productos comestibles, ya que las carnes contienen sangre, como un residuo del sangrado de los animales, que ha sido estimado en 0.3 % del peso de carne fresca. Las proteínas obtenidas a partir de sangre de vacuno representan una fuente potencial de grandes cantidades, en la dieta de gran aplicación en la industria alimentaria por sus excelentes*

**CUADRO N° 64**  
**COMPOSICION DE LA SANGRE**  
**(Porcentaje en peso)**

F.C = FRACCION CELULAR

COMPONENTES ( % )	VACUNO			PORCINO			OVINO		
	SANGRE	PLASMA	F.C	SANGRE	PLASMA	F.C	SANGRE	PLASMA	F.C
AGUA	80.90	91.30	60.50	71.90	91.80	62.50	82.20	91.70	61.50
HEMOGLOBINA	10.30	---	31.70	14.20	---	32.70	9.60	---	31.80
PROTEINA	7.00	7.10	5.50	4.70	6.80	1.90	6.50	6.80	5.80
AZUCAR	0.07	0.11	---	0.07	0.12	---	0.07	0.11	---
COLESTEROL	0.11	0.11	0.26	0.04	0.04	0.50	0.16	0.11	0.30
LECITINA	0.23	0.18	0.33	0.23	0.14	0.37	0.23	0.17	0.35
GRASA	0.15	0.22	---	0.11	0.20	---	0.09	0.13	---
SODIO	0.21	0.25	0.14	0.14	0.24	---	0.21	0.25	0.13
POTASIO	0.03	0.02	0.05	0.16	0.03	0.34	0.03	0.02	0.05
HIERRO	0.02	---	0.06	0.02	---	0.06	0.02	---	0.06
CALCIO	0.01	0.01	---	0.01	0.01	---	0.01	0.01	---
MAGNESIO	0.004	0.004	0.002	0.008	0.004	0.002	0.003	0.004	0.002
COLORO	0.31	0.37	0.18	0.27	0.37	0.15	0.31	0.37	0.17
ACIDO FOSFORICO	0.04	0.02	0.07	0.10	0.02	0.08	0.04	0.02	0.20

propiedades funcionales.

**CUADRO Nº 65**

**COMPOSICION DE ALIMENTOS**

Cifras a 100 % MS

Sangre, deshidratada molida

MS%	PT %	PD			GRASA	CA	P
		VAC %	OV %	POR %			
91	87.8	—	62	69	1.1	0.31	0.24

ED (Mcal/Kg)	EM (Mcal/Kg)	NDT ( % )
PORCINO	2.91	66
OVINO	2.86	65

**COMPOSICION DE ALIMENTOS AMINOACIDOS**

( % en la materia seca indicada )

Harina de sangre

MS	-----	91.60
PT	-----	70.90
Arginina	-----	3.50
Cistina	-----	1.40
Histina	-----	4.20
Isoleucina	-----	1.00
Leucina	-----	10.30
Metionina	-----	0.90

Donde :

- MS** : Materia seca.  
**PT** : Proteína total.  
**PD** : Proteína digestible.  
**ED** : Energía digestible.  
**EM** : Energía metabolizable.  
**NDT** : Nitrógeno digestivo total.

Recuperación de sangre

Mediante pruebas a escala laboratorio se trató de verificar el rendimiento del proceso de obtención de harina de sangre, cuya aplicación permitirá satisfacer los gastos de recolección y conservación de la sangre con un margen más amplio, de ganancia en la industrialización y la de



elaborar un producto final (harina de sangre) que constituye las dos terceras partes de la proteína de sangre y un 92% aproximado del contenido proteico.

De los resultados obtenidos en dichas pruebas se llegó a la conclusión de que a la temperatura de 160°C el proceso de deshidratación es eficiente dada la calidad del producto final obtenido.

El rendimiento del proceso es del 30 %, valor que será empleado posteriormente. Mediciones efectuadas de volúmen de sangre promedio contenida en cada tipo de ganado, se determinó un promedio por tipo que es el siguiente :

CUADRO Nº 66

GANADO	SANGRE (lt)
VACUNO	14
PORCINO	08
OVINO	02

Del cuadro Nº 49 , trabajaremos con los valores promedio totales, para obtener el volúmen de sangre diario a deshidratar, así :

CUADRO Nº 67

GANADO	CBZAS	SANGRE (lts)	VOLUMEN DIARIO
VACUNO	207	14	2028
PORCINO	471	08	3768
OVINO	127	02	254
TOTAL			6920

Los 6920 Lt de sangre obtenidos de un promedio total diario, se llevarán al proceso de deshidratación, obteniéndose el siguiente resultado :

$$\text{Si : } \delta = 1.03 \text{ gr/ cc}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso sangre} & \text{ ---- } P_s = 6,920 \times 1.03 \text{ gr/cc} \\ P_s & = 7,128 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$\text{Rendimiento del proceso} = r_{P_1} = 30 \%$$

$$\text{Peso de sangre deshidratada} = P_{sd} = P_s \times r_{P_1}$$

$$P_{sd} = 7128 \times 0.30$$

$$P_{sd} = 2138 \text{ Kg/diario}$$

Entonces, el peso total de sangre obtenida diariamente es de 7128 Kg, cantidad que resulta

considerable de llevar a proceso redundando de esta forma en un beneficio económico para la industria, obteniéndose 2138 Kg de harina de sangre. Cabe resaltar que de acuerdo al proceso empleado, el rendimiento variará conforme a el.

### **SEBO**

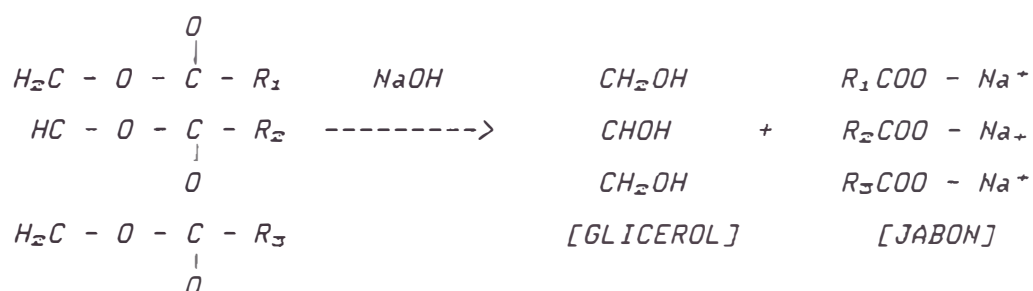
El problema de la contaminación ambiental originada por las grasas en general es evidente con resultados **marcados** en nuestros lagos, ríos y demás corrientes superficiales en nuestra tierra. Sin embargo, pocos de nosotros estamos completamente enterados de la dimensión y complejidad del problema.

El contenido de grasa del agua residual puede motivar muchos problemas tanto en las alcantarillas como en las plantas de tratamiento, si la grasa no se elimina antes del vertido del agua residual, puede interferir con la vida biológica en las aguas y crear películas y materia en flotación imperceptibles.

En el Perú existen muchas industrias que arrojan sus restos de grasa a las alcantarillas trayendo como consecuencia la obstrucción y luego la destrucción de estas. Otras lo hacen directamente al río, contaminando las aguas, haciendo que su tratamiento sea luego costoso, o al mar, poniendo en peligro de esta manera la fauna marina. Cierta cantidad muchas veces es arrojada al suelo trayendo como consecuencia la esterilización de la tierra.

Las grasas son uno de los compuestos orgánicos más estables y no se descomponen fácilmente por las bacterias, sin embargo, los ácidos minerales las atacan, dando como resultados la formación de glicerina y ácidos grasos.

Se emplean grasas en grandes cantidades como materias primas para muchos procesos industriales. En presencia de álcalis tales como el Hidróxido sódico, la glicerina se libera y se forman sales alcalinas de los ácidos grasos. Estas sales alcalinas son conocidas como jabones, como en el caso de las grasas, son estables.



Los jabones comunes se hacen por saponificación de grasas con hidróxido de sodio. Las grasas empleadas en la elaboración del jabón son aquellas provenientes de la fundición del sebo que es recolectado en los mataderos en forma natural, razón por la cual se pretende aprovechar como materia prima en la fabricación de jabones. El sebo del ganado faenado llevándolo a un proceso simple de fundición resulta un producto comercialmente aceptable.

#### Recuperación de grasas

La prueba a escala laboratorio efectuada a la grasa, dio como resultado, la elección del proceso de fundido a una temperatura de 210°C con un rendimiento del 82 %.

Mediciones realizadas al peso total de grasa proveniente de la limpieza de cada tipo de ganado, se obtuvieron los siguientes promedios :

CUADRO N° 68

<i>GANADO</i>	<i>GRASA (Kg)</i>
<i>VACUNO</i>	<i>06</i>
<i>PORCINO</i>	<i>03</i>
<i>OVINO</i>	<i>01</i>

Del cuadro N° 49 , trabajaremos con los valores promedio totales, para así obtener el peso de grasa diario a fundir :

CUADRO N° 69

<i>GANADO</i>	<i>CBZAS</i>	<i>GRASA (Kgs)</i>	<i>PESO DIARIO</i>
<i>VACUNO</i>	<i>207</i>	<i>06</i>	<i>1242</i>
<i>PORCINO</i>	<i>471</i>	<i>03</i>	<i>1413</i>
<i>OVINO</i>	<i>127</i>	<i>01</i>	<i>127</i>
<i>TOTAL</i>			<i>2782</i>

Los 1413 Kg de grasa del ganado porcino son materia prima para la elaboración de grasa comestible, la cual se vende a industrias dedicadas a la elaboración de mantecas y mantequillas. Al proceso de fundición de grasa no comestible se llevan 1369 Kg la cual proviene del ganado vacuno y ovino obteniéndose el resultado siguiente :

$$\text{Peso grasa} \text{ ---- } P_g = 1,369 \text{ Kg}$$

$$\text{Rendimiento del proceso} = r_{P2} = 82 \%$$

$$\text{Peso de grasa fundida} = P_{gf} = P_g \times r_{P2}$$

$$P_{gf} = 1369 \times 0.82$$

$$P_{gf} = 1123 \text{ Kg/diario}$$

Entonces, el peso total de grasa fundida obtenida es de 1123 Kg.

Al igual que en la recuperación de la sangre, el rendimiento variará de acuerdo al proceso empleado.

**ESTRUCTURA DE COSTOS DE  
OPERACION DE LA ELABORACION DE  
HARINA DE SANGRE Y SEBO POR MES**

	<b>U.S. \$</b>
<i>1.- Remuneraciones</i>	<i>2192.31</i>
<i>Operarios</i>	
<i>10 x N.S/ 300.00</i>	<i>1442.31</i>
<i>Tributos y beneficios 52 %</i>	<i>750.00</i>
 <i>2.- Gastos de Operación</i>	 <i>9626.21</i>
<i>Combustible (6000 galones)</i>	<i>7269.24</i>
<i>Equipo de protección</i>	<i>100.00</i>
<i>Mantenimiento de Equipos (c/2 meses)</i>	<i>1000.00</i>
<i>Empaquetado</i>	<i>256.97</i>
<i>Luz eléctrica</i>	<i>1000.00</i>
 <i>3.- Depreciación de Equipos (5 años)</i>	 <i>1925.00</i>
 <i>4.- Gastos administrativos 3%</i>	 <i>412.30</i>
	<hr style="width: 10%; margin: 0 auto;"/>
<b>TOTAL DE GASTOS</b>	<b>U.S. 14155.82</b>

**ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**  
**MENSUAL**

**VENTAS**

<i>Sangre</i>	<i>53,450 Kg</i>	<i>8017.50</i>
<i>Sebo</i>	<i>28,075 kg</i>	<i>13497.60</i>

---

**TOTAL VENTAS** **U.S.\$ 21515.10**

**GASTOS**

<i>Remuneraciones</i>	<i>2192.31</i>
<i>Gastos de Operación</i>	<i>9626.21</i>
<i>Depreciación</i>	<i>1925.00</i>
<i>Gastos administrativos</i>	<i>412.30</i>

---

**TOTAL DE COSTOS** **U.S.\$ 14155.82**

**EXCEDENTE** **U.S.\$ 7359.28**



CUADRO N<sup>o</sup> 70

**COSTO DE LOS EQUIPOS PARA  
LA ELABORACION DE HARINA Y SEBO**

DESCRIPCION	CANT	P.UNIT U.S.\$	P.PARC U.S.\$	P.TOT U.S.\$
Digestor (3,500 Lt)	02	26,000	52,000	
Prensa Expeller (1500 Kg)	01	35,000	35,000	
Molino y Mezclador	01	9,500	9,500	
Triturador	01	16,000	16,000	
Bomba de sangre	01	3,000	3,000	115,500

Los precios de costo de los equipos incluyen I.G.V. y flete de transporte. Para iniciar las actividades de producción, se requiere de U.S \$ 118,000; gasto que cubre tanto los equipos necesarios, como los acondicionamientos indispensables para la operación de los mismos.

El excedente mensual equivale a U.S.\$ 7359.28, con lo cual la inversión se recobraría en un tiempo de 17 meses. El beneficio económico que se logra con dicha recuperación, es considerable, por lo cual resulta viable su ejecución.

Cabe resaltar que la actividad no solo refleja una utilidad económica importante para la empresa, si no que también será de beneficio para aquellos operarios que

laboren en esta, ya que tendrán ingresos seguros para sus hogares; y a la vez se logra una importante reducción de contaminación de los desagües de la industria.

El tiempo empleado por el digestor para el cocimiento de la sangre es de 4.5 horas, como la capacidad del digestor es de 3,500 Lt se realizará en dos tandas por lo tanto el tiempo empleado para la deshidratación de toda la sangre es de 9 horas.

Para la fundición del sebo se emplea 3 horas en un digestor de la misma capacidad. En este caso es suficiente el volúmen del digestor para realizar la operación en una sola tanda.

El tiempo total de vapor de agua necesario será de 12 horas diarias, lo cual equivale a 6,000 galones de combustible por mes.

Con el proceso actual de rendido en húmedo el tiempo empleado es de 5 horas, dado que al mismo tiempo que se realiza el fundido se sigue agregando mayor cantidad de grasa a la paila, creando de esta manera perdida de calor en el proceso; lo cual redundará en un aumento del tiempo de cocimiento y gasto de combustible, además de las desventajas ya mencionadas como menor rendimiento del proceso y calidad del sebo resultante.

Así mismo, es posible el procesamiento de los huesos, cachos y pezuñas para elaborar harina, ya que se cuenta con los equipos necesarios como triturador, digestor y molino. Quedando a criterio del industrial la realización de este proceso, como un posterior estudio de viabilidad, tanto en lo económico como técnico.

### Consumo de agua diario en el beneficio ganadero

*Al realizar la recuperación de la sangre y grasa, se obtiene una reducción en el consumo de agua diario, y a la vez la DBO del efluente residual, así: con ahorro de agua.*

*La industria en estudio cuenta con un pozo perforado y respectivo equipo de bombeo, instalado dentro de una caseta adyacente a las salas de beneficio, que abastece de agua para el efecto del beneficio y limpieza.*

*La labor de limpieza del animal faenado, de sus vísceras y del ambiente en donde se realiza, requiere de un gran volúmen de agua a consumir, alcanzando su reducción en la recuperación de algunos desechos reutilizables como ya se explico anteriormente. La sangre, caracterizada por su intenso color rojo y su capacidad de coagular e impregnarse rápidamente, es uno de los principales desechos causantes del consumo considerable de agua.*

*La grasa, llevada al proceso de rendido actualmente utilizado, consume un pequeño porcentaje del total de agua utilizada, pero es la que origina los mayores problemas de concentración en el efluente y obstrucción en los colectores.*

*El volúmen total de agua diario que se consume en dicha industria en lo que se refiere al beneficio ganadero, será determinada de acuerdo a los caudales y a los tiempos empleados.*

*El volúmen utilizado de agua por animal faenado se obtendrá del resultado anterior y del total de animales faenados.*

## CUADRO Nº 71

## VOLUMEN DIARIO DE AGUA CONSUMIDO

GANADO	PUNTO	CAUDAL (lt /s)	t (hr)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /día)
VACUNO	G	11.20	3.50	141.12
	LP	2.30	0.50	4.14
	P	0.80	0.25	0.71
				145.98
PORCINO	G	9.10	5.50	180.18
	LP	2.30	0.50	4.14
	P	2.50	0.25	2.25
				186.57
OVINO	G	2.50	3.00	27.00
	LP	0.80	0.50	1.44
	S	2.20	3.00	23.76
	P	0.46	0.25	0.12
				52.32
RENDIDO		1.65	0.25	1.49
VOLUMEN TOTAL DIARIO				386.36

**CUADRO Nº 72**

**VOLUMEN DE AGUA DIARIO CONSUMIDO**

**POR ANIMAL FAENADO**

ANIMAL	CBZAS	$V_T$ ( $m^3/día$ )	$V_T/CBZAS$ ( $m^3/día$ )
VACUNO	299	145.98	0.49
PORCINO	445	186.57	0.42
OVINO	222	41.52	0.19

Si se efectúa la recuperación y reutilización respectiva de los desechos de la forma ya indicada, existiría un ahorro en volumen de agua a consumir, determinándose de la siguiente forma :

Asumimos un ahorro mínimo del 25% de volumen de agua en el lavado de piso.

Volúmen ahorrado =  $(2.3 \times 0.5 \times 3.6) \times 0.25$   
en el L.P vacuno

$$V_v = 1.04 \text{ m}^3$$

Volúmen ahorrado =  $(2.3 \times 0.5 \times 3.6) \times 0.25$   
en el L.P porcino

$$V_v = 1.04 \text{ m}^3$$

Volúmen ahorrado =  $(0.80 \times 0.5 \times 3.6) \times 0.25$   
 en el L.P ovino

$$V_v = 0.36 \text{ m}^3$$

Entonces :

$$V_1 = 1.04 + 1.04 + 0.36$$

$$V_1 = 2.44 \text{ m}^3$$

El volúmen ahorrado por el proceso de rendido es :

$$V_2 = 1.50 \text{ m}^3$$

El volúmen ahorrado por la eliminación de la sangre del desecho es :

### CUADRO Nº 73

GANADO	CAUDAL lt/seg	t (hr)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
VACUNO	1.05	3.50	13.23
PORCINO	1.07	5.50	21.19
OVINO	2.20	3.00	23.80
TOTAL (V <sub>3</sub> )			58.22

Luego el volúmen total ahorrado resulta :

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_T = 2.44 + 1.50 + 58.22$$

$$V_T = 62.16 \text{ m}^3 \text{ de agua ahorrado / día}$$

Este volúmen de agua reservado, permitiría aumentar el rendimiento del personal incrementando el número de animales a faenar, o de los contrario, una aminoración en el consumo de energía empleado para el funcionamiento del equipo de bombeo. El tiempo estimado de parada es de una hora diaria.

Dicho volúmen de agua es suficiente también, como para abastecer a 415 personas diariamente.

Cálculo de la DBO total del efluente residual

En este cálculo se determinará la carga orgánica provocada por los vertimientos del desagüe proveniente del beneficio de los tres tipos de ganado.

**CUADRO Nº 74**

VACUNO		PORCINO		OVINO				
DBO (mg/l)	Q (l/seg)	DBO (mg/l)	Q (l/seg)	DBO (mg/l)	Q (l/seg)			
G	4347	11.20	4065	9.10	G	1602	2.50	
LP	792	2.30	1484	2.30	LP	515	0.80	
P	1406	0.80	1854	2.50	SD	9355	2.20	
					P	1496	0.46	
3610		14.30	3240		13.90	4310		5.96

Luego uniendo los resultados de carga y caudal de los tres desagües, obtendremos la carga de DBO total en el punto de confluencia en el sistema.

$$DBO = \frac{3610 \times 14.30 \times + 3240 \times 13.90 + 4310 \times 5.96}{34.16}$$

$$DBO = 3582 \text{ mg/l}$$

La carga orgánica que representa el proceso de rendido húmedo es la siguiente :

$$DBO = 35,420 \text{ mg/l}$$

Aplicando balance de masas se obtiene una carga orgánica resultante de :

$$DBO = \frac{35,420 \times 1.65 + 3582 \times 34.16}{35.81}$$

$$DBO = 5049 \text{ mg/l}$$

Nuestro estudio se concentra en la recuperación de la sangre para transformarla en un producto útil; y al cambio del proceso de rendido húmedo por el seco, con lo cual se reducen las cargas orgánicas.



Al considerar solo el proceso de rendido en seco el porcentaje de reducción que se obtiene de carga orgánica es de :

$$\% = 100 \left( 1 - \frac{3582}{5049} \right) = 29 \%$$

Las cargas orgánicas provocadas por la sangre resultan ser las siguientes :

Sangre vacuno :

$$DBO = \frac{4347 \times 11.20 - 20121 \times 1.05}{10.15} = 2715 \text{ mg/lt}$$

Sangre Porcino :

$$DBO = \frac{4065 \times 9.10 - 18758 \times 1.07}{8.03} = 2107 \text{ mg/lt}$$

Sangre Ovino :

$$DBO = 9,355 \text{ mg /lt}$$

Entonces, la carga orgánica remanente resultante de la recuperación de la sangre es :

CUADRO N<sup>o</sup> 75

**RESULTADOS DE LA CARGA ORGANICA  
REMANENTE**

SALA VACUNO		SALA PORCINO		SALA DE OVINO		
	DBO (mg/l)	Q (l/seg)	DBO (mg/l)	Q (l/seg)	DBO (mg/l)	Q (l/seg)
G	1632	10.15	1958	8.03	1602	2.50
LP	792	2.30	1484	2.30	515	0.80
P	1406	0.80	1854	2.50	1496	0.46
	1473	13.25	1853	12.83	1358	3.76

Entonces :

$$DBO_{final} = 1,622 \text{ mg/lit}$$

El porcentaje de reducción de la carga orgánica es de:

$$\% R = 100 - \frac{1622}{3582} \times 100 = 100 \left( 1 - \frac{1622}{3582} \right)$$

$$\% R = 55 \%$$

### **6.7.- ESQUEMAS DE TRATAMIENTO**

*Estas aguas residuales antes de ser evacuadas por el sistema de redes de alcantarillado y dispuestas luego en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas químicas y microbiológicas, al límite de evitar que su disposición provoque los problemas enunciados de polución, contaminación de las aguas de recibimiento y que atenten contra la integridad física de los colectores.*

*El grado de tratamiento requerido, como es de suponer, deberá responder a las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya previsto su vertimiento.*

*El análisis de estas aguas residuales, sus gastos y variaciones esperadas, nos permitirán aplicar soluciones capaces de mantener determinadas condiciones sanitarias, además, de emplear para ello las disposiciones dadas por el reglamento de desagües industriales, en los cuales hace referencia a los límites máximos de los residuos industriales admisibles en las redes. Siendo estas :*

*Ninguna industria podrá lanzar al colector industrial en forma directa, residuos cuya temperatura esté por encima de los 35°C, ni sobrantes de vapor.*

*Ninguna sustancia grasa que ingrese al colector deberá tener una concentración mayor de 0.1 gr/l.*

*No se permitirá el ingreso de residuos a los residuos cuyo Ph esté por debajo de 5 o por encima de 8.5.*

*Queda prohibido el ingreso a la red pública, de residuos que tengan más de 1000 ppm de DBO.*

*Queda prohibido el ingreso de líquidos que depositen sedimentos en una concentración de más de 8.50 ml/l/hr.*

*Apoyadas en estas disposiciones y en los resultados de los análisis efectuados, presentaremos el esquema de tratamiento capaz de reducir el grado de contaminación de estos desechos al nivel deseado.*

*Como ya vimos en el punto anterior, una buena retención de sangre es la medida de minimización interna más importante. Su aplicación conduce a una reducción de carga orgánica considerable y a un tratamiento más económico.*

*Premisa para ello son las medidas técnicas que posibilitan un buen desangramiento y una recolección completa de la sangre de la estocada y sangre residual. Para ello a lo largo de los lugares de desangramiento se instalarán canales y láminas conductoras que recolecten la sangre lo máximo posible. La sangre residual que fluye por los canales se recolectará en un tanque de almacenamiento para su posterior cocimiento.*

*Además sustituyendo el proceso de rendido húmedo por el seco, se eliminan los desechos líquidos que se producían al agregar vapor en forma directa durante la operación de cocimiento, quedando únicamente un residuo sólido llamado chicharrón, el cual puede ser utilizado para elaborar harina. Cabe resaltar que el único desecho líquido originado en este proceso, se dará en el momento que se efectúe el lavado de los equipos.*

*Teniendo en consideración estos dos aportes*

importantes de minimización en la contaminación de los desechos; resulta entonces una DBO remanente en el efluente de 1622 mg/l. Con la cual se trabajará para efectos de diseño de los sistemas de tratamiento seleccionados, hasta reducir dicha carga orgánica a los niveles permisibles mencionados.

En el matadero se realizan períodos picos de beneficio dos veces por semana, como ya fue mencionado anteriormente, los que dan un caudal máximo de descarga de 24 l/seg. En promedio se tiene un caudal de descarga de 22.7 l/seg, dependiendo del número y tipo de animales que se beneficien. Por lo tanto se considerará para el diseño :

$$Q_{max} = 24 \text{ l/seg}$$

$$Q_{min} = 21 \text{ l/seg}$$

Como tratamiento previo utilizaremos un sistema de rejillas cuyo efluente será dispuesto en un desarenador, los cuales serán diseñados de la siguiente manera :

#### **Sistema de rejillas**

Elección de rejilla :

$$a = 1/2 \text{ "}$$

$$e = 1/4 \text{ "}$$

Donde :

**a** : Espaciamiento entre barras.

**e** : Espesor de la barra

Eficiencia de la reja (E)

$$E = \frac{a}{a + e} = \frac{1/2}{1/2 + 1/4} = 0.7$$

Area útil (Au)

$$Au = \frac{Q_{max}}{vel_{max}}$$

Siendo  $V_{max} = 0.75 \text{ m/seg}$

$$Au = \frac{0.024}{0.75} = 0.03 \text{ m}^2$$

Area total (At)

$$At = \frac{\text{Area útil}}{E}$$

$$At = \frac{0.03 \text{ m}^2}{0.70} = 0.04 \text{ m}^2$$

Ancho del canal (b)

$$B = 1.3 \times 12 \text{ " } \times \frac{0.025}{1 \text{ "}} = 0.39 \text{ m}$$

Luego :

$$At = b \times Y \implies Y = \frac{0.04}{0.39} = 0.10 \text{ m}$$

Inclinación de la reja :

$$\alpha = 60^\circ$$

Número de barras (N°)

$$N^\circ = \frac{B}{a + e} + 1$$

$$N^\circ = \frac{39}{1.27 + 0.635} + 1$$

$$N^\circ = 22 \text{ barras}$$

**Desarenador**

Sabemos que :

$$Q = 2.74 \times a^{1/2} \times b \left[ H - \frac{a}{3} \right]$$

Utilizando :

$$Q_{min} = 0.019 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Haciendo :} \quad H = a \quad ; \quad a = 0.1 \text{ m}$$

$$0.019 = 2.74 (0.1)^{1/2} \times b \left[ \frac{2}{3} a \right]$$

Entonces :

$$b = 0.33 \text{ m}$$

Altura del nivel de agua en el desarenador :

Utilizando :

$$Q_{max} = 0.024 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$0.024 = 2.74 (0.1)^{1/2} \times 0.33 \left[ H - \frac{0.1}{3} \right]$$

$$H = 0.12 \text{ m}$$

Luego :

$$L = 25 \times 0.12 = 3.0 \text{ m}$$

$$A = B \times H_{max}$$

$$Q = A \times v = B \times H \times V_n$$

Donde  $V_n = 0.3 \text{ m/seg}$

Entonces :

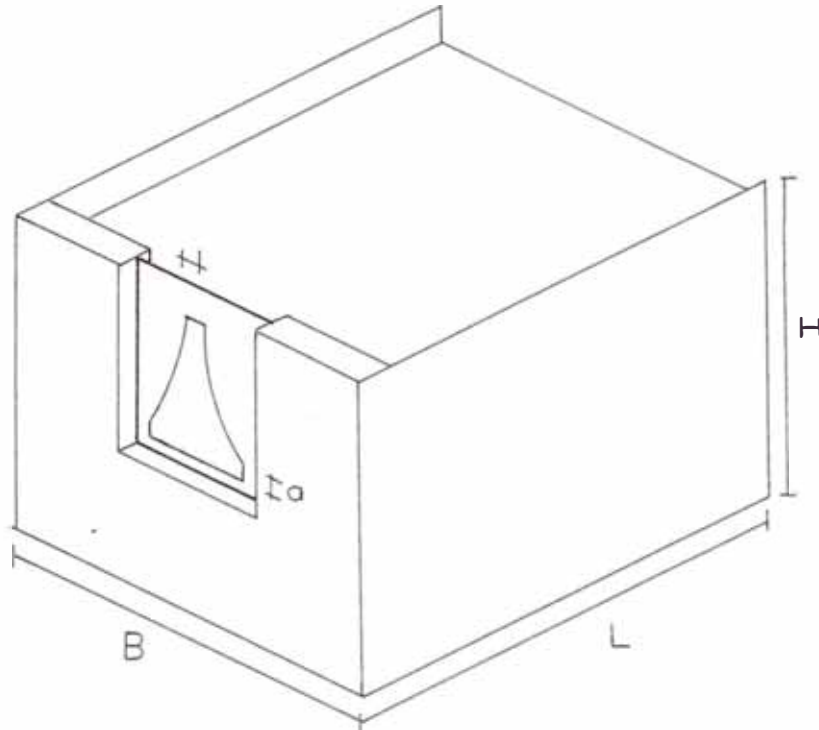
$$B = \frac{0.024}{0.12 \times 0.3} = 0.70 \text{ m}$$

**Vertedero Sutró**

$$\frac{x}{b} = 1 - \frac{2}{\pi} \arctan \left( \frac{y}{a} \right)^{1/2}$$



$$\frac{x}{0.50} = 1 - \frac{2}{\pi} \arctan \left( \frac{y}{0.1} \right)^{1/2}$$



Concentración de arena ; 15 Lt/100 m<sup>3</sup> de agua residual

$$V_{\text{arena max retenida}} = 0.7 \times 3.0 \times 0.10$$

$$V_{\text{arena}} = 0.21 \text{ m}^3$$

Período de limpieza = 30 días

### Tratamiento Primario

#### **Sedimentador**

Está dimensionado para tres horas de retención, en la que ocurrirá la sedimentación de los sólidos sedimentables.

Tasa aplicada : 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h  
 Período de retención : 3 Horas

$$\text{Volúmen} = 24 \times 3.6 \times 3 = 259.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Area necesaria} = \frac{259.200}{3} = 86.40 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \implies D = 10.49 \text{ m}$$

Altura del tanque :

$$H = \frac{259.20}{86.40} = 3.0 \text{ m}$$

Cálculo del volúmen de lodos :

De las pruebas del cono Imhoff realizadas para las aguas residuales en estudio, tenemos :

Sólidos sedimentables : 30 ml/l/h = 120 ml/l/día

$$V_{\text{lodos}} = 120 \frac{\text{m}}{\text{l/d}} \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{ml}} \times 3 \text{ h} \times 0.042 \frac{\text{d}}{\text{h}} \times 86400 \frac{\text{l}}{\text{h}} \times 4 \frac{\text{h}}{\text{d}} =$$

$$V_{\text{lechos}} = 5.23 \text{ m}^3/\text{d}$$

### Tratamiento Secundario

#### *Lecho de Oxidación Biológica*

Para el diseño del lecho de oxidación biológica se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones tomadas de la bibliografía del Metcalf-Eddy :

<i>Carga Hidráulica</i>	:	30 m <sup>3</sup> / día
<i>Altura (H)</i>	:	1.80 m
<i>Carga Orgánica</i>	:	1.5 Kg DBO/m <sup>3</sup> día
<i>Porosidad</i>	:	0.50 m
<i>DBO</i>	:	1079 ppm
<i>Período de trabajo</i>	:	4 horas

*Carga de DBO diaria :*

$$C = 1079 \text{ mg/l} \times 24 \times 0.0144 = 372.90 \text{ Kg DBO/día}$$

*Volúmen del lecho de oxidación :*

$$V = \frac{373 \text{ Kg DBO/día}}{1.50 \text{ Kg DBO/m}^3/\text{día}} = 250 \text{ m}^3$$

*Area del lecho de oxidación :*

$$H = 1.80 \text{ m}$$

$$A = \frac{250}{1.80} = 139 \text{ m}^2$$

$$D = 13.50 \text{ m}$$

Eficiencia (E) :

$$E = \frac{1}{1 + 0.433 \sqrt{372.90/250}} \times 100$$

$$E = 0.65$$

### **Sedimentador Final**

Está dimensionado para tres horas de retención, en la que ocurrirá la sedimentación de los sólidos sedimentables desprendidos continuamente del lecho de oxidación, y además para una tasa de  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  según información proporcionada en el seminario de tratamiento de aguas residuales por Design Guideline, Japan Sewage Works Association.

Entonces :

$$\text{Volúmen} = 24 \times 3.6 \times 3 = 259.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Area necesaria} = \frac{259.20}{3} = 86.40 \text{ m}^2$$

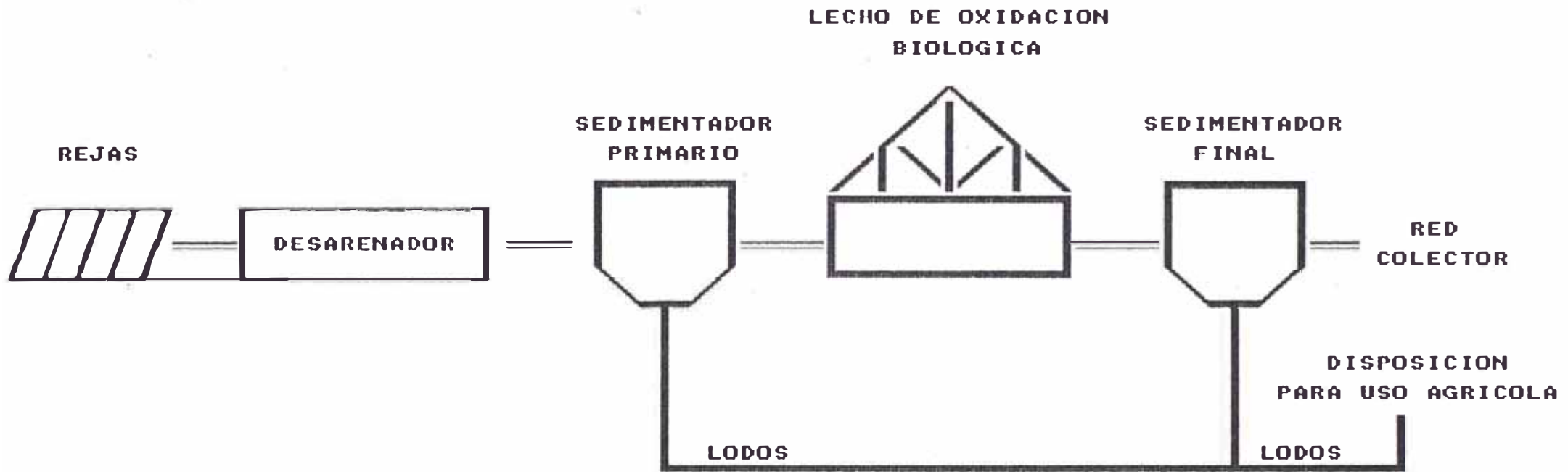
$$A = \frac{\pi D^2}{4} \implies D = 10.49 \text{ m}$$

Altura del tanque :

$$H = \frac{259.20}{86.40} = 3.0 \text{ m}$$

GRAFICO N° 28

DIAGRAMA DE FLUJO  
DEL ESQUEMA DE TRATAMIENTO



## **6.8.- EVALUACION TECNICO-ECONOMICA**

### **6.2.1 - Evaluación técnica**

*Los procesos de tratamiento a emplear en el efluente de esta Industria ofrecen una reducción de carga orgánica a un valor que se halla dentro del límite máximo permisible:*

#### *Tratamiento previo*

*El primer paso en el tratamiento previo del agua residual es separar los sólidos gruesos haciendo pasar el efluente a través de un sistema de rejillas.*

*El sistema de rejillas para este vertido industrial se empleará para remover los sólidos de tamaño superiores al espaciamiento dado entre las rejillas, es decir, los superiores a 1/2". Es un medio económico y efectivo de separación rápida de estos sólidos en suspensión, del resto del vertido. En muchos casos el paso por las rejillas reducirá los sólidos en suspensión a una concentración tan baja que son aceptables para su descarga a un colector o curso de agua, se elimina también una porción considerable de la DBO aunque el porcentaje eliminado varía, casi, en relación directa con el tamaño de rejilla y la cantidad de DBO asociada con los sólidos separados.*

*El siguiente proceso previo a utilizar es un desarenador. La función de este es la de separar arenas provenientes del desecho originado en el lavado de la panza del animal faenado, incluyendo en esta terminología a la grava, cenizas, pedazos de huesos y cualquier otra materia*

pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superiores a los sólidos orgánicos putrescibles presentes en el agua residual. Los desarenadores reducen la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos, y la frecuencia de limpieza de los digestores que hay que realizar como resultado de excesivas acumulaciones de arena en tales unidades.

El máximo porcentaje de remoción que se obtiene en este tipo de tratamiento previo es del 5 %, reduciendo la carga de 1622 mg/lt a 1541 mg/lt.

#### Tratamiento primario

Dado que el porcentaje de sólidos en suspensión precipitables es alto (5.24 m<sup>3</sup>/día), entonces, se creyó conveniente emplear la sedimentación como tratamiento primario cuyo rendimiento depende de muchos factores como período de retención, características del agua residual, temperatura, tamaño de partículas, etc.

La finalidad del tratamiento es eliminar los sólidos fácilmente sedimentables y el material flotante y, por lo tanto, reducir el contenido de sólidos suspendidos. El tanque de sedimentación primaria se utilizará como un paso preliminar para el tratamiento posterior. Normalmente con un período de retención de dos horas se eliminan del 50 a 70 % de los sólidos en suspensión del efluente y un 30 % de la DBO del mismo, otorgando una reducción de DBO del 30 % quedando a 1079 mg/lt.

#### Tratamiento Secundario

El tratamiento seleccionado para este caso es el

lecho de oxidación biológica, que es un proceso biológico del tipo de biomasa adherida o de crecimiento biológico fijo. En este tipo de lecho el agua se rocía sobre las piedras y se permite que fluya a través de este. El medio filtrante generalmente es roca triturada o material sintético, lecho sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos en donde van realizándose, en condiciones aeróbicas, los cambios que al fin y al cabo son el objeto del acondicionamiento del líquido y su contenido y que a través del cual se filtra el agua.

Con este tratamiento se consigue una remoción de DBO del 65 % aproximadamente reduciéndola a 378 ppm. La DBO remanente obtenida, para el industrial resultaría suficiente y no invertiría en aplicar un tratamiento adicional para obtener así un efluente de menor carga orgánica.

#### Tratamiento de lodos

Dada la cantidad de lodos producidos  $5.23 \text{ m}^3/\text{día}$ , el olor desagradable que expiden y el espacio disponible para estos en la industria, hemos seleccionado el método de secado al aire libre.

Este método de secado de lodos es una operación utilizada para reducir el contenido de humedad del fango, de manera que pueda manipularse y procesarse como un semi-sólido en vez de como un líquido, útil para la agricultura.

El lodo obtenido del proceso de sedimentación primaria y sedimentación final será dispuesto en el centro de engorde intensivo del camal en estudio, que cuenta con



*un área superior a los 550 m<sup>2</sup> requerido para dicha disposición, además de contar con áreas de suelos agrícolas aledañas a este, para poder emplear y ofertar el lodo seco como mejorador de suelo al cabo de 4 meses de habersele dispuesto. La operación de transporte del lodo, puede ser cubierta con la oferta y uso de éste ya estabilizado y seco.*

*Otra posibilidad es la de contactar con propietarios de los terrenos agrícolas situados en Ventanilla, u otros; con la finalidad de ofrecer éste lodo a cambio de una porción de área disponible para la disposición y secado de este.*

## 6.2.2 Evaluación Económica

## PRESUPUESTO

Obra : Sistema de tratamiento de aguas residuales.

Ubicación : Camal frigorífico Moderno.

Distrito : Callao

Fecha : Setiembre 1993

Dolar : Cambio a la fecha N.S/ 2.08

CODIGO	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	P.UNIT U.S \$	P.PARCIAL U.S \$	P.TOTA L U.S \$
1.0	Excavación de terreno	m <sup>3</sup>	845.93	2.24	1894.88	
2.0	Eliminación de desmonte (considerando 30% expans.)	m <sup>3</sup>	1099.71	2.11	2320.39	
3.0	Compactación de terreno	m <sup>2</sup>	341.33	1.88	641.70	
4.0	Concreto f'c' = 210	m <sup>2</sup>	99.15	64.44	6389.23	
5.0	Fierro 1/4 "	Kg	4458.25	1.12	4993.24	
6.0	Fierro 1/2 "	Kg	106.08	0.90	95.47	
7.0	Encofrado y desencofrado	m <sup>2</sup>	5.78	9.87	57.05	
8.0	Encof. y desencof. metalico	m <sup>2</sup>	482.23	7.46	3597.44	
9.0	Tapas, cajas de inspección	m <sup>2</sup>	36.18	24.26	877.73	
10.0	Instalación tubería PVC	m1	45.00	3.62	162.90	
11.0	Instalación tubería CSH	m1	50.00	5.30	265.00	
12.0	Accesorios	pz	8.00	5.77	46.16	
13.0	Válvulas	pz	3.00	100.60	301.80	
14.0	Sistema de drenaje	m <sup>2</sup>	139.00	10.01	1391.40	
15.0	Piezas varias	Pz	10.00	37.32	373.20	
16.0	Grava para el lecho	m <sup>3</sup>	322.50	16.66	5372.85	28780.44
<b>SUBTOTAL</b>						28780.44
<b>GASTOS VARIABLES (6%)</b>						1726.93
<b>TOTAL GENERAL PRESUPUESTO</b>						30507.27

## ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

1.00 Partida : Excavación de terreno <span style="float: right;">Unidad : m<sup>3</sup></span>					
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Capataz	HH	0.33	2.54	0.84	
Peón	HH	0.90	1.51	1.40	2.24
2.00 Partida : Eliminación de desmonte <span style="float: right;">Unidad : m<sup>3</sup></span>					
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Peón	HH	0.60	1.51	0.91	
Camión volquete 6m <sup>3</sup>	HH	0.05	24.04	1.20	2.11
3.00 Partida : Compactación de terreno <span style="float: right;">Unidad : m<sup>2</sup></span>					
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Agua	Est	0.60		1.00	
Peón	HH	0.15	1.51	0.23	
Compactadora	HH	0.10	6.50	0.65	1.88
4.00 Partida : Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ <span style="float: right;">Unidad : m<sup>2</sup></span>					
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Cemento	Bls	9.74	4.00	38.96	
Arena gruesa	HH	0.57	5.70	3.25	
Piedra chancada 1/2"	HH	0.50	14.26	7.13	
Capataz	HH	0.20	2.53	0.51	
Operario	HH	1.60	1.88	3.01	
Oficial	HH	1.60	1.70	2.72	
Peón	HH	0.40	1.51	0.61	
Mezcladora	HH	0.80	10.05	8.04	
Herramientas		0.03	6.85	0.21	64.44

5.00 Partida : Fierro 3/4"						Unidad : Kg
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Fierro de 3/4 "	Kg	1.07	0.67	0.72		
Alambre # 16	HH	0.06	0.49	0.03		
Capataz	HH	0.01	2.53	0.03		
Operario	HH	0.05	1.88	0.09		
Oficial	HH	0.05	1.70	0.09		
Cizalla	HH	0.02	4.00	0.08		
Herramientas		0.03	0.26	0.08	1.12	
6.00 Partida : Fierro 1/2"						Unidad : Kg
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Fierro de 1/2 "	Kg	1.07	0.47	0.50		
Alambre # 16	HH	0.06	0.49	0.03		
Capataz	HH	0.01	2.53	0.03		
Operario	HH	0.05	1.88	0.09		
Oficial	HH	0.05	1.70	0.09		
Cizalla	HH	0.02	4.00	0.08		
Herramientas		0.03	0.26	0.08	0.90	
7.00 Partida : Encofrado y desencofrado						Unidad : Kg
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Madera tornillo	P <sup>2</sup>	5.93	0.78	4.63		
Clavos 3"	Kg	0.17	0.97	0.17		
Alambre negro #18	Kg	0.30	0.49	0.15		
Capataz	HH	0.10	2.53	0.25		
Operario	HH	1.00	1.88	1.88		
Oficial	HH	1.20	1.70	2.04		
Peón	HH	0.40	1.51	0.61		
Herramientas		0.03	4.78	0.14	9.87	

## 8.00 Partida : Encof. y desencofrado metalico Unidad : Kg

DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Malla metalica	m <sup>2</sup>	1.000	5.54	5.54	
Capataz	HH	0.048	2.53	0.12	
Operario	HH	0.485	1.88	0.91	
Oficial	HH	0.485	1.70	0.83	
Herramientas		0.030	1.86	0.06	7.46

9.00 Partida : Tapas, cajas inspección Unidad : m<sup>3</sup>

DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Madera tornillo (2 m x 0.3 x 2")	p <sup>2</sup>	5.32	0.77	4.10	
Marco de platino	la	2.23	8.00	17.84	
Operario	HH	1.20	1.88	2.26	
Herramientas		0.03	1.88	0.06	24.26

## 10.00 Partida : Instalación de tubería Unidad : ml

DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Tub PVC 2"	ml	1.00	2.40	2.40	
Operario	HH	0.27	1.88	0.51	
Peón	HH	0.40	1.51	0.60	
Herramientas		0.03	3.39	0.11	3.62

## 11.00 Partida : Instalación de tubería Unidad : ml

DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL
Tub CSN 4"	ml	1.00	4.08	4.08	
Operario	HH	0.27	1.88	0.51	
Peón	HH	0.40	1.51	0.60	
Herramientas		0.03	3.39	0.11	5.30

12.00 Partida : Accesorios						Unidad : und
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Codos 90 x 4"	Pz	1.00	2.40	2.40		
Tee 4" x 4"	Pz	1.00	1.70	1.70		
Uniones	Pz	1.00	1.67	1.67	5.77	

13.00 Partida : Válvulas						Unidad : und
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Válvula de 4"	Pz	1.00	191.30	191.30	191.30	

14.00 Partida : Sistema de drenaje						Unidad : m <sup>2</sup>
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
47.61 Pza + 10% desperdic	Pz	52.40	0.16	8.39		
Operario	HH	0.64	1.88	1.20		
Peón	HH	0.28	1.51	0.42	10.01	

15.00 Partida : Piezas varias						Unidad : und
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Compuertas de acero	Pz	1.00	35.00	35.00		
Operario	HH	1.20	1.88	2.26		
Herramientas		0.03	1.88	0.06	37.32	

16.00 Partida : Grava para el lecho						Unidad : m <sup>3</sup>
DESCRIPCION	UN	REND.	P.UNIT	P.PARC	TOTAL	
Grava Considerando 1 desperdicio	m <sup>3</sup>	1.00	15.00	15.00		
Peón	HH	0.62	1.88	1.17		
Herramientas		0.03	16.17	0.49	16.66	

**VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES****CONCLUSIONES**

*En esta parte se mencionan todas aquellas medidas resultantes del estudio.*

*El volumen y la contaminación de las aguas de mataderos pueden reducirse en alto grado con medidas selectivas de minimización.*

*La descarga normal que ocurre de los desechos a las alcantarillas tiene como resultado el bloqueo de las mismas, produciéndose el desarrollo de microorganismos anaerobios. Esto puede provocar que las aguas residuales inicien un proceso de putrefacción en los colectores, que darían origen a la producción de ácido sulfúrico, destruyendo de este modo las alcantarillas. Así mismo, requiere del recurso humano para restablecer el flujo normal en dichos colectores, lo cual constituye una molestia física para los trabajadores y un riesgo para su salud, debido los olores intolerables y gases perturbadores. Este bloqueo ocasiona el rebose de los desagües a la vía pública trayendo como consecuencia contaminación y malos olores que pueden causar problemas de salud a los transeúntes y pobladores de las viviendas aledañas.*

*Dado que la industria está asociada a una carga alta de Demanda Bioquímica, su agresividad se expresa en términos de la población equivalente que provocaría daños de tal magnitud. La población equivalente puede establecerse en función de diferentes parámetros, pero por lo general se*

*expresa en DBO, en cuyo caso tiene sentido exclusivamente cuando se trata de desagüe con contenido de material susceptible de ser descompuesto por acción microbiana, como es el caso de los residuos líquidos de mataderos. En nuestro caso la población equivalente obtenida es 28,192 habitantes.*

*Se usa grandes cantidades de agua, requeridas para lavar las carcasas, cueros, vísceras, equipos, etc; no existe control del desperdicio de agua en algunos casos.*

*Es importante mencionar también que al reducir el consumo de agua, el volumen de aguas residuales disminuye; redundando probablemente en un aumento de la carga orgánica en el desagüe, si se mantienen las mismas condiciones de beneficio. por lo tanto las características del desagüe dependen tanto del proceso empleado, como de la cantidad de agua utilizada.*

*La recuperación de la sangre significa una disminución de 55 por 100 de la carga total de los vertidos de la industria en estudio; representando así la medida de minimización interna más importante.*

*Esta medida conlleva a una reducción importante en el consumo de agua en 60.66 m<sup>3</sup>, el cual refleja un importante ahorro económico para la industria.*

*A la vez nos lleva a conseguir mediante un tratamiento simple de estas aguas residuales, reducir la DBO a valores relativamente bajos, de 1622 a 378 ppm, comparados con los iniciales.*

*Se llega a una reducción de DBO de 76 %, mediante unidades*



*de tratamiento primario y secundario, no siendo indispensable una mayor remoción ; dado que el industrial no pretenderá hacerlo, apoyado en las disposiciones fijadas en el reglamento de desechos industriales ( no mayor a 1000 ppm). Debido a esto, nos vemos en la limitación de llegar hasta dicho valor de remoción, ya que resultaría difícil convencer al industrial, a que efectúe una inversión para un tratamiento adicional y así obtener un efluente de mejor calidad.*

*Los tratamientos elegidos, fueron en base a la facilidad y bajo costo de construcción, operación y mantenimiento, además, de la eficiencia remocional que brinda.*

*En cuanto al costo de tratamiento del agua residual, será cubierto con la utilidad obtenida de la elaboración de subproductos al cabo de 5 meses.*

*La elaboración de Harina de Sangre como alimento balanceado para animales, también representa una medida de solución importante, no solo al problema de disposición del residuo, si no que a través de un proceso sencillo es capaz de generar utilidad económica, ya que es una fuente muy rica en proteínas.*

*La temperatura óptima de trabajo estimada para la deshidratación de la sangre fue de 160°C, con un rendimiento del 30 %; por lo que se obtiene 2,138 Kg de harina diariamente.*

*Es importante también el aporte que se logra en la disminución de la carga orgánica al cambiar el proceso de obtención del sebo; que también representa un ahorro en el consumo de agua.*

*El método empleado de fundición de grasa en húmedo sin evaporación del agua del depósito genera una alta contaminación comparado con la fundición en seco además de obtenerse un sebo de mejor calidad.*

*El proceso de rendido en seco no da líquidos resultantes, quedando solo las aguas del lavado de la planta de fundido de grasas y equipos.*

*El proceso de rendido en seco otorga una reducción del 29 % sin considerar la recuperación de sangre y del 68 % en global; cantidad considerable de tomar en cuenta para reducir el costo del tratamiento posterior.*

*El procesamiento del sebo en húmedo tiene un rendimiento del 65 %; con el nuevo proceso en seco se logra un rendimiento del 82 %, con lo que diariamente se tiene 1123 Kg de sebo. La temperatura óptima de trabajo fue de 210°C seleccionada por el tiempo empleado en la fundición y por la cantidad de materia saponificable que se logra a partir de esta. Sin embargo, el tiempo necesario con el nuevo proceso es mayor al empleado actualmente, compensándose esto con el ahorro de agua y energía.*

*El tiempo empleado para la deshidratación de la sangre a escala real es de 4.5 horas, con un ingreso de U.S \$ 8017.50 por mes, vendiéndose a U.S \$ 150 la tonelada de harina. En el caso del sebo se empleará 3 horas para su fundición, obteniéndose un ingreso de U.S \$ 13,497.60 por mes. El precio de venta por kilogramo es M.S/ 1.00 y su distribución se realizará en cilindros de 180 Kg.*

*La utilidad que se obtiene al elaborar los dos productos es de U.S \$ 7359.28 por mes; con dicho excedente se logra*

*recuperar la inversión realizada para la compra de los equipos en 17 meses.*

*El dinero invertido en la recuperación, reutilización y tratamiento de los desechos de la Industria, es devuelto al cabo de 22 meses.*

*La retención de sólidos en las rejas a través de todas las canaletas del camal como las previstas antes del desarenador está conformada en su mayoría por estiércol, el cual al ser extraído por encontrarse fresco puede ser utilizado en la elaboración de humus. Actividad que brinda beneficios económicos reconocidos, debido a la calidad del producto resultante.*

*El quemado de cabezas de ganado ovino, es un foco de contaminación gaseosa, aquí se libera regular cantidad de monóxido de carbono, el cual puede afectar al ser humano cuando es inhalado.*

*Los tipos de tratamiento seleccionados dependerán de los procesos utilizados en la industria, área disponible, ubicación, cantidad de agua utilizada y características del efluente.*

*La disposición de los lodos resultantes de los tratamiento queda a criterio del industrial, teniendo este dos alternativas de solución mencionadas en la evaluación técnica del tratamiento.*

**RECOMENDACIONES**

*Experiencias logradas en los análisis efectuadas en el laboratorio, nos otorgan la facultad de hacer llegar a nuestro*

lector interesado en esta parte de la investigación, algunas recomendaciones que le serán de gran utilidad :

*Los puntos de muestreo deberán ser de fácil acceso con la finalidad de realizar una buena toma de muestra.*

*Las muestras a tomar, en los desechos originados por este matadero y otros, deberán de ser indiscutiblemente compuestas, debido a la variabilidad de factores que afectan a la intensidad de los mismos, como por ejemplo, tipo de ganado faenado a determinada hora, tiempos empleados, labores otras realizadas, etc.*

*El número representativo de muestras a tomar es de tres por punto o estación, con el objeto de realizar un comparación mínima entre los resultados obtenidos.*

*Mediciones de Ph y T° deberán ser efectuadas al momento de la toma de muestra, debido a la rápida variación que se pueda presentar si se almacenan primero.*

*A los desechos que no contengan suficientes microorganismos para la degradación aeróbica efectuada en el ensayo de DBU, deberán ser inoculados con bacterias obtenidas de una siembra previa, tal que se les de las condiciones necesarias para su crecimiento y aclimatación del mismo desecho, todo dependerá de la susceptibilidad a la degradación del mismo.*

*Dado que los desechos con un alto contenido de sangre son difíciles de degradar, pueden tener un mayor tiempo de almacenamiento antes de someterlo al ensayo de DBO, siempre y cuando no estén mezclados con otros desechos de alto contenido bacteriano.*

*Para obtener resultados más reales en las pruebas a escala laboratorio, se deberá trabajar con cantidades de muestras mayores, para así contrahacer en pequeño lo que ocurre en mayores dimensiones y obtener un rendimiento del proceso más próximo al cierto.*

*Así mismo se recomienda en general lo siguiente:*

*Para evitar trastornos fuertes en los sistemas de tratamiento de las resinas del ablandador del agua, se recomienda utilizar las salmueras de conservación varias veces, y luego, no evacuarlas en masa por los canales sino distribuidas en un intervalo largo.*

*Dado que en la operaciones de mataderos hay que contar con la presencia de gérmenes patógenos, sería indispensable desinfectar las aguas residuales, sobre todo en aquellos casos en que deben ser eliminadas para su utilización en la agricultura.*

*El uso de desinfectantes y detergentes es indispensable, para cumplir con las reglas higiénicas. Desde el punto de vista de la técnica de aguas residuales, deberá insistirse en que su uso se limite a lo indispensable y al empleo de sustancias biodegradables.*

*Se debe contar con un operador permanente en las operaciones de limpieza de rejillas, para así obtener los sólidos retenidos lo más frescos posibles para una buena elaboración del humus y asegurar un correcto funcionamiento de estas.*

*La capacidad instalada de la industria está sobresaturada. Es necesario mejorar las instalaciones para adaptarla a la*

*producción actual.*

*Los desechos de las cuadras (estiércol, material esparcido) pueden recolectarse en estercoleros especiales. Pueden tratarse junto con sólidos retenidos en las rejas, y, después ó directamente utilizarse en la agricultura.*

*Los desechos como cerdas, pelos, partes de intestinos y demás vísceras, así como desechos de carne, tejido adiposo y partículas de piel, deben mantenerse lo más alejados de las canaletas. Todos estos desechos deben recolectarse e incinerarse o disponerse a un relleno.*

*El despojo de cachos y desechos similares al aire libre sin ningún control sanitario de éstos, ocasiona problemas de saneamiento. Para evitar el efecto de los malos olores y plagas de insectos, sobre todo en épocas de verano. Los huesos, patas, cachos, pezuñas y otros del mismo género pueden ser entregados a plantas procesadoras de huesos o fábricas de gelatina. Cabe resaltar que es posible utilizar estos desperdicios para elaborar harina, que en conjunto con la harina de sangre y de sebo forman uno de los alimentos balanceados más completo, dado que se cuenta con los equipos indispensables para dicho fin; incrementando así la calidad y cantidad del subproducto obtenido y beneficio económico.*

*Se puede reducir mucho el consumo de agua y a la vez el parte de la contaminación si se hace una limpieza en seco del ambiente antes de utilizar agua para el aseo; permitiendo además una mayor recuperación de desechos para su aprovechamiento como materia no comestible, en lugar de que vayan a los canales de recolección.*

*Es necesario realizar un completo estudio práctico para encontrar los límites reales permisibles que puedan presentar los desechos industriales, teniendo en consideración los consecuentes efectos en las tuberías de alcantarillado y a las masas receptoras.*

**VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ROMAN HOYOS Esperanza y URIBC GOMEZ César. Control de vertimientos industriales en un fábrica de alimentos. Cali-Colombia.

BOZZO CHICHIZOLA. Planificación tecnológica de un pequeño Matadero frigorífico.

Aspectos sanitarios a considerar en la construcción y operación de Mataderos, O.M.S. Washington 1960.

Arranque y operación de sistemas de flujo ascendente con manto de lodos UASB. Colombia. 1997.

CALAMANTE Alberto, SERRA Ricardo, HIGA Luís. Tratamiento de efluentes líquidos provenientes de la industria frigorífica.

Tratamiento y Disposición de residuos producidos en establecimientos industrializadores de carne. Facultad de Ingeniería. Universidad de República de Montevideo. OPS/OMS. 1977.

Aguas Residuales de la Industria Cárnica. Editado por el centro de Investigación y Tecnología de carnes del Sistema INIL. Argentina. 1980.

LOMBAARDI Carlos H, Quevedo Carlos A. Tratamiento de líquidos Residuales de Matadero, control y mejora de una planta existente. Argentaguas S.R.L.



MORALES GUIER Oscar, SILES CALDERON Luis. *Tratamiento de las aguas de desecho del Matadero Nacional de Montecillos. Panama 1973.*

*Water and Waste management in the Canadian Meat and Poultry. Atanley Associates Engineering Ltd and Dearborn Environmental Consulting Services. Canada.*

SALAZAR ARIAS Alvaro. *Planeación y Organización de un Programa de Caracterización de descargas. Universidad Antioquía.*

INCER ARIDS, Anares. *Tecnología disponible para el tratamiento de las aguas residuales de las principales industrias Costarricenses. Universidad Nacional Autónoma de México. 1983.*

*Potencial impacto Ambientes de las Industrias en el Ecuador. Exploración preliminar 1991. Fundación Natura Quito Ecuador.*

*Impacto ecológico de Contaminantes Atmosféricos. Santiago de Chile. 1991.*

*Tratamiento de Residuos Líquidos de Industrias Alimenticias y Similares. Convenio Universidad Central de la Salud, Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Venezuela. 1977.*

MERINO BEZOAIN Raúl. *La contamiación de Agua con Residuos Industriales Líquidos. Santiago de Chile. 1966.*

HIDEO KAWAI. *Parámetros y caracterización de las aguas Residuales. Curso Regional sobre Lagunas Estabilizadores de Aguas Residuales. 1981.*

YAÑEZ Fabian. *Manual para el Tratamiento de los Desechos Industriales.*

NEMEROW, NELSON L, *Aguas Residuales Industriales, Teoría y Tratamiento.* Madrid 1977.

YAÑEZ FABIAN A, *Lagunas Aireadas.*

*Simposio sobre Tratamiento y Disposición de Aguas residuales.* Buenos Aires- Argentina, 1986.

GURNHAM FRED C. *Industrial Waste Water Control.* Edición Raymond F Badmour. Department of Civil Engineering. Chicago, Illinois, 1965.

*Comercialización de ganado y carne para consumo interno Export a través del Matadero de Cartago.* Instituto de Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Costa Rica. 1970.

TELLEZ VILLENA Jesi G. *Manual de Tecnología de carnes.* UNA. Perú. 1992

ATU " ABWASSERTECHNISCHE VEREINJGUNG . *Aguas Residuales de Mataderos y Plantas Procesadoras de Carne.* Asociación Alemana de Saneamiento. 1988.

*Anaerobic Wastewater treatment in the food processing.* International seminar on Anaerobic Treatment in Tropical Countries. 1986.

CUBILLAZ Armando. *Caracterización y Clasificación de los desechos Industriales.* Asociación Internacional de Medicina y Protección del Medio Ambiente.

*Curso sobre Disposición Marina de Aguas Sservidas. Universidad Técnica Federico Santa Maria Valparaiso- Chile OPS/OMS 1980.*

*Microbiología y Aplicaciones de los Procesos Biológicos de Tratamiento de Aguas. Centro de Investigación y entrenamiento para el control de la calidad del agua (CIECCA). Departamento de Entrenamiento. Dirección General de usos del Agua y Prevención de la Contaminación. 1983.*

*Manual del Curso sobre Lagunas de Estabilización y Zanjas de Oxidación. nstituto Nacional de Agua potable y Alcantarillado (INAPA). Universidad Autónoma de Santo Domingo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura OPS?OMS. Santo Domingo- República Dominicana. 1986.*

*VILTASAARI M, HUKKA J. Appropriate Industrial Waste Management Technologies New Zealand, 1989.*

*Manual de Laboratorio para técnicos Sanitarios. Empresa Obras Sanitarias de la Nación.*

*Caracterización y Pre-tratamiento de Aguas Residuales Industriales.*

*Frigorífico Nacional y un Proyecto de Organización en los Mataderos de la República.*

*SIERRA SERRANO, Timoteo Alejandro. Tratamiento de Efluentes Industriales en Camales. Brasil 1985.*

*BARNES George E. Tratamiento de Aguas Negras y Desechos Industriales. Primera Edición en español, Mexico 1967.*

ALCAZAR R. *Obtención de Harina de sangre Bovino mediante secado por atomización.* UNA La Molina, Lima-Perú, 1985.

THORNTON M, Robert, NEILSON B, Robert. *Qu. Org.* New York University. EUA, 1983.

METCALF-EDDY. *Tratamiento y Depuración de las aguas Residuales.* España, 1981.

*Publicación del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Industria y Medio Ambiente, CEPIS, 1984.*

*Reglamento de los Desagues Industriales. Decreto Supremo N° 28/60ASPL. 29 de Noviembre de 1960.*

*Disposición de Aguas residuales y Excretas en América Latina y el Caribe. OPS/OMS.*