



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**Cálculo y diseño de un sistema de retención y
sedimentación de sólidos ruminales presentes en el
agua residual producida en las instalaciones de la
Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastro y
Plazas de Ganado (EMURPLAG EP) del Cantón
Cuenca**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS A LA GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

Autor:

CALDERÓN LÓPEZ MATEO NICOLÁS

Director:

CÉSAR VINICIO ARÉVALO VÉLEZ

CUENCA-ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco de manera muy especial al Ing. Gonzalo Clavijo por su apoyo desinteresado y al Ing. César Arévalo por la dirección de este trabajo.

DEDICATORIA.

Dedico esta investigación a mis padres Monika López y Juan Calderón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
R E S U M E N.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCION	1.
CAPITULO I: GENERALIDADES.....	2
1.2. Objetivos	2
1.3. Estado del arte y marco teórico	3
CAPITULO II: SITUACIÓN ACTUAL.....	6
2.1. Ubicación y vida útil	6
2.2. Superficie actual y distribución.....	7
2.3. Demanda animal.....	8
2.4. Procedencia del ganado	9
2.5 Requerimientos de servicios básicos por parte de la empresa.	12

CAPITULO III: PROCESOS DE FAENAMIENTO	16
3.1. Línea de faenamiento de bovinos.....	16
3.2 Línea de faenamiento de porcinos.....	27
CAPITULO IV: DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL ADMINISTRADO POR EMURPLAG EP	33
RECOLECCIÓN DE AGUAS DE PROCESO	33
TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	33
4.1. Recolección de aguas de proceso.	33
4.2. Cajas de revisión y control.	37
4.3 Canastillas para la retención de sólidos.....	38
4.4 Recolección en corrales de bovinos y porcinos.	38
4.5 Recolección e impulsión de sangre.	40
4.6. Recolección e impulsión de contenido ruminal:	40
CAPITULO V: DEPURACIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS O AGUAS DE PROCESO	43
5.1. Estructura de rejas para retención de sólidos	46
5.2. Decantador primario.....	47
5.3. Decantador secundario y retenedor de aceites y grasas	47
5.4. Planta de compostaje.....	50

CAPITULO VI: EVALUACIÓN HIDRÁULICA SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO	51
6.1 Antecedentes	51
6.2. Análisis de caudales y calidad de los efluentes líquidos.....	52
6.3. Aspectos positivos y problemas encontrados.....	59
CAPITULO VII: PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO	64
7.1. Normativas locales y nacionales que se debe cumplir para la descarga de efluentes líquidos y el manejo de desechos sólidos.....	64
7.2. Alternativas propuestas para el mejoramiento de los sistemas de recolección y depuración de las aguas de proceso.	68
7.3. Diseños hidráulicos y sanitarios de las alternativas propuestas para mejorar la recolección y depuración de aguas servidas.....	75
CAPITULO VIII: PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO	77
8.1. Análisis y concepción del sistema más adecuado de deshidratación de sólidos.....	77

CAPITULO IX: VOLÚMENES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS CONSTRUCTIVOS Y OPERATIVOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	80
9.1. Determinación de volúmenes de obras para mejorar los sistemas de recolección y tratamiento de efluentes líquidos y para la deshidratación de sólidos.	80
9.2. Estimación de presupuestos constructivos y operativos	84
9.3. Especificaciones técnicas y constructivas	85
9.4. Manual de operación para la recolección, depuración de efluentes líquidos y de deshidratación de sólidos	89
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES:.....	92
B I B L I O G R A F Í A.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura: 2.2 Ubicación del camal y plaza de ganado en el sector de patamarca.	7
Figura: 2.3. Ingreso promedio mensual de ganado a patamarca	8
Figura: 2.4.1 origen del ganado bovino.....	10
Figura: 2.4.2. Origen del ganado porcino.....	11
Figura: 2.9. Volúmenes de generación de residuos sólidos mensual	15
Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)	15
Figura: 3.1: manga de recepción	17
Figuras: 3.2 y 3.3: cajón de noqueo	18
Figura: 3.4. Tina de sangrado de bovinos	18
Figura: 3.5. Inicio descuerado	19
Figuras: 3.6 y 3.7 descuerado o desollado	19
Figuras: 3.11 partido de panza	21
Figuras: 3.12 y 3.13 despiltrado	21
Figura: 3.14 lavado de canales	22
Figura: 3.15 trazado y control de calidad	22
Figura: 3.16 despacho de canales bovinas y porcinas	23
Figura: 3.17. Lavado de intestino, tripa delgada	24
Figura: 3.18 lavado de intestino, tripa gruesa	24
Figuras: 3.19 y 3.20. Lavado de contenido ruminal.....	25
Figuras: 3.21 y 3.22 despacho de evisceras.	26
Figura: 3.23 pelado de cabezas	26
Figuras: 3.24 y 3.25 zona de revisión y maduración bovina.....	27
Figura: 3.26 y 3.27. Ingreso de porcinos a manga	28

Figuras: 3.28 y 3.29 tinas para el escaldado de cerdos	29
Figura: 3.30 proceso de pelado de cerdos	29
Figura: 3.31 etapa de raspado de acabado.....	30
Figuras: 3.32, 3.33 etapa de eviscerado	30
Figura: 3.34 etapa de lavado	31
Figuras: 3.35, 3.36 zona de maduración.....	31
Figura: 3.37 lavado de estómago e intestinos	32
Figuras: 4.1 y 4.2 desangre e izado del animal y canales de recolección de las aguas de proceso, los cuales funcionan adecuadamente. Los pisos necesitan mantenimiento constante.....	34
Figura: 4.3 sección de canal para recolección de sangre.....	34
Figura: 4.4. Sistema de recolección zona de faenamiento bovinos y porcinos.....	35
Figura: 4.5 sistema de recolección zona de relavado de menudos.....	36
Figura: 4.6. Canal y caja de recolección interna, sistema de canales.....	37
Figuras: 4.7 y 4.8: cajas de recolección para el emisario final hacia las unidades de tratamiento de efluentes líquidos, las cuales sufren taponamientos, debido a la gran cantidad de sólidos que acarrea las aguas de proceso y que deben ser retenidas en su origen.....	37
Figuras: 4.9 y 4.10. Cajas de revisión con canastillas para la retención de sólidos	38
Figura: 4.11 sistema de recolección de corrales.....	39
Figuras: 4.12 y 4.13. Cajas de revisión del sistema de recolección de corrales.....	39
Figuras: 4.5.1 y 4.5.2. Cajas de recolección y conducción de sangre a la planta de compostaje.....	40
Figuras: 4.6.1 y 4.6.2 recolección del contenido ruminal	41
Figura: 4.6.3 silo de bombeo hacia la planta de compostaje del contenido ruminal.....	41
Figura: 4.6.4. Zona de lavado de vísceras, sistema de bombeo de contenido ruminal, hacia la planta de tratamiento y generación de abonos orgánicos.	42

Figura: 5.1 esquema general del emisario final y unidades de depuración o tratamiento de efluentes líquidos del camal o planta de beneficio animal.....	44
Figura: 5.2. Unidades de tratamiento de efluentes líquidos camal.....	45
Figura: 5.3. Perfil unidad de rejas y decantador secundario	46
Figuras: 5.2.1 y 5.2.2. Decantador secundario y unidad de rejas de ingreso	47
Figuras: 5.3.1 y 5.3.2. Decantador primario completamente colapsado	48
Figura: 5.3.3 perfil decantador primario y retenedor de aceites y grasas.....	49
Figuras: 5.4.1 y 5.4.2. Planta de compostaje.....	50
Figura: 6.2.1. Vertedero de medición triangular.	52
Figuras: 6.2.2 y 6.2.3. Recolección de sólidos en el proceso de faenamiento de bovinos y porcinos.....	57
Figuras: 6.2.4 y 6.2.5. Se cuentan con 7 contenedores metálicos de 6 m ³ cada uno, es decir se tiene una capacidad de almacenamiento de alrededor de 42 m ³	57
Figuras: 6.3.1 y 6.3.2. Corrales para bovinos y porcinos. Se tiene la suficiente capacidad para el reposo de por lo menos 400 bovinos y 200 porcinos	61
Figuras: 6.3.3 y 6.3.4. Tina de recolección de sangre de bovinos, sangre coagulada.....	61
Figuras: 6.3.5 y 6.3.6. Recolección e impulsión de contenido ruminal a planta de compostaje.....	62
Figuras: 6.3.7 y 6.3.8. Decantador primario completamente colapsado	62
Figuras: 7.2.1 y 7.2.2. Tanque de evaporación y tanque de incineración en el camal de riobamba.....	71
Figura: 7.2.3 y 7.2.4. Lugar recomendado para la instalación de una canastilla mecánica y canastilla instalada en el área de lavado de vísceras.	72
Figura: 7.2.5. Descripción del separador por presión helicoidal FAN PSS, por partes .	73
Figura: 7.2.6 separador de sólidos, mod. SP 254.1	75
Figura: 8.1. Separador de sólidos, mod. SP 254.1	79
Figura: 9.1 minicargadora para compostaje y manejo de desechos sólidos.....	86

Figuras: 9.2, 9.3 y 9.4 carros para la recolección y transporte de desechos sólidos, de tipo industrial para prolongar su duración..... 88

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.2. Ingreso promedio mensual de ganado a patamarca.....	9
Tabla 2.3. Origen del ganado bovino	10
Tabla 2.4 origen del ganado porcino	11
Tabla 2.5. Registro de consumos de agua potable en las instalaciones	12
Tabla 2.6. Registro de consumo de energía eléctrica en las instalaciones	13
Tabla 2.7. Volúmenes de generación de residuos sólidos.....	13
Tabla 2.8. Volúmenes de generación de residuos sólidos mensual	14
Tabla 6.1. Medición de caudales de efluentes camal	54
Tabla 6.2 Monitoreo calidad efluentes líquidos camal de EMURPLAG EP	55
Tabla 7.1: límites de descarga al sistema de alcantarillado público, TULSMA	66
Tabla 7.2. Composición química de la harina de sangre utilizando un digestor clásico.	70
7.3. Diseños hidráulicos y sanitarios de las alternativas propuestas para mejorar la recolección y depuración de aguas servidas.....	75
Tabla 9.1. Presupuesto para la implementación de medidas para el mejoramiento de la gestión de sólidos	85

INDICE DE ANEXOS

ANEXO. 1.....	95
Resultados de los análisis de calidad de efluentes.	95
ANEXO. 2.....	97
Cálculos realizados.....	97
ANEXO. 3.....	106
Especificaciones y maquinaria requerida.	106
ANEXO. 4.....	108
Planos catastro y propuestas para el mejoramiento del sistema de recolección y tratamiento.....	108

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RETENCIÓN Y SEDIMENTACIÓN DE SÓLIDOS RUMINALES PRESENTES EN EL AGUA RESIDUAL PRODUCIDA EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE RASTRO Y PLAZAS DE GANADO (EMURPLAG EP) DEL CANTÓN CUENCA

RESUMEN

Las condiciones actuales de retención de sólidos del camal, administrado por: EMURPLAG EP (Empresa Pública Municipal de Servicios de Rastro y Plazas de Ganado) en la fosa de sedimentación de sólidos procedentes del faenamiento y además del sistema de drenaje al cual está conectada la misma, presentan condiciones inadecuadas para su recolección y posterior tratamiento. Para ello se realizó el diagnóstico de la cantidad y calidad de las aguas residuales y del actual sistema de recolección y tratamiento; y, se diseñó un nuevo sistema de retención de sólidos para mejorar la calidad del efluente.

Palabras claves: Fosa de sedimentación de sólidos, sistema de drenaje, aguas residuales, sistema de recolección, calidad del efluente.



César Vinicio Árevalo Vélez

Director del Trabajo de Titulación



Paúl Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Mateo Nicolás Calderón López

Autor

**CALCULATION AND DESIGN OF A RETENTION AND SEDIMENTATION
SYSTEM OF RUMINAL SOLIDS FOUND IN THE WASTEWATER
PRODUCED IN THE FACILITIES OF THE SLAUGHTERHOUSE SERVICES
AND LIVESTOCK MARKETS (EMURPLAG EP) PUBLIC MUNICIPAL
COMPANY OF CUENCA CANTON.**

ABSTRACT

The current conditions of solids retention at the slaughterhouse administered by EMURPLAG EP (Slaughterhouse Services and Livestock Markets Public Municipal Company) in the solids settling basin from slaughter and in the drainage system which the basin is connected to, have inadequate conditions for collection and treatment. Consequently, the diagnosis of the quantity and quality of wastewater and of the current collection and treatment system was performed. In addition, a new solid retention system was designed to improve the quality of the effluent.

Keywords: Solids Settling Basin, Drainage, Wastewater Collection System, Effluent Quality.


César Viniçio Arévalo Vélez
Thesis Director


Paúl Cornelio Cordero Díaz
School Director


Mateo Nicolás Calderón López
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Calderón López Mateo Nicolás

Trabajo de Titulación

Ing. César Vinicio Arévalo Vélez. M.Sc.

Septiembre, 2016

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RETENCIÓN Y SEDIMENTACIÓN DE SÓLIDOS RUMINALES PRESENTES EN EL AGUA RESIDUAL PRODUCIDA EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE RASTRO Y PLAZAS DE GANADO (EMURPLAG EP) DEL CANTÓN CUENCA

INTRODUCCION

La investigación planteada tiene como objetivo, conseguir que el sistema de retención de sólidos, así como la sedimentación, sean eficientes para mitigar el impacto ambiental producido por la detención inadecuada de estos materiales. Elaborar un diseño para la retención de sólidos cuya mecánica permita mejorar la calidad del sistema de depuración de agua. Las condiciones de pre tratamiento del camal administrado por: EMURPLAG EP.(Empresa Pública Municipal de Servicios de rastro y Plazas de Ganado), son inadecuadas, pues la fosa de sedimentación de aguas residuales, produce una contaminación que impide el correcto tratamiento de los sólidos retenidos, originando que la población aledaña a las instalaciones de la empresa, perciba emanaciones y presente serias quejas por los olores ocasionados debido a la retención de estos residuos, generados en el lavado y faenamiento de los animales cuyo sistema de drenaje se conecta con una fosa de sedimentación, el agua residual que es descargada al sistema de recolección, no cumple con los límites máximos permitidos, establecidos en la ley.

CAPITULO I

GENERALIDADES

En este capítulo de la investigación, se plantea los objetivos que se lograran desarrollar a lo largo de la investigación, así como también el análisis de la situación actual del camal, de esta manera se captó información acerca de los procesos que se realizan en la empresa y evaluar los puntos críticos, haciendo énfasis en la generación de efluentes, con el fin de registrar esta información y completar el catastro del camal.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de retención y deshidratación de sólidos presentes en las aguas residuales del camal ó planta de beneficio animal de la empresa EMURPLAG EP.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- a) Elaboración del catastro del sistema de recolección y depuración o tratamiento de aguas de proceso o efluentes líquidos del Camal o Planta de Beneficio Animal, administrada por EMURPLAG EP, en el Sector de Patamarca, cantón Cuenca
- b) Realizar la evaluación hidráulica y sanitaria de la infraestructura de recolección y tratamiento de efluentes líquidos existente en el Camal de Cuenca
- c) Concebir y elaborar los pre diseños de alternativas para mejorar el sistema de recolección y tratamiento existentes, de manera particular en la retención de los sólidos y determinar la alternativa más viable en el orden técnico, operativo y económico

- d) Diseñar el sistema más adecuado para el manejo de sólidos generados en el proceso de faenamiento de los bovinos y porcinos, tanto en el sistema de recolección como en el tratamiento
- e) Diseño del sistema de deshidratación de los sólidos retenidos para su posterior disposición final.
- f) Definir los volúmenes de obra, precios unitarios, presupuestos constructivos y operativos, especificaciones técnicas.

1.3. Estado del arte y marco teórico

La industria de productos alimenticios de origen animal, presenta una problemática: la contaminación. Actualmente la producción de monóxido de carbono es un 18% superior al generado por el transporte, el consumo de agua potable supera en 8% al consumo humano, estudios realizados en España por la Universidad de Valencia, indican que la industria de la carne requiere optimizar sus procesos, debido a los altos índices de contaminación, (MUNDO, 2010).

El impacto que estos productos pueden llegar a generar en los procesos y fabricación está ligado a la tecnología e investigación; los métodos en la actualidad dependen del grado de desarrollo que presente el país al cual pertenezca la industria. Para los países del primer mundo, existen normativas de calidad y certificaciones que avalan sus métodos, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), plantea un manual completo sobre métodos de producción y parámetros de calidad en la elaboración de productos cárnicos y de origen animal. De esta manera podemos destacar la investigación que se presenta acerca del tratamiento y recolección de sólidos sedimentables, en aguas residuales, pero a su vez los altos estándares de dichas fábricas hacen posible desde las primeras etapas del proceso de faenamiento, una separación de materiales y contaminantes para un tratamiento especializado. (FAO, 1993).

El tratamiento que reciben las aguas de lavado de corrales es diferente al tratamiento de áreas de matanza y desangrado, lo cual hace factible los procesos de secado y descomposición de materiales no comestibles y por ende un mayor aprovechamiento

de estos sub productos que podrían ser destinados a la generación de fertilizantes agrícolas. Las operaciones que se realizan en las plantas piloto propuestas por esta organización (FAO), tienen índices de calidad que en países en vías de desarrollo no son aplicables, pues las normativas no son respetadas, por desconocimiento y falta de seguimiento por parte de las instituciones gubernamentales, es así como en el Ecuador se presentan alternativas, si bien no son las más adecuadas, para la elaboración de productos cárnicos. (FAO, 1993).

Las empresas de rastro y plaza en la ciudad de Quito presentan problemas en el manejo de los residuos, así como un impacto por la incineración de estos desechos producidos en la planta, sin embargo los estándares de calidad de la Empresa metropolitana de rastro (EMRAQ EP) buscan cumplir con la normativa nacional vigente, además cuenta con laboratorios que efectivizan los procesos de análisis bioquímico y microbiológico del agua, y de esta manera lograr un tratamiento en base a la naturaleza de los contaminantes. Así también cuenta con un departamento destinado al seguimiento de los animales que van a procesarse, este laboratorio veterinario certifica los estándares que requieren los animales para una mejor calidad de productos cárnicos. En cuanto al tratamiento de aguas residuales la planta del camal metropolitano de Quito cuenta con un tratamiento de agua que logra hasta un 98% de purificación, por parte de la Empresa de Alcantarillado y agua potable (EMAAP-Q). (Ecuador inmediato, 2015).

En la ciudad de Guayaquil en el camal municipal se cuenta con un sistema separador de sólidos mediante rejillas, el cual, tiene como objeto la retención de materiales que podrían dificultar el posterior tratamiento; al ser esta contaminación de carácter orgánico se vierten en el sistema de drenaje. Antes de este proceso existe un pre tratamiento el cual está constituido por: una estación de bombeo, un sistema de mezclado en donde la turbulencia producida por la inyección de burbujas y el coagulante logran una separación de sólidos que a su vez son recolectados, mediante un clarificador supercell eliminan los sólidos en un proceso de flotación con aire, la floculación y flotación de estos sólidos coagulados y precipitados es recolectada para poder verter el agua en el sistema de alcantarillado. (ANTONIO, 2006-2007).

En la Ciudad de Cuenca la empresa EMURPLAG EP, implementa un sistema de retención de sólidos que consiste en dos fosas que son recuperadores de grasas y una tercera que es un sedimentador de sólidos de contenido ruminal. Pero la retención de este material complica las condiciones de operación al momento de desalojarlo cuando ha llegado a su máxima capacidad de sedimentación.

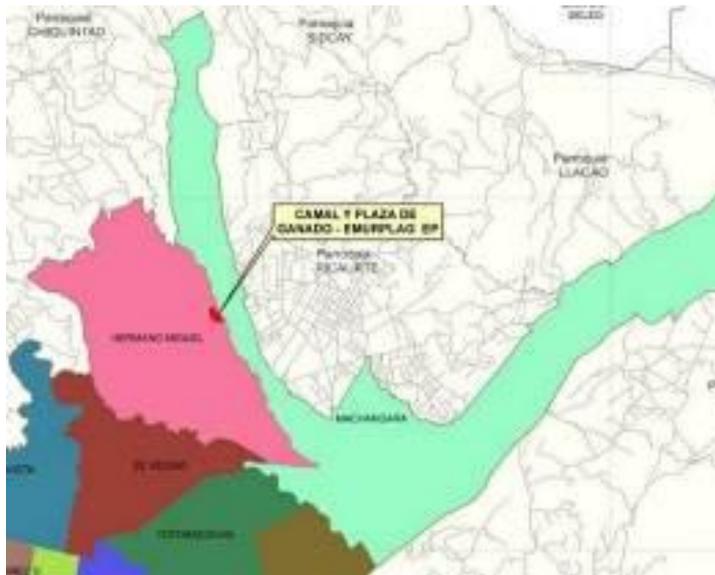


Figura: 2.2 Ubicación del camal y plaza de ganado en el sector de patamarca.

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

2.2. Superficie actual y distribución

El predio donde actualmente funciona la Plaza Ganado y el Camal cuenta con una superficie de 4,07 ha, en 1,00 ha se encuentran las instalaciones del Camal con sus respectivos espacios administrativos, operativos y públicos y en la superficie restante (3,07 ha) se encuentra la feria como comercialización de ganado mayor y menor, comercio de animales domésticos de abasto, expendio de alimentos y bebidas, venta de insumos de ganadería, estacionamientos, etc.

2.3. Demanda animal

De la información facilitada por EMURPLAG EP, el ganado faenado desde el 2008 hasta el 2015, se ha determinado el promedio anual, mensual y diario de ganado faenado, que se visualiza en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Promedio mensual de ganado faenado

AÑO	BOVINOS			PORCINOS		
	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
2008	41.022	3.419	155	19.597	1.633	74
2009	40.371	3.364	153	21.330	1.778	81
2010	43.846	3.654	166	25.189	2.099	95
2011	55.429	4.619	210	27.263	2.272	103
2012	60.097	5.008	228	30.500	2.542	116
2013	59.261	4.938	224	32.388	2.699	123
2014	60.909	5.076	231	34.039	2.837	129
2015*		4.565	207		2.717	124
PROMEDIO	51.562	4.330	197	27.187	2.266	106

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

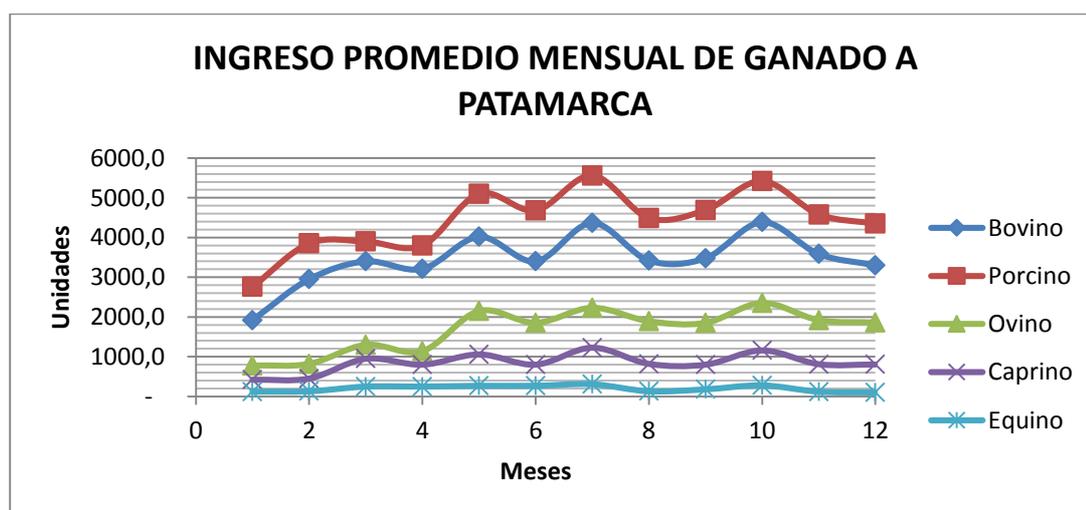


Figura: 2.3. Ingreso promedio mensual de ganado a patamarca

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

En base a esta información se puede estimar la cantidad promedio de ganado que ingresa a la feria en un día de actividad, ver tabla 2.2

Tabla 2.2. Ingreso promedio mensual de ganado a patamarca

TIPO DE GANADO	N ° DE CABEZAS	PORCENTAJE
Bovino	863	32,54%
Equino	50	1,89%
Porcino	1.108	41,78%
Ovino	420	15,84%
Caprino	211	7,96%
TOTAL/DIA DE FERIA	2.652	100,00%

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

2.4. Procedencia del ganado

El lugar de origen del ganado y animales de abasto que llegan a las instalaciones es principalmente de cantones del Azuay, Cañar, Manabí, Loja, Chimborazo, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, de acuerdo a los controles realizados por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), se sintetiza a continuación:

Tabla 2.3. Origen del ganado bovino

GANADO BOVINO	
PROVINCIA DE ORIGEN	PORCENTAJE
AZUAY	37,25 %
CAÑAR	36,02 %
MORONA SANTIAGO	15,09 %
CHIMBORAZO	11,07 %
LOJA	0,57 %
TOTAL	100,00 %

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

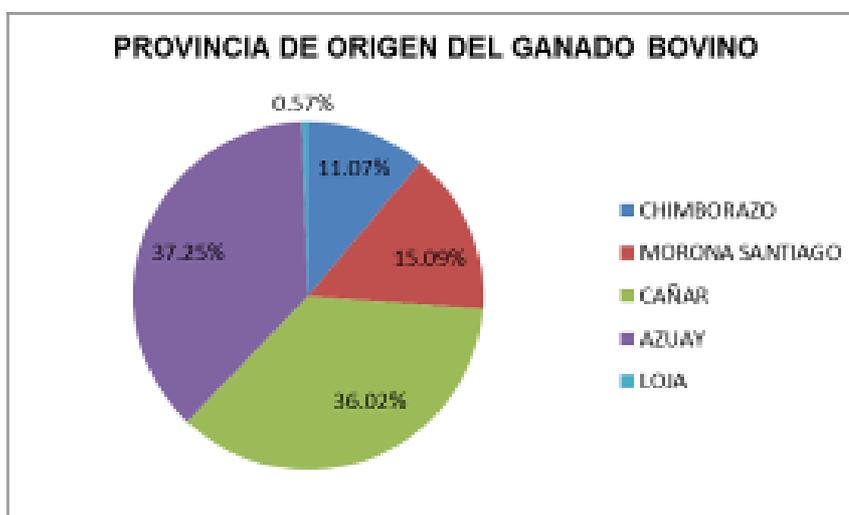


Figura: 2.4.1 origen del ganado bovino.

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

Tabla 2.4 origen del ganado porcino

GANADO PORCINO	
PROVINCIA DE ORIGEN	PORCENTAJE
AZUAY	60,00 %
CHIMBORAZO	20,00 %
MANABÍ	15,00 %
LOJA	5,00 %
TOTAL	100,00 %

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

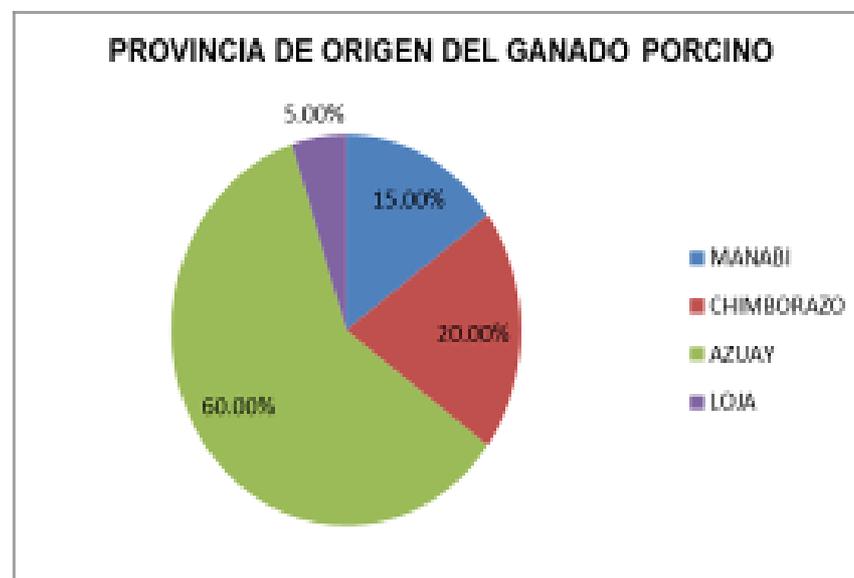


Figura: 2.4.2. Origen del ganado porcino

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

2.5 Requerimientos de servicios básicos por parte de la empresa.

Para llevar a cabo las actividades de faenamiento en el actual Camal y de la feria que se desarrolla en Patamarca, se requiere de una eficiente dotación de servicios básicos. De la información recopilada por la entidad administradora se puede presentar el siguiente compendio.

2.5.1 Uso de agua potable.

De acuerdo a la información de que dispone la entidad se tiene el siguiente récord de consumos.

Tabla 2.5. Registro de consumos de agua potable en las instalaciones

CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CAMAL DE CUENCA							
CONSUMO	2010	2011	2012	2013	2014	2015*	PROME DIO
Consumo Anual (m ³)	44.603,0	50.326,0	53.960,0	69.029,0	73.369,4	27.358,1	58.257,10
Consumo Prom Mensual (m ³)	3.716,9	4.193,8	4.496,7	5.752,4	6.114,1	5.471,6	4.957,60
Jornada de ocho horas (m ³)	169	190,6	204,4	261,5	277,9	248,7	225,4

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015).

De la información facilitada y el procesamiento de la misma, se puede definir el consumo por animal faenado, el cual corresponde a 941,3 litros/bovino y 376,5 litros/porcino.

Adicionalmente se tiene conocimiento de que un cierto caudal es captado del río Machángara para satisfacer las necesidades de limpieza de pisos de la Feria y otras instalaciones de ambos equipamientos. Se ha realizado una estimación de estos volúmenes empleados, con un resultado de caudal promedio diario empleado de 985 litros.

2.5.2 Uso de energía eléctrica

De igual manera se presenta a continuación el consumo de energía eléctrica de las instalaciones donde funcionan la Plaza de Ganado y Camal de Cuenca.

Tabla 2.6. Registro de consumo de energía eléctrica en las instalaciones

CONSUMO ENERGIA ELECTRICA						
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	PROMEDIO
Kwh/anual	168.291	304.373	289.440	309.660	149.233	244.199,00
Promedio mensual consumo	14.024	25.364	24.120	25.805	12.436	20.350

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

2.5.3 Desechos sólidos

Los volúmenes de generación de desechos sólidos en las instalaciones se presentan a continuación:

Tabla 2.7. Volúmenes de generación de residuos sólidos

SERVICIOS DE RECOLECCIÓN DE BASURA						
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	PROMEDIO
Solidos (m ³)	2.765	3.206	3.645	3.643	2.135	3.079
Promedio mensual (m ³)	230	267	304	304	178	257

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

Tabla 2.8. Volúmenes de generación de residuos sólidos mensual

RESUMEN DE GENERACION DE DESECHOS Y BASURA POR MES EN EL AÑO 2013 y 2014		
	Cantidad m3_2013	Cantidad m3_2014
Enero	114	132
Febrero	104,4	84
Marzo	102	103,2
Abril	98,4	103,8
Mayo	117,6	126
Junio	84,6	120
Julio	97,8	111
Agosto	100,8	91,5
Septiembre	115,8	92,4
Octubre	115,2	114,6
Noviembre	115,8	114
Diciembre	92,4	110,4
TOTAL	1.258,8	1.302,9
Prom/mes	104,9	108,6
Prom/día	4,8	4,9
Valor Max mes	117,6	132,0
Valor Min mes	84,6	84,0

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

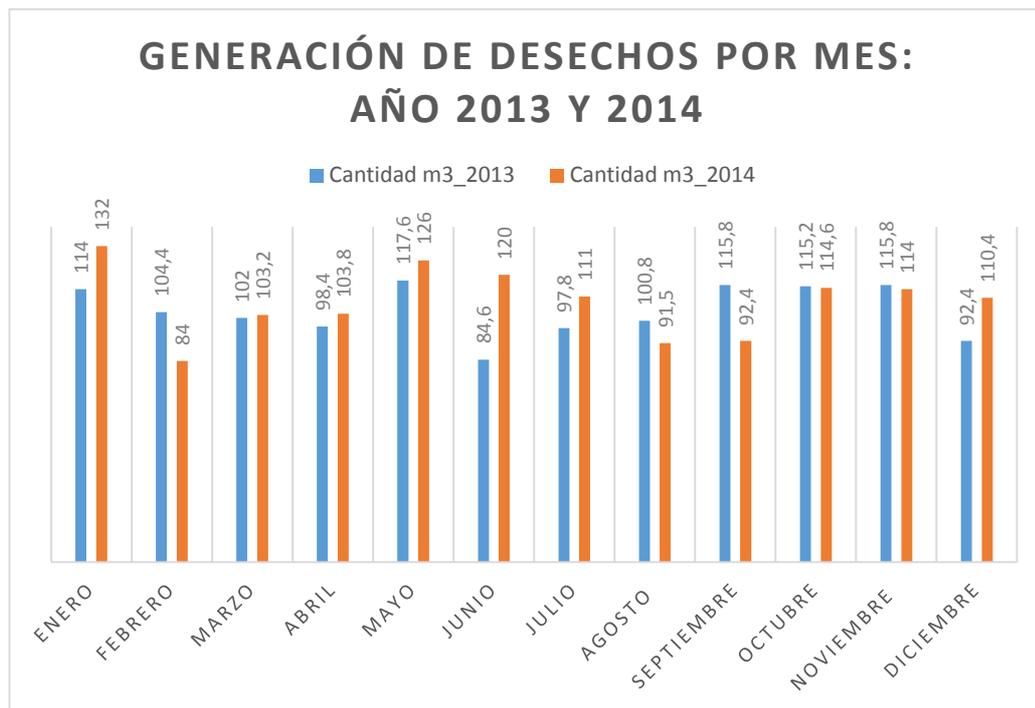


Figura: 2.9. Volúmenes de generación de residuos sólidos mensual

Fuente: (Consultoracav Cía. Ltda, 2015)

2.5.4 Procesos internos de generación de desechos.

Dentro de la planta de faenamiento se analizó paso a paso la generación de desechos líquidos efluentes y sólidos.

Los desechos o residuos producidos durante el sacrificio y faenamiento de los animales son aquellos que no tienen un uso inmediato, considerándose que cada bovino, en promedio, elimina unos 13-15 litros de sangre, 12 Kg de contenido ruminal, $0,0067 \text{ m}^3$ ó 6,7 litros de heces y 1 Kg de otros desechos (pelos, cachos, piltras, etc.); en tanto que de cada porcino se eliminan, aproximadamente: 3 litros de sangre, 2 Kg de contenido estomacal, $0,004 \text{ m}^3$ de heces y 0,3 Kg de otros desechos. (Datos referenciados en la bibliografía especializada y corroborados por el Dr. Darío Sari S., M.V. del Camal).

CAPITULO III

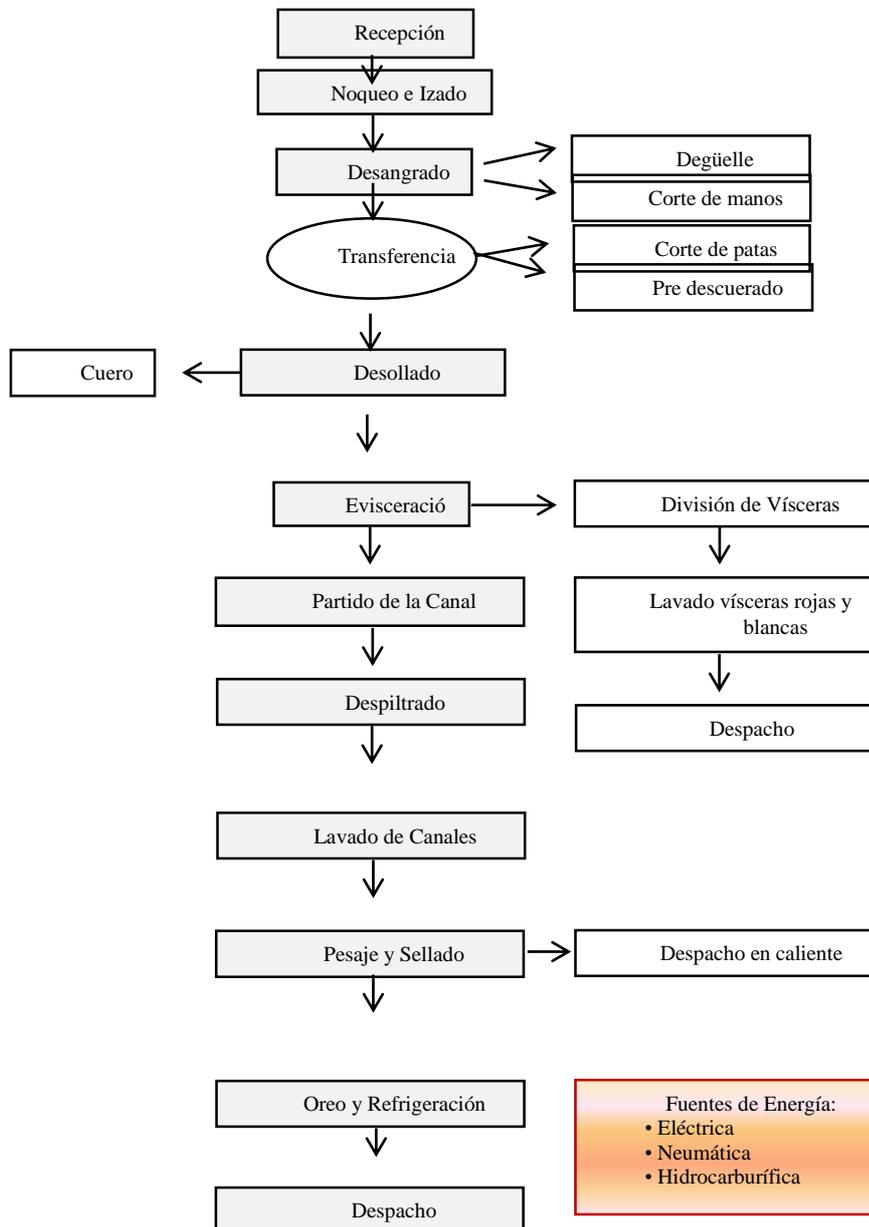
PROCESOS DE FAENAMIENTO

3.1. Línea de faenamiento de bovinos.

La línea de faenamiento de bovinos o Diagrama de Flujo del Proceso Productivo de Bovinos, fanenados en el camal administrado por EMURPLAG EP, se presenta a continuación:

LINEA DE FAENAMIENTO BOVINO

Diagrama de Flujo del Proceso Productivo



- a) **Recepción y Manga:** El Trabajador de Corrales de Recepción y Manga, es el que realiza el ordenamiento de las reses en la manga para ingreso a noqueo. Lo hace mediante el listado de turnos de introductores de ganado entregado por Jefatura de Producción. Así como también receipta los semovientes para el ingreso a los corrales.



Figura: 3.1: manga de recepción

- b) **Noqueo e Izado:** La acción mecánico del noqueo, consiste en disparar con la pistola neumática de perno cautivo en el hueso frontal del bovino, produciéndole una insensibilización irreversible por fractura del hueso frontal y lesión directa en el cerebro. Además realiza el izado del animal luego del noqueo, suspendiéndolo por la pata posterior izquierda mediante un trole de izado que es accionado por un pulsor, elevándola mediante un motoreductor. Desde este momento inicia el proceso de faenamiento con la res suspendida por las extremidades posteriores hacia arriba y sus extremidades anteriores y cuello hacia abajo, con lo que se le conoce como proceso aéreo.



Figuras: 3.2 y 3.3: cajón de noqueo

- c) **Desangre y Degüelle:** En esta etapa se realiza la sangría de la res insensibilizada seccionando la vena yugular con un cuchillo, para al mismo tiempo proceder al degollé o desprendimiento de la cabeza seccionando entre la primera y segunda vértebras cervicales (*Atlas* y *Axis* respectivamente). En este puesto de trabajo también se realiza el desprendimiento de miembros anteriores (manos) a nivel de la articulación carpo-cubital.



Figura: 3.4. Tina de sangrado de bovinos

- d) **Transferencia:** Consiste en el desprendimiento de la extremidad posterior derecha a nivel articulación tarso-tibial e inicia con el descuerado de esta extremidad casi en su totalidad.



Figura: 3.5. Inicio descuerado

- e) **Descuerado o Desollado:** Se realiza un corte longitudinal de la piel en sentido caudal- anterior en dirección de la línea media desde el esternón hasta terminar en su totalidad por la parte ventral del cuello. Prosigue con el descuerado de toda la región del pecho, región lateral de las costillas incluido las extremidades anteriores.



Figuras: 3.6 y 3.7 descuerado o desollado

El Operador de Descuerado de Patas realiza el desprendimiento de la piel de toda la región del tren posterior.

Los Operadores del Descuerado, son los que realizan el desprendimiento total de la piel de la res, la misma que es sujeta con una cadena a cada lado del extremo despegado de cada miembro anterior.

- f) **Eviscerado:** Es el vaciamiento de la res despojando todas las vísceras tanto de la cavidad torácica como abdominal. Para el efecto un operario realiza un

corte longitudinal la región ventral del tórax con una sierra de pecho, la misma que corta en su totalidad el hueso del esternón. Para luego realizar otro corte en sentido también longitudinal por toda la línea media del abdomen hasta empatar con el esternón. Esta acción deja abierta ambas cavidades para que se desalojen todas las vísceras que caen sin dificultad cuando el otro operario ubicado en la parte posterior realiza el desprendimiento del ano y recto y prosigue luego desprendiendo todo el sistema digestivo adjunto a la parte inferior de las vértebras lumbares y sacras.

Se realiza la evisceración total cuando el operario que corta el hueso de esternón, desprende las vísceras de la cavidad torácica adjuntas a la parte inferior de las vértebras torácicas.



Figuras: 3.8, 3.9 y 3.10 proceso eviscerado

- g) **Partido de canales:** En esta etapa se realiza la división longitudinal de la canal en dos partes iguales con la sierra de partir canales. Incide toda la columna vertebral desde las vértebras sacras hasta las vértebras cervicales.



Figuras: 3.11 partido de panza

- h) **Despiltrado de canales:** Es la actividad de terminado del producto (res) con la debridación y retiro de excedentes de grasa y carnazas. Práctica que se lo realiza con dos operarios, uno que se ubica en la parte superior sobre una torre metálica y el otro a nivel de piso.



Figuras: 3.12 y 3.13 despiltrado

- i) **Lavado de canales:** Se realiza la limpieza de la canal con chorro de agua fría, eliminando todos los residuos y partículas propias de la canal que se generan en el proceso de faenamiento.



Figura: 3.14 lavado de canales

- j) **Trazado y control de calidad:** Se realiza el destaje d cada media canal a nivel de la 4ta y 5ta vertebras torácicas y porción media del esternón, acción que facilita luego la división en 2 presas al momento del despacho. También realiza una inspección general del terminado de la canal en cuanto a su despiltrado y lavado para continuar con el pesaje de la misma.



Figura: 3.15 trazado y control de calidad

- k) **Pesaje de canales y auxiliar de despacho:** El Operario de Pesaje de Canales y Auxiliar de Despachos), realiza la ubicación de las canales tanto bovinas como porcinas en la báscula electrónica para su pesaje y coadyuva en el tránsito y avance de las mismas hacia la zona de despacho y cámaras de frío.

- 1) **Despacho de canales bovinas y porcinas:** El **Operario de Despacho de Canales Bovinas y Porcinas**, realiza el ordenamiento, ubicación de las canales bovinas y porcinas en las cámaras de frío, y despacho de las mismas, así como el debido registro informático del almacenaje y despacho de las canales.



Figura: 3.16 despacho de canales bovinas y porcinas

- m) **Izado y abierta de panza en Zona de menudos:** El **Operario de Izado y Abierta de Panzas**, realiza su trabajo en la zona de menudos y es el que levanta y receipta los estómagos e intestinos mediante una tina de acero inoxidable que se eleva accionando un pulsor, depositadas en la mesa del operario, mismo que separa con un cuchillo el rumen del resto de los estómagos para ser partido y lavado por separado.
- n) **Desarmado de estómago e intestinos:** El **Desarmador de estómagos e intestinos**, es el que recibe del operario de izado y abierta de panzas el resto de estómagos e intestinos para proceder a separarlos con un cuchillo, debridando el mesenterio que une a estos órganos.
- o) **Lavado de intestino (tripa delgada):** El **Operario de lavado de tripa delgada**, es el que recibe del operario de desarmado de estómagos e intestinos éstos órganos para proceder a lavarlos con abundante agua fría, exprimiendo y extrayendo todo el contenido gastrointestinal e igualmente

utiliza un cuchillo para abrir el intestino longitudinalmente en todo su trayecto.



Figura: 3.17. Lavado de intestino, tripa delgada

- p) **Lavado del intestino (tripa gruesa):** Etapa de lavado de tripa gruesa los estómagos e intestinos para proceder a lavar con abundante agua fría el intestino grueso, órgano que representa mayor voluminosidad, exprimiendo y extrayendo todo el contenido gastrointestinal e igualmente utiliza un cuchillo para abrir el intestino longitudinalmente en todo su trayecto.



Figura: 3.18 lavado de intestino, tripa gruesa

- q) **Lavado de librillo:** El **Operario de Lavado de Librillo**, es el que recibe del operario de izado y abierta de panza éste órgano para proceder a lavar con abundante agua sobre una mesa de acero inoxidable tipo sombrilla, el cual es

separado pliegue por pliegue de este órgano y sacudiéndolo para retirar la mayor cantidad del contenido gastrointestinal adosado a la mucosa gástrica.

Manejo de contenido ruminal: Se realizan dos funciones: 1) La evacuación del contenido ruminal mediante bombeo por sistema neumático que va con destino a la planta de compostaje, y 2) Abre la panza para que su contenido ruminal sea vaciado en el silo.



Figuras: 3.19 y 3.20. Lavado de contenido ruminal.

r) **Despacho de menudos y vísceras, patas y cabezas:** Es la entrega las vísceras blancas correspondiente a los estómagos (panza, bonete librillo y cuajar) e intestinos delgado y grueso a los usuarios, mismas que son despachadas en carros de acero inoxidable. Además coordina con el trabajador de manga y el operario de separación de órganos para un correcto desarrollo de la actividad.

El Operario de Despacho de Vísceras, entrega las vísceras rojas correspondientes a los pulmones, corazón, hígado, bazo e incluido la tráquea y esófago a los usuarios, mismas que son despachadas en carros de acero inoxidable. Además coordina con el operario de separación de órganos para un correcto desarrollo de la actividad.

El Operario de Despacho de Patas y Cabezas, entrega estas estructuras a los usuarios, mismas que son despachadas en carros de acero inoxidable. Además coordina con los operarios de degollé, transferencia fija y móvil para un correcto desarrollo de la actividad.



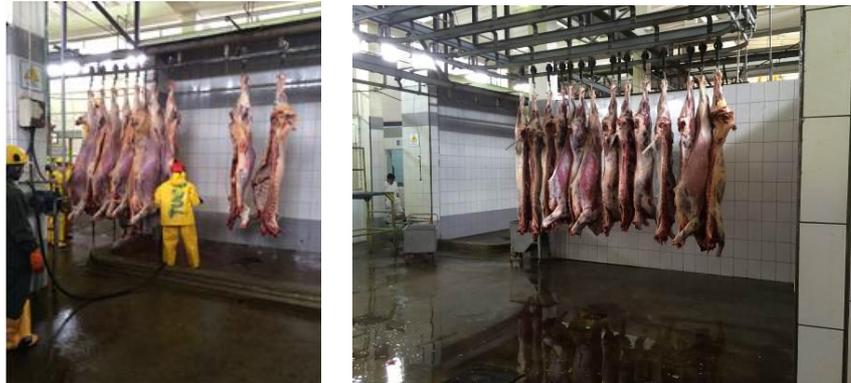
Figuras: 3.21 y 3.22 despacho de evisceras.

- s) **Pelado de cabezas:** Se separa el *testus* (base y cuernos) de la cabeza utilizando actualmente un hacha de uso manual, para luego continuar con la extracción de la lengua en su totalidad.



Figura: 3.23 pelado de cabezas

- t) **Oreo y refrigeración:** Fase final de oreo, previa a la refrigeración de los canales.



Figuras: 3.24 y 3.25 zona de revisión y maduración bovina

La recepción de ganado se realiza a través del área de corrales y manga de ingreso al faenado, la cual requiere de un uso continuo de agua y mediante un sistema de canales que se encuentran en la periferia de los corrales y manga, se recolecta por medio de un sistema de drenaje el cual usa agua bombeada de la cuenca del río Machangara, este proceso de lavado recolecta una parte del agua residual que se dirige a la fosa de recolección de sólidos.

En el área de los corrales se recolecta sólidos fecales y excretas producidos por las necesidades de los animales y que son enviadas al sistema de drenaje por medio del baldeo de corrales el cual cuenta con un sistema de rejillas que separan los sólidos que entraran al sistema de bombeo que mediante un silo y un tanque envía los sólidos a la planta de compostaje que se realiza en la empresa, los días jueves o por defecto son enviados a la fosa de retención de sólidos.

Como primera parte del sistema de faenamiento bobino, está la manga de recepción y da paso al cajón de aturdimiento, donde el animal es inhabilitado mediante una pistola de alto voltaje que facilita su faenado y desangrado en el sistema de recolección de sangre.

3.2 Línea de faenamiento de porcinos

- a) **Ingreso a manga de porcinos:** Es el ordenamiento de las semovientes porcinos en la manga para ingreso a noqueo. Lo hace mediante el listado de turnos de introductores de ganado entregado por Jefatura de Producción.



Figura: 3.26 y 3.27. Ingreso de porcinos a manga

- b) **Noqueo y desangre:** La acción del noqueo, es mediante electronarcosis. Que consiste en aplicar corriente en la parte posterior y dorsal del cráneo utilizando un aturdidor que en su extremo contiene los electrodos que descargan el voltaje y amperaje que causan la insensibilización del animal. Además realiza el izado y desangre del animal luego del noqueo, suspendiéndolo por una de las extremidades posteriores mediante un trole de izado que es accionado por un pulsor, elevándolo mediante un motoreductor para proceder a incidir la vena yugular produciendo el desangre. Debe también controlar el tiempo adecuado de desangre para que se garantice la muerte del animal antes de la inmersión a la tina de escaldado. Desde este momento inicia el proceso de faenamamiento con la res suspendida por las extremidades posteriores hacia arriba y sus extremidades anteriores y cuello hacia abajo, con lo que se le conoce como proceso aéreo.
- c) **Escaldado:** El escaldado es la inmersión de la res porcina una vez que haya constatado su muerte por un tiempo aproximado de 2 minutos dependiendo de la edad y condición corporal del animal. Realiza también conjuntamente con ayuda del operario de la peladora a levantar los cerdos escaldados, mismos que se encuentran sobre la rejilla metálica que es levantada por los dos operarios, para luego depositar los cerdos escaldados en peladora respectivamente.



Figuras: 3.28 y 3.29 tinas para el escaldado de cerdos

- d) **Pelado:** El proceso de pelado se realiza accionando las paletas para el efecto, mismas que giran en base a un eje transversal y en el cual el cerdo gira en sentido contrario a las paletas peladoras desprendiéndose en casi un 90% de las cerdas del animal.



Figura: 3.30 proceso de pelado de cerdos

- e) **Raspado de acabado 1 y 2 :** El trabajo se realiza en altura receptando la res porcina proveniente de la máquina peladora para proceder al raspado de la piel de la región media posterior dorsal del animal con un cuchillo, el cual desprende todas las cerdas y pelusas que no han sido desprendidas en la peladora.

Luego se realiza el trabajo en piso receptando la res porcina proveniente del raspador 1, para proceder al raspado de la piel de la región media anterior ventral incluido la cabeza del animal con un cuchillo, el cual desprende todas las cerdas y pelusas que no han sido desprendidas por las paletas mecánicas de la peladora.

Finalmente realiza el trabajo en altura receptando la res porcina proveniente del raspador 2, para proceder al raspado de la piel de todas las cerdas y pelusas que han sido desprendidas por los operarios anteriores con el objeto de dar un terminado final del producto.



Figura: 3.31 etapa de raspado de acabado

- f) **Eviscerado:** Es el vaciamiento de la res porcina despojando todas las vísceras tanto de la cavidad torácica como abdominal.



Figuras: 3.32, 3.33 etapa de eviscerado

- g) **Lavado de canales:** Se realiza la limpieza de la canal con chorro de agua fría, eliminando todos los residuos y partículas propias de la canal que se generan en el proceso de faenamiento.



Figura: 3.34 etapa de lavado



Figuras: 3.35, 3.36 zona de maduración

- h) **Lavado de estómago e intestinos:** Se realiza el vaciamiento del contenido gastrointestinal tanto del estómago como de los intestinos mediante chorro de agua a presión. Para el efecto utiliza un cuchillo como herramienta de corte para tripa y separación de intestinos del peritoneo.



Figura: 3.37 lavado de estómago e intestinos

- i) **Lavado de vísceras rojas:** Se realiza el lavado y debridado de los siguientes órganos: Corazón, pulmones, hígado, páncreas, bazo, incluye tráquea y esófago, para luego ser entregados a los usuarios correspondientes.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL ADMINISTRADO POR EMURPLAG EP

El Sistema de Recolección y tratamiento de efluentes líquidos del camal administrado por la EMURPLAG EP, está integrado por los siguientes elementos:

RECOLECCIÓN DE AGUAS DE PROCESO

- a) Canales de recolección de aguas de proceso
- b) Cajas de revisión
- c) Canastillas para retención de sólidos
- d) Recolección e impulsión del contenido ruminal y sangre

TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

- a) Estructura de rejas
- b) Decantador primario
- c) Decantador secundario y retenedor de aceites y grasas

4.1. Recolección de aguas de proceso.

La recolección de aguas de proceso, en el área de faenamiento de bovinos y porcinos, se realiza mediante canales, con rejillas o en su lugar con canales con espacio de ingreso limitado para sólidos. Los dos tipos de canales funcionan adecuadamente y no hay mayores problemas operativos y de drenaje de los efluentes.

Los procesos que se realizan dentro de las instalaciones cuentan con un sistema de canales que recolectan todos los desechos por medio de rejillas y canales.



Figuras: 4.1 y 4.2 desangre e izado del animal y canales de recolección de las aguas de proceso, los cuales funcionan adecuadamente. Los pisos necesitan mantenimiento constante.

Los canales con apertura limitada, funcionan adecuadamente, a pesar de que no se cuentan con todas las canastillas para la retención de sólidos y no se recolecta todo el contenido ruminal, que es el principal origen de la generación de sólidos hacia el sistema de recolección y tratamiento.

Canal para Recolección de Sangre

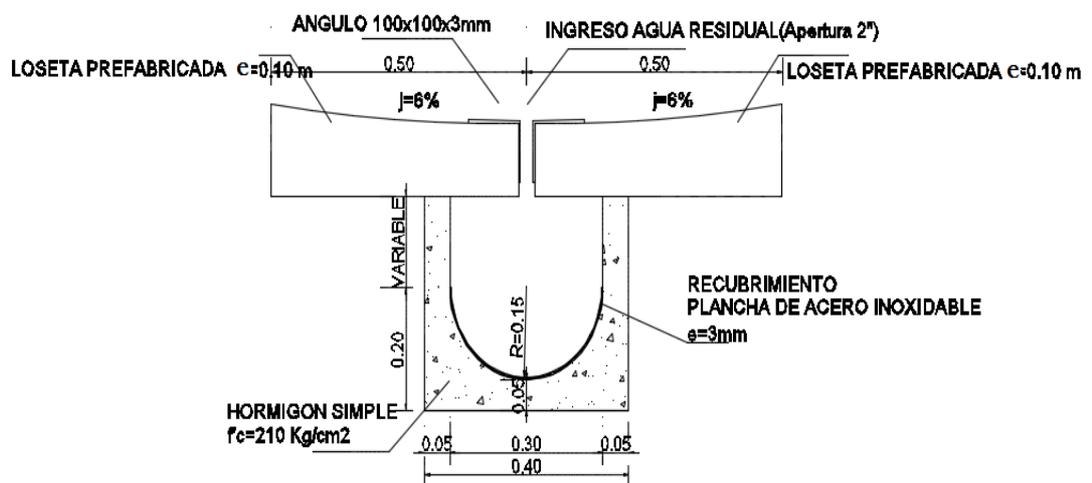


Figura: 4.3 sección de canal para recolección de sangre.

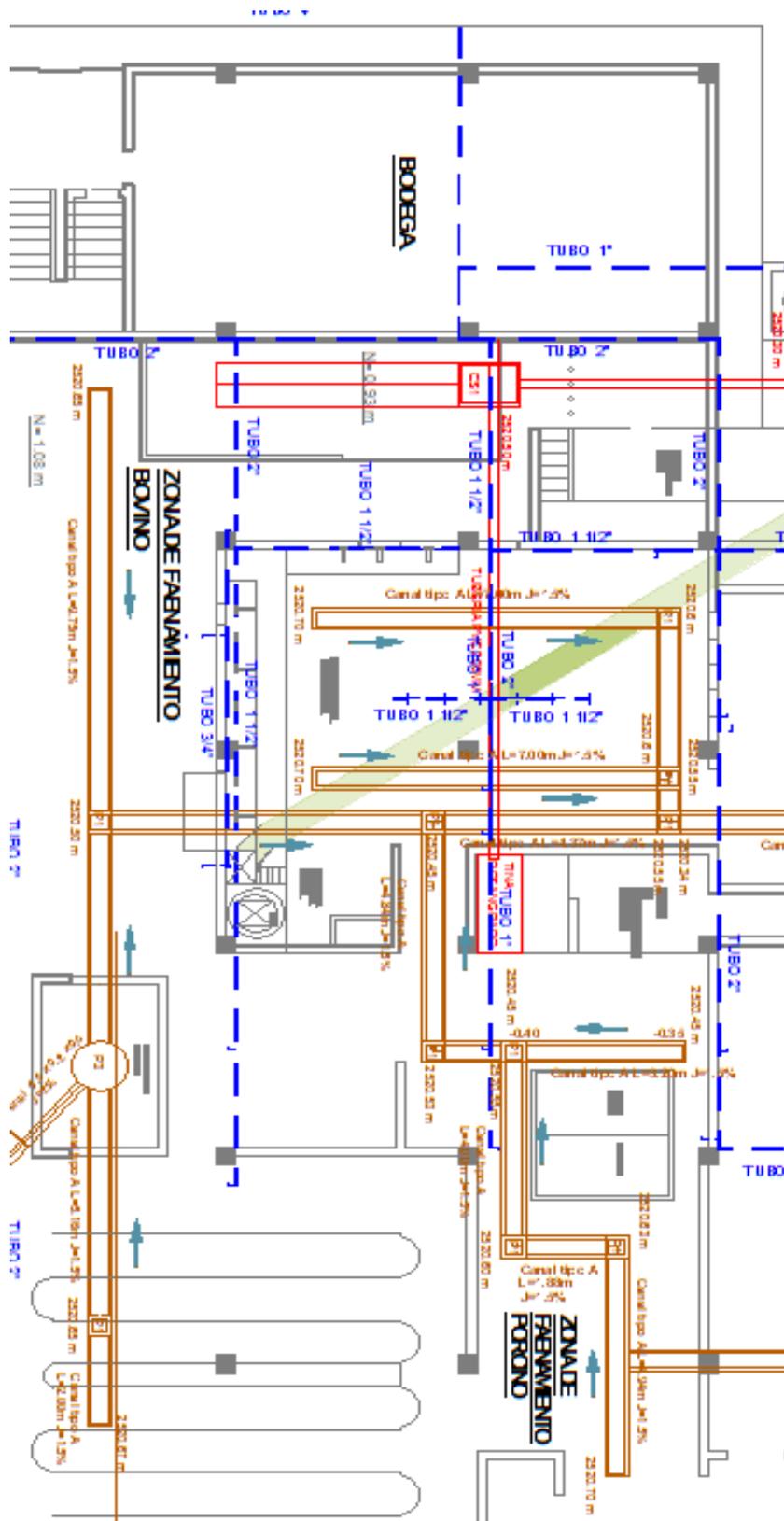


Figura: 4.4. Sistema de recolección zona de faenamiento bovinos y porcinos

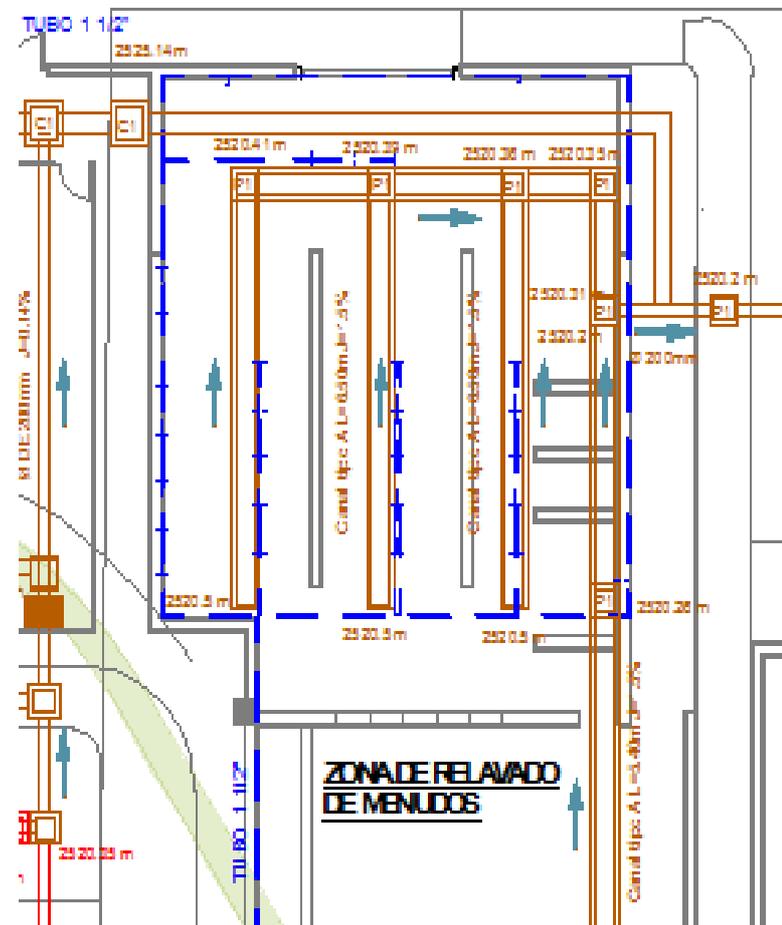


Figura: 4.5 sistema de recolección zona de lavado de menudos.

Nota: Líneas de color café representan los canales de drenaje, líneas de color azul representan las tuberías de abasto de agua potable para los procesos.

4.2. Cajas de revisión y control.

Se cuentan con cajas de revisión en las uniones de las rejillas, tanto a nivel interno como en el emisario externo hacia las unidades de tratamiento de efluentes líquidos. Las mismas funcionan sin mayor problema, sin embargo es necesaria la dotación de rejillas en cada una de ellas. Estos canales están también en el proceso de faenado porcino, al nivel del suelo con la finalidad de facilitar la limpieza y canalizar el agua residual.



Figura: 4.6. Canal y caja de recolección interna, sistema de canales



Figuras: 4.7 y 4.8: cajas de recolección para el emisario final hacia las unidades de tratamiento de efluentes líquidos, las cuales sufren taponamientos, debido a la gran cantidad de sólidos que acarrea las aguas de proceso y que deben ser retenidas en su origen

Aparte de los servicios de faenado también existe la zona de lavado y entrega de viseras donde se entrega estas a los usuarios que son dueños y dispondrán de las

mismas de igual manera este sistema está empatado al colector y al sistema de retención de sólidos.

4.3 Canastillas para la retención de sólidos.

Se cuentan con canastillas en las áreas de prelavado de menudencias, las mismas están instaladas dentro de las cajas de revisión, pero deben ser reparadas y sustituidas constantemente, por su desgaste, por cuanto cumplen una función muy importante.



Figuras: 4.9 y 4.10. Cajas de revisión con canastillas para la retención de sólidos

4.4 Recolección en corrales de bovinos y porcinos.

El sistema de recolección de efluentes por el lavado de pisos de los corrales de bovinos y porcinos, se interconecta al emisario de aguas de proceso del camal y se dirige hacia el tratamiento centralizado.

El sistema de recolección está previsto de tuberías circulares de hormigón y cajas de revisión, no presenta mayor inconveniente que la necesidad de mantenimiento.

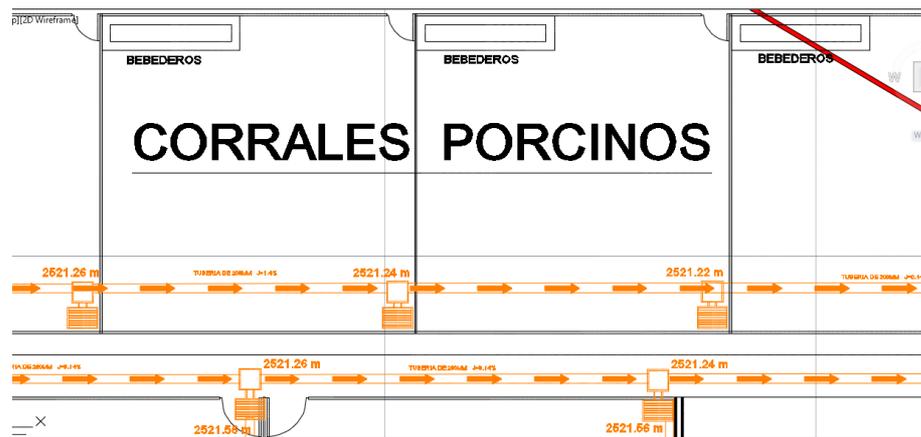


Figura: 4.11 sistema de recolección de corrales

Nota: líneas de color tomate representan canales de recolección de sólidos en corrales.

Las tuberías están deterioradas por los años, los corrales presentan un buen estado, aunque las tapas de los sumideros dificultan el aseo de los corrales.



Figuras: 4.12 y 4.13. Cajas de revisión del sistema de recolección de corrales.

4.5 Recolección e impulsión de sangre.

Luego de la recepción, el ganado, pasa a la manga de ingreso para el faenado, donde es conducido al cajón de aturdimiento, y sacrificio. En esta etapa el animal es colgado de una extremidad y es degollado para el desangre en las tinas de sangrado, aquí existe una tubería que conduce la sangre al silo donde está la bomba de sangrado, y luego se impulsa a la planta de compostaje o en su defecto al sistema de recolección de aguas de proceso.



Figuras: 4.5.1 y 4.5.2. Cajas de recolección y conducción de sangre a la planta de compostaje

4.6. Recolección e impulsión de contenido ruminal:

En los procesos de evisceración se separa las vísceras en rojas y blancas lo cual requiere de unos lavaderos y grandes cantidades de agua, en esta zona las vísceras son lavadas y requieren de un sistema de drenaje que cuenta con un silo para recolectar el fluido y contenido ruminal de las vísceras, y de la misma manera que el sistema de la sangre es bombeada a la planta de compostaje o en su defecto es captada por el sistema de canales, hacia el emisario final y la fosa de retención de sólidos.

Este proceso es el que genera mayor contaminación de los efluentes líquidos, por la gran cantidad de sólidos que representa el contenido ruminal, que se estima en 15 litros por cada res faenada.



Figuras: 4.6.1 y 4.6.2 recolección del contenido ruminal



Figura: 4.6.3 silo de bombeo hacia la planta de compostaje del contenido ruminal.

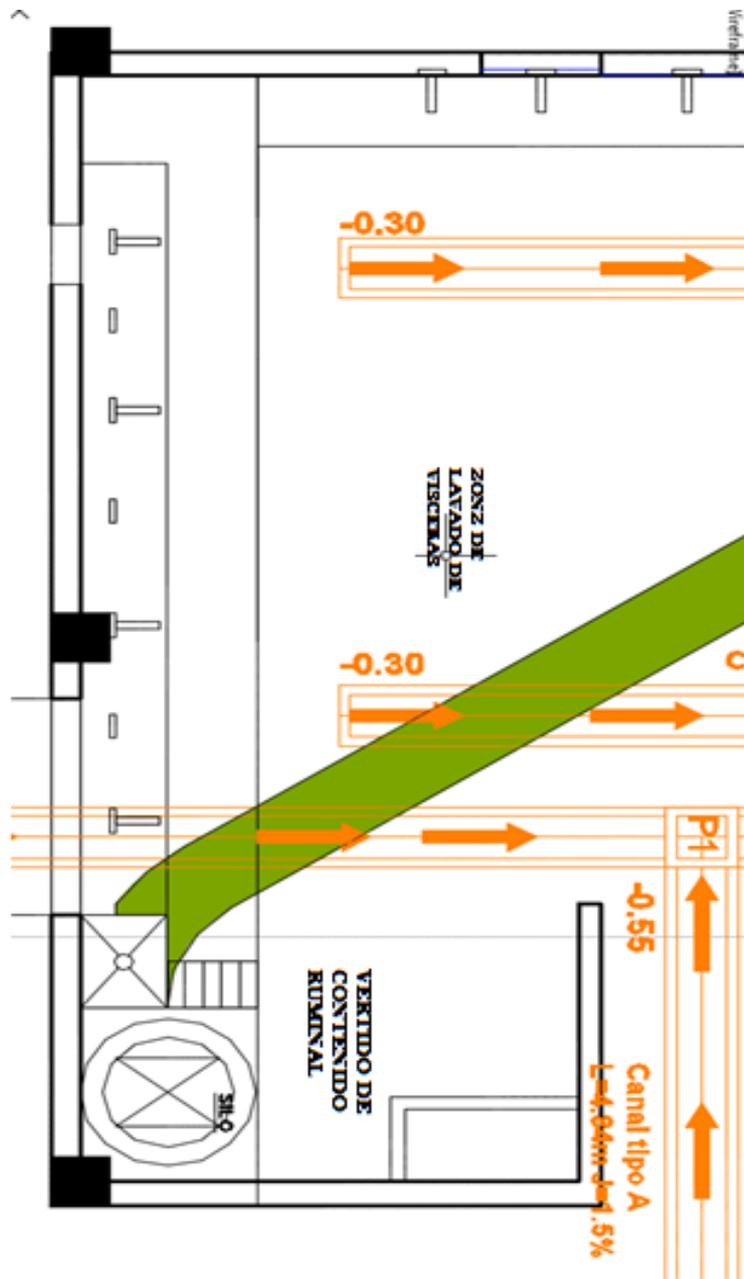


Figura: 4.6.4. Zona de lavado de vísceras, sistema de bombeo de contenido ruminal, hacia la planta de tratamiento y generación de abonos orgánicos.

Nota: Líneas de color tomate representan canales de drenaje de proceso
 Línea verde representa la conducción de contenido ruminal.

CAPITULO V

DEPURACIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS O AGUAS DE PROCESO

La depuración o tratamiento de efluentes líquidos o aguas de proceso en el camal administrado por EMURPLAG EP, se realiza mediante 3 unidades básicas:

- a)** Estructura de rejas, para la retención de sólidos de mayor diámetro
- b)** Decantador primario, para la retención de sólidos decantables
- c)** Decantador secundario y retenedor de aceites y grasas, para la reducción de sólidos decantables, suspendidos y aceites y grasas
- d)** Planta de compostaje para aprovechamiento del estiércol y contenido ruminal y elaboración de abono orgánico

El esquema general del tratamiento o depuración de aguas de procesos se presenta en la imagen siguiente:

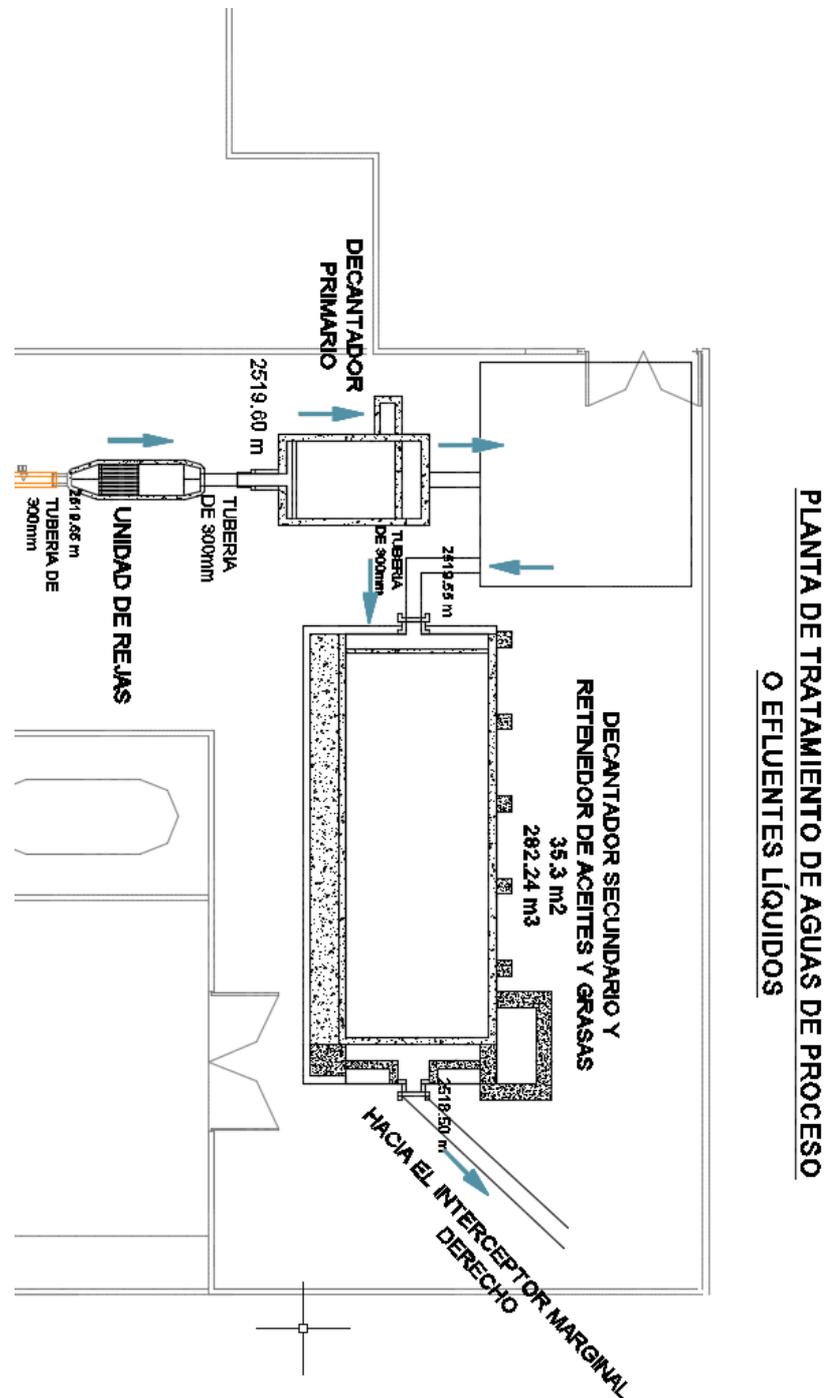


Figura: 5.1 esquema general del emisario final y unidades de depuración o tratamiento de efluentes líquidos del camal o planta de beneficio animal

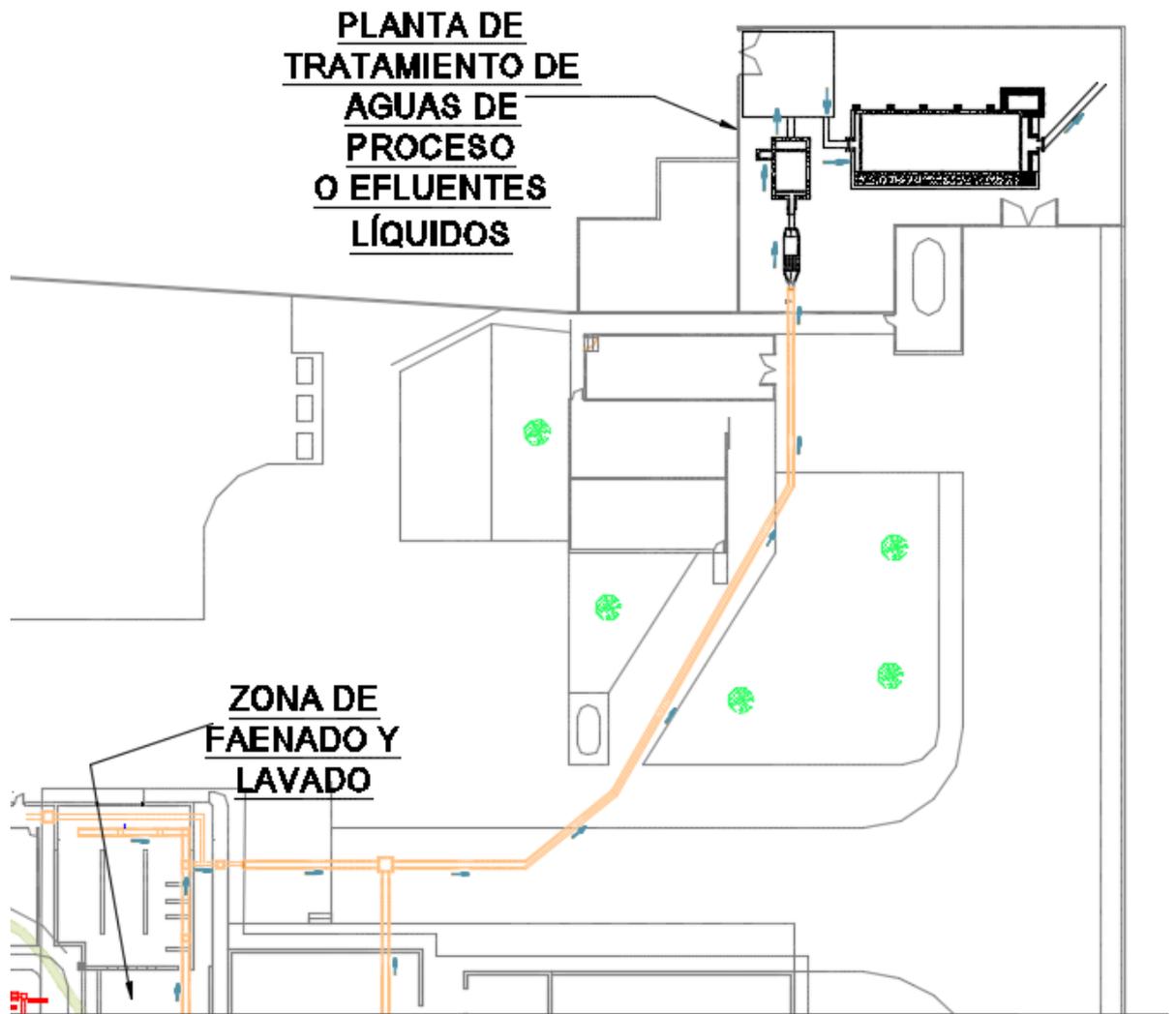


Figura: 5.2. Unidades de tratamiento de efluentes líquidos camal

Nota: Líneas color tomate canal de drenaje hacia las unidades de decantación.

5.1. Estructura de rejas para retención de sólidos

La estructura de rejas se encuentra en aceptables condiciones físicas y cumple su misión de retener los sólidos de mayor tamaño, sin embargo por la afluencia de gran cantidad de sólidos tales como: contenido ruminal, piltras, restos de productos, la misma colapsa constantemente.

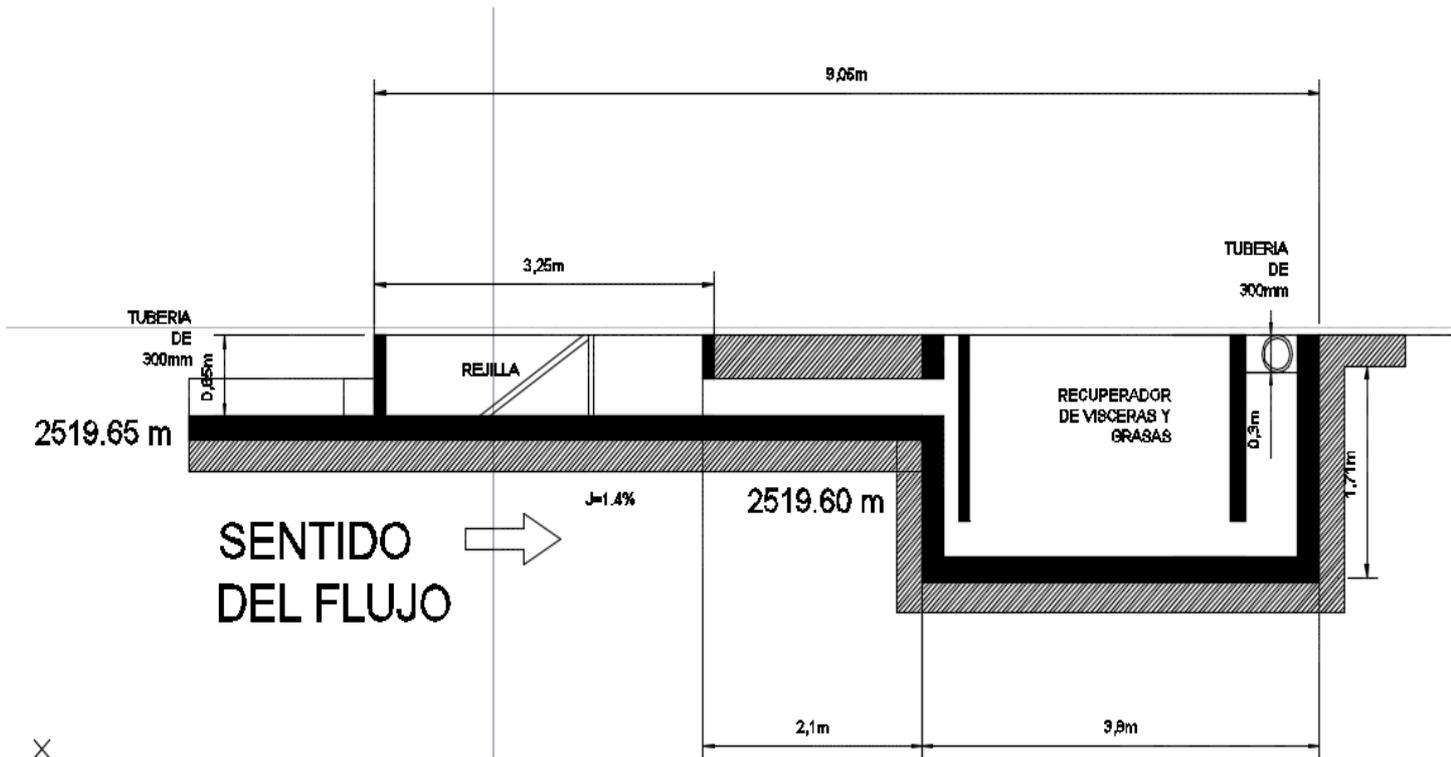


Figura: 5.3. Perfil unidad de rejas y decantador secundario.

5.2. Decantador primario

El decantador primario tiene una longitud de 2,85 m, un ancho de 1,95 m y una profundidad de 1,0 m, lo que representa un volumen útil de 5,56 m³. Para un caudal medio de 10,0 l/s, se tendría un tiempo de residencia de 9,26 minutos.



Figuras: 5.2.1 y 5.2.2. Decantador secundario y unidad de rejas de ingreso

De las visitas de campo, se observa que las unidades están completamente colmatadas, debido principalmente por el arribo de sólidos en cantidades excesivas para su capacidad hidráulica.

5.3. Decantador secundario y retenedor de aceites y grasas

El decantador primario y retenedor de aceites y grasas, tiene una longitud total útil de 10,5 m, un ancho de 3,6 m y una profundidad de 7,4 m, lo que representa un volumen útil de 279,92 m³. Para un caudal medio de 10,0 l/s, se tendría un período de retención de 7,7 horas.



Figuras: 5.3.1 y 5.3.2. Decantador primario completamente colapsado

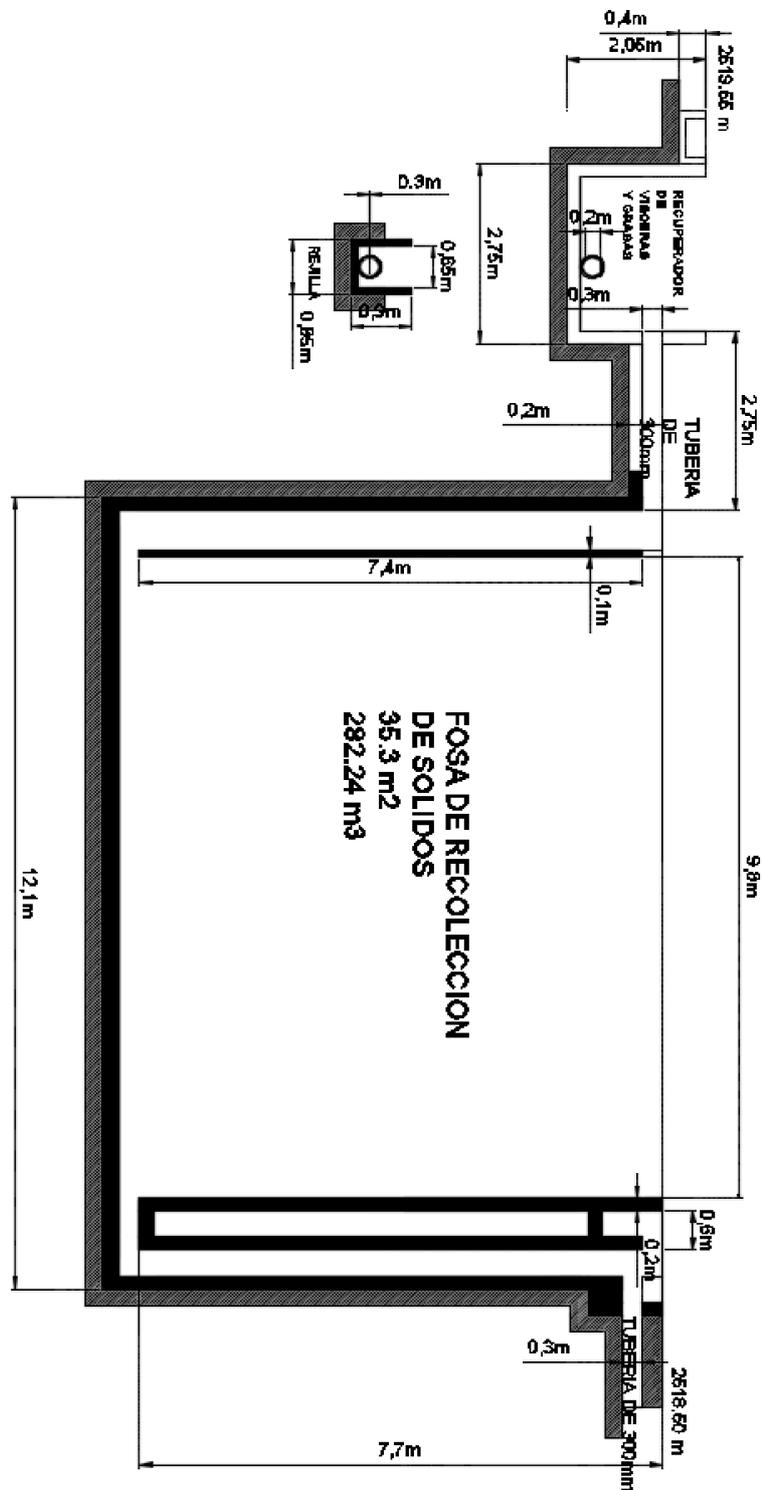


Figura: 5.3.3 perfil decantador primario y retenedor de aceites y grasas

Los elementos de hormigón, así como las tuberías están muy deterioradas, además la fosa de retención de sólidos no está funcionando de acuerdo a su cálculo y diseño original, sin mencionar que está colapsada y solo cumple la función de recolección.

5.4. Planta de compostaje.

La planta de compostaje requiere un sistema de drenaje, la misma que trabaja con fluidos y sólidos de origen animal que tienen una humedad que aproximadamente es del 90% y se debe deshidratar hasta un 25% en los procesos de compostaje, se colecta sangre y sólidos ruminal que se escurren y pasan a los canales por pendiente, además el sistema recolecta aguas de origen pluvial y también son enviadas al colector principal para su envío al sistema de drenaje.



Figuras: 5.4.1 y 5.4.2. Planta de compostaje

CAPITULO VI

EVALUACIÓN HIDRÁULICA SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO

6.1 Antecedentes

En la actualidad en el camal de EMURPLAG, se faenan en promedio 230 ganados bovino y 380 porcinos. Se consume 250 m³ de agua al día en una jornada de 8 a 8,5 horas, lo que representa una demanda de 940 litros/bovino/día y 380 litros/porcino/día. La generación de aguas de proceso o efluentes líquidos de conformidad a los aforos realizados alcanza a 193 m³/jornada y de 23 m³/hora, las cuales están llegando a las unidades de tratamiento que incluyen una unidad de rejillas, un decantador primario, un decantador secundario y retenedor de aceites y grasas.

Los desechos o residuos producidos durante el sacrificio y faenamiento de los animales son aquellos que no tienen un uso inmediato, considerándose que cada bovino, en promedio, elimina unos 13-15 litros de sangre, 12 Kg de contenido ruminal, 0,0067 m³ ó 6,7 litros de heces y 1 Kg de otros desechos (pelos, cachos, piltras, etc.); en tanto que de cada porcino se eliminan, aproximadamente: 3 litros de sangre, 2 Kg de contenido estomacal, 0,004 m³ de heces y 0,3 Kg de otros desechos. (Datos referenciados en la bibliografía especializada y corroborados por el Dr. Darío Sari S., M.V. del Camal).

La infraestructura del camal de Cuenca, que incluye el sistema de tratamiento de efluentes líquidos, fue construida hace 50 años y ha llegado al término de vida útil, por cuanto el crecimiento del ganado bovino y porcino se incrementa cada año, siendo necesario mejorar y optimizar los procesos internos y además los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas, cumplir con la Normativa Local y Nacional para descargar en una red de alcantarillado en este caso el interceptor marginal derecho del río Machángara y desde allí se conduce a la planta de aguas servidas de Ucubamba administrada por ETAPA EP.

Sin embargo el mejoramiento de los sistemas de recolección y tratamiento es esencial para tener mejores condiciones sanitarias y ambientales en el camal, al evitar la presencia de sólidos, estiércol, contenido ruminal acumulados en las

unidades y que generan malos olores, aspecto importante por cuanto el faenamiento de ganado se relaciona con la seguridad alimentaria, con la inocuidad para toda la población cuencana.

Para elaborar las propuestas del mejoramiento de la infraestructura se procedió con las siguientes tareas:

- ✓ Inventario y evaluación del estado de la infraestructura existente.
- ✓ Mediciones de caudales, análisis de la calidad de los efluentes.
- ✓ Análisis de los procesos de faenamiento que generan mayores volúmenes de sólidos.
- ✓ Consulta con los Técnicos de EMURPLAG los procesos que se tienen planificado acometer.
- ✓ Elaboración de propuestas para el mejoramiento del sistema sanitario.

6.2. Análisis de caudales y calidad de los efluentes líquidos.



Figura: 6.2.1. Vertedero de medición triangular.

6.2.1. Medición de caudales de los efluentes

Los días lunes 18 y jueves 21 de abril del 2016, se instaló el vertedero triangular metálico, antes de la estructura o unidad de rejillas, para medir caudales cada media hora, considerando que estos dos días son los de mayor generación, los cuales son presentados en la Tabla 6.1 y se comentan a continuación:

- a) Existe generación de efluentes desde las 8H00 hasta las 16H30, es decir en un período de 8,5 horas de labores diarias. Los días de mayor generación son los

lunes por ser el primer día de la semana y el día jueves por ser el día de la feria.

- b) El caudal medio obtenido para el día lunes fue de 6,49 l/s y para el jueves 6,12 l/s, y un caudal resultante de 6,31 l/s para los días. Lo que representa un caudal de 193 m³/jornada de 8,5 horas y de 22,7 m³/hora.
- c) Para el día lunes se tiene una relación de caudal máximo/caudal medio igual a 1,67 y para el jueves de 1,42, con un promedio de 1,55 para los 2 días, esto indica que no existe una variación significativa de caudales o dicho de otra forma que durante toda la jornada de trabajo se tienen valores de caudales altos, superiores a 2,41 l/s.
- d) No hace falta construir una unidad para los caudales o efluentes líquidos del camal, de conformidad a la Normativa Local y Nacional, por cuanto la relación de Caudal máximo/Caudal medio es menor que 2,2.

Tabla 6.1. Medición de caudales de efluentes camal

<i>Fecha: Lunes 18 de abril del 2016</i>					
HORA	Lunes 18 de abril-16		Jueves 21 de abril-16		PROMEDIO
	Altura H (cm)	Caudal (l/s)	Altura H (cm)	Caudal (l/s)	(l/s)
8:00	10,0	4,43	10,6	5,12	4,77
8:30	10,5	5,00	11,2	5,88	5,44
9:00	11,0	5,62	12,1	7,13	6,37
9:30	11,3	6,01	12,9	8,37	7,19
10:00	11,5	6,28	12,3	7,43	6,85
10:30	12,2	7,28	8,6	3,04	5,16
11:00	11,9	6,84	10,4	4,88	5,86
11:30	11,9	6,84	13,0	8,53	7,68
12:00	13,4	9,20	11,5	6,28	7,74
12:30	8,9	3,31	6,5	1,51	2,41
13:00	11,1	5,75	11,3	6,01	5,88
13:30	12,2	7,28	12,5	7,73	7,51
14:00	14,3	10,83	13,1	8,70	9,76
14:30	6,7	1,63	9,2	3,59	2,61
15:00	11,6	6,42	11,6	6,42	6,42
15:30	12,2	7,28	11,7	6,56	6,92
16:00	12,8	8,21	11,6	6,42	7,31
16:30	13,1	8,70	11,7	6,56	7,63
Promedio	11,48	6,49	11,21	6,12	6,31
Valor Máximo	14,3	10,83	13,1	8,70	9,76
Valor Mínimo	6,7	1,63	6,5	1,51	2,41
Volumen total jornada (m3/día):		198,69		187,23	192,96
Volumen jornada (m3/hora):		23,38		22,03	22,70
Relación Q. máx. medido/Q. medio:		1,67		1,42	1,55

6.2.2. Análisis de la calidad de los efluentes líquidos del camal

Con fecha viernes 15 de abril del año en curso, se tomaron muestras a la entrada y la salida del tratamiento de los efluentes líquidos del Camal, a una hora de mayor generación (12h00), para ser llevadas y analizadas en el Laboratorio de Saneamiento de ETAPA EP, en Ucubamba, obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 6.2.

La toma de muestras a la entrada se realizó en el sitio de medición de caudales, es decir junto al vertedero metálico instalado antes de la estructura de rejillas. Las muestras tomadas a la salida se realizó al final del decantador secundario, cuyas aguas se conducen hacia el interceptor marginal derecho del río Machángara, el cual finalmente llega a la Planta de aguas servidas de Ucubamba, integrada por lagunas aereadas, facultativas y de maduración.

Se utilizaron dos frascos, un frasco de galón para la toma de muestras para análisis físico-químicos y un frasco de análisis de orinas destinado a la recolección de muestras para análisis bacteriológico.

Tabla 6.2 Monitoreo calidad efluentes líquidos camal de EMURPLAG EP

Fecha: 15 de abril del 2016, Entrada y Salida del Tratamiento de efluentes				
PARÁMETRO	UNIDADES	Entrada al Tratamiento	Salida del Tratamiento	Límite máximo permitido TULAS (*)
DBO5	mg/l	1.425	4.200	250
DQO	mg/l	2.676	6.280	500
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	17,82	103,98	
Nitrógeno Orgánico	mg/l	196,07	466,42	60
Sólidos Sedimentables	ml/l	0	0	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	1.635	1.475	220
Sólidos Totales	mg/l	3.482	5.382	1.600
Sust. Solubles al hexano (aceites y grasas)	mg/l	211	158	70
Coliformes Totales	NMP/100 ml	6,8E +05	2,3E +07	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	4,5E +05	4,9E +06	
<i>(*) Tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, Numeral 5.2.3 Normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado. Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del MAE. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes</i>				

Fuente: Laboratorio de saneamiento de ETAPA EP.

Comentarios de los resultados de laboratorio obtenidos: Los principales comentarios que se pueden emitir de los resultados de laboratorio obtenidos a la entrada y salida del tratamiento de efluentes del camal de Cuenca, se indican a continuación:

- ✓ La calidad del efluente luego de pasar por las unidades de rejillas, decantador primario y decantador secundario-retenedor de grasas, debería mejorar su calidad, sin embargo empeora en todos los parámetros, como son Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5, Demanda Química de Oxígeno DQO, Nitrógeno Amoniacal y Orgánico, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales. El único parámetro que tiene remoción es las Substancias Solubles al hexano (aceites y grasas), que se reduce de 211 a 158 mg/l.

- ✓ No se cumple ningún parámetro establecido por el TULSMA, para descargar en un sistema de alcantarillado público, como ocurre con la descarga del camal en el interceptor marginal derecho del río Machángara.
- ✓ Las concentraciones a la salida del decantador secundario-retenedor de aceites y grasas, son totalmente elevados en sus características físicas, químicas y bacteriológicas.
- ✓ Se registra elevadas concentraciones de coliformes totales y fecales, similar a una agua servida procedente de una urbanización.
- ✓ En conclusión el efluente líquido descargado al interceptor marginal tiene elevada concentración de sólidos, DBO5, DQO y coliformes, por lo tanto no cumple las Normas TULSMA.

6.2.3. Manejo de desechos sólidos

La EMURPLAG EP es una empresa en la que se generan una serie de residuos sólidos de tipo orgánico, que provocan serios problemas ambientales en el recurso hídrico, suelo y aire ya que si no son manejados adecuadamente generarían grandes daños al ecosistema del sector así tenemos: estiércol, pelos, grasas, pedazos de carne, huesos, proteínas u otras partes no comestibles, las cuales en el pasado eran enviadas en su mayor parte al sistema de desagües y descargadas en el río Machángara.

(Fuente: Manual para el manejo adecuado de los residuos biológicos generados por la EMURPLAG EP, por el Ing. Esteban Moscoso V, Supervisor Planta de Compostaje). Aproximadamente un 20 a 50% del animal dependiendo del tipo, no es apto para el consumo humano, la mayor parte de los desechos son putrescibles y deben manejarse cuidadosamente para prevenir los malos olores y la difusión de enfermedades. Todos estos desechos, con la excepción del estiércol generado en el transporte, almacenamiento y matanza de los animales pueden ser utilizados, lo que reduce considerablemente la emisión de residuos sólidos.

El faenamiento de ganado bovino y porcino es el mayor generador de desechos dentro de la actividad de sacrificio, por la actividad misma del trabajo, primeramente se genera la sangre producto del desangre de los semovientes, que es conducida por tubería hacia un silo de recolección y conducción para su procesamiento como fertilizante orgánico y en otra para enviarla mediante el colector marginal del río Machángara, de igual manera la mayoría los desechos sólidos generados en el sacrificio de los semovientes, se traslada a los contenedores de basura, que son 7, para su disposición final en el relleno sanitario de la ciudad.



Figuras: 6.2.2 y 6.2.3. Recolección de sólidos en el proceso de faenamiento de bovinos y porcinos



Figuras: 6.2.4 y 6.2.5. Se cuentan con 7 contenedores metálicos de 6 m³ cada uno, es decir se tiene una capacidad de almacenamiento de alrededor de 42 m³

6.2.4. Aspectos que se deben mejorar en el manejo de desechos sólidos.

De las visitas de campo realizadas, reuniones de trabajo con el personal de EMURPLAG, se visualiza los siguientes aspectos que se deben mejorar relativos al manejo de desechos sólidos, para evitar que los mismos lleguen al sistema de recolección y tratamiento de aguas de proceso:

- ✓ Recolección y procesamiento de la sangre, que se coagula en poco tiempo, cambiando de estado líquido a sólido, complicando grandemente los procesos de recolección y de tratamiento.
- ✓ Mejoramiento del proceso de lavado de panzas y recolección y transporte del contenido ruminal, para evitar que el mismo llegue a los canales de recolección de efluentes.
- ✓ Inclusión de canastillas para la recolección de sólidos (piltras, otros), en el sistema de recolección de aguas de proceso.
- ✓ Dotación de un mayor número de recipientes para recolectar desechos y transportarlos a los dos contenedores con los que cuenta.

6.2.5. Evaluación Hidráulica de los canales de recolección

Los canales de recolección tienen una sección compuesta, en la parte inferior es un semicírculo de 30 cm de diámetro y en la parte superior es un canal rectangular. La pendiente es del 1,5% en la mayor parte de tramos.

Con estos datos geométricos del canal de menores dimensiones se procedió a evaluar en forma hidráulica, considerando el flujo máximo encontrado en los aforos y que alcanza a 11 litros/segundo, obteniéndose los siguientes resultados:

- ✓ Caudal para la evaluación hidráulica: 11 litros/segundo ó 0,011 m³/s
- ✓ Diámetro: 0,3 m
- ✓ Rugosidad (hormigón liso): 0,013
- ✓ Pendiente o gradiente hidráulico: 0,015 m/m ó 1,5%

Resultados obtenidos luego de aplicar el modelo computacional: Open Chanales

✓ Tirante normal (y):	0,06 m ó 6 cm
✓ Area hidráulica (A):	0,0105 m ²
✓ Número de Froude (F):	1,61
✓ Tipo de flujo:	Supercrítico
✓ Velocidad:	1,05 m/s

6.2.6. Conclusión respecto a la evaluación hidráulica del sistema de recolección de aguas de proceso

Los canales de recolección de las áreas de faenamiento y lavado de vísceras y de conducción hacia el tratamiento tienen adecuadas capacidades para transportar todo el caudal generado en el camal de Cuenca que es de 11,0 l/s, con una altura de agua de apenas 6 cm y una velocidad de 1,05 m/s.

Para los canales que tienen mayores secciones como es el caso del colector final hacia el tratamiento, se tendrán condiciones hidráulicas más favorables, es decir mayor capacidad y menores velocidades de flujo.

En definitiva no existe ningún problema hidráulico relativo al sistema de recolección de las aguas de proceso o efluentes líquidos del camal de Cuenca.

6.3. Aspectos positivos y problemas encontrados

Como aspectos positivos encontrados en los sistemas de recolección de aguas de proceso se tienen los siguientes:

- a) Los canales tienen las secciones y pendientes apropiadas para transportar las aguas de proceso, a pesar de que contienen: sangre, coágulos de sangre, contenido ruminal, piltras y similares y conducirlas al tratamiento primario conformado por una estructura de rejas, decantador primario y decantador secundario-trampa de grasas
- b) El sistema de recolección está configurando esencialmente para aguas de proceso ó efluentes líquidos, pero recibe en su trayecto la descarga de

aguas servidas de los baños del área administrativa, lo cual se debe solucionar

- c) Se cuentan con canastillas para recolectar sólidos en el área de lavado de vísceras.

Los principales problemas encontrados en la recolección y tratamiento de las aguas de proceso son las siguientes:

- a) **Falta de descanso o reposo del ganado:** No se cumple con el período de reposo o descanso obligatorio para el ganado bovino y porcino establecido El Art. 16, del Reglamento a la Ley sobre mataderos inspección, comercialización e industrialización de la carne, establece lo siguiente: “Los animales que ingresen a los mataderos o camales deberán ser faenados, luego de cumplir el descanso mínimo de doce horas para el caso de bovinos y 2 a 4 horas para el caso de porcinos”, pero aquello se cumple para los cerdos y parcialmente para los vacunos, según se indica en el siguiente cuadro elaborado a partir de la información proporcionada por el Dr. Darío Sari, Médico Veterinario de la EMURPLAG:

✓ Lunes:	Reposo de ganado del 80 al 90%
✓ Martes:	Reposo del 80%
✓ Miércoles:	Reposo del 20%
✓ Jueves:	Reposo del 20%
✓ Viernes:	Reposo del 95%

La falta de reposo que debería ser del 100% todos los días, ocasiona la presencia de abundante contenido ruminal de las panzas de los bovinos, el cual no puede ser recogido en su totalidad luego del partido de panzas, llegando el mismo al drenaje de aguas de proceso, con los consiguientes grandes problemas tanto para el sistema de recolección como para el tratamiento.



Figuras: 6.3.1 y 6.3.2. Corrales para bovinos y porcinos. Se tiene la suficiente capacidad para el reposo de por lo menos 400 bovinos y 200 porcinos

- b) **Problemas en los sistemas de recolección y tratamiento de efluentes líquidos por la sangre no aprovechada:** La sangre del sacrificio de bovinos y porcinos, se aprovecha únicamente los días jueves para la planta de compostaje, los días restantes se descarga en los canales de recolección causando un gran nivel de contaminación por su elevada carga orgánica, expresada por la demanda bioquímica de oxígeno DBO5 y con el incremento de sólidos, ya que la sangre se coagula.



Figuras: 6.3.3 y 6.3.4. Tina de recolección de sangre de bovinos, sangre coagulada

- c) **Falta de eficiencia en el sistema partido de panzas y recolección del contenido ruminal:** En la actualidad se cuenta con un sistema de recolección y transporte del contenido ruminal, mediante bombeo e impulsión mecánica, hacia el área de compostaje. Se estima que cada vacuno produce 25 Kg de contenido ruminal, para 400 ganados se tendría

10.000 Kg de ruminal es decir 10 Toneladas al día. Se observan dos problemas esenciales en esta actividad:

- ✓ Existe un volumen elevado de contenido ruminal que no se recolecta y que va a parar en los canales de recolección de aguas de proceso.
- ✓ La planta de compostaje tiene capacidad para procesar el contenido ruminal tan solo de un día de producción (los días jueves).



Figuras: 6.3.5 y 6.3.6. Recolección e impulsión de contenido ruminal a planta de compostaje

- d) **Presencia de gran cantidad de sólidos en el sistema de recolección:**
Presencia de gran cantidad de sólidos en el sistema de recolección el cual finalmente llega a las unidades de tratamiento, colapsando las unidades, las cuales no están dimensionadas para esta carga de sólidos



Figuras: 6.3.7 y 6.3.8. Decantador primario completamente colapsado

- e) **Sistema de tratamiento de aguas de proceso incompleto:** Las unidades de tratamiento de aguas de proceso están concebidas únicamente para la decantación primaria y la retención de aceites y grasas. No se cuenta con un sistema para el manejo de sólidos que llegan al tratamiento

- f) **Recolección de desechos sólidos incompleto:** Es necesario mejorar el sistema de recolección de desechos sólidos de tal manera que piltras, grasas, cachos, restos del proceso de faenamiento de ganado, sean recogido, almacenado y transportado a los contenedores como residuos orgánicos y no descargados al sistema de recolección.

CAPITULO VII

PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO.

7.1. Normativas locales y nacionales que se debe cumplir para la descarga de efluentes líquidos y el manejo de desechos sólidos

- a. **Normativa para la descarga de efluentes líquidos industriales:** En el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, numeral 5.2.4 Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce, Tabla 9, página 22, se establecen los parámetros que se deben cumplir para descargar las aguas de proceso o efluentes líquidos en una red de alcantarillado, como lo que ocurre con los efluentes del camal que se descargan en el interceptor marginal derecho del río Machángara, ver Tabla 7.1
- b. **Reglamento a la ley sobre mataderos inspección, comercialización e industrialización de la carne Capítulo III, Del faenamiento de los animales, Descanso mínimo:** En el Art. 16, se establece que: “Los animales que ingresen a los mataderos o camales deberán ser faenados, luego de cumplir el descanso mínimo de doce horas para el caso de bovinos y 2 a 4 horas para el caso de porcinos”, lo cual es un aspecto preponderante para mejorar la calidad de la carne y para reducir los volúmenes del contenido ruminal que afectan significativamente al manejo de desechos sólidos y a los sistemas de recolección y depuración de efluentes líquidos o aguas de proceso
- c. **Manejo de desechos sólidos:** Anexo VI, Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No-Peligrosos. Esta norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final. La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en

lo relativo al recurso aire, agua y suelo. El objetivo principal de la presente norma es salvaguardar, conservar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Tabla 7.1: límites de descarga al sistema de alcantarillado público, TULSMA

TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o Inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

- d) **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental:** La “Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental” tiene

como objetivo fundamental la protección de los recursos aire, agua y suelo y la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente.

- e) **La Ley de Gestión Ambiental 2004:** La Ley de Gestión Ambiental 2004: En este cuerpo legal se Establecen el Ámbito y Principios de la Ley, así como los aspectos generales relacionados con el Régimen Institucional y los Instrumentos para la Gestión Ambiental, su Capacitación, Difusión y Financiamiento

- f) **TULSMA:** El Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, mismo que fue publicado a través de una emisión especial del Registro Oficial del día 31 de marzo del 2003. En este cuerpo se compilan todas las normas específicas referentes a la Autoridad Ambiental, la Gestión Ambiental, el Régimen Forestal, la Biodiversidad, la Gestión de Recursos Costeros, la Calidad Ambiental, el Régimen Especial para Galápagos, el Instituto para el Eco desarrollo Regional Amazónico y el Sistema de Tasas por los Servicios Ambientales, se considera que los Libros relacionados al estudio son:- Texto Unificado de Legislación Ambiental en el Ecuador, Libro VI, Anexo 3: Norma de Emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.- Texto Unificado de Legislación Ambiental en el Ecuador, Libro VI, Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente.- Texto Unificado de Legislación Ambiental en el Ecuador, Libro V, Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones

- g) **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo:** Las disposiciones de este reglamento se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos de trabajo y el mejoramiento del ambiente de trabajo

- h) **Calidad del aire ambiente:** Acuerdo Ministerial No. 050 del Ministerio del Ambiente (2011). Norma de Calidad del Aire Ambiente.

7.2. Alternativas propuestas para el mejoramiento de los sistemas de recolección y depuración de las aguas de proceso.

De manera general se proponen dos alternativas para los dos sistemas de recolección y tratamiento de aguas de proceso o efluentes líquidos:

- ✓ **Alternativa 1:** Mejoramiento de procesos y mejoramiento del sistema de recolección

- ✓ **Alternativa 2:** Mejoramiento de procesos, del sistema de recolección, y además mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas de proceso, mediante la inclusión de un separador de sólidos.

Las propuestas para mejorar el sistema de recolección y tratamiento existente, en cada una de sus etapas desde el reposo del ganado hasta la descarga de los efluentes se presentan a continuación de manera detallada:

7.2.1. Reposo del ganado vacuno y porcino

La primera medida propuesta es el cumplimiento del reposo en todos los días, al 100%, tanto para bovinos como cerdos, para dar cumplimiento a la Ley de Mataderos, para lo cual se cuenta con el suficiente área de corrales para los dos tipos de ganado, estimada para 400 para ganado bovino y 200 cerdos.

7.2.2 Recolección y disposición de la sangre de vacunos

En el camal de Cuenca, se genera alrededor de 15 litros/vacuno, si consideramos un faenamiento de 400 ganados, se tiene una generación de 6.000 litros cada día, volumen significativo, además la sangre tiene elevada Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 y se coagula en forma inmediata, complicando grandemente el tratamiento. Cada porcino produce 4 a 5 litros de sangre y se faenan en promedio 130 cerdos al día. Tan solo, el día jueves la sangre de los bovinos es conducida

mediante un sistema de bombeo a la planta de compostaje, pero en este día, apenas el 10% se aprovecha en este proceso y el 90% retorna al alcantarillado.

La propuesta es que se recolecte y transporte todos los días la sangre para la obtención de un fin benéfico como la elaboración de harina, bien sea por la EMURPLAG o por otra Empresa.

a) Importancia del aprovechamiento de la sangre y similares: Es importante indicar que la sangre, la grasa, los huesos, las tripas, las glándulas y otros son hoy objeto de total utilización en Suecia, Dinamarca y Estados Unidos mientras en otros se desperdician casi totalmente. En países como Suecia el valor de los productos recuperados e industrializados compensa los gastos de distribución, desde la producción de la venta al detal, comprendiendo los gastos del transporte de la hacienda al matadero, del matadero a la carnicería y todos los gastos del sacrificio. El aprovechamiento de subproductos como la sangre es de vital importancia en la industria cárnica y puede ser utilizado para la elaboración de morcillas, harina, alimento animal, albúmina, preparación de cueros, clarificantes, plasma sanguíneo, plastificantes, pinturas, barnices, aglutinantes, embutidos y sueros biológicos.

Según investigaciones contemporáneas, la harina de sangre es un producto de la industria cárnica con un alto contenido proteico, se obtiene por la deshidratación de la sangre con un rendimiento de 2,8 kg / animal sacrificado. La harina de sangre puede ser de baja calidad dependiendo el procesamiento por el cual se obtenga, sobre todo la temperatura. Cuando se obtiene por bajas temperaturas contiene alta cantidad de proteína no degradable en el rumen y buena degradación intestinal.

b) Propiedades químicas y nutricionales: Cuando las proteínas de la sangre, se someten a temperaturas altas (100°C a 105°C) durante periodos largos de tiempo (más de 2 horas) se queman, y la harina resultante es de baja calidad. En la siguiente

se muestra la composición química de la harina de sangre obtenida en un digestor clásico.

Tabla 7.2. Composición química de la harina de sangre utilizando un digestor clásico.

Características fisicoquímicas	Cantidad (%)
Humedad	8 – 12
Proteína	40
Grasa	25

Fuente: TKF Enggineering & trading SA

c) Sistemas de producción de harina: Son varios los procedimientos que se pueden seguir para la obtención de harina, a partir de sangre cruda de animal. Principalmente se tienen tres sistemas según la clasificación realizada por Madrid.

- ✓ Secado tradicional
- ✓ Coagulación-secado
- ✓ Coagulación-centrifugación-secado
- ✓ Sistema de deshidratación y secado en régimen continuo de la sangre
- ✓ Secado por atomización de la sangre

d) Experiencia positiva en el Camal de Riobamba: En la ciudad de Riobamba se tiene una experiencia positiva en la elaboración de harina, a partir de la sangre de bovinos del camal municipal. La sangre es bombeada hacia un cilindro de acero inoxidable provisto de camisa por el cual circula el vapor de agua, alcanzando una temperatura de 170 °C con un tiempo de 6 horas, la sangre se cocina y se elimina el agua. El agua evaporada pasa luego a un cilindro que alcanza una temperatura de 1.050 a 1.075 °C, proceso que elimina los malos olores.

De los contactos realizados con la Ing. Rosario Jara se pudo obtener la siguiente información del funcionamiento de la planta para elaborar harina de sangre. Se elabora harina de sangre tres días a la semana, desde hace 12 años, con una producción de 10 sacos cada día, es decir 30 sacos a la semana. En la actualidad se faena en promedio 112 ganados vacunos al día. Comercializan cada saco de harina de sangre a US\$15,00 y se estima un costo de producción de US \$11 a 12. Sin embargo no se debe perder de vista el beneficio ambiental del aprovechamiento de sangre, evitando que la misma llegue al sistema de alcantarillado.

El equipo para producir harina es un cooker marca York de origen colombiano. El camal de Riobamba se localiza entre la Av. Leopoldo Freire y Circunvalación.



Figuras: 7.2.1 y 7.2.2. Tanque de evaporación y tanque de incineración en el camal de riobamba

7.2.3. Mejoramiento del sistema de recolección del contenido ruminal

Se propone mejorar el sistema de recolección del contenido ruminal, lavado de panzas y el transporte del ruminal sobrante para hacer compostaje fuera de las instalaciones de EMURPLAG en Patamarca.

7.2.4. Incremento de canastillas para la recolección de sólidos

La retención de sólidos antes de arribar a las unidades de tratamiento, es muy importante para facilitar los procesos de recolección, por lo que se propone el incremento de canastillas para la recolección de sólidos, de manera particular luego de la unión de los afluentes que proceden de las áreas de faenamiento de bovinos, porcinos y lavado de vísceras.



Figura: 7.2.3 y 7.2.4. Lugar recomendado para la instalación de una canastilla mecánica y canastilla instalada en el área de lavado de vísceras.

7.2.5. Incorporación de una unidad de separación de sólidos

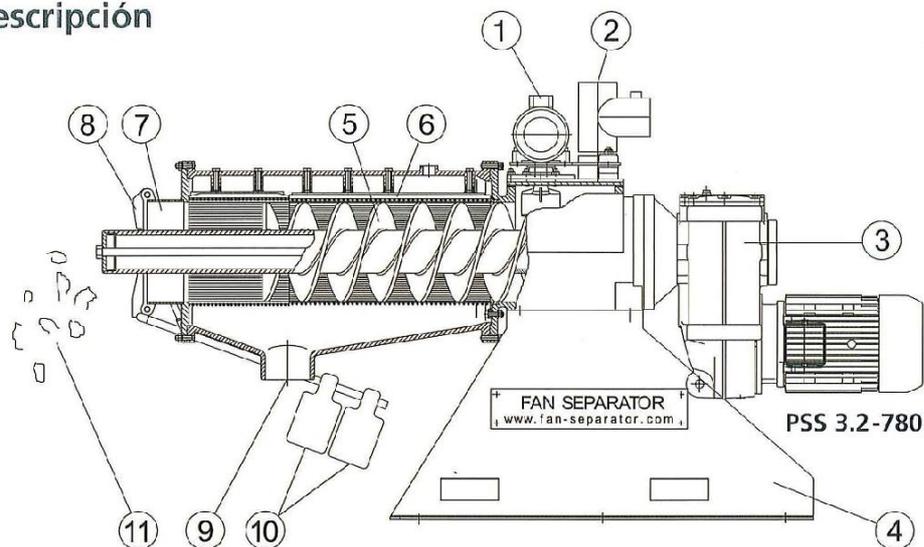
Tanto en producción animal intensiva y la agroindustria, como la enorme producción de efluentes con contenidos altos en sólidos como ocurren en los camales o plantas de beneficio animal, representan un grave problema. Las actuales leyes son más exigentes y demandan mayores remociones de los efluentes a descargarse a las redes públicas de alcantarillado o cuerpos hídricos. Por tanto es necesario que estos efluentes sean sometidos al tratamiento correspondiente.

a) Primera alternativa de proveedor: Proveedores como Grupo BAUER tiene una gran gama de equipos en sus líneas agrícola (BAUER) e industrial (FAN).

Los sistemas tradicionales de tratamiento son de alto consumo de tiempo y trabajo, con costos de inversión enormes. La separación totalmente automática de una fase líquida libre de sólidos grandes y de la fase sólida tiene marcadas y ventajas decisivas.

El líquido resultante puede ser aplicado en agricultura, o ser sometido a un tratamiento más efectivo y sencillo que si todavía tuviera sólidos. La fase sólida sin malos olores puede ser almacenada o transportada fácilmente.

Descripción



1 Oscilador	5 Tornillo sin fin	9 Vertedor para fase líquida separada de 5" Ø
2 Entrada de 4" Ø	6 Criba	10 Contrapesos
3 Moto-reductor	7 Salida de prensa	11 Salida de fase sólida
4 Base	8 Regulador de expulsión	

Figura: 7.2.5. Descripción del separador por presión helicoidal FAN PSS, por partes

b) **Segunda alternativa de proveedor:** Separador de sólidos, mod. SP 254.1, de origen Alemán. Una solución eficiente y económica para el tratamiento de efluentes

y desechos industriales. Es un equipo universal / multiusos para: Industria Agropecuaria, Mataderos / Rastros, Plantas de biogás, Destilerías y cervecerías, Plantas para procesamiento de frutas / vegetales.

Características principales: Se obtienen un efluente más limpio con mejores características ambientales. Manejo fácil: El sólido separado por el equipo es seco, no escurren líquidos. Valor agregado a los residuos. Sistema completamente automático y continuo. Consumo mínimo de energía.

Equipo para efluentes de mataderos o camales: El equipo separa, deshidrata y compacta los sólidos presentes en los efluentes de la línea verde y de la línea roja. El uso del equipo contribuye a cumplir con las normas establecidas para el medio ambiente. Además, se obtiene un valor agregado a los residuos, puesto que el sólido separado, es seco y después de su compostaje, sirve como fertilizante orgánico.

Alta eficiencia y alto rendimiento: hasta 70.000 litros/hora ó 70 m³/hora ó 19,44 litros/segundo.

El camal de Cuenca tiene una generación promedio de 23,4 m³/hora, ó 6, 31 litros/segundo, es decir la capacidad es suficiente.



Figura: 7.2.6 separador de sólidos, MOD. SP 254.1

7.3. Diseños hidráulicos y sanitarios de las alternativas propuestas para mejorar la recolección y depuración de aguas servidas.

A continuación se justifica el dimensionamiento de cada una de las unidades o procedimientos propuestos para mejorar la recolección y depuración de aguas de proceso en el camal administrado por la EMURPLAG EP:

7.3.1. Reposo del ganado vacuno y porcino

Esta recomendación se sustenta dos premisas básicas:

- ✓ Cumplimiento del Reglamento a la Ley sobre mataderos inspección, comercialización e industrialización de la carne.
- ✓ Disponibilidad de corrales para albergar por lo menos 400 bovinos para su reposo de 12 horas y de 200 espacios para cerdos para que reposen por lo menos 6 horas.

7.3.2. Recolección y disposición de la sangre de vacunos:

Se recomienda tomar como guía la experiencia del Camal de Riobamba, para la elaboración de harina a partir de la sangre de bovinos y porcinos.

7.3.3. Mejoramiento del sistema de recolección del contenido ruminal:

Para esta medida se recomienda implementar el mejoramiento del lavado de vísceras mediante un tobogán, del cual se tiene planos y especificaciones técnicas constructivas.

7.3.4. Incremento de canastillas para la recolección de sólidos:

Se incluye un plano de la canastilla propuesta al final del sistema de recolección.

7.3.5. Incorporación de una unidad de separación de sólidos:

Para el dimensionamiento del equipo requerido se realizó durante dos jornadas completas la determinación de caudales, encontrándose un caudal medio de 23,4 m³/hora. Por lo tanto es necesario contar con una unidad de retención de lodos igual a 200 m³/día ó 23,4 m³/hora de efluente, es decir se debería elegir el Modelo PSS 1.2/3.2/5.2-520.

7.3.6 Mejoramiento de la gestión de desechos sólidos

Un aspecto muy importante para reducir el ingreso de sólidos al sistema de recolección y tratamiento de aguas de procesos, es el mejoramiento de la gestión de desechos sólidos, para lo cual se proponen las siguientes medidas:

- ✓ Capacitación a los técnicos y obreros del camal, encargados de las labores de mantenimiento y limpieza de las instalaciones, en lo relativo a la gestión de desechos sólidos, con el apoyo de la Empresa de Aseo de Cuenca EMAC EP.
- ✓ Dotación de recipientes para el almacenamiento de desechos sólidos y el transporte de los mismos a los contenedores.
- ✓ Eliminación de los orificios y aberturas del sistema de recolección de efluentes, para evitar el ingreso de sólidos al mismo.

CAPITULO VIII

PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO.

Diseño del sistema de deshidratación o separación de los sólidos retenidos para su posterior disposición final

8.1. Análisis y concepción del sistema más adecuado de deshidratación de sólidos

Las propuestas de la investigación están orientadas, no solamente a implementar un sistema de deshidratación o separación de sólidos y su posterior disposición final, sino a evitar el ingreso de sólidos al sistema de recolección y depuración de aguas de proceso con las siguientes actividades o medidas:

- a) Descanso o reposo de los ganados bovino y porcino, lo cual permite la reducción de contenido ruminal, en grandes volúmenes y para lo cual se cuenta con corrales en el siguiente número: 511 bovinos y 293 porcinos
- b) Recolección e impulsión de la sangre de bovinos para compost y para la elaboración de harina de sangre, lo cual reducirá la carga de sólidos hacia la red de alcantarillado
- c) Mejoramiento de los procesos de lavado de vísceras, receptación de contenido ruminal e impulsión hacia la planta de compost, mediante la instalación de un sistema denominado tobogán, diseñado por los Técnicos de EMURPLAG con lo cual se reducirá significativamente los sólidos descargados hacia los canales de recolección de alcantarillado
- d) Dotación de canastillas para atrapar a los sólidos que fluyen por los canales de recolección de aguas de proceso

- e) Mejoramiento del sistema de recolección y transporte de desechos sólidos con la dotación de carretillas, recipientes apropiados y la adquisición de un minicargadora
- f) Inclusión de una unidad mecánica para la separación de sólidos al final del tratamiento de aguas de proceso

Es decir después de realizarse todas y cada una de las cinco etapas, se propone la implementación de un equipo moderno de última tecnología para la separación, deshidratación y compactación de sólidos presentes en los efluentes líquidos.

a) Presencia de sólidos en el efluente del camal: Los sólidos totales encontrados en el muestro de los efluentes líquidos a la entrada y salida del tratamiento, realizado el 15 de abril del 2016, alcanzan los siguientes valores:

- Sólidos totales al ingreso del tratamiento: 3.482 mg/litro
- Sólidos totales a la salida del tratamiento: 5.382 mg/litro
- Límite máximo para la descarga a un alcantarillado: 1.600 mg/litro

Es decir se supera más de un 100% con respecto al efluente que ingresa y más del 300% con respecto al efluente de salida, por cuanto la calidad se daña en vez de mejorar en las unidades de tratamiento, esto por cuanto las mismas están colapsadas, llenas de estiércol y contenido ruminal.

b) Características del equipo recomendado: El equipo separa, deshidrata y compacta los sólidos presentes en los efluentes de la línea verde y de la línea roja. El uso del equipo contribuye a cumplir con las normas establecidas para el medio

ambiente. Además, se obtiene un valor agregado a los residuos, puesto que el sólido separado, es seco y después de su compostaje, sirve como fertilizante orgánico.



Figura: 8.1. Separador de sólidos, MOD. SP 254.1

CAPITULO IX

VOLÚMENES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS CONSTRUCTIVOS Y OPERATIVOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

9.1. Determinación de volúmenes de obras para mejorar los sistemas de recolección y tratamiento de efluentes líquidos y para la deshidratación de sólidos.

A continuación se presenta los volúmenes determinados para cada uno de los componentes propuestos para el mejoramiento de los sistemas de recolección y depuración de las aguas de proceso en el camal de Cuenca:

1. Reposo del ganado bobino y porcino
2. Recolección y aprovechamiento de la sangre vacuna
3. Mejoramiento de la recolección del contenido ruminal y su aprovechamiento
4. Incremento de canastillas para la recolección de sólidos
5. Implementación de la unidad de separación de sólidos
6. Mejoramiento de la gestión interna de desechos sólidos

9.1.1. Reposo del ganado bobino y porcino:

La propuesta de implementar el reposo o descanso del ganado bovino y porcino en los corrales se sustenta en las siguientes acciones: Difusión del Reglamento a la Ley de Mataderos y Reuniones de Socialización con los introductores, cuyo costo total se estima en US \$2.500,00. No se incluye la ampliación de corrales por cuanto se cuenta con corrales en el siguiente número: 511 bovinos y 293 porcinos, por lo tanto no es necesario realizar inversiones en corrales, sino únicamente el mantenimiento constante de los mismos, pero estos costos se encuentran en el presupuesto de la EMURPLAG.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL USD
1. REPOSO DEL GANADO VACUNO Y PORCINO				2.500
- Difusión del Reglamento a la Ley de Mataderos, que en el Art. 16 establece el descanso de bovinos y porcinos antes del faenamiento. Elaboración tríptico	Unidad	1000	1,5	1.500
- Reuniones de socialización de la importancia del descanso o reposo del ganado, antes del faenamiento	Unidad	2	500	1.000

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

9.1.2. Recolección y aprovechamiento de la sangre vacuna:

En la actualidad se aprovecha un día a la semana (jueves) la sangre de los bovinos, para la elaboración del compost. La propuesta es aprovechar la sangre además para la elaboración de harina, todos los días, es decir de lunes a viernes. Para ello es necesario construir las obras civiles y la planta, con un costo total estimado en US \$40.000,00.

2. RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE VACUNA				40.000
- Planta para elaborar harina de sangre	Global			25.000
- Obras civiles, nave de 100 m2 e instalaciones	Global			15.000

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

9.1.3. Mejoramiento de la recolección del contenido ruminal y su aprovechamiento:

En la actualidad se cuenta con un sistema para la recepción del contenido ruminal y su impulsión para la elaboración del compost.

La propuesta consiste en mejorar el sistema de recolección de contenido ruminal y lavado de vísceras y además mejorar los procesos de compostaje mediante la dotación de una minicargadora, la cual además tendrá otros usos como la recolección de desechos sólidos y la limpieza de los decantadores para el tratamiento de los efluentes líquidos. El costo total de esta medida alcanza a US \$87.360,00.

3. MEJORAMIENTO RECOLECCIÓN CONTENIDO RUMINAL Y APROVECHAMIENTO				92.360
- Implementación del sistema diseñado por Técnicos EMURPLAG	Global			5.000
- Adquisición de Minicargadora para el proceso de compostaje y la realización de labores de compostaje, incluye cucharón	Global			87.360

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

9.1.4. Incremento de canastillas para la recolección de sólidos:

Se propone la incorporación de 5 canastillas a instalarse en las cajas de revisión, las cuatro primeras en la nave de faenamiento y la quinta en el emisario final hacia el tratamiento, lo cual se estima un costo total de US \$2.200,00.

4. INCREMENTO DE CANASTILLAS PARA RECOLECCIÓN SÓLIDOS				2.200
- Canastillas pequeñas similares a las existentes para interior	Unidad	4	300	1.200
- Canastilla principal al final de los procesos de faenamiento	Unidad	1	1000	1.000

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

9.1.5. Implementación de la unidad de separación de sólidos:

Se propone la inclusión de una unidad de separación y deshidratación de sólidos, de tal manera que el efluente cumpla con la normativa nacional, es decir a la salida las aguas tengan una concentración de sólidos totales inferior a 1.200 mg/litro.

5. IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE SEPARACIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE SÓLIDOS				92.000
- Instalación de una unidad de separación de sólidos	Global			80.000
- Obras civiles, nave de 50 m2 e instalaciones	Global			12.000

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

La unidad se instalaría luego del decantador primario y antes del decantador secundario-retenedor de aceites y grasas. Se estima un costo total de US \$92.000,00, para la adquisición del equipo y obras civiles complementarias.

9.1.6. Mejoramiento de la gestión interna de desechos sólidos:

El mejoramiento de la gestión interna de desechos sólidos incluye la capacitación en el manejo de desechos sólidos a través de la EMAC y la adquisición de carros metálicos para la recolección de desechos sólidos. El costo total de este componente alcanza a US \$4.500,00.

6. MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INTERNA DE DESECHOS SÓLIDOS				4.500
- Suscripción y realización de un convenio entre EMURPLAG-EMAC para realizar un diagnóstico y mejoramiento de la gestión de desechos sólidos	Global			1.500
- Adquisición de carros metálicos para recolección desechos	Unidad	3	1000	3.000

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

9.1.7. Mejoramiento de las unidades de tratamiento existentes en el camal:

El mejoramiento de las unidades de tratamiento o depuración existentes, para los efluentes líquidos o de proceso del camal de Cuenca, incluye las siguientes intervenciones:

- a) **Decantador secundario:** Se eliminará, de tal manera que el mismo funcione exclusivamente para dividir el caudal que se dirige a la separadora de sólidos y a los decantadores, previo a esto se conectara con un canal que contiene tres rejillas para retener piltras y cebos.
- b) **Decantador principal:** El decantador principal será modificado, con la finalidad de tener dos unidades idénticas del mismo tamaño que funcionaran simultáneamente. Además se modificarán las pantallas para que cumpla la función de retener aceites y grasas y además de reducir la concentración de sólidos suspendidos, con las siguientes dimensiones para cada unidad:

- ✓ Largo: 11,4 m
- ✓ Ancho: 1,82 m
- ✓ Profundidad : 3,53 m
- ✓ Área útil: 34,17 m²
- ✓ Volumen útil: 62,18 m³

De manera complementaria se modificará la pendiente de fondo, para conducir los sólidos hacia el extremo de los decantadores principales, para que el lodo acumulado se impulse hacia los lechos de secado.

Lechos de secado: Se construirá un lecho de secado para la acumulación y secado de lodos y materiales flotantes, los cuales se deben retirar cada día. Los lechos tendrán la siguiente dimensión:

- ✓ Largo: 12,0 m
- ✓ Ancho: 5,6 m

✓ Sección:	67,2 m
✓ Area útil lecho de secado:	67,2 m ²
✓ Volumen útil para lodos:	20,16 m ³
✓ Estrato arena y grava:	50 cm
✓ Capa de lodo:	30 cm
✓ Borde libre:	10 cm
✓ Altura total lecho:	100 m

9.2. Estimación de presupuestos constructivos y operativos

El costo total de inversión para el mejoramiento de los sistemas de recolección y depuración de aguas de proceso, con la inclusión del sistema para la separación y deshidratación de sólidos alcanza a US \$233.560,00 (Doscientos treinta y tres mil quinientos sesenta dólares americanos).

En el caso de que se decida prescindir del sistema de separación y deshidratación de sólidos, lo cual constituye la Alternativa 1, el costo se reduciría a US \$141.560,00 (Ciento cuarenta y un mil quinientos sesenta con 00/100).

TABLA 9.1. PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DE SÓLIDOS

PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DE SÓLIDOS				
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL USD
1. REPOSO DEL GANADO VACUNO Y PORCINO				2.500
- Difusión del Reglamento a la Ley de Mataderos, que en el Art. 16 establece el descanso de bovinos y porcinos antes del faenamiento. Elaboración tríptico	Unidad	1000	1,5	1.500
- Reuniones de socialización de la importancia del descanso o reposo del ganado, antes del faenamiento	Unidad	2	500	1.000
2. RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE VACUNA				40.000
- Planta para elaborar harina de sangre	Global			25.000
- Obras civiles, nave de 100 m2 e instalaciones	Global			15.000
3. MEJORAMIENTO RECOLECCIÓN CONTENIDO RUMINAL Y APROVECHAMIENTO				92.360
- Implementación del sistema diseñado por Técnicos EMURPLAG	Global			5.000
- Adquisición de Minicargadora para el proceso de compostaje y la realización de labores de compostaje, incluye cucharón	Global			87.360
4. INCREMENTO DE CANASTILLAS PARA RECOLECCIÓN SÓLIDOS				2.200
- Canastillas pequeñas similares a las existentes para interior	Unidad	4	300	1.200
- Canastilla principal al final de los procesos de faenamiento	Unidad	1	1000	1.000
5. IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE SEPARACIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE SÓLIDOS				92.000
- Instalación de una unidad de separación de sólidos	Global			80.000
- Obras civiles, nave de 50 m2 e instalaciones	Global			12.000
6. MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INTERNA DE DESECHOS SÓLIDOS				4.500
- Suscripción y realización de un convenio entre EMURPLAG-EMAC para realizar un diagnóstico y mejoramiento de la gestión de desechos sólidos	Global			1.500
- Adquisición de carros metálicos para recolección desechos	Unidad	3	1000	3.000
TOTAL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO MANEJO SÓLIDOS				233.560

Son: Doscientos treinta y tres mil quinientos sesenta dólares americanos

Fuente: Consultoracav cía. Ltda.

9.3. Especificaciones técnicas y constructivas

- a) **Reposo del ganado bobino y porcino:** En el tríptico se difundirá la obligatoriedad del reposo o descanso del ganado establecido en el Reglamento a la Ley de Mataderos y su importancia para la calidad de la carne. Las reuniones de socialización serán con la presencia de los Técnicos de AGROCALIDAD.
- b) **Recolección y aprovechamiento de la sangre vacuna:** La planta para elaborar la harina de sangre debe tener una capacidad para cocinar una cantidad promedio de 5.000 litros al día y conviene que sea de procedencia Colombiana, por sus costos y calidad conveniente.
- c) **Mejoramiento de la recolección del contenido ruminal y su aprovechamiento:** El sistema de mejoramiento de la recolección del contenido

ruminal será de conformidad a los planos y especificaciones que dispone EMURPLAG EP.

La minicargadora recomendada deberá tener las siguientes características:

- Minicargadora mínimo de 70 HP
- Brazo excavador para Minicargadora,



Figura: 9.1 minicargadora para compostaje y manejo de desechos sólidos

- Incremento de canastillas para la recolección de sólidos:** Las canastillas serán confeccionadas con acero inoxidable, con varillas de 3/4", tres cuartos de pulgada.
- Implementación de la unidad de separación de sólidos:** La unidad de separación de sólidos tendrá las siguientes características: Separador de sólidos, mod. SP 254.1, de origen Alemán. Mediante un sistema de prensa de tornillo sinfín para el tratamiento de aguas residuales, mod. El equipo debe separar, deshidratar y compactar los sólidos presentes en los efluentes de la línea verde y de la línea roja. El uso del equipo contribuye a cumplir con las normas establecidas para el medio ambiente. Además, se obtiene un valor agregado a los residuos, puesto que el sólido separado, es seco y después de su compostaje, sirve como fertilizante orgánico.

Capacidad requerida del separador de sólidos: El equipo debe tener alta eficiencia y alto rendimiento: hasta 70.000 litros/hora ó 70 m³/hora ó 19,44

litros/segundo. El camal de Cuenca tiene una generación promedio de 23,4 m³/hora, ó 6, 31 litros/segundo, es decir la capacidad es suficiente.

- c) **Mejoramiento de la gestión interna de desechos sólidos:** El convenio entre EMAC-EMURPLAG permitirá en primera instancia evaluar las condiciones de manejo de los desechos sólidos al interior de la EMURPLAG, con la propuesta de alternativas para el mejoramiento de la gestión.

Además se recomienda la adquisición de recipientes de recolección tipo industrial con ruedas para el traslado de los residuos sólidos hacia los contenedores:





Figuras: 9.2, 9.3 y 9.4 carros para la recolección y transporte de desechos sólidos, de tipo industrial para prolongar su duración

9.4. Manual de operación para la recolección, depuración de efluentes líquidos y de deshidratación de sólidos.

Las recomendaciones básicas para la operación y funcionamiento de los componentes recomendados para mejorar el sistema de recolección y tratamiento de aguas de proceso se presentan a continuación:

1. Reposo del ganado bobino y porcino
2. Recolección y aprovechamiento de la sangre vacuna
3. Mejoramiento de la recolección del contenido ruminal y su aprovechamiento
4. Incremento de canastillas para la recolección de sólidos
5. Implementación de la unidad de separación de sólidos
6. Mejoramiento de la gestión interna de desechos sólidos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Concluyendo con el análisis y elaboración del catastro, se obtuvo información que proporcione los parámetros de diseño en las diferentes modificaciones y mejoras para el sistema de recolección y depuración o tratamiento de aguas de proceso o efluentes líquidos del Camal o Planta de Beneficio Animal, administrada por EMURPLAG EP, en el Sector de Patamarca, cantón Cuenca
- Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a efluentes líquidos procedentes del Camal de Cuenca, que se descargan hacia el colector marginal derechos del río Machángara no cumplen con lo establecido en la Normativa Nacional TULSMA y podrían causar daño a esta infraestructura sanitaria.
- El sistema de tratamiento de aguas de proceso disponible en la actualidad en el camal no cumple ninguna función benéfica, por el contrario se deteriora más la calidad del efluente, por esta razón los diseños de alternativas para mejorar el sistema de recolección y tratamiento que se realizó en esta investigación, son emergentes debido a la complejidad del tratamiento de los residuos sólidos que se generan en el camal.
- El sistema de retención y deshidratación de sólidos planteada en el área de decantación, fue diseñado para cumplir con las especificaciones, que requiere un proceso de deshidratación de contenido ruminal, con la función de facilitar el manejo de estos sólidos para una mejor disposición final.

- Es esencial mejorar los procesos internos productivos como lo son: reposo o descanso de ganado, aprovechamiento de la sangre mediante compostaje y elaboración de harina, optimización del manejo de contenido ruminal, instalación de rejillas para la retención de sólidos y gestión adecuada de desechos sólidos.
- La elaboración de los presupuestos de operación fue realizada en base a un enfoque de mejoramiento infraestructural y de cantidades de obra para su correcta operación, con la finalidad de obtener un sistema que requiera un mantenimiento continuo, con una mano de obra menor, de esta manera simplificar su operación.

Recomendaciones:

- Se recomienda implementar cada una de las recomendaciones y medidas establecidas en la presente investigación para el mejoramiento de los sistemas de recolección y depuración de aguas de proceso.
- Es conveniente destinar recursos los próximos dos años para cubrir los costos que demandan este programa y que alcanzan en total a US\$233.560,00 (Doscientos treinta y tres mil quinientos sesenta).
- Es necesario capacitar al personal de EMURPLAG en el manejo y gestión de sólidos y efluentes líquidos mediante convenios con ETAPA y la EMAC.

BIBLIOGRAFÍA

EMURPLAG EP, Empresa CONSULTORACAV Cía. Ltda, marzo 2016. Estudios de localización, prefactibilidad y factibilidad para la implementación de la nueva plaza de ganado y prefactibilidad de la planta de beneficio animal del cantón Cuenca, Ecuador.

Castro G. Melba., 2011. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Químicas y Ambientales, Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por el camal municipal de Riobamba, Tesis de grado para Licenciatura, Riobamba Ecuador.

Moscoso G. y Washington E. 2014. “Impacto ambiental del sistema de alcantarillado de la Base Naval de San Eduardo y propuesta de intervención para su reducción”, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Departamento de Posgrado, Tesis de grado previo a la obtención del título de magíster en gestión de riesgos y desastres, Guayaquil Ecuador.

Tapia C. Iveth Alexandra, 2012. “Diseño de un sistema de buenas prácticas de manufactura para la empresa faenadora de reses La Guadalupana” de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

MAE. 2015. Acuerdo Ministerial No. 097-A. Anexos: 1, 2, 3, 4, 5, Quito Ecuador.

Sashia Deyanira Ruiz Dávila, 2011, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional, Plan de gestión de residuos del camal del cantón Antonio Ante, Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Quito, Ecuador.

Moscoso Esteban V, 2015 Supervisor Planta de Compostaje. Manual para el manejo adecuado de los residuos biológicos generados por la EMURPLAG EP, Cuenca Ecuador.

Blanco B. Katherine Andrea y León C. David Leonardo, 2010. Tesis de grado previo a la obtención de Ingeniero Químico, Universidad Estatal de Santander, facultad de Ciencias Fisicoquímicas, “Diseño Hidráulico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de Guacamayas. Bucaramanga, Colombia.

Metcalf y Eddy, Nueva York, McGrawHill, 1972. Tratamiento de aguas residuales.

"Diseño Hidráulico de la planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de Guacamayas, Colombia-Bucaramanga, 2010.

ANEXO. 1

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE CALIDAD DE EFLUENTES.

LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	INFORME DE RESULTADOS Página 1 de 1
---	---	---

FECHA: 2016/04/22

INFORME N°: 174/16

CLIENTE

NOMBRE: EMURPLAG EP
 DIRECCIÓN: Calle del camal s/n y vía a Patamarca - Cuenca

MUESTRA

CODIGO: 174/01/16
 DESCRIPCIÓN: Efluente de proceso
 PROCEDENCIA: Camal - Cuenca
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/04/15
 ENTREGADAS POR: Ing. Gonzalo Clavijo

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Entrada al tratamiento 174/01/16	Salida 174/02/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/04/15 2016/04/20	mg/l	1425	4200
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/04/15	mg/l	2676	6280
NITROGENO AMONICAL *	SM 4500 NH3 C	2016/04/15	mg/l	17.82	103.98
NITROGENO ORGANICO *	SM 4500 Norg B	2016/04/21	mg/l	196.07	466.42
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/04/15	ml/l	0.0	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/04/15	mg/l	1635	1475
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/04/15	mg/l	3482	5382
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/04/18	mg/l	211	158
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/04/15 2016/04/17	NMP/ 100 ml	6.8E+05	2.3E+07
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/04/16 2016/04/18	NMP/ 100 ml	4.5E+05	4.9E+06

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

PARÁMETRO	DBO5	DQO (>100)	DQO (<100)	SÓLIDOS SUSPEND.	SÓLIDOS TOTALES
INCERTIDUMBRE	18.12 % (95 %, k=1.96)	12.7 % (95 %, k=1.96)	13.05 % (95 %, k=1.99)	10.76 % (95 %, k=1.96)	17.21 % (95 %, k=1.96)

Atentamente,



Bioq. María José Chérrez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
- "Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

MC0406-13

Límites de descarga, contaminantes en efluentes.

TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

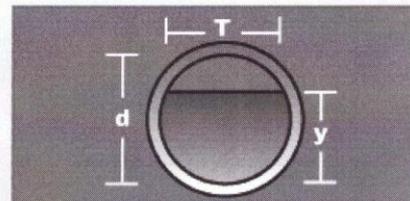
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

ANEXO. 2
CÁLCULOS REALIZADOS.

Lugar:	ILECCION AGUAS PROCESO	Proyecto:	CAMAL DE CUENCA
Tramo:	AREA DE FAENAMIENTOH	Revestimiento:	HORMIGON SIMPLE

Datos:

Caudal (Q):	0.011	m ³ /s
Diámetro (d):	0.3	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.015	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0618	m	Perímetro mojado (p):	0.2826	m
Area hidráulica (A):	0.0105	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0371	m
Espejo de agua (T):	0.2426	m	Velocidad (v):	1.0485	m/s
Número de Froude (F):	1.6098		Energía específica (E):	0.1178	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

TABLA 3.1: MEDICIÓN DE CAUDALES DE EFLUENTES CAMAL					
Fecha: Lunes 18 de abril del 2016					
HORA	Lunes 18 de abril-16		Jueves 21 de abril-16		PROMEDIO (l/s)
	Altura H (cm)	Caudal (l/s)	Altura H (cm)	Caudal (l/s)	
8:00	10,0	4,43	10,6	5,12	4,77
8:30	10,5	5,00	11,2	5,88	5,44
9:00	11,0	5,62	12,1	7,13	6,37
9:30	11,3	6,01	12,9	8,37	7,19
10:00	11,5	6,28	12,3	7,43	6,85
10:30	12,2	7,28	8,6	3,04	5,16
11:00	11,9	6,84	10,4	4,88	5,86
11:30	11,9	6,84	13,0	8,53	7,68
12:00	13,4	9,20	11,5	6,28	7,74
12:30	8,9	3,31	6,5	1,51	2,41
13:00	11,1	5,75	11,3	6,01	5,88
13:30	12,2	7,28	12,5	7,73	7,51
14:00	14,3	10,83	13,1	8,70	9,76
14:30	6,7	1,63	9,2	3,59	2,61
15:00	11,6	6,42	11,6	6,42	6,42
15:30	12,2	7,28	11,7	6,56	6,92
16:00	12,8	8,21	11,6	6,42	7,31
16:30	13,1	8,70	11,7	6,56	7,63
Promedio	11,48	6,49	11,21	6,12	6,31
Valor Máximo	14,3	10,83	13,1	8,70	9,76
Valor Mínimo	6,7	1,63	6,5	1,51	2,41
Volumen total jornada (m3/día):		198,69		187,23	192,96
Volumen jornada (m3/hora):		23,38		22,03	22,70
Relación Q. máx. medido/Q. medio		1,67		1,42	1,55

CALCULO DE CAPACIDAD DEL DECANTADOR PRINCIPAL.

Los tiempos de residencia para los objetivos decantación y remoción de aceites y grasas.

1. Tiempo de residencia para decantación: 1,5 horas a 2,5 horas "tratamiento de aguas residuales Mecalff y Eddy".

Caracterización y Pretratamiento de las aguas residuales industriales,

Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquía, Medellín-Colombia, Capítulo 11, Flotación, páginas 10 y 11.

2. Tiempo de residencia para remoción de aceites y grasas: 5 a 10 minutos.

Considerando que el caudal aforado intermedio es de 6,49 l/s o 23,34 m³/h, tenemos los siguientes resultados:

a) Objetivo de la unidad como decantador principal:

$V_{\text{decantador primario}} \text{ (m}^3\text{)} = T_r \text{ (Tiempo de retención decantador)} \times \text{Caudal máximo horario (m}^3\text{/s)}$

$$V_{\text{decantador primario}} \text{ (m}^3\text{)} = 2,5 \text{ hora} \times 23,34 \text{ m}^3\text{/hora} = 58,36 \text{ m}^3$$

Si cada cámara tiene una capacidad de 62,18 m³, se cumple con la capacidad y se puede retener los 58,36 m³ y la diferencia de 3,82 m³ se requiere para la acumulación de lodos en el fondo, que serán extraídos mediante bombeo.

b) Objetivo de la unidad como retenedor de aceites y grasas:

Para determinar el volumen requerido para que la unidad retenga aceites y grasas, se estima de la siguiente forma, considerando una residencia suficiente de 10 minutos:

$V_{\text{retenedor aceites}} \text{ (m}^3\text{)} = T_r \text{ (Tiempo de retención en horas)} \times \text{Caudal (m}^3\text{/s)}$

$$V_{\text{retenedor aceites}} \text{ (m}^3\text{)} = 10 \text{ minutos} / 60 \text{ minutos/hora} \times 23,34 \text{ m}^3\text{/hora} = 3,89 \text{ m}^3$$

Sin embargo cada unidad tiene 62,18 m³, es decir mucho más que el volumen requerido para este fin que es de apenas 3,89 m³. Es decir el aspecto crítico es cumplir el objetivo de unidad para decantación primario.

Lo indicado evidencia que el dimensionamiento propuesto, está plenamente ajustado a los tiempos de residencia recomendados para decantación primario y retención de grasas.

DISEÑO DE LECHOS DE SECADO PARA EL CAMAL DE EMURPLAG				
1. CARGA DE SÓLIDOS AL INGRESO DEL TRATAMIENTO				
C= Q x SS				
Donde:				
Q= Cudal de diseño (l/s) = 6,49 l/s				
SS= Sólidos Suspendidos totales (mg/litro) = 1.635 mg/l (de conformidad a monitoreo realizado)				
C (mg/seg)= 10.611,15 mg/seg				
C (Kg)= 305,60 Kg Sólidos/día				
2. MASA DE SÓLIDOS QUE CONFORMAN LOS LODOS (Msd):				
Msd = 0,5x 0,7 x0,5 x C				
Msd = 53,48 Kg/día				
Densidad de contenido Ruminant				
kg	cm3	dens(kg/cm3)	kg/m3	
3,75	4000	0,0009375	937,5	
3. VOLUMEN DIARIO DE LODOS DIGERIDOS (Vld):				
Vld = $\frac{Msd}{\text{plodo} \times (\% \text{ Sólidos}/100\%)}$				
Densidad experimental 937,5 kg/m3				
Dónde:				
pLodo= Densidad del lodo (Kg/litro), igual a 1,15				
% sólidos = Porcentaje de sólidos %, se estima el 10%				
volumen dia 17,52985348 m3*día				
volumen 3 días 52,5895604 m3				
Vld= 465,05 litros				
4. VOLUMEN DE LODOS A EXTRAERSE (Vel):				
Vel= Vld x Td/1000				
Donde:				
Td= Tiempo requerido para la digestión de lodos (d), se estima 40 días para la temperatura de Cuenca de 15 grados				
Vel = 18,60 m3				
5. AREA DEL LECHO DE SECADO (Als)				
Als = Vel/Ha				
Dónde:				
Ha = Profundidad de aplicación (m), se propone 0,3 m				
Als = 62,01				
El area propuesta es de 67,2 m2, es ligeramente mayor al área determinada de 60,29 m2				

DISEÑO DEL LECHO DE SECADO DE LODOS

Se adoptó la metodología que se presenta en la investigación:

"Diseño Hidráulico de la planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de Guacamayas, Colombia-Bucaramanga, 2010, por ser la más concreta, con las siguientes consideraciones:

Cálculo de la carga de sólidos al ingreso del tratamiento (Kg/día)

1. Se tomó el caudal medio de efluente líquido aforado igual a 6,49 l/s
2. Sólidos suspendidos, se tomó el determinado en los laboratorios de ETAPA igual a 1.635 mg/litro
3. Para la determinación de los Kg/día, se considera la jornada de 8 horas y 3600 segundos cada hora.

Con ello se determinó la presencia de 305,6 Kg/sólidos al día

La masa de sólidos que conforman los lodos se determinó con la metodología propuesta en la referencia, que equivale a 53,48 Kg/día

5. Volumen diario de lodos digerido. Para ello se consideró una densidad de lodos de 1,15 Kg/litro y un porcentaje a retirar recomendado del 10%, con lo cual el valor alcanza a 465,76 litros.
6. Volumen de lodos a extraerse. Para la determinación del volumen a extraerse, se consideró la necesidad de residencia de lodos de 40 días y luego expresando en m³, con un valor de 18,63m³.
7. Área del lecho de secado: Para la determinación del área de secado se consideró que la altura de lodos es de 62,10 m³.

Los diseños presentados fueron de 67,2 m² que es ligeramente superior a 62,10 m² encontrado, lo que evidencia que las dimensiones propuestas son correctas.

Justificativos de mantener la profundidad del DECANTADOR PRIMARIO.

1. La profundidad del decantador primario de 3,53m, es la que ya se tiene en la unidad existente, es decir las modificaciones propuestas son en su volumen y capacidad en las dos unidades.

2. El volumen de la cámara cumple con el volumen requerido.
3. No se presentarán problemas de retirar los sólidos, porque la extracción será mecánica mediante las bombas de impulsión, las cuales son específicas para lodos. Por lo contrario los sólidos flotantes se retiran superficialmente.

Modificación de unidad de rejías: se propone ampliar el canal y el número de rejillas, por unas de acero inoxidable y un canal de mayor capacidad, el decantador secundario se eliminara y se adecuara un divisor de caudal que funciona con compuertas.

TABLA 3.1: MEDICIÓN DE CAUDALES DE EFLUENTES CAMAL					
<i>Fecha: Lunes 18 de abril del 2016</i>					
HORA	Lunes 18 de abril-16		Jueves 21 de abril-16		PROMEDIO
	Altura H (cm)	Caudal (l/s)	Altura H (cm)	Caudal (l/s)	
8:00	10,0	4,43	10,6	5,12	4,77
8:30	10,5	5,00	11,2	5,88	5,44
9:00	11,0	5,62	12,1	7,13	6,37
9:30	11,3	6,01	12,9	8,37	7,19
10:00	11,5	6,28	12,3	7,43	6,85
10:30	12,2	7,28	8,6	3,04	5,16
11:00	11,9	6,84	10,4	4,88	5,86
11:30	11,9	6,84	13,0	8,53	7,68
12:00	13,4	9,20	11,5	6,28	7,74
12:30	8,9	3,31	6,5	1,51	2,41
13:00	11,1	5,75	11,3	6,01	5,88
13:30	12,2	7,28	12,5	7,73	7,51
14:00	14,3	10,83	13,1	8,70	9,76
14:30	6,7	1,63	9,2	3,59	2,61
15:00	11,6	6,42	11,6	6,42	6,42
15:30	12,2	7,28	11,7	6,56	6,92
16:00	12,8	8,21	11,6	6,42	7,31
16:30	13,1	8,70	11,7	6,56	7,63
Promedio	11,48	6,49	11,21	6,12	6,31
Valor Máximo	14,3	10,83	13,1	8,70	9,76
Valor Mínimo	6,7	1,63	6,5	1,51	2,41
Volumen total jornada (m3/día):		198,69		187,23	192,96
Volumen jornada (m3/hora):		23,38		22,03	22,70
Relación Q. máx. medido/Q. medio		1,67		1,42	1,55

PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DE SÓLIDOS				
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL USD
1. REPOSO DEL GANADO VACUNO Y PORCINO				2.500
- Difusión del Reglamento a la Ley de Mataderos, que en el Art. 16 establece el descanso de bovinos y porcinos antes del faenamiento. Elaboración tríptico	Unidad	1000	1,5	1.500
- Reuniones de socialización de la importancia del descanso o reposo del ganado, antes del faenamiento	Unidad	2	500	1.000
2. RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE VACUNA				40.000
- Planta para elaborar harina de sangre	Global			25.000
- Obras civiles, nave de 100 m2 e instalaciones	Global			15.000
3. MEJORAMIENTO DE RECOLECCIÓN CONTENIDO RUMINAL Y APROVECHAMIENTO				92.360
- Implementación del sistema diseñado por Técnicos EMURPLA	Global			5.000
- Adquisición de Minicargadora para el manejo de desechos y la realización de labores de compostaje, incluye cucharón	Global			87.360
4. INCREMENTO DE CANASTILLAS PARA RECOLECCIÓN SÓLIDOS				2.200
- Canastillas pequeñas similares a las existentes para interior	Unidad	4	300	1.200
- Canastilla principal al final de los procesos de faenamiento	Unidad	1	1000	1.000
5. IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE SEPARACIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE SÓLIDOS				92.000
- Instalación de una unidad de separación de sólidos	Global			80.000
- Obras civiles, nave de 50 m2 e instalaciones	Global			12.000
6. MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INTERNA DE DESECHOS SÓLIDOS				4.500
- Suscripción y realización de un convenio entre EMURPLA-EMAC para realizar un diagnóstico y mejoramiento de la gestión de desechos sólidos	Global			1.500
- Adquisición de carros metálicos para recolección desechos	Unidad	3	1000	3.000
TOTAL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO MANEJO SÓLIDOS				233.560

ANEXO. 3

ESPECIFICACIONES Y MAQUINARIA REQUERIDA.

(Revisar CD de anexos)

Fabricación Alemana - Despachos a toda Latinoamérica

Separador de sólidos, mod. SP 254.1

La solución eficiente y económica para el tratamiento de efluentes y desechos industriales

Equipo universal / multiusos para:

- Industria Agropecuaria
- Mataderos / Rastros
- Plantas de biogás
- Destilerías y cervecerías
- Plantas para procesamiento de frutas / vegetales



Fuerte y duradero

- Obtener un efluente más limpio con mejores características ambientales
- Manejo fácil: El sólido separado por el equipo es seco, no escurren líquidos
- Valor agregado a los residuos
- Sistema completamente automático y continuo
- Consumo mínimo de energía.

Información tomada de: mail@tecnotrans-sa.com (Fabrica alemana)

ANEXO. 4

**PLANOS CATASTRO Y PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO.**

(Revisar CD de anexos)

Carretilla para desalojo de solidos de EMURPLAG



Contenedor

