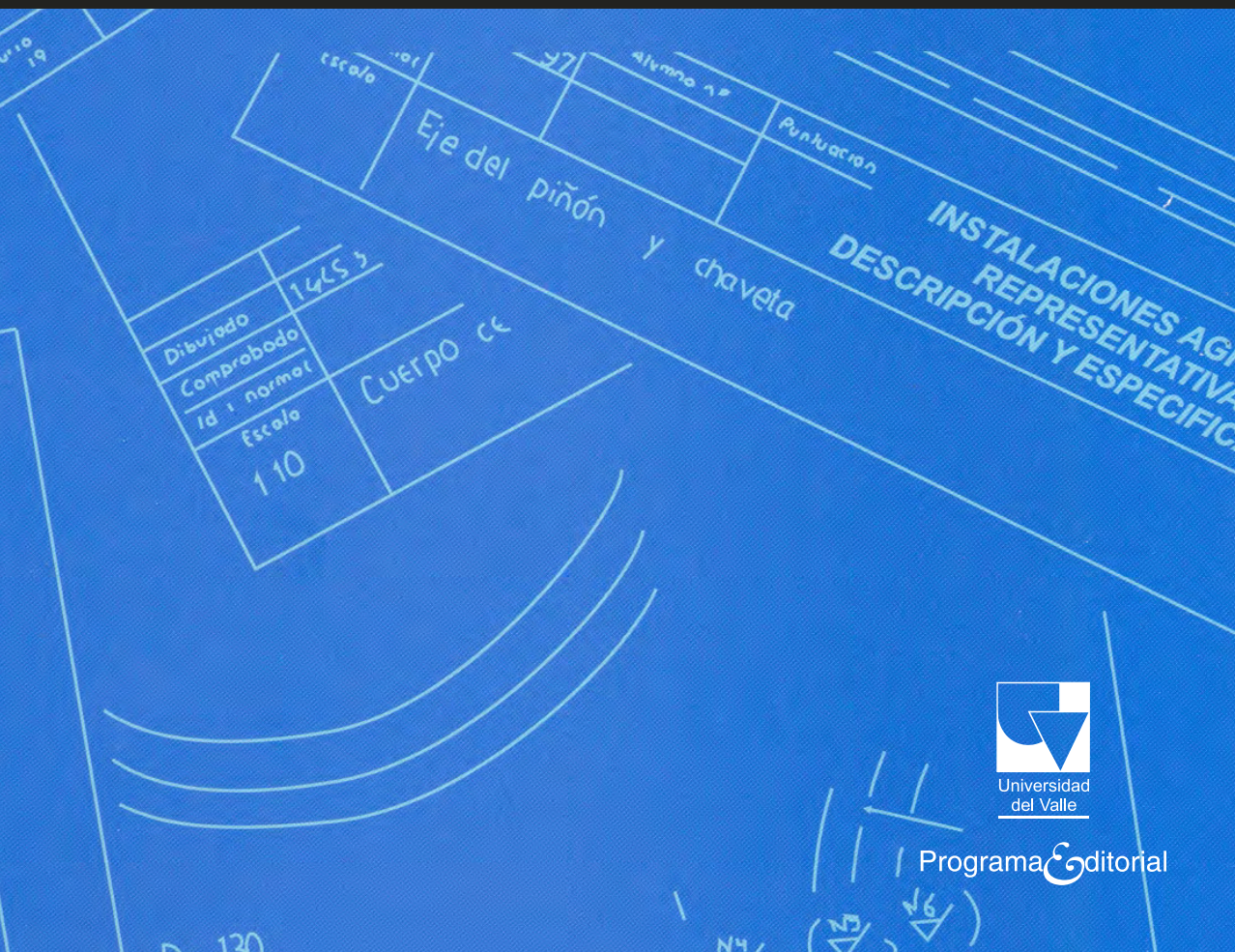


INSTALACIONES AGRARIAS REPRESENTATIVAS

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES

• DIEGO FILIGRANA M. •



Programa Editorial

Este documento recopilativo pretende catalogar información básica para facilitar el desarrollo de labores administrativas y de supervisión que conciernan a la construcción y el mantenimiento de un grupo selecto de obras usadas habitualmente en nuestros campos.

Es por esto que no se han dirigido tanto los esfuerzos a plantear rigurosos principios de diseño al estilo de un texto de proyectos de ingeniería, o bien, a narra detalladamente como actuar para elaborar las instalaciones. La atención en este trabajo se centra en presentar ordenadamente normas y especificaciones de gran utilidad que permitan describir y evaluar la calidad de algunas obras rurales de gran interés.

En la primera parte del documento se hace un oteo panorámico del universo de las construcciones rurales observando la forma como se constituyen y se estructuran los inmuebles elaborados.

La segunda parte se dedica al examen en orden jerárquico respecto al nivel de complejidad de una muestra representativa de inmuebles agropecuarios, por lo que la lista de temas de esta fase del estudio incluye los depósitos agrícolas, cuatro tipos de albergues pecuarios y dos plantas tradicionales de beneficio.

La última parte del texto esta reservada a un tratamiento preferencial de las obras y redes hidráulicas, por significar estas instalaciones el sistema cardiovascular de la infraestructura locativa en las empresas rurales.



Instalaciones agrarias representativas

Descripción y especificaciones



Colección Ingeniería

DIEGO FILIGRANA MOYA

Ingeniero agrícola del Convenio entre la Universidad del Valle y la Universidad Nacional de Colombia (Sede Palmira). Se desempeñó como instructor contratistas del Centro Agropecuario de Buga (Sena, Regional Valle) en áreas de capacitación comunitaria, tales como construcciones rurales, instalaciones agropecuarias y producción agrícola.

Colaboró en la formulación de proyectos y programas municipales de servicios públicos, vivienda, equipamiento comunitario, producción agropecuaria y medio ambiente.

DIEGO FILIGRANA M.

Instalaciones agrarias representativas

Descripción y especificaciones



Colección Ingeniería

Filigrana Moya, Diego

Instalaciones agrarias representativas : descripción y especificaciones / Diego Filigrana M. — Cali : Programa Editorial Universidad del Valle, 2006.

144 p. : il. ; 24 cm. — (Colección Ciencias Físicas, Exactas y Naturales)

Incluye bibliografía e índice.

ISBN 978-958-670-495-3

1. Instalaciones agrícolas - Construcción 2. Instalaciones agrícolas - Diseños y planos 3. Construcciones rurales - Diseños y planos 4. Ingeniería agrícola 5. Silos - Diseño y construcción I. Tít. II. Serie.

631.2 cd 21 ed.

A1086519

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Universidad del Valle

Programa Editorial

Título: *Instalaciones agrarias representativas:*

Descripción y especificaciones

Autor: Diego Filigrana M.

ISBN: 978-958-670-495-3

ISBN PDF: 978-958-765-512-4

DOI:

Colección: Ingeniería

Primera Edición Impresa **Abril 2006**

Edición Digital **Julio 2017**

Rector de la Universidad del Valle: Édgar Varela Barrios

Vicerrector de Investigaciones: Javier Medina Vásquez

Director del Programa Editorial: Francisco Ramírez Potes

© Universidad del Valle

Diseño de carátula: Anna Echavarria. Elefante

Diagramación: Hugo H. Ordóñez Nievas

Universidad del Valle

Ciudad Universitaria, Meléndez

A.A. 025360

Cali, Colombia

Teléfonos: (57) (2) 321 2227 - 339 2470

E-mail: programa.editorial@correounivalle.edu.co

Este libro, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducido por ningún medio sin previa autorización escrita por la Universidad del Valle.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad del Valle, ni genera responsabilidad frente a terceros.

El autor es responsable del respeto a los derechos de autor del material contenido en la publicación (fotografías, ilustraciones, tablas, etc.), razón por la cual la Universidad no puede asumir ninguna responsabilidad en caso de omisiones o errores.

Cali, Colombia - Julio de 2017



**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	15
------------------------	----

CAPÍTULO 1

PROYECTOS CONSTRUCTIVOS AGROPECUARIOS

1.1 Conceptos.	17
1.2 Planos	21
1.3 Materiales.	25

CAPÍTULO 2

ESTRUCTURACIÓN DE LAS EDIFICACIONES RURALES

2.1 Características	33
2.2 Cimientos	35
2.3 Muros	38
2.4 Cubiertas	41
2.5 Pisos	43

CAPÍTULO 3

ALMACENES DE COSECHA

3.1 Clasificación.	45
3.2 Especificaciones	47

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIONES PECUARIAS

4.1 Criterios generales	53
4.2 Técnicas de acondicionamiento	56

CAPÍTULO 5

ENTABLES PANELEROS

5.1 Diagrama de producción	67
5.2 Selección de equipos	71

CAPÍTULO 6

BENEFICIADEROS DE CAFÉ

6.1 Diagrama de producción	79
6.2 Selección de equipos	82

CAPÍTULO 7

OBRAS HIDRÁULICAS

7.1 Diferenciación	93
7.2 Estructuras típicas	94

CAPÍTULO 8

INSTALACIONES DE AGUA

8.1 Caracterización	109
8.2 Procesos constructivos	111

CAPÍTULO 9

DOS FUENTES ALTERNAS DE CALOR

9.1 Estado de la tecnología	119
9.2 Plantas de biogás	121
9.3 Calentadores solares	127

BIBLIOGRAFÍA	131
-------------------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.1.	Un almacén de productos vegetales elaborado en materiales convencionales y enclavado en inmediaciones de un campo de cultivo.	18
Fig. 1.2.	Un sencillo comedero de sal para las reses, hace parte del complejo de construcciones menores que conforman una finca ganadera.	18
Fig. 1.3.	Las plantas de procesamiento lácteo son de las instalaciones más sofisticadas en el conjunto de las construcciones rurales.	19
Fig. 1.4.	Los invernaderos son sencillos locales que hacen posible el cultivo, a su interior, de plantas de clima frío, bajo ambientes cálidos y viceversa a) Invernadero de jardín. b) Invernadero de huerta.	20
Fig. 1.5.	Obra hidráulica que muestra un viaducto como una estructura de intersección entre dos canales de riego.	21
Fig. 1.6.	Planta orientada y acotada de una porqueriza de clima cálido.	22
Fig. 1.7.	Descripción técnica general para una sala de ordeño de clima frío. a) Planta. b) Fachada principal (Medidas en centímetros).	22
Fig. 1.8.	Especificaciones constructivas de la cubierta y las plazas en una nave de semi-estabulación para vacas lecheras a) Corte transversal. b) Detalle del comedero (Medidas en centímetros).	24
Fig. 1.9.	Perspectiva a escala de un gallinero subdividido en caseta o galpón y área de pastoreo o garbato.	25
Fig. 1.10.	La madera almacenada debe protegerse contra el calor y la humedad para que no se deforme o agriete	27
Fig. 1.11.	Forma de apilar los ladrillos en los patios de la obra. Los arrumes no deben tener alturas mayores a 1,5 metros y habrán de trancarse con cuñas laterales.	28
Fig. 1.12.	Ilustración de los componentes individuales, la preparación manual y la puesta en obra del concreto simple.	30
Fig. 1.13.	Los tubos para la conformación de las redes hidráulicas son los materiales complementarios más destacados en los proyectos constructivos agropecuarios. a) Tubos para desagües y drenajes. Obsérvese la forma cómo se apilan. b) Tubos en PVC para abasto de agua.	31
Fig. 1.14.	En el montaje de las instalaciones agrarias pueden aparecer materiales con elevados grados de automatización, tales como los artefactos eléctricos y mecánicos.	31
Fig. 2.1.	Concepción global de un galpón avícola o la caseta gallinera en una granja de clima cálido.	34
Fig. 2.2.	Perspectiva que muestra el proceso de estructuración de un local destinado al acopio y distribución de productos agrícolas.	35
Fig. 2.3.	Cimentación en forma de zapata corrida. a) Etapa de replanteo y excavación. b) Corte de la obra puesta en servicio.	36
Fig. 2.4.	Isometrías de los elementos de sobre cimentación empleados para aislar y confinar los muros de las edificaciones rurales. a) Sobre zapatas corridas. b) Sobre zapatas aisladas (bajo columnas).	37
Fig. 2.5.	Diferentes formas de elaborar los muros de ladrillo atendiendo al espesor que se le quiera dar al elemento. a) En sogá (e = 15 cm). b) En pandereta (e = 10 cm). c) En tizón (e = 28 cm).	38

Fig. 2.6.	Ilustración de las operaciones desarrolladas para la elaboración de un muro de ladrillo.	39
Fig. 2.7.	Ilustración de los elementos que integran el sistema estructural aportado, como el sistema al que más se recurre en la construcción de las edificaciones rurales. a) Sin confinamiento. b) Con confinamiento.	40
Fig. 2.8.	Estructuración general del entramado que le sirve de soporte a una cubierta en forma de techo.	42
Fig. 2.9.	Aspecto global del modo en que el tejado se superpone al entramado que le sirve de soporte.	43
Fig. 2.10.	Cubierta en forma de entepiso, de uso frecuente en depósitos de provisión agrícola y en plantas de proceso.	43
Fig. 2.11.	Elaboración del piso de una edificación rural a través de la conformación de losetas de concreto separadas con delgadas juntas de dilatación.	44
Fig. 3.1.	Silos forrajeros en forma de zanjas o trincheras de uso frecuente en las fincas ganaderas. a) Silo zanja. b) Silo bunker.	46
Fig. 3.2.	Los silos de secado se consideran instalaciones doblemente concebidas, ya que pueden officiar al tiempo como depósitos y acondicionadores de materiales de cosecha. a) Silo secador de trozos de yuca. b) Silo secador de pacas de grano.	47
Fig. 3.3.	Sección transversal que enseña los principales detalles constructivos de un henil en forma de bunker (medidas en cm.).	49
Fig. 3.4.	Etapas de construcción de una bodega de varios niveles, para granos vegetales, equipada con plataformas de descarga y módulos internos de compartimiento.	50
Fig. 3.5.	Ilustración de los principales mecanismos de ventilación e iluminación natural con que se dotan los contornos de una bodega para almacenar productos vegetales.	50
Fig. 3.6.	Silo vertical constituido de láminas de acero, equipado con un ducto o tren elevador para su carga y una tolva inferior para su descarga. Son de uso frecuente en las plantas de proceso.	51
Fig. 4.1.	Estructuración de una pequeña nave para estabular 10 vacas lecheras.	54
Fig. 4.2.	Dos versiones alternas para concebir la caseta de un gallinero. a) Como un pequeño galpón de finca. b) Como una jaula empresarial avícola.	55
Fig. 4.3.	Corte de una cabreriza dotada de pasillo de servicio, plaza de alimentación y parque de pastoreo.	55
Fig. 4.4.	Dimensiones mínimas en un corral de cría para cerdas.	57
Fig. 4.5.	Modelo típico del galpón en una granja avícola.	57
Fig. 4.6.	Descripción gráfica de la cubierta y el cerramiento en la caseta de un gallinero. a) Fachada transversal. b) Fachada longitudinal.	59
Fig. 4.7.	Conformación de las plazas de alimentación en una porqueriza para ceba. a) Detalle en perspectiva. b) Corte general	61
Fig. 4.8.	Piso de los cubículos parcialmente emparrillados, en una porqueriza para ceba (Medidas en cm). a) Planta. b) Corte.	64
Fig. 4.9.	Dos alternativas para disponer del agua en un estanque piscícola. a) Desde un río. b) Desde un reservorio	66
Fig. 5.1.	Esquema general de la producción panelera en Colombia	67
Fig. 5.2.	Proceso detallado del sistema de producción panelera.	70

Fig. 5.3.	Balance de materiales en el proceso de fabricación de la panela	71
Fig. 5.4.	Estancia panelera tipo Antioquia, Nariño.	73
Fig. 5.5.	Molino vertical de tracción animal forjado en hierro.	74
Fig. 5.6.	Esquema de una hornilla panelera.	75
Fig. 5.7.	Elementos de la hornilla típica colombiana.	75
Fig. 5.8.	Relación de tamaño entre la chimenea y el túnel de la hornilla.. . . .	76
Fig. 5.9.	Canales de comercialización para la panela.	77
Fig. 6.1.	Diagrama de flujo en el proceso de beneficio de café.. . . .	79
Fig. 6.2.	Balance general de masa en el proceso de beneficio de café.	81
Fig. 6.3.	Balance de masa detallado en el proceso de beneficio de café	82
Fig. 6.4.	Aspecto general de un beneficiadero ecológico	83
Fig. 6.5.	Disposición de la tolva de recibo, el molino despulpador y la fosa de desecho en un beneficiadero ecológico.	86
Fig. 6.6.	Estructura general de un tanque de fermentación para el beneficio de café	87
Fig. 7.1.	Grupo representativo de obras hidráulicas integradas a través de un jarillón (Canal de captación/Ducto de conducción/Pozo de almacenamiento). a) Alzada. b) Planta.	94
Fig. 7.2.	Bocatoma sumergida dentro de una corriente superficial, enseñando sus partes constitutivas (Materón. 1994).	96
Fig. 7.3.	Estación de bombeo donde se aprecia cómo un pozo de aguas subterráneas abastece un reservorio a través de una tubería de descarga.	99
Fig. 7.4.	Principales partes constitutivas en la perforación de un pozo de aguas subterráneas.. . . .	99
Fig. 7.5.	Reservorio con diques trapezoidales en tierra, mostrando las obras de recibo y entrega de aguas.	102
Fig. 7.6.	Perspectiva de un tanque en ferro-concreto elaborado en obra, para el almacenamiento de aguas lluvias.	104
Fig. 7.7.	Canal de sección trapezoidal sin revestir, dotado de una estructura en concreto para el aforo de sus aguas.	107
Fig. 7.8.	Revestimiento de un canal en concreto, con juntas de dilatación.	107
Fig. 8.1.	Diferenciación de los principales dispositivos accesorios suministrados por el comercio, para la elaboración de las instalaciones hidráulicas en tubería de PVC.. . . .	110
Fig. 8.2.	Un sistema sencillo y autónomo para abastecer de agua limpia una pequeña unidad productiva agropecuaria.	112
Fig. 8.3.	Planta de distribución para el sistema de desagüe en una pequeña planta de procesamiento.	114
Fig. 8.4.	Esquema para la instalación de un pozo séptico destinado al tratamiento de las aguas residuales provenientes de una vivienda rural.	117
Fig. 9.1.	Una planta de fuerza a vapor y una planta de generación eléctrica. Las dos formas más convencionales de obtener energía a gran escala.	120
Fig. 9.2.	Una hidrobomba accionada por un molinete eólico y un secador solar de café. Dos ejemplos del equipo utilizado para explotar las fuentes alternas de energía	121
Fig. 9.3.	Aspecto general de una planta de biogás.	122
Fig. 9.4.	Una lámpara y una criadora a gas	123
Fig. 9.5.	Una hornilla de cocción a gas	124
Fig. 9.6.	Geometría del tanque fermentador cuniesférico	125
Fig. 9.7.	Tanque de biogás resguardado con un cobertizo.	125
Fig. 9.8.	Diferenciación entre tanques rígidos y flexibles	126
Fig. 9.9.	Emplazamiento general de un panel solar	127
Fig. 9.10.	Esquema elemental de un calentador de agua para usos domésticos.	128
Fig. 9.11.	Diseño general de un colector plano	129
Fig. 9.12.	Esquema de la estructuración básica de un calentador solar	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1.	Escalas usuales en dibujo constructivo	23
Tabla 1.2.A.	Características generales de la madera	26
Tabla 1.2.B.	Aplicaciones constructivas de la madera	26
Tabla 1.2.C.	Despiece típico de la madera	26
Tabla 1.3.	Dimensiones estándar de bloques y tejas	27
Tabla 1.4 A.	Diferenciación de las mezclas aglomerantes	28
Tabla 1.4.B.	Descripción de los componentes de las mezclas aglomerantes	29
Tabla 1.4.C.	Principales dosificaciones para las mezclas aglomerantes	29
Tabla 1.5.	Tipología de las herramientas que componen el taller de las obras constructivas	32
Tabla 2.1.	Tamaño normal de las zapatas en las edificaciones rurales	36
Tabla 2.2.	Espesor de los muros en las edificaciones rurales	38
Tabla 2.3.	Dimensionamiento de los elementos estructurales en las edificaciones rurales.	39
Tabla 2.4.A.	Composición de los entramados de madera que sirven de soporte a los tejados en las edificaciones rurales	41
Tabla 2.4.B.	Parámetros para la colocación del tejado en las edificaciones rurales	42
Tabla 3.1.A.	Determinación de la capacidad de un henil según el área cultivada	48
Tabla 3.1.B.	Determinación de la capacidad de un henil según el consumo del ganado	48
Tabla 4.1.	Parámetros de espaciamiento para los principales albergues pecuarios.	56
Tabla 4.2.	Medidas para la conformación de las rejillas que cubren las fosas de purín.	62
Tabla 4.3.	Cantidad media del estiércol producido por cada animal en un año.	63
Tabla 5.1.	Cifras del rendimiento básico en el proceso de fabricación de la Panela.	76
Tabla 5.2.	Relaciones recomendadas entre los tamaños del horno y las pailas en la estancia panelera	77
Tabla 6.1.	Consumo de agua en el proceso de beneficio de café.	89
Tabla 6.2.A.	Selección de la máquina despulpadora para el beneficio de café	90
Tabla 6.2.B.	Selección de zarandas para café en baba	90
Tabla 6.3.	Capacidad requerida de secado según la producción de café	90
Tabla 6.4.	Volumen requerido de fosa según la producción de café.	91
Tabla 7.1.	Selección del diámetro de la tubería de succión para un pozo profundo	97
Tabla 7.2.	Selección de las dimensiones para construir los diques que conforman el vaso de un reservorio.	101
Tabla 8.1.	Dimensiones típicas de un tanque séptico conforme a su capacidad.	118
Tabla 9.1.	Estimación de la producción de gas en un biodigestor	123

PRESENTACIÓN

La planeación para el montaje de una unidad productiva agropecuaria requiere disponer previamente de un establecimiento o por lo menos de un lote de terreno debidamente adecuado y distribuido.

Mucho antes de pensar siquiera en escoger las especies ó líneas más convenientes de los materiales por cultivar, ya debe haberse resuelto el problema de decidir donde y como van a quedar las instalaciones para el alojamiento de los seres ó el control de las explotaciones; tal proceder se adopta en virtud de que las condiciones ambientales y los patrones culturales del lugar donde se encuentren las instalaciones, predefinen los márgenes de desempeño de las poblaciones manejadas y los procesos de producción.

Pero aun habiéndose agotado la etapa de emplazar y distribuir satisfactoriamente un inmueble rural, no se puede creer que se ha dado el último paso en la inversión por concepto de la disposición de instalaciones, por cuanto durante todo el periodo de vida del negocio emprendido aparecerán eventuales reparaciones y ampliaciones locativas que resultarán más ó menos costosas en la medida del poder previsivo infundido a la planeación inicial de las obras.

Un establecimiento agropecuario se concibe con una doble finalidad; de un lado habrá de estructurarse sólidamente a fin de que sus contornos creen compartimientos que protejan suficientemente su vida interior de las hostilidades ambientales; de otro lado, se habrá de garantizar el cumplimiento de funciones orgánicas indispensables mediante la intervención de dispositivos mecánicos idóneos. Un local agropecuario oficia pues en forma simultánea e integral, como un refugio seguro, acogedor y como un maquinamiento vital, ágil y eficiente.

Este documento recopilativo pretende catalogar información básica para facilitar el desarrollo de labores administrativas y de supervisión que conciernan

a la construcción y el mantenimiento de un grupo selecto de obras usadas habitualmente en nuestros campos.

Es por esto que no se han dirigido tanto los esfuerzos a plantear rigurosos principios de diseño al estilo de un texto de proyectos ingenieriles, ó bien a narrar detalladamente como actuar para elaborar las instalaciones. La atención en este trabajo se centra en presentar ordenadamente normas y especificaciones de gran utilidad, que permitan describir y evaluar la calidad de algunas obras rurales de gran interés.

En la primera parte del documento se hace un oteo panorámico del universo de las construcciones rurales deteniendo la mirada en la forma como se constituyen y se estructuran los inmuebles elaborados.

La segunda parte se dedica al examen en orden jerárquico respecto al nivel de complejidad, de una muestra representativa de inmuebles agropecuarios, por lo que la lista de temas en esta fase del estudio incluye los depósitos agrícolas, cuatro tipos de albergues pecuarios y dos plantas tradicionales de beneficio.

Otra parte del texto está reservada a un tratamiento preferencial de las obras y redes hidráulicas, por significar estas instalaciones, el sistema cardiovascular de la infraestructura locativa en las empresas rurales.

Finalmente, se ha considerado importante incluir en este compendio de especificaciones constructivas, dos interesantes dispositivos que permiten la obtención apropiada y limpia de energía calórica, útil para la realización de labores relacionadas con el quehacer campesino en los centros de producción y dentro de las viviendas rurales, estos dispositivos son los biodigestores y los calentadores solares.

El autor

PROYECTOS CONSTRUCTIVOS AGROPECUARIOS

1.1 CONCEPTOS

Clasificación de los inmuebles rurales según su destinación

Es interesante diferenciar las edificaciones rurales observando la utilidad que tienen para sus usuarios:

- Edificaciones agrícolas
 - Almacenes de cosechas, abonos, insecticidas, pesticidas y otros insumos.
- Edificaciones pecuarias
 - Albergues del ganado y las especies menores.
 - Establos, cocheras, galpones, apriscos, apiarios, estanques, cuadras.
- Plantas de transformación de productos
 - Entables, beneficiaderos, molinos, procesadoras primarias.
- Construcciones diversas
 - Hangares y talleres de equipo y maquinaria, invernaderos, casetas y estaciones de control y manejo.
- Obras hidráulicas
 - Tomas, depósitos, conducciones, estructuras complementarias (distribución, aforos, pasos, diques).
- Viviendas rurales o campesinas
 - Se incluyen también aquí las edificaciones que conforman el equipamiento comunitario de los asentamientos rurales (escuelas, puestos de salud, casetas comunales)



Figura 1.1. Un almacén de productos vegetales elaborado en materiales convencionales y enclavado en inmediaciones de un campo de cultivo.

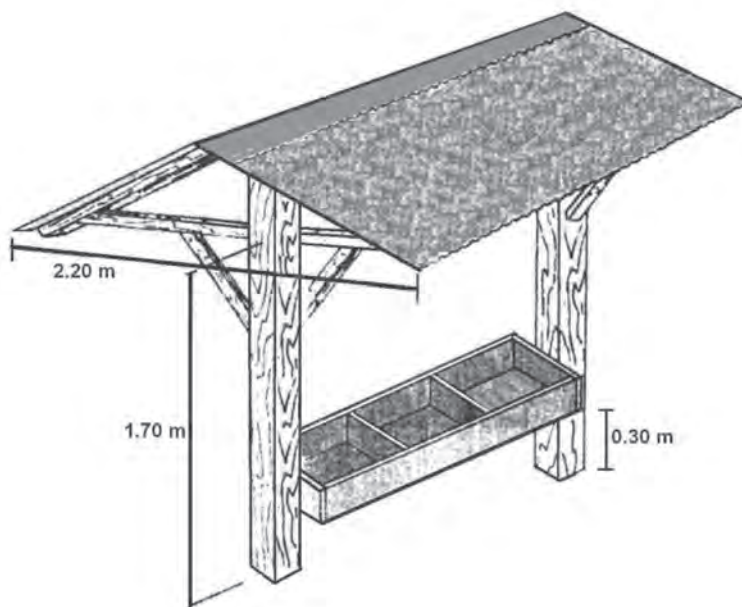


Figura 1.2. Un sencillo comedero de sal para las reses, hace parte del complejo de construcciones menores que conforman una finca ganadera.

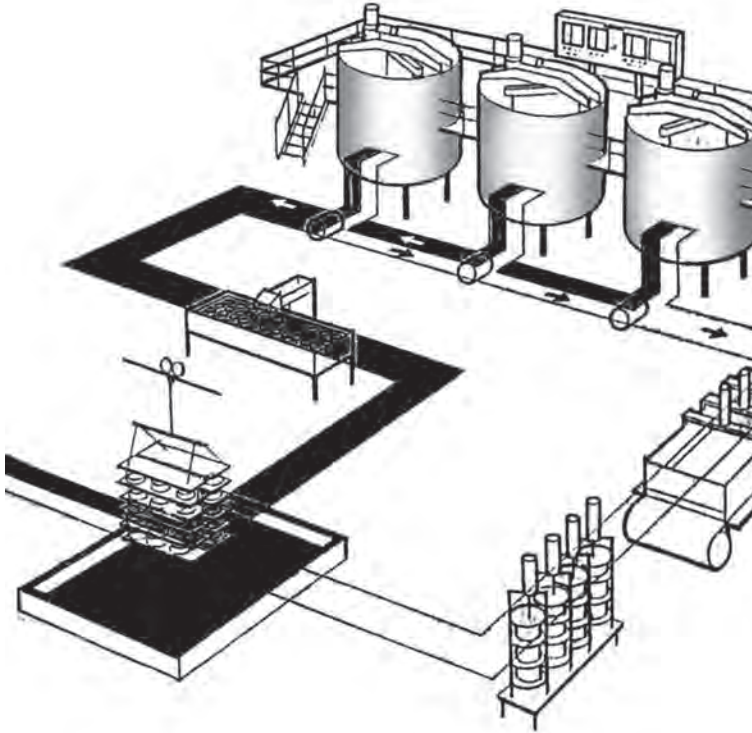


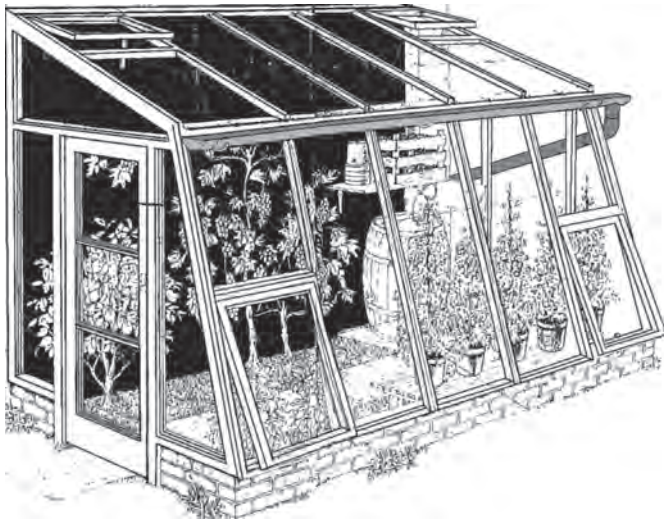
Figura 1.3. Las plantas de procesamiento lácteo son de las instalaciones más sofisticadas en el conjunto de las construcciones rurales.

Recomendaciones generales para la elaboración de un proyecto constructivo agropecuario

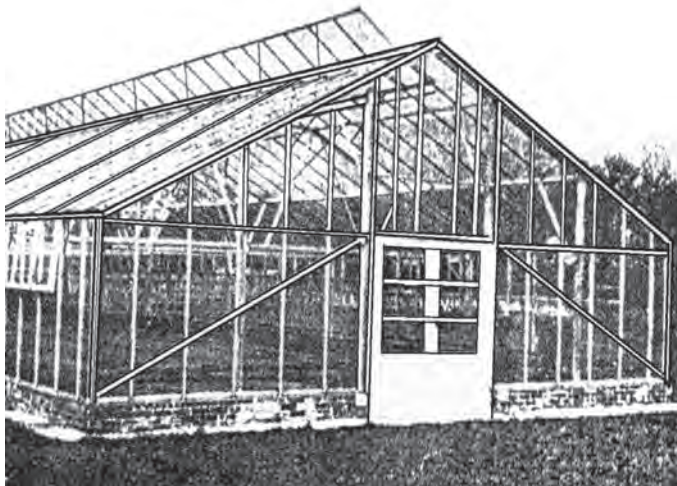
Reconocidos autores contemporáneos como Halley (1992), coinciden en sugerir una planeación mínima de las obras constructivas agropecuarias mediante la estipulación de unas cuantas normas de previsión y factibilidad.

- **Finalidad:** Establecer explotaciones con un alto nivel de rentabilidad y sostenibilidad.
- **Modelación:** Consultar sobre la economía, la seguridad técnica y la funcionalidad de edificaciones similares en el vecindario.
- **Legalización:** La viabilidad social y ambiental de la obra depende de su correcta localización con respecto a las vías de acceso, la utilización de las fuentes de agua o del suelo y las zonas de alto riesgo.
- **Emplazamiento:** Una adecuada localización y distribución de la obra representa más facilidad, rapidez, economía y comodidad para las labores propias de su funcionamiento. Las edificaciones han de quedar conectadas a las fuentes de agua, energía y a las vías de acceso.

- **Geometría:** Se prefiere que la planta general de las edificaciones rurales sea rectangular por economía y funcionalidad (Pérez, 1993).
- **Representación:** Se ha de dibujar un plano o croquis acotado de las construcciones detallando la planta (vista superior), los desniveles y sus desagües.



a



b

Figura 1.4. Los invernaderos son sencillos locales que hacen posible el cultivo, a su interior, de plantas de clima frío, bajo ambientes cálidos y viceversa a) Invernadero de jardín. b) Invernadero de huerta.

Carretero y otros, 2002.

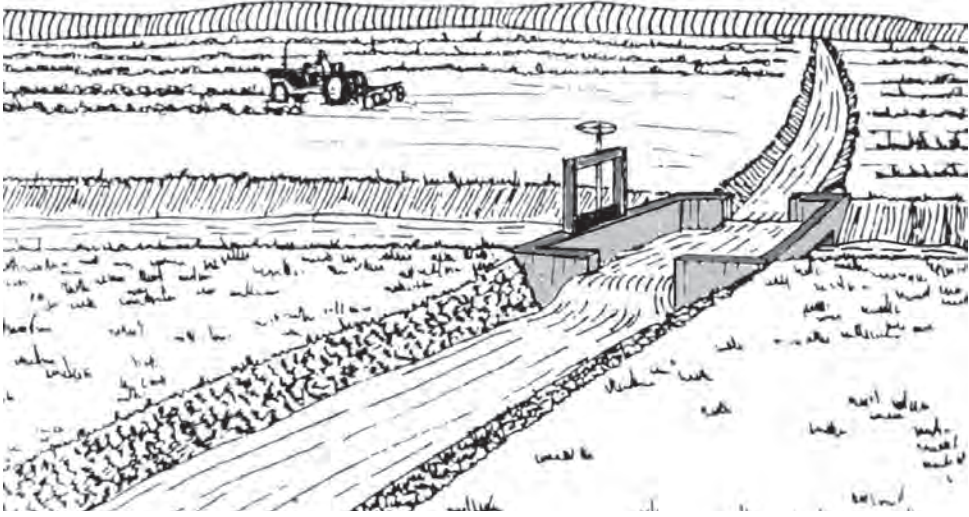


Figura 1.5. Obra hidráulica que muestra un viaducto como una estructura de intersección entre dos canales de riego

García, 1982.

1.2 PLANOS

Composición básica

Al igual que los planos arquitectónicos, los planos de las obras rurales cumplen con informar **gráfica, sencilla, completa y exactamente** los resultados prácticos de un proyecto constructivo, en cuanto a sus **características, formas y tamaños**.

Los principales elementos de todo plano constructivo se citan a continuación.

- **Vistas o proyecciones**
 - Se dividen en 5 grandes grupos: Plantas o pisos, alzadas o fachadas, secciones o cortes, detalles y perspectivas.
 - Tienen especial importancia: Las plantas, porque describen cimientos, estructuras, pisos, cubiertas, instalaciones y localización general. Las alzadas, que muestran elementos anclados y los materiales constituyentes (Halley, 1992).
- **Letreros y rotulación**
 - Nombres, notas explicativas, identificación del proyecto y del plano (portada).
- **Dimensiones o acotaciones**
 - Longitudes, anchos y alturas de la construcción.
- **Orientación**
 - Aparece en todo plano de planta como una flecha meridiana que apunta al norte geográfico.



• **Signos y símbolos convencionales**

Las convenciones mas frecuentes en el lenguaje gráfico son:

- Las líneas de proyección, corte, acotado y orientación.



- Signos estructurantes.



Muros



Puertas



Puentes

- Signos constituyentes.



Concreto



Ladrillo



Agua

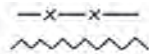


Tierra

- Líneas de contorno.



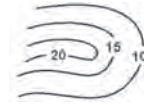
Linderos



Cercas



Vías



Curvas de nivel

• **Escalas**

Se expresan como fracciones cuyo numerador (1) es la unidad de medida en el plano.

Tabla 1.1. Escalas usuales en dibujo constructivo.

Escala	Uso
1 : 1 Y 1 : 5	Herramientas y equipo
1 : 10	Detalles de obra
1 : 25	Elementos arquitectónicos
1 : 50	Fachadas y cortes
1 : 100	Pisos o plantas
1 : 200	Localización de granjas y obras hidráulicas
1 : 500	Veredas, caseríos
1 : 1000	Pueblos, fincas
1 : 2000 - 1 : 25000	Cartas catastrales y geográficas

Significado.

Escala	Dibujo				
	0	1	2	3	4 5
					10 (cm)
1:1	0			0.05	0.10 (m)
1:5	0			0.25	0.50
1:10	0			0.50	1
1:100	0			5	10
1:1000	0			50	100
1:10000	0			500	1000

Halley, 1992.

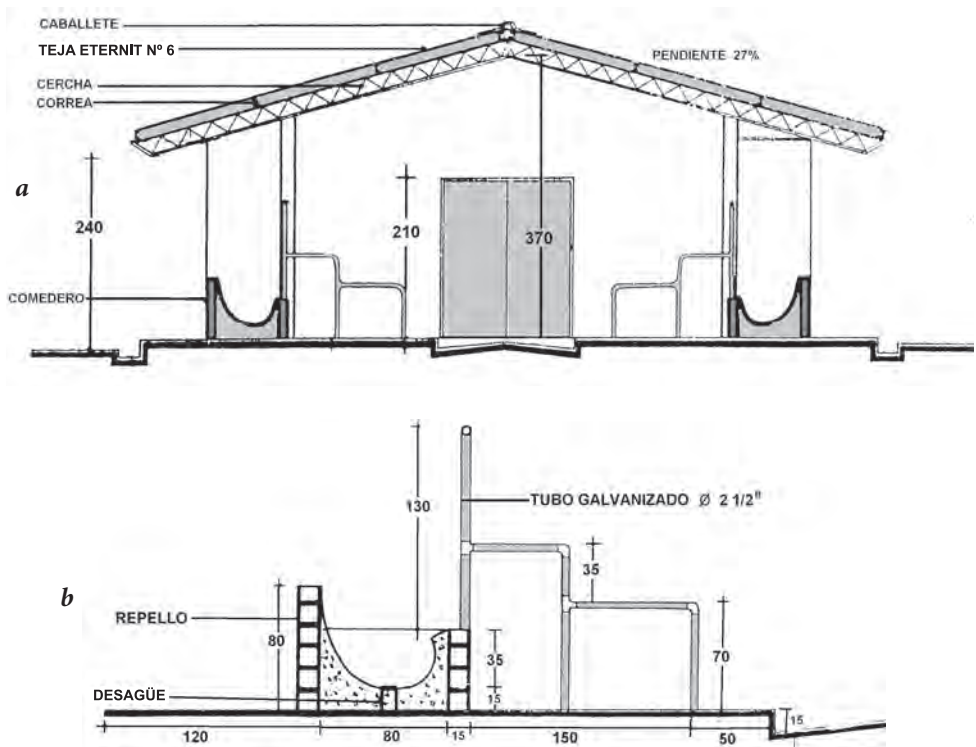


Figura 1.8. Especificaciones constructivas de la cubierta y las plazas en una nave de semi-estabulación para vacas lecheras.
a) Corte transversal. b) Detalle del comedero (Medidas en centímetros).

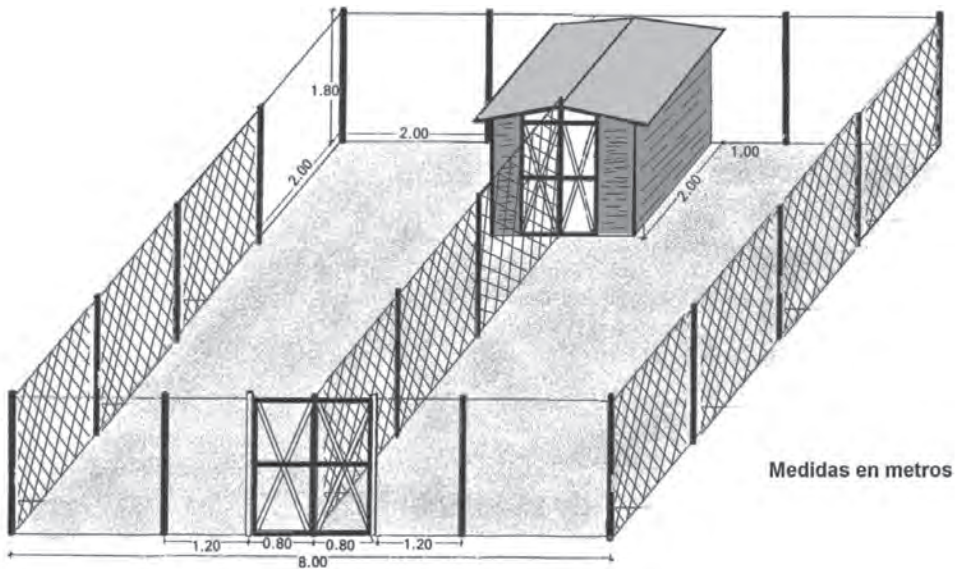


Figura 1.9. Perspectiva a escala de un gallinero subdividido en caseta o galpón y área de pastoreo o garbateo.

1.3 MATERIALES

En esta oportunidad se hace una consideración breve y esquemática de los principales materiales empleados en las obras rurales, agrupándolos según el orden de recurrencia que tienen en el sector rural, en vista de que la disponibilidad de insumos en el campo es quizás el factor más decisivo para la definición de tan importante aspecto administrativo en los proyectos constructivos.

Las tierras y el agua

- Para fines constructivos, la tierra ha de ser inerte y granulosa si se desea resistencia; o bien arcillosa y adhesiva si se desea aglomeración.
- El agua de lavado y mezclado debe ser limpia y pura.

La madera

- Las tablas a continuación relacionan criterios de selección indispensables para el aprovisionamiento de este tipo de piezas constructivas en las obras rurales.

Tabla 1.2.A. Características generales de la madera.

Ventajas	Desventajas
Fácil manejo (liviana)	Cuidados de corte, empalme y clavado.
Aislante térmico acústico y eléctrico	Muy sensible al fuego y la humedad.
No es atacada por óxidos, ácidos o sales	Es atacada por insectos y microorganismos.
Es flexible y anuncia su falla	No es uniforme. Pierde resistencia rápidamente.

Pérez, 1993.

Tabla 1.2.B. Aplicaciones constructivas de la madera.

Usos	Especies
Estructuras pesadas	Roble, Guayacán, Dinde, Chanul.
Estructuras normales	Laurel, Pino, Guayabo, Guamo, Comino, Canelo, Abarco, Dormilón, Chocho.
Estructuras livianas	Bambú, Carbonero, Arenillo, Ceguí.
Formaletas, muebles, enchapes (otros)	Cativo, Sajo, Peinemono, Cedro, Ceiba, Balso.

Tabla 1.2.C. Despiece típico de la madera.

Piezas (Cepilladas)	Sección recta		Longitud (Metros)
	(Cm)	(Pulgadas)	
Postes (puntales o parales)	10x10	4x4	2.0-3.0
Vigas	20x10	8x4	2.5-4.0
Cuartones	10x5	4x2	2.5-3.0
Durmientes	5x5	2x2	1.5-2.5
Listones	5x2	2x1	1.5-2.0
Tablones	25x5	10x2	2.0-3.0
Tablas	25x2	10x1	2.0-3.0

Pérez, 1993.

Se manejan además elementos de madera rolliza de las siguientes dimensiones:

- Guaduas y chontas = Diámetros entre 10 y 20 cm; y longitudes entre 3.0 y 9.0 metros.
- Esterillas = En paños de 150 x 30 cm de superficie.

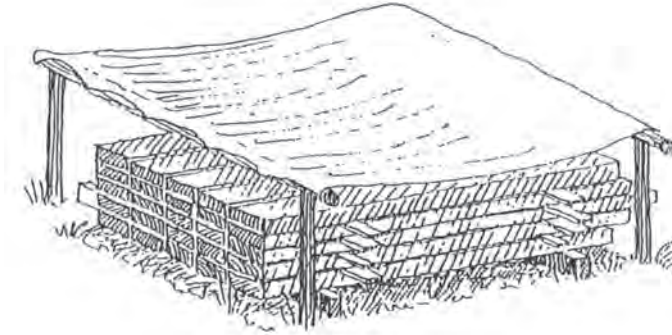


Figura 1.10. La madera almacenada debe protegerse contra el calor y la humedad para que no se deforme o agriete

Piedras y ladrillos

- Las piedras naturales provienen de las rocas. Entre más oscuros y pesados sean estos cuerpos mayor es su resistencia.
- Las piedras naturales más conocidas son: El mármol, el granito, el cuarzo, el basalto, la caliza, el yeso, la pizarra, las margas y la dolomita.
- Son piedras artificiales los ladrillos, las tejas, los mosaicos y los bloques.
- La elaboración de las piedras artificiales incluye:
 - Materiales cohesivos e inertes como arcillas, cal, cemento con arenas, asbesto y otros minerales.
 - Procesos de mezclado, moldeo y cocción de carácter artesanal o mecanizado.

Tabla 1.3. Dimensiones estándar de bloques y tejas.

Elemento	Dimensiones (Cm)	Densidad (Unidades/m ²)
Tolete y adobe (en sogá)	25x7x12	44
	23x5x10	56
Bloque hueco (en sogá)	20x20x10	36
	20x20x5	64
Tejas de barro 15x30 25		
Tejas de asbesto cemento (fibrocemento)		
Nº. 4	108x87	1.06
Nº. 5	138x87	0.83
Nº. 6	169x87	0.68
Nº. 8	230x87	0.50
Bloque macizo (en sogá)	30x20x10	15
	40x20x15	12
	30x10x15	31

Galván y Peña, 1978; Ove Sode, 1991; Pérez, 1993.

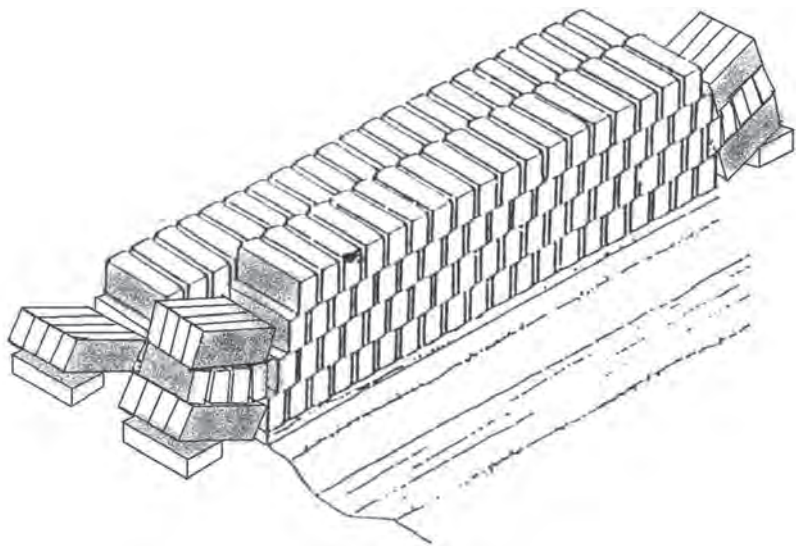


Figura 1.11. Forma de apilar los ladrillos en los patios de la obra.
Los arrumes no deben tener alturas mayores a 1,5 metros
y habrán de trancarse con cuñas laterales.

Mezclas cementantes

Las mezclas cementantes o aglomerantes se usan para dar solidez y continuidad a los elementos constructivos pétreos.

Tabla 1.4 A. Diferenciación de las mezclas aglomerantes.

Nombre	Componentes	Usos
Lechadas (pastas)	Agua, cemento	Enchapes
Morteros	Agua, cemento o cal, arena	Muros, pisos, desagües
Recebos (suelo cemento)	Arcillas, arenas, piedrilla, cal o cemento, agua	Pisos, vías, canales, presas, diques
Concretos (hormigones)		
Simple	Agua, cemento, arena, grava	Cimientos, muros, diques
Ciclópeo	Concreto simple, piedra (40%)	Cimientos, muros
Reforzado	Concreto simple, hierro o acero	Columnas, vigas, placas

Galván y Peña, 1978.

Un análisis cualitativo de los componentes de las mezclas cementantes se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1.4.B. Descripción de los componentes de las mezclas aglomerantes.

Componentes	Características
Agua	Limpia, neutra, mineral, pura
Cemento	Endurece al aire (10 Kg)
Cal	Endurecen con agua (50 y 42 Kg)
Gris y blanco (portland)	
Agregados naturales	Limpieza y pureza
Arena (1-3 mm)	Lavada o de cantera
Grava (1-3 cm)	Gruesa, media, fina
	Lavada o de cantera
	Gravillas, piedras, balastos (arena y piedra)
Hierro o acero del refuerzo (barras)	Diámetros del 2 al 9 (2/8" J 9/8")
	Limpieza y corrugación
	Anclaje y translape
	Recubrimiento

Ove Sode, 1991

La dosificación o el proporcionamiento de las mezclas cementantes indica las cantidades unitarias en que se han reunido los componentes en la preparación y se designa como el volumen o el peso de cemento, arena y grava por cada metro cúbico de mortero o concreto fresco, en la forma C: ar: gr x m³ de mezcla.

Tabla 1.4.C. Principales dosificaciones para las mezclas aglomerantes.

Dosificación	Mezcla resultante
1:4; 1:5	Morteros de mampostería
1:3	Morteros de andenes
1:2	Morteros sumergidos
1:2:2; 1:2:3; 1:2:4	Concreto estructural (columnas, vigas, placas)
1:0.50*:4	Mortero de cal para mampostería

* Proporción de cal.

Fuentes, 1974

En la calidad de una mezcla cementante cuyos mayores indicadores son su resistencia y durabilidad, no solo inciden la adecuada selección y proporción de sus componentes; también intervienen las técnicas de mezclado, colocación y curado.

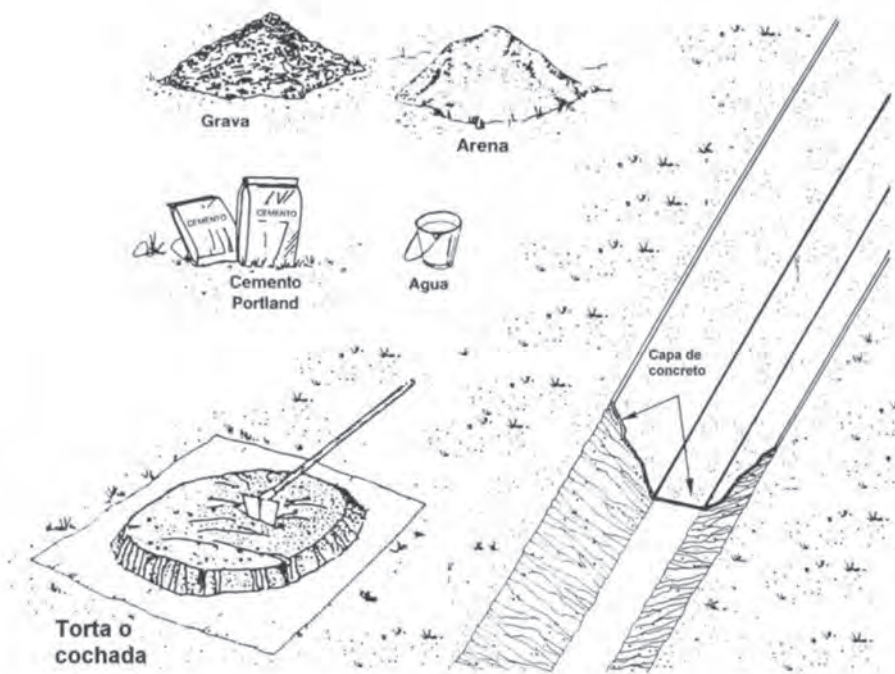


Figura 1.12. Ilustración de los componentes individuales, la preparación manual y la puesta en obra del concreto simple.

Materiales complementarios

Se suministran dispositivos y sustancias que permiten interconectar y retocar los inmuebles que se construyen hasta dejarlos aptos para su puesta en servicio bajo condiciones seguras y funcionales.

- **Utilería metálica:** Clavos, tornillos, ganchos, alambres, tejas de zinc cuyas dimensiones corrientes son 1x2 m, canaletas.
- **Tubería y accesorios hidráulicos en gres y PVC:** Dimensiones unitarias de la tubería a presión - 0.50" a 0.75" de diámetro por 6 m de largo. Dimensiones unitarias de la tubería sanitaria - 1.5" a 6.0" de diámetro por 1 m de largo. Accesorios básicos - grifería, empalmes y terminales
- **Conductores y accesorios eléctricos:** Alambres calibre N°. 8 a 14, cables, tubos conduit o conductores en PVC, de diámetros 0.5" a 2.0". Puntos eléctricos conformados por cajas y conexiones.
- Artefactos en porcelana sanitaria y de cerrajería.
- Soluciones impermeabilizantes y pinturas (cal).

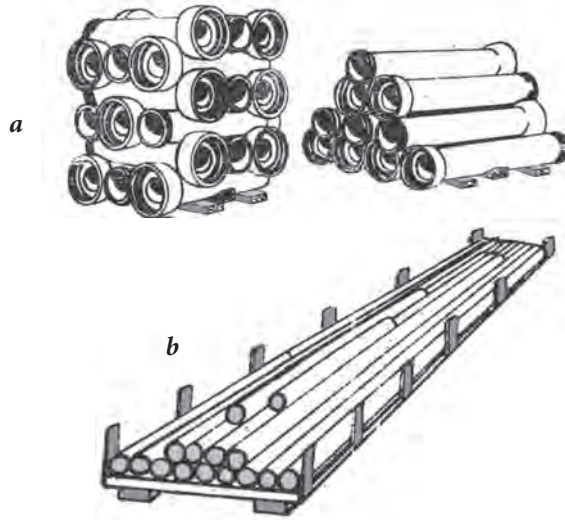





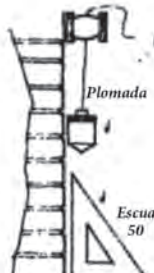



















Figura 1.13. Los tubos para la conformación de las redes hidráulicas son los materiales complementarios más destacados en los proyectos constructivos agropecuarios.

- a) Tubos para desagües y drenajes. Obsérvese la forma cómo se apilan.
- b) Tubos en PVC para abasto de agua.



Figura 1.14. En el montaje de las instalaciones agrarias pueden aparecer materiales con elevados grados de automatización, tales como los artefactos eléctricos y mecánicos.

Tabla 1.5. Tipología de las herramientas que componen el taller de las obras constructivas.

Medición	 Flexómetro  Hilo  Regla  Nivel de Manguera  Plomada  Escuadra 50  Nivel
Percusión	 Almadana  Martillo  Maceta  Pisón
Corte	 Pala  Serrucho  Cepillo de carpintero  Pica  Arco y segata
Elaboración	 Carreta  Alicate  Palustre  Llave  Cinzel  Berbiqui  Artesa  Atornillador
Acabado	 Brocha  Espátula  Cepillo de alambre  Llana

ESTRUCTURACIÓN DE LAS EDIFICACIONES RURALES

2.1 CARACTERÍSTICAS

Antes de examinar la anatomía básica de las obras rurales que dan origen a los locales destinados a la producción agropecuaria, es conveniente establecer sus pautas topográficas, geométricas y estructurales, máxime si se estima que el proyecto de este tipo de locales cuenta con peculiaridades propias del funcionamiento que demanda la prestación de los servicios que correspondan, según se trate de almacenes agrícolas, albergues pecuarios o plantas de proceso.

Emplazamiento

El lote donde se construya una edificación rural habrá de contar con cuatro condiciones globales, a saber:

- Sitio amplio y accesible por los 4 costados.
- Niveles altos para evitar encharcamientos.
- Con disposición de agua.
- Orientación norte-sur en regiones frías y este-oeste en regiones cálidas.

Tamaño inicial

A partir del análisis de la información suministrada por los autores Rivera (1979), Martínez (1986) y Halley (1992) se han elaborado los siguientes rangos para dar una idea de las dimensiones totales con las que se construye un local agropecuario.

- Anchos totales: entre 10 y 18 metros.
- Alturas mínimas: entre 2 y 4 metros.
- Longitudes totales: entre 1 y 1.5 veces el ancho.

Composición general

Galván y Peña (1978), plantean los siguientes parámetros para la edificación en las áreas de producción agropecuaria:

- Muros o paredes con postes, tablas y conglomerados de madera o bien, pilares y tabiques en bloques o ladrillos huecos, apoyados en placas o zócalos de cimentación.
- Cubiertas con armazones o entramados en madera que puede ser guadua sosteniendo tejas de barro o placas de fibrocemento o zinc.
 - Pendientes del tejado: 20-50 %
 - Extensión de los aleros: 15-200 cm
 - Separación de las correas o cintas de arriostramiento: 30-70 cm
- Pisos como placas de hormigón simple o tarimas de madera con mayor espesor en la periferia y que se extienden fuera del local formando andaniveles con anchos entre 1 y 2 metros.
- La madera por utilizar ha de secarse a la sombra (curarse) e inmunizarse.

Solución inmunizante de fabricación casera para maderas estructurales (es subsidiaria de la creosota).

- Petróleo: 1 galón (4 litros)
- Alquitrán: 0.5 Kg
- Mata gorgojo: 1 litro
- Alcanfor: 1 pastilla

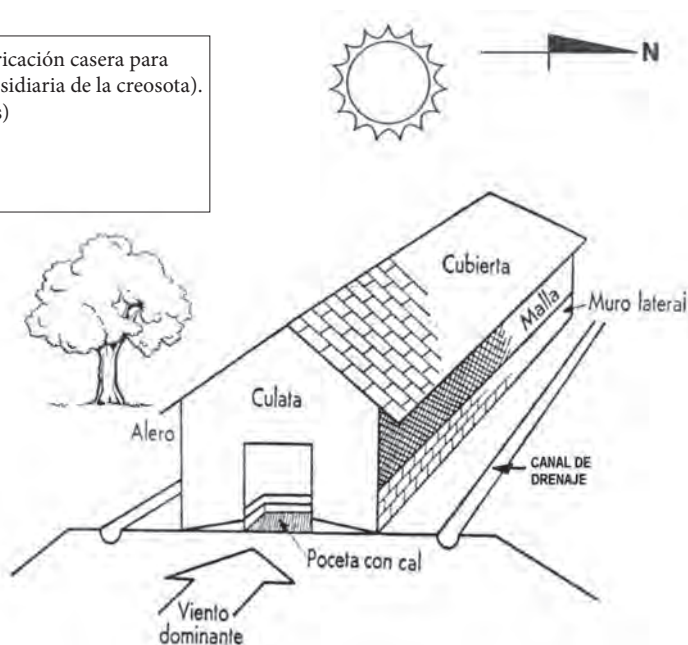


Figura 2.1. Concepción global de un galpón avícola o la caseta gallinera en una granja de clima cálido.

Condiciones esenciales

Los locales agropecuarios quedan totalmente habilitados para entrar en pleno funcionamiento cuando se les equipe con sistemas de regulación térmica y lumínica, óptimos y eficientes.

- Ventilación: A través de ventanas, puertas y plazas internas amplias y bien ubicadas.
- Iluminación: Se recomienda utilizar la iluminación cenital dejando ingresar la luz natural por el tejado a través de claraboyas o tejas translúcidas. Esta técnica es la mas eficiente y económica en las horas del día.
- Aislamiento térmico: Para la protección de los espacios interiores, contra el calor o el frío, se emplean paredes con casetones de madera o bloque hueco y techos con cielo falso o compuestos de varios materiales.

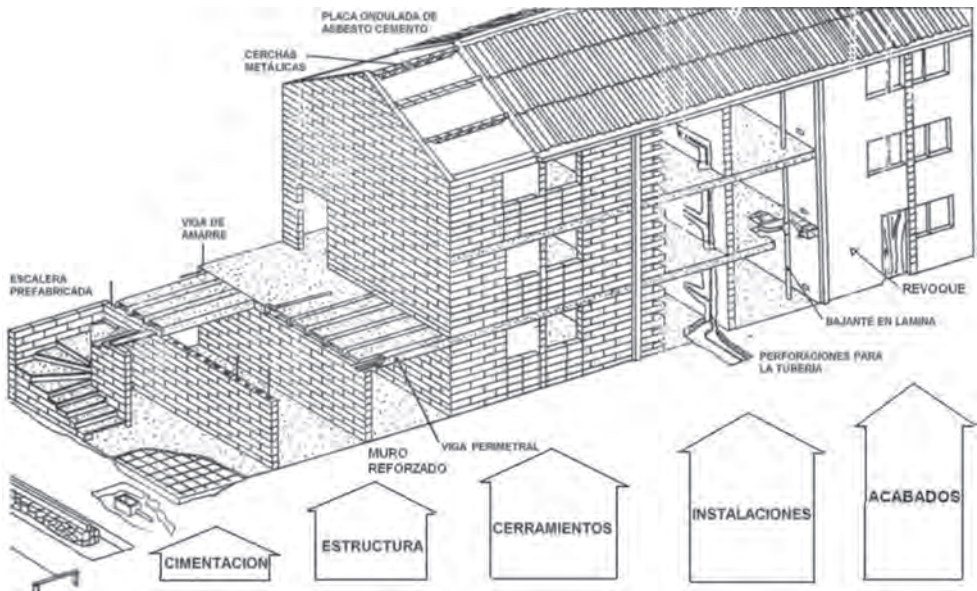


Figura 2.2. Perspectiva que muestra el proceso de estructuración de un local destinado al acopio y distribución de productos agrícolas.

2.2 CIMIENTOS

Función

Se enuncian como misiones generales de una cimentación sencilla y corriente:

- Transmitir las cargas entregadas por los pilares y los muros a los estratos de terreno con buena capacidad portante.
- Aislar los muros de la humedad del suelo.

Recomendaciones operativas

Dimensiones

Antes de sugerir las medidas básicas para la construcción de una cimentación a escala rural, es pertinente advertir sobre la existencia de dos tipologías elementales y bien diferenciadas para su adopción, como son las zapatas corridas o continuas y las zapatas aisladas o puntuales.

Tabla 2.1. *Tamaño normal de las zapatas en las edificaciones rurales.*

Construcción rural	Tipo de cimiento	Dimensiones	
		Espesor (m)*	Ancho (cm)
Edificaciones pecuarias (1 nivel)	Zapatas corridas	0.6-1.0	40-60
Almacenes de cosecha – Plantas de proceso (1 y 2 niveles)	Zapatas corridas	≥ 1.0	60-70
	Zapatas aisladas**	≥ 1.0	70-80

* Depende del hallazgo de suelo firme o rocoso.

** Son zapatas de base cuadrada

Halley, 1992.

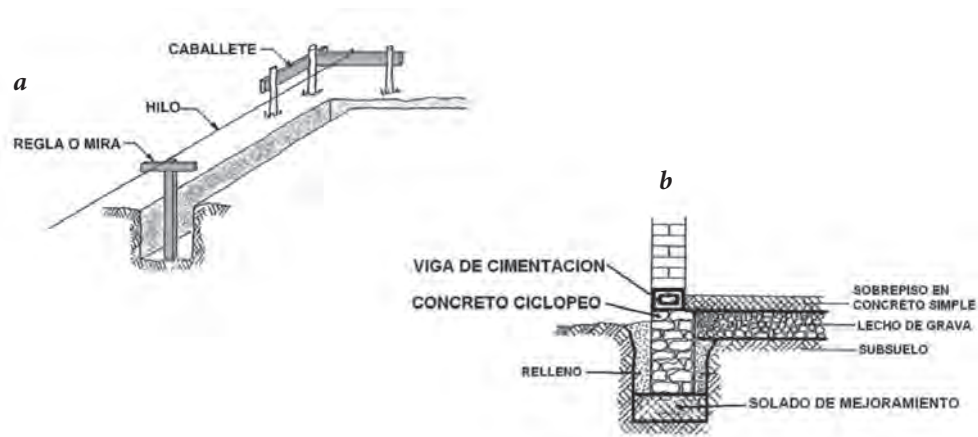


Figura 2.3. Cimentación en forma de zapata corrida.
a) Etapa de replanteo y excavación. b) Corte de la obra puesta en servicio.

Mecanismos de aislamiento contra la humedad del suelo

En la actualidad, se recurre a tres alternativas en procura de que una cimentación efectivamente, logre proteger la base de los muros de la humedad del suelo.

- La intercalación de una capa alquitranada o bituminosa a 10 cm del suelo.
- La incorporación de un impermeabilizante integral en el mezclado del concreto.
- La interposición de un sobrecimiento a manera de una viga de confinamiento en concreto reforzado.

Preparación del concreto

Para proceder a la fundición de un cimiento ciclópeo, la mezcla se elabora como se indica a continuación:

- Cantidad equivalente: 0.60 m³ de la excavación.
La parte restante del volumen de la excavación se completa incorporando piedra media zonga.
- Dosificación: 1: 2: 3.
Las cantidades de cada componente para lograr este proporcionamiento son:

Cemento:	7 sacos	} 1 m ³ de concreto fresco
Arena:	0.56 m ³	
Grava:	0.85 m ³	
Agua:	170 litros	

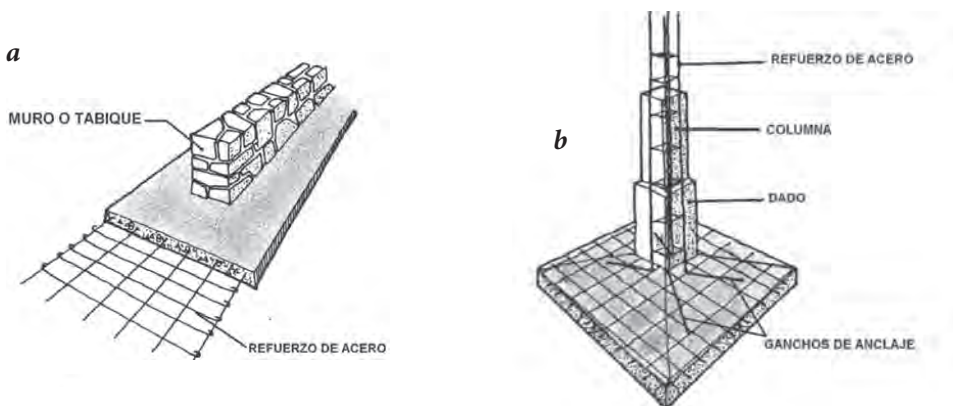


Figura 2.4. Isometrias de los elementos de sobre cimentación empleados para aislar y confinar los muros de las edificaciones rurales.
a) Sobre zapatas corridas. b) Sobre zapatas aisladas (bajo columnas).

2.3 MUROS

Función

La utilidad de los muros se centra en dos aspectos fundamentales:

- Aislar los espacios interiores del calor, el frío, la humedad y de otras agresiones ambientales tales como el viento, el polvo y las plagas.
- Soportar las cargas superiores de la edificación y compartimentar el local.

Además, el revoque y el enchape con que se cubre la superficie de los muros cumplen con proteger las paredes de la lluvia y la humedad.

Recomendaciones operativas

Dimensiones

La dimensión más determinante para la adopción de los muros que erigen un local agropecuario, es el espesor, por su alta incidencia para efectos del aislamiento material y térmico de los ámbitos generados.

Tabla 2.2. Espesor de los muros en las edificaciones rurales

Usos	Espesor (cm)
Edificaciones pecuarias de ancho = 10 m	
Cerramientos	30
Divisiones	15
Cerramientos con bloques	20
Almacenes de cosecha	
Cerramientos	20 – 40
Divisiones	10 – 15
Plantas de proceso	5 – 15

Los morteros de pega empleados para la elaboración de los muros se preparan con dosificaciones 1:4 y 1:5.

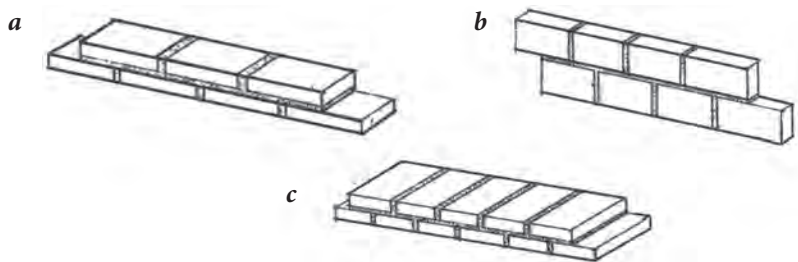


Figura 2.5. Diferentes formas de elaborar los muros de ladrillo atendiendo al espesor que se le quiera dar al elemento.

a) En soga (e = 15 cm). b) En pandereta (e = 10 cm). c) En tizón (e = 28 cm).

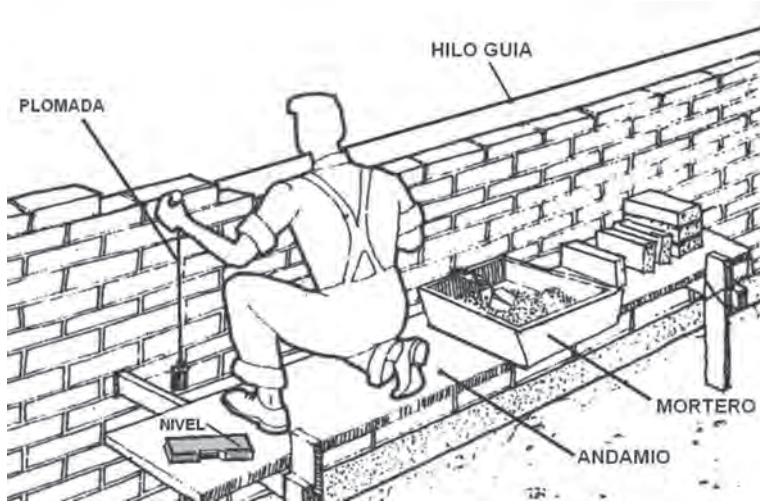


Figura 2.6. Ilustración de las operaciones desarrolladas para la elaboración de un muro de ladrillo.

Mecanismos de amarre y confinamiento

Las paredes de una edificación rural van usualmente integradas a los pórticos conformados por las columnas y las vigas (Galván y Peña, 1978).

Tabla 2.3. Dimensionamiento de los elementos estructurales en las edificaciones rurales.

Elemento	Localización	Sección (cm ²)
Pilares o columnas	Extremos e intersecciones de muros sin trabar	15x20
	Puntos intermedios de muros con más de 3 metros de largo	20x20
	Centro de culatas	15x30
Viga superior	Remate de columnas o muros	15x20
	Como soporte de cubiertas o nervio de entrepisos	10x15
Viga dintel	Nivel superior de puertas y ventanas	15x10
Viga de cimentación	Corona de cimientos.	15x20

La fabricación mínima de los elementos de concreto que conforman los pórticos de un local agropecuario incluye:

- Como refuerzo longitudinal, 4 barras corrugadas N°.3. Las vigas dintel sólo se arman con 2 barras corrugadas.
- Flejes o aros rectangulares N°. 2, cada 20 cm.
- Concretos de dosificación 1:2:2 y 1:2:3.

Especificaciones del revoque

Con el revoque o repello, las paredes de los muros se recubren con una delgada capa de mortero y en algunas ocasiones, después se sobreponen frágiles placas de cerámica vitrificada.

- Espesor del revoque: 0,5 a 1,0 cm.
- Morteros de cal o cemento con dosificaciones 1:4 y 1:5 (Martínez, 1986).
- Lechada de enchape con baldosines cerámicos y su emboquillado con lechadas de cemento gris y blanco de dosificaciones entre 1:1 y 1:3.

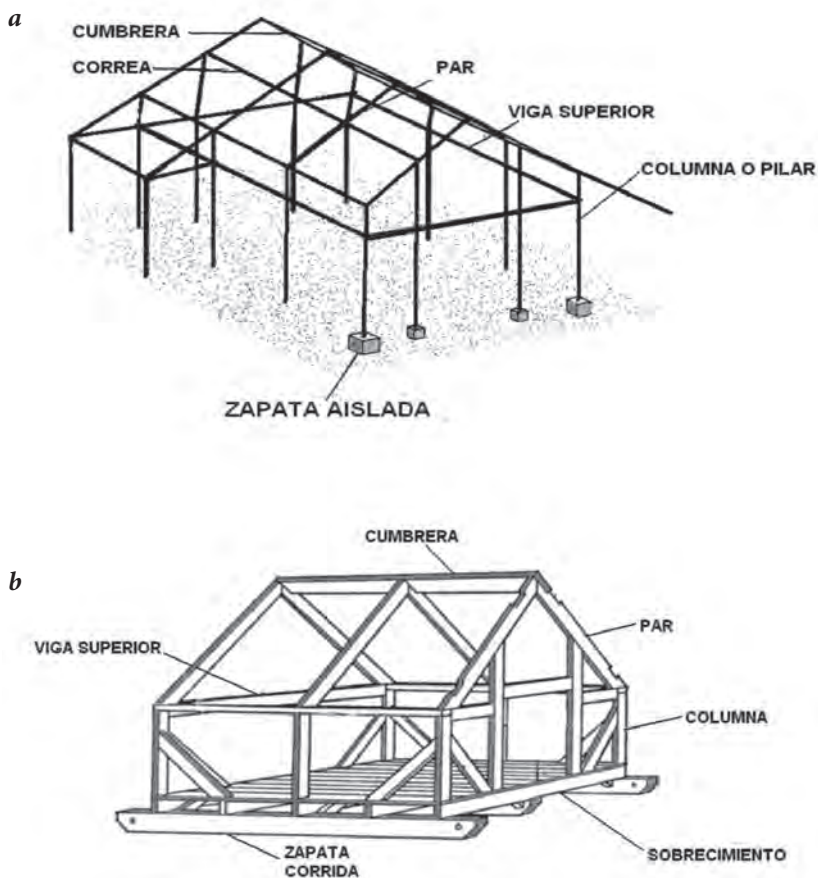


Figura 2.7. Ilustración de los elementos que integran el sistema estructural aporticado, como el sistema al que más se recurre en la construcción de las edificaciones rurales.
a) Sin confinamiento. b) Con confinamiento.

2.4 CUBIERTAS

Función

Las cubiertas cumplen con proteger los espacios interiores de la acción de diversos agentes climáticos y ambientales tales como la lluvia, el calor, el polvo y los animales dañinos.

Diferenciación básica

Aunque en las edificaciones rurales las cubiertas suelen aparecer como techos sencillos sometidos a cargas livianas, mientras que en las edificaciones urbanas es corriente que se empleen como entrepisos haciendo parte de exigentes sistemas estructurales, debe recordarse que existen locales agropecuarios cuya destinación hace que se conformen con resistentes cubiertas a modo de placas planas y macizas, tal es el caso de algunas bodegas y plantas de procesamiento. .

Especificaciones prácticas

El proceso constructivo de un techo sencillo comprende dos operaciones generales, la elaboración del entramado que oficia como soporte de la estructura y la superposición de las placas onduladas que conforman el tejado.

Primera fase: Entramado en madera

Tabla 2.4.A. Composición de los entramados de madera que sirven de soporte a los tejados en las edificaciones rurales.

Elemento	Localización	Forma	Separación (Metros)
Solera	Corona muros	Viga	---
Tirantes	Sobre solera	Cuartón	1-3
Cumbrera	Sobre culata	Cuartón	---
Pares	Sobre cumbrera - solera	Cuartón	1-3
Pendolones	Bajo cumbrera - pares	Poste	1-3
Correas	Sobre pares	Durmientes	0.5-2.0
Cabios	Sobre correas	Listones	0.5-2.0

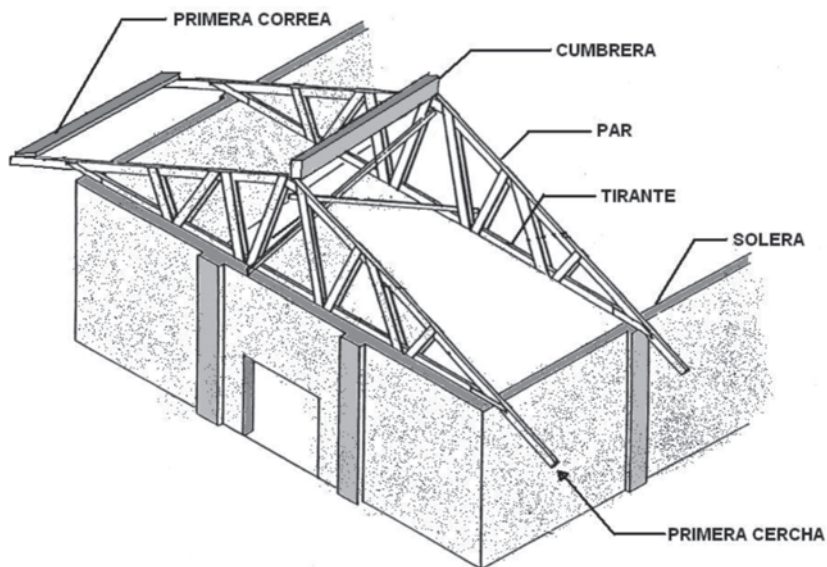


Figura 2.8. Estructuración general del entramado que le sirve de soporte a una cubierta en forma de techo.

Segunda fase: Colocación del tejado

Tabla 2.4.B. Parámetros para la colocación del tejado en las edificaciones rurales.

Teja	Altura cumbre	Separación (Metros)	
		Correas	Cambios
Barro	0.501*	30	12-15
Fibrocemento (ganchos de 14 y 4.7 cm)			
No. 4	0.251	108	87.30
No. 6		169	
No. 8		230	
Zinc galvanizado			
0.8 x 2.0 metros	0.401	45	70
1.0 x 2.0 metros			90
1.0 x 2.5 metros			90

* l: distancia solera – tirante central.

Se recomienda maniobrar con destreza, instalando las tejas en sentido ascendente, esto es, desde la parte de los aleros hasta la cumbre del entramado.

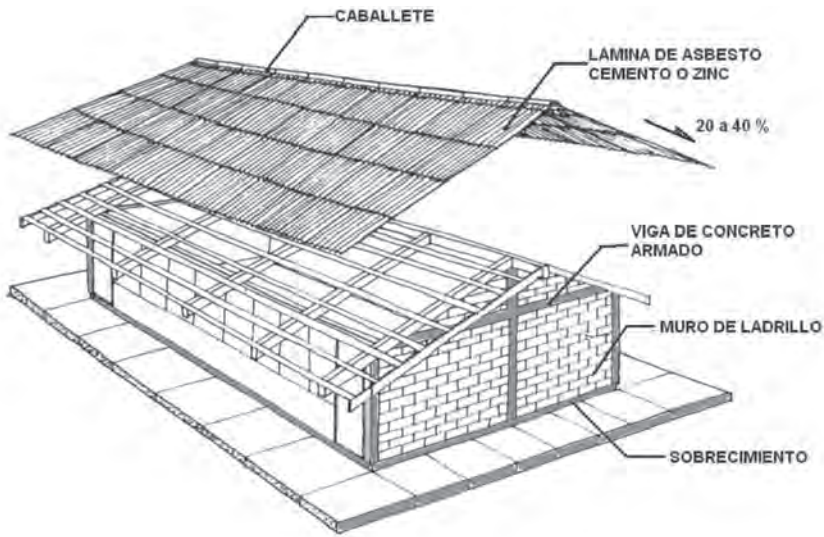


Figura 2.9. Aspecto global del modo en que el tejado se superpone al entramado que le sirve de soporte.

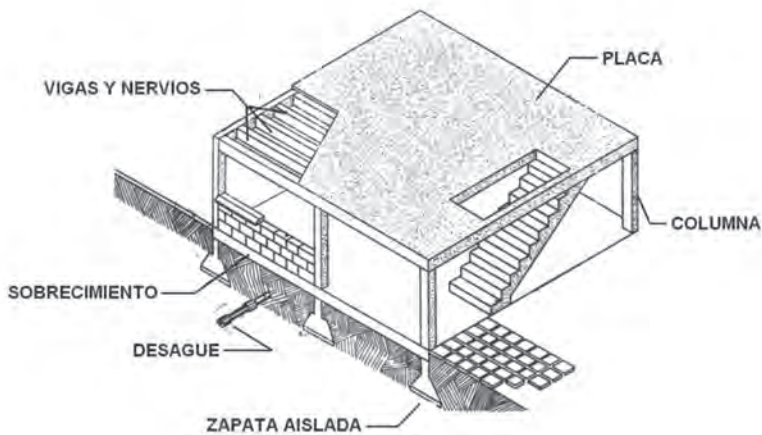


Figura 2.10. Cubierta en forma de entrepiso, de uso frecuente en depósitos de provisión agrícola y en plantas de proceso.

2.5 PISOS

Función

Se encomienda a los pisos cumplir con dos tareas generales:

- Aislar los espacios interiores y periféricos de una edificación, respecto a la humedad y otras adversidades del terreno natural, tales como la suciedad y las infecciones.

- Resistir las cargas verticales y la limpieza periódica que se derivan del ajetreo diario dentro de los locales dados al servicio.

Especificaciones

El piso de una edificación rural habrá de contar con las siguientes peculiaridades constructivas:

- Como material, concreto de dosificación 1:2:3 o 1:2:4.
- Piso interior rugoso con un espesor de 8 a 10 cm y dotado con un leve desnivel para facilitar el eventual escurrimiento de las aguas de lavado.
- Andenes perimetrales con un espesor de 15 a 40 cm (Martínez, 1986).
- En establos y galpones se recurre a tendidos térmicos y de recambio para el estiércol, constituidos de paja, viruta y otras fibras absorbentes.
- También es frecuente el empleo de pisos a modo de:
 - Tarimas de madera en las porquerizas y tendidos de piedra en los apriscos o cabrerizas.

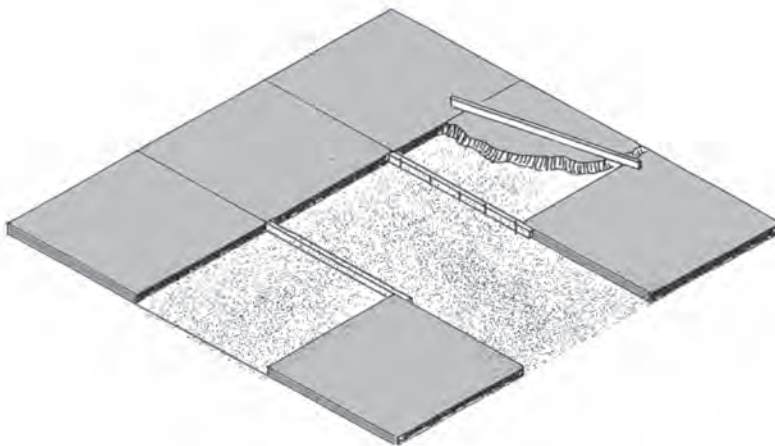


Figura 2.11. Elaboración del piso de una edificación rural a través de la conformación de losetas de concreto separadas con delgadas juntas de dilatación.

ALMACENES DE COSECHA

3.1 CLASIFICACIÓN

Los materiales de cosecha sometidos a mayores niveles de acumulación y conservación dentro de las fincas son los granos de cereales o plantas leguminosas y los vegetales o pastos de corte empleados en la alimentación animal, de ordinario nombrados como forrajes.

Es útil comenzar haciendo esta sencilla distinción dado que sobre ella descansa el criterio clásico para analizar los diferentes tipos de almacenes agrícolas.

División conforme al contenido

En el planteamiento de esta noción se presentan evidentes coincidencias con Carretero y colaboradores, 2002. Se conciben cinco tipos de almacenes de cosecha:

- Heniles destinados al depósito transitorio de forrajes secos y también verdes.
- Bodegas de grano también conocidos como graneros.
- Silos forrajeros.
- Silos para grano.
- Silos de secado utilizados para el acondicionamiento y conservación de diversas partículas y harinas vegetales.

División atendiendo a la forma

Los almacenes agrícolas suelen construirse adoptando una de estas tres configuraciones espaciales:

- Zanjas o trincheras.
- Cuartos y salones.
- Torres o edificios.

División según la fabricación

El material de que esté constituido un depósito agrícola hace que aparezca en cuatro versiones típicas:

- Zanjas en tierra o concreto.
- Bodegas en piedra, ladrillo y concreto.
- Silos de concreto o metálicos.
- Silos de madera o plástico.

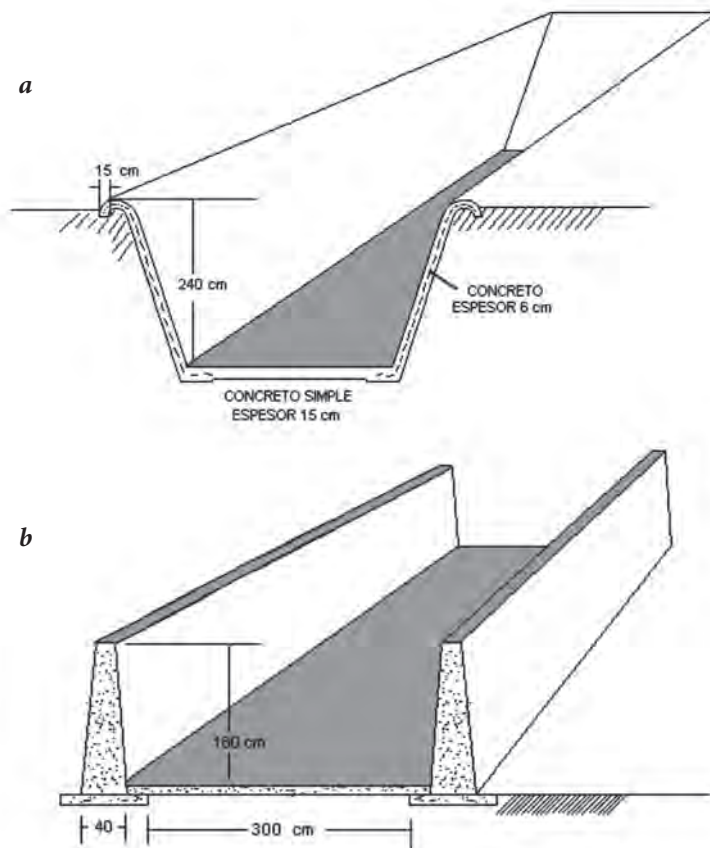


Figura 3.1. Silos forrajeros en forma de zanjas o trincheras de uso frecuente en las fincas ganaderas. a) Silo zanja. b) Silo bunker.

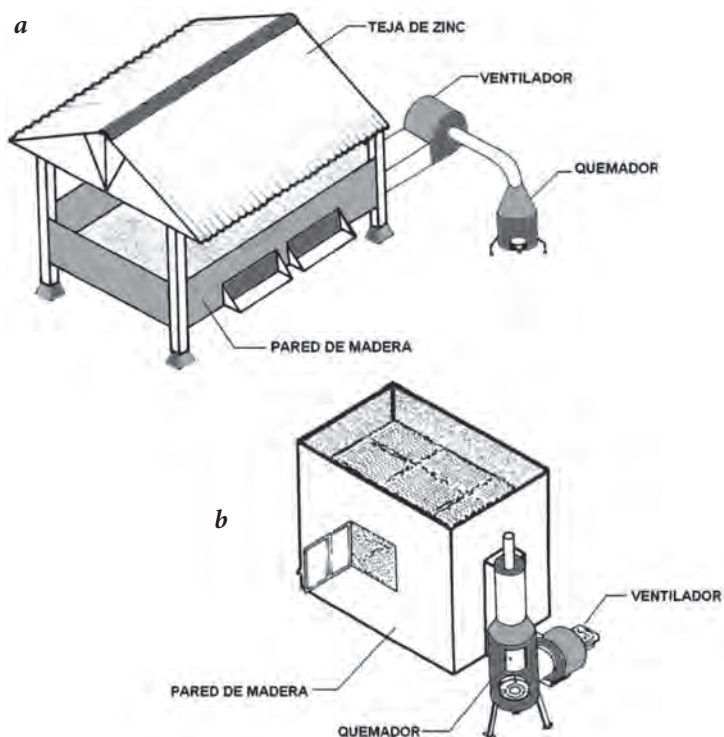


Figura 3.2. Los silos de secado se consideran instalaciones doblemente concebidas, ya que pueden officiar al tiempo como depósitos y acondicionadores de materiales de cosecha.

a) Silo secador de trozos de yuca. b) Silo secador de pacas de grano.

3.2 ESPECIFICACIONES

Heniles

Forma

Como zanjas o pilas con paredes en tierra arcillosa, recebo o concreto para acumular transitoriamente el forraje.

Localización

Cerca al albergue del ganado.

Capacidad

Se han elaborado variadas ayudas que permiten la determinación ágil del tamaño, en el caso de los contenedores de pasto, en conexión directa con los pesebres de una estación ganadera. En particular, el SENA – 1985, ha divulgado cuadros muy sencillos para adelantar esta selección en función de la naturaleza y la extensión de los hatos.

Tabla 3.1.A. Determinación de la capacidad de un henil según el área cultivada.

Cultivo (1 ha)	Volumen henil (m³)
Praderas	15-30
Alfalfa, veza, avena, otros forrajes	20-40
Maíz	40-50

Tabla 3.1.B. Determinación de la capacidad de un henil según el consumo del ganado.

Nº. de vacas	Capacidad por periodo de alimentación (m³)		
	140 días	175 días	210 días
10	42	53	63
15	64	79	94
20	82	104	126
25	104	130	156
30	125	156	187
40	167	209	251
50	209	260	312
75	312	390	368
100	416	521	622

Dimensiones

Fuentes (1974), sugiere concebir los heniles como depósitos trapezoidales predimensionados acorde con estas medidas:

- Ancho: 3 a 5 metros.
- Profundidad: 2 a 3 metros.
- Longitud variable según capacidad.
- Taludes laterales: 25 % (1: 4).
- Pendiente longitudinal del fondo: 2 a 5 %.
- Canal longitudinal de desagüe.
- Extremos con rampas carretables de acceso.

Revestimiento

- Material de conformación: Concreto simple de dosificación 1:3:4, impermeabilizado integralmente con aditivos hidrófugos y antiácidos (fluosilicatos), con una armadura en forma de una malla metálica compuesta por varillas entrecruzadas No. 2 ó 3 colocadas cada 20 cm. El fondo del depósito contará con una capa de recebo compactado.

- Como cubierta superior se usa una lona o plástico con una sobrecapa convexa en tierra de 15 cm de espesor y un cobertizo en fibrocemento o eternit.

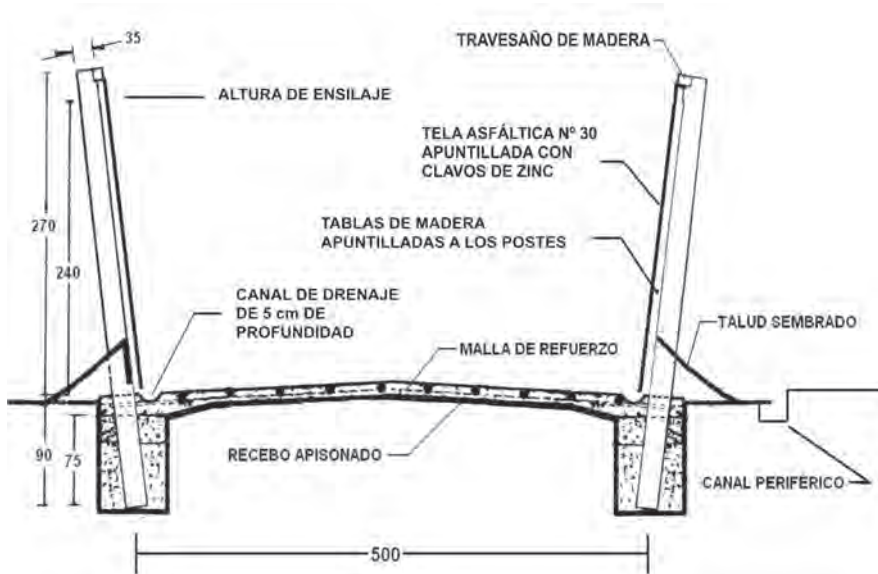


Figura 3.3. Sección transversal que enseña los principales detalles constructivos de un henil en forma de bunker (medidas en cm.).

Graneros

Forma

- Los graneros se construyen normalmente como cuartos con cerramientos en mampostería o piedra para proteger los lotes de grano y semilla almacenados de la humedad, los insectos, los roedores y los pájaros (Carretero y colaboradores, 2002).

Emplazamiento

- Es preferible localizar las bodegas para grano en plantas bajas, sobre terrenos firmes provistos de un piso en concreto, a la misma altura de las plataformas de cargue y descargue con vehículos.
- Este tipo de edificaciones agrarias habrán de contar con suficiente espacio interior para el almacenamiento y el manejo de los granos sin riesgos de mezclas entre varios productos (García y Ayuga, 1993).

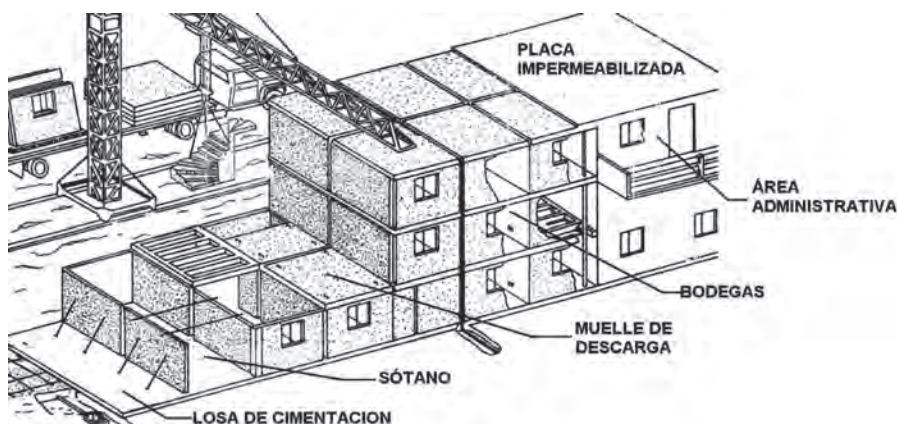


Figura 3.4. Etapa de construcción de una bodega de varios niveles, para granos vegetales, equipada con plataformas de descarga y módulos internos de compartimiento.

Condiciones ambientales

El espacio interior de los graneros habrá de acondicionarse considerando la aplicación de disposiciones preventivas dentro de los diseños constructivos.

- La sequedad y la frescura como medidas que contrarresten la humedad y el calor pueden lograrse mediante la utilización de:
 - Muros elaborados con bloques perforados.
 - Cubiertas equipadas con cielos falsos o casetones.
- La ventilación y la claridad como acciones en contra de la humedad y los insectos se consiguen mediante la inclusión de:
 - Lucetas y ventanas provistas de cristales y mosquiteros.
 - Puertas y ventanas sin hendidias o resquicios. (García y Ayuga, 1993)

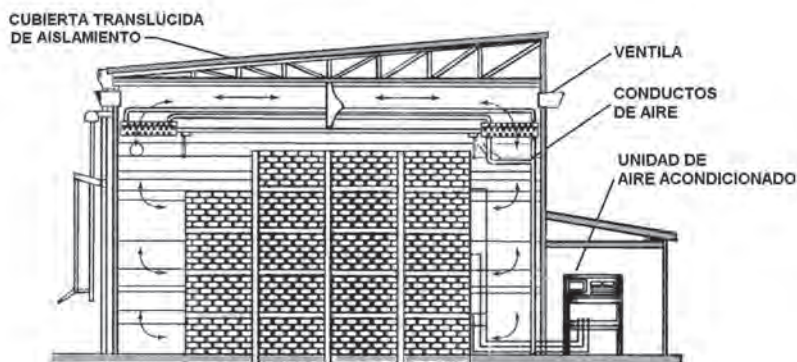


Figura 3.5. Ilustración de los principales mecanismos de ventilación e iluminación natural con que se dotan los contornos de una bodega para almacenar productos vegetales.

Estabilidad de los muros

Los muros de contorno en las bodegas para grano se verán eventualmente exigidas a nivel crítico, a causa del empuje horizontal provocado por el almacenamiento de los materiales a granel o en pacas, por lo que tal requerimiento determina significativamente la concepción de dichos muros.

- El perfil lateral de los muros ha de tener forma trapezoidal dejando la cara interior totalmente vertical.
- La cimentación habrá de contar con una solera en grava, de 20 cm de espesor y una sobrecapa en concreto simple de dosificación 1:2:3, con 10 a 15 cm de espesor.

Adicionalmente, en la corona del cimiento se habrán de interponer juntas impermeabilizantes o aplicar morteros con impermeabilizantes integrales (Fuentes, 1974).

- Las paredes divisorias se constituyen en madera o ladrillo con un espesor de 15 cm.

Silos

Forma

Los silos de tipo agroindustrial, también conocidos como silos-torre, se proyectan como depósitos verticales en forma cilíndrica o prismática, frecuentemente en concreto o acero y montados sobre armazones en estrecha conexión con el fondo de los mismos depósitos.



Figura 3.6. Silo vertical constituido de láminas de acero, equipado con un ducto o tren elevador para su carga y una tolva inferior para su descarga. Son de uso frecuente en las plantas de proceso.

Elección

Los silos metálicos son de instalación rápida, más portátiles y mecanizables, en relación con los silos de concreto, pero cuentan con la desventaja de tener paredes muy termo sensibles y atacables por los ácidos (Carretero y colaboradores, 2002).

Dimensiones

Halley (1992), plantea expresamente las siguientes pautas para precisar la geometría de los silos-torre:

- Profundidades: 3 a 15 metros.
- Diámetros: 5 o 6 metros.
- Espesor de las paredes: 10 a 20 cm.
- Inclinação de las paredes de las tolvas, que son los embudos de descarga: entre 20 y 60 grados.
- Elevación del fondo: 2 a 4 metros.

Construcción

Ya se ha previsto que los materiales a los que más se recurre para la constitución de los silos-torre son el concreto y el acero; veamos las principales normas constructivas cuando se trabaja con el concreto:

- Material convencional: Concreto simple denso y compacto, de dosificación 1:2:3.
- Refuerzo del concreto: Barras anulares N°. 3, colocadas cada 25 cm y trenzadas con barras verticales N°. 3, colocadas cada 100 cm.
- Técnicas de conformación: Formaletas desmontables o deslizantes que cubren alturas hasta de 1 metro. Otra alternativa diferente es constituir directamente los contornos del silo recurriendo a la colocación de bloques prefabricados y reforzados con cinturones de acero.
- Cobertura de protección: En los silos forrajeros se especifica recubrir las superficies interiores con una capa vitrificada de solución anti-ácida (fluosilicatos), a fin de preservar la calidad final del material almacenado.

Operación

En los silos-torre se vuelve un asunto indispensable automatizar el funcionamiento, para lo cual la opción más practicable es instrumentar la carga superiormente, con elevadores de cadenas sinfines o de cangilones y la descarga inferiormente, por la acción de la gravedad.

CONSTRUCCIONES PECUARIAS

4.1 CRITERIOS GENERALES

Los albergues de ceba y producción más conocidos en nuestro medio son:

- **Los establos**, usualmente concebidos como las naves de producción de las vaquerías o los hangares de reposo de las boyerizas.
- **Las porquerizas**, también designados como cocheras o pocilgas.
- **Los galpones**, que adoptan la forma de casetas o jaulas según el propósito del gallinero donde se encuentren.
- **Los apriscos**, entre los cuales se destacan las cabrerizas.
- **Los estanques piscícolas.**

La inversión realizada en la adecuación de cualquier albergue para animales domésticos, adquiere plena justificación en la medida que se consagren ciertas normas indispensables para la obtención de niveles altos de producción, rendimiento y sostenibilidad en los negocios correspondientes.

Emplazamiento adecuado

El lote que se destine a la construcción de un alojamiento pecuario ha de cumplir con las siguientes condiciones generales:

- Buen suministro de agua, luz y alimento.
- Libre del predominio de inundaciones y ventarrones.
- Con fácil acceso para los operarios.
- A una distancia prudencial de los núcleos poblacionales para evitar interferencias mutuas.

Espaciamiento óptimo

De acuerdo con Maton (1975), cuando se utilizan áreas de alojamiento insuficientes, el hacinamiento de los animales perjudica la sanidad y el crecimiento. De otro lado, si se reservan áreas muy amplias, el desplazamiento excesivo de los animales desperdicia la energía.

Ambiente controlado

Maton (1975), también predice que en los albergues animales se deben adoptar niveles apropiados de temperatura, humedad, ventilación e iluminación mediante el uso de:

- Una orientación locativa provechosa.
- Adecuadas barreras de protección mecánica en forma de pisos, techos o paredes.
- Aislamientos térmicos apropiados.
- Suficientes entradas de aire y luz natural.

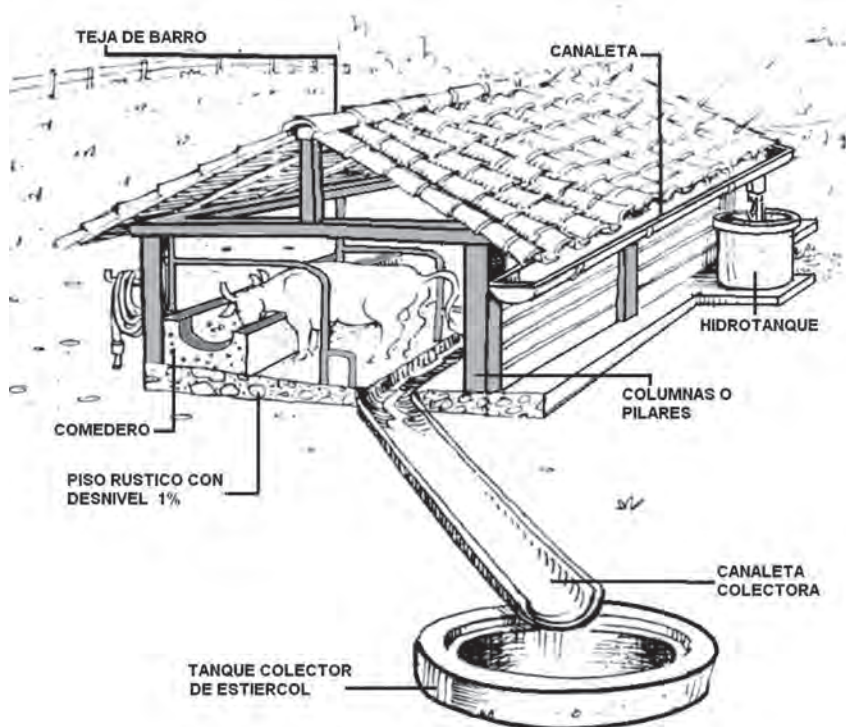


Figura 4.1. Estructuración de una pequeña nave para estabular 10 vacas lecheras.

Funcionalidad operativa

Todos los habitáculos para el alojamiento animal habrán de contar con un manejo de sistemas eficientes de alimentación y deyección que redunden en el buen desempeño de las labores productivas dentro de cada unidad administrativa (Maton, 1975).

Construcción y mantenimiento a bajo costo

Es importante considerar el aspecto estrictamente económico en la adopción de un albergue animal; el nivel de gastos para las adecuaciones locativas habrá de ser a futuro, ampliamente rebasado por el volumen de ingresos del negocio.

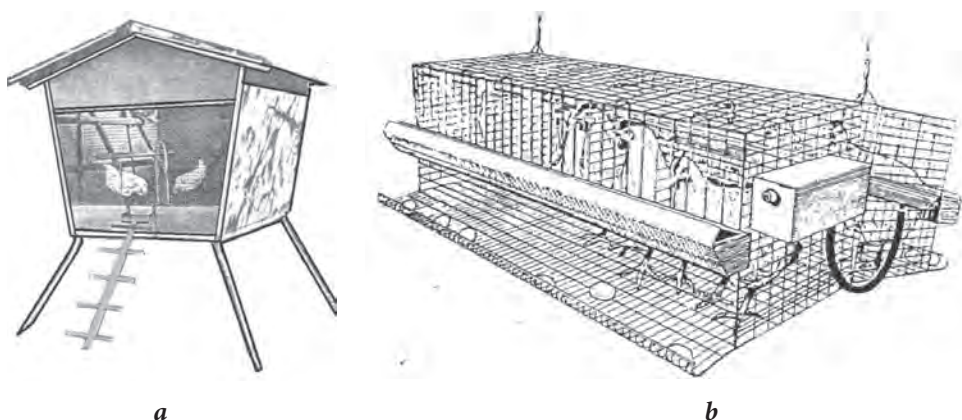


Figura 4.2. Dos versiones alternas para concebir la caseta de un gallinero.
a) Como un pequeño galpón de finca. b) Como una jaula empresarial avícola.

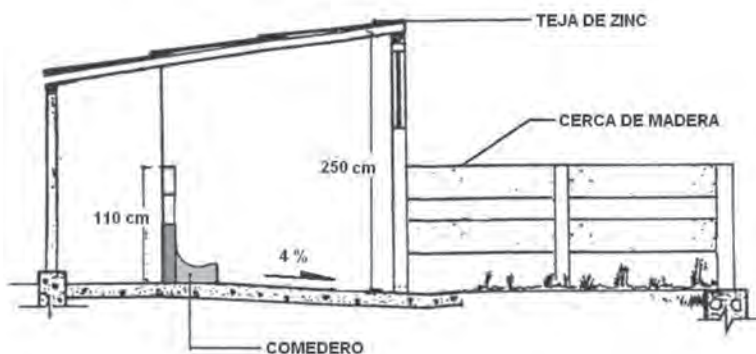


Figura 4.3. Corte de una cabreriza dotada de pasillo de servicio, plaza de alimentación y parque de pastoreo.

4.2 TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO

Asignación de espacios

Ya se ha expresado que un dimensionamiento óptimo de las áreas de alojamiento animal repercute sensiblemente en la respuesta positiva de la productividad para las explotaciones pecuarias.

Seguidamente, se presenta una tabla que reúne algunas prácticas de gran valor a fin de facilitar la toma de decisiones acertadas, si se desea elegir racionalmente el tamaño de las dependencias en los principales albergues animales.

Tabla 4.1. Parámetros de espaciamiento para los principales albergues pecuarios.

Requerimiento	Plaza		
	Long (m)	Ancho (m)	Área (m²)
Reses			
Cubículos (vacas)	1.50 – 2.20	1.10 – 1.20	1.65 – 2.65
Pasillos de servicios	---	1.50 – 3.50	---
Reposo (semi estabulación)	---	---	4-6
Ejercicios (semi estabulación)	---	---	7-9
Comederos	0.40-0.80	0-50	---
Abrevaderos	0.05	0-50	---
Ordeño (sala)	2.30-2.50	0.80-0.85	1.84-2.10
Partos (sala)	---	---	0.08-0.10
Cubículo (ceba)	1.70-2.00	1.10-1.70	1.5-3.5
Puercos			
Lechón (cría o recría)	---	---	0.4-0.6
Ceba	---	---	0.6-0.8
Cerda gestante	---	---	1.0-2.0
Cerda lactante y camada	---	---	4.0-6.0
Verracos	---	---	5.0-10.0
Alimentación	0.15-0.50	0-40	---
Pasillos	Aumentar el área estimada entre un 30 y 50 %.		
Cabras			
Cabritos (1 a 2 meses)	---	---	0.30-0.40
Cabritas (2 a 7 meses)	---	---	0.60-0.90
Hembra de cría	---	---	1.50-1.70
Macho reproductor	---	---	3.00-5.00
Comederos	0.35	0-40	---
Estabulación trabada	1.00	0.60-0.70	---
Gallinas			
Aves de cría	---	---	0.10
Aves de recría	---	---	0.20
Pollos de carne	---	---	0.05
Ponedoras	---	---	0.13-0.25
Alevinos			
Trucha y cachama	---	---	2
Tilapia y mojarra	---	---	1
Carpa	---	---	0.10

Fuentes, 1979; Maton, 1975; Rivera, 1979 y Halley, 1992.

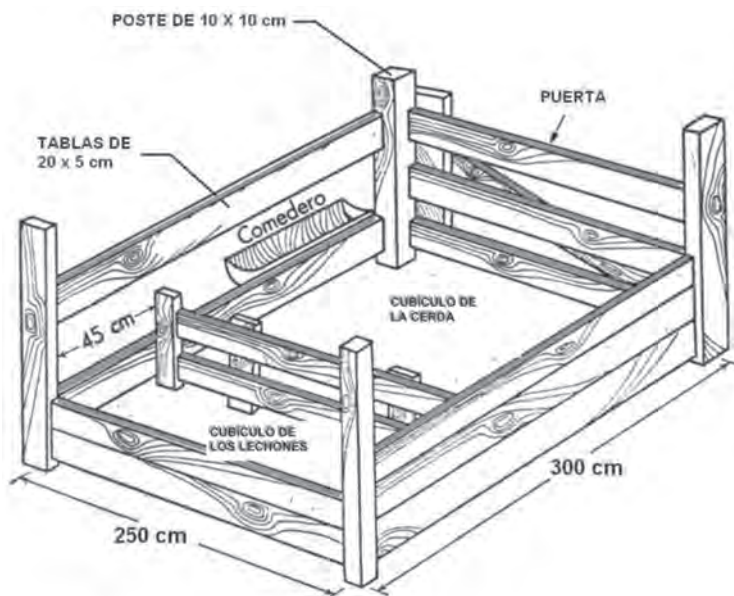


Figura 4.4. Dimensiones mínimas en un corral de cría para cerdas.

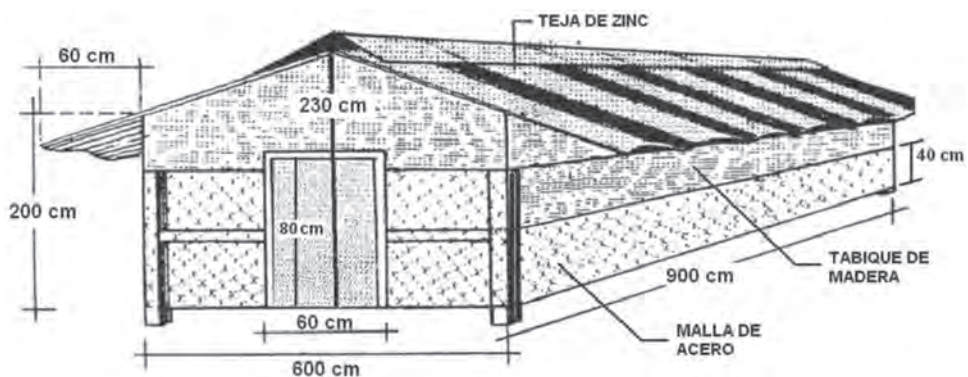


Figura 4.5. Modelo típico del galpón en una granja avícola.

Regulación térmica

Una combinación idónea del aprovechamiento de la radiación solar con la interposición de barreras artificiales de protección, trae como resultado la obtención económica de ambientes de confinamiento sanos y agradables para los animales de producción.

Orientación locativa

De acuerdo con Fuentes (1974), atender esta recomendación implica aplicar dos criterios generales como son:

- **Insolación**

- En las regiones cálidas, el eje longitudinal de los albergues se dispone en dirección este-oeste, mientras que en las regiones frías el eje longitudinal se dispone en dirección norte-sur.
- Cualquiera de estas dos disposiciones debe ir complementada con la conformación de amplios aleros en los techos de las naves y casetas, a fin de prevenir el acceso sesgado a los albergues de algunas radiaciones y ventiscas perjudiciales.

- **Vientos**

- Habrán de incluirse si es necesario, barreras cortavientos conformadas con plantaciones de ciprés, espinos, suinglias y guandul entre otros árboles de enredadera.

- **Barreras de aislamiento**

- Los elementos convencionales predilectos para aislar artificialmente el espacio interior de los albergues animales son los muros en forma de bardas y las cubiertas de techo.

- **Muros**

- En las regiones cálidas, los cobertizos son mas altos y amplios que en las regiones frías.
- La altura de los muros de cierre es de 2 a 3 metros.
- La altura de las cercas y los separadores es de 1.0 a 1.5 metros.
- Los anchos totales de los cobertizos es de 10 a 16 metros.
- Los muros de cierre tendrán un espesor de 15 cm y se elaboran instalando en saga ladrillos perforados longitudinalmente o bloques de hormigón celular. En ocasiones, se busca mejorar la durabilidad de estos muros revocándolos con mortero hidráulico o silicona.
- Los muros de cierre también podrán elaborarse ensamblando paneles prefabricados, con espesores menores a 15 cm. Cada uno de los paneles se conforma con dos capas externas de fibrocemento o PVC y una capa interior de poliestireno o poliuretano.

- **Cubiertas**

Fuentes (1974), plantea que la técnica más eficiente para tender el tejado en una nave de producción se remite al uso de placas comerciales de eternit o zinc.

- Las placas de fibrocemento suelen adquirirse en conjuntos formados por láminas prefabricadas con ondulaciones de diferente

tamaño. Las placas se instalan colocando las de onda grande encima y las de onda pequeña abajo. También se aconseja emplear en este sistema cielos falsos en madera.

- Las placas de zinc se emplean recubiertas con pintura plástica para mejorar su poder de reflexión solar, usando una mezcla de la siguiente preparación:
 - Lechada de cal espesa: 10 litros
 - Sal común: 2 Kg.
 - Polvo alumbre: 100 g.
 - Azúcar: 300 g
- Como medidas complementarias, se sugiere emplear en las fachadas amplios aleros con una extensión entre 1 y 2 metros y plantar alrededor de los andenes del albergue, árboles de sombrío y cobertura vegetal.

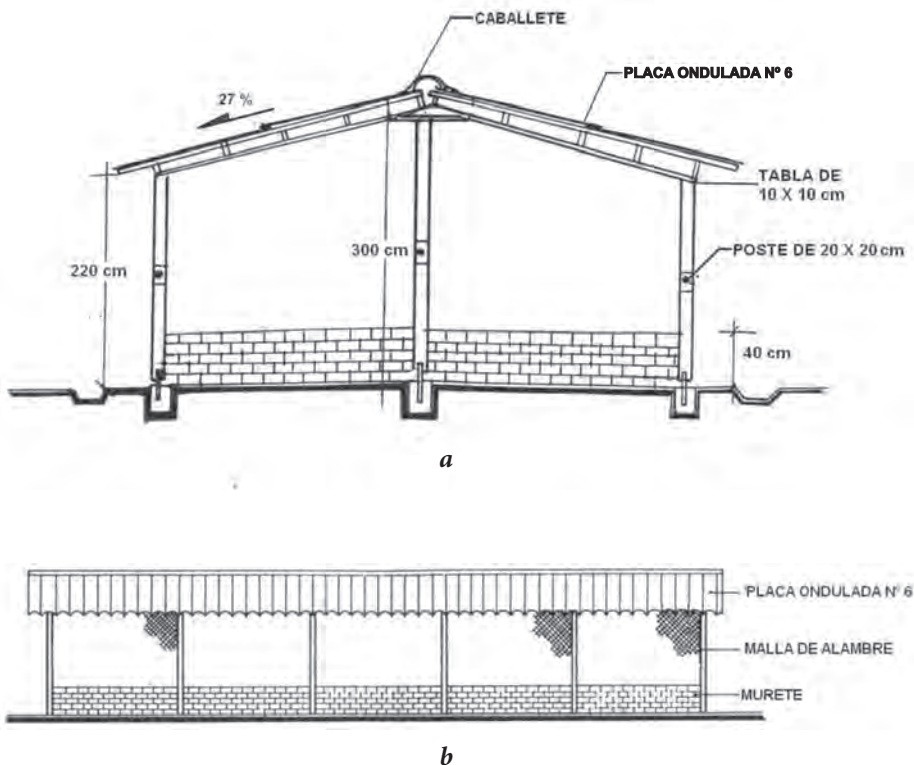


Figura 4.6. Descripción gráfica de la cubierta y el cerramiento en la caseta de un gallinero.
a) Fachada transversal. b) Fachada longitudinal.

Sistemas de alimentación

Dentro de todo el catálogo de especificaciones observadas a efectos de lograr el total acondicionamiento de los alojamientos pecuarios, el equipamiento para el suministro alimentario es quizás el que exige una descripción más escrupulosa, por lo que se procede a presentar sus alternativas de selección separadamente, según el tipo de población animal por estabular.

- **Reses**

En las estaciones ganaderas ofician como instrumentos para el suministro de alimentos desde extensas praderas de pastoreo hasta pequeños receptáculos de madera para la sal.

- *Potreros*

Son terrenos arados, bien drenados, regados, desmalezados, encalados cada año y fertilizados cada dos años. Estos lotes no sólo sirven como praderas de pastoreo, también sirven como parques de reposo y ejercicio para los animales.

Los materiales más utilizados en la siembra de los potreros son cultivos combinados de hierbas gramíneas, tales como gramas, puntero, kikuyo, poa, festucas, pangola y plantas leguminosas, como el trébol, pega-pega, kudzu, vellosa, veza y amorseco.

Los dispositivos menores que completan la adecuación de un potrero son los saladeros, los bebederos y árboles de sombrío plantados a lo largo de las cercas; estas cercas cuentan con una altura entre 70 y 100 cm.

- *Heniles*

Halley (1992), propone como dimensiones globales de estas despensas de forraje seco y fresco:

- Profundidad: 1.30 a 1.80 metros.
- Ancho de ataque: 1 metro por cabeza adulta atendida.
- Avance diario del consumo: 10 cm de espesor.

- *Comederos*

Aparecen en forma de canales circulares recostados sobre las paredes de los establos y se emplean para la provisión de forrajes, sales concentradas y líquidos. Halley (1992), también propone para estos dispositivos, como dimensiones típicas las que siguen:

- Longitud: 60 cm por cabeza atendida.
- Ancho: 50 cm.
- Profundidad: 40 cm.
- Altura de borde: 60 cm.

• Puercos

En las porquerizas, el amoblamiento para la provisión del alimento suele estar anclado solidariamente a los muros .

- Según Martínez (1986), los comederos y bebederos en forma de canales circulares al pie de las paredes, cuentan con las siguientes dimensiones típicas:
 - Longitud: 30 cm por cada cerdo.
 - Ancho: 40 cm.
 - Profundidad: 20 cm.
- Los bebederos como válvulas automáticas, se instalan a 20 cm de altura sobre el suelo.

• Gallinas

A diferencia de lo que ocurre en los establos y porquerizas, en las casetas de los gallineros no se anclan estructuras estáticas para el suministro de alimentos, sólo se incluyen dispositivos livianos y en muchos casos desmontables.

- Normalmente, los comederos y bebederos son cada uno de 1 metro de longitud y 15 Kg de capacidad. Se fabrican en madera o fibrocemento y se instalan colgantes a la altura del cuello de las aves.
- Las pilas de abono son cajones de $1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ y se emplean para convertir los residuos orgánicos de las fincas en compost, lombrices e insectos, que son apetitosos bocados proteicos para las gallinas.

Se estima que se requieren unos dos comederos-bebederos y 6 pilas de abono por cada 50 gallinas ponedoras.

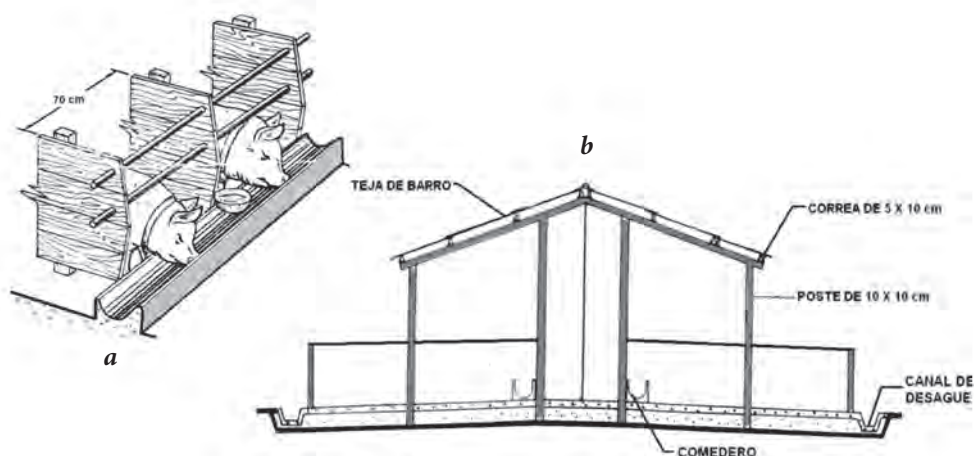


Figura 4.7. Conformación de las plazas de alimentación en una porqueriza para ceba.
a) Detalle en perspectiva. b) Corte general.

Sistemas de deyección

La consideración de sistemas eficientes y cómodos para la disposición y el aprovechamiento del estiércol se vuelve más indispensable cuanto más voluminosa sea la carga de residuos producida; es por ello que las presentes pautas de selección se centran en el examen de los sistemas empleados en las estaciones ganaderas de un tamaño apreciable.

Estructura de deposición

Paulatinamente, los pisos de concreto con declive hacia un canaleta de desagüe, le han ido cediendo el paso a los eficientes pisos emparrillados, con una serie de traviesas paralelas en hierro, concreto reforzado o madera que se sitúan por encima de una fosa estercolera o de purín.

Adopción del emparrillado o la rejilla

La condición de diseño requiere que los animales caminen firmemente pero que los excrementos sólidos pasen libremente a la fosa.

Tabla 4.2. Medidas para la conformación de las rejillas que cubren las fosas de purín.

Necesidad	Traviesas	
	Diámetro (mm)	Separación (mm)
Terneros con menos de 6 meses	75	22-25
Terneros con más de 6 meses	100	35
Vacuno adulto	150	45
Cerda y camada	50-60	15
Cerdo (ceba y gesta)	60	22
Gallinas	2	1
Conejos	2-3	1

Maton, 1975.

En general, la distancia entre los ejes de las traviesas consecutivas es de 3 a 4 veces la separación entre dos traviesas.

Para grandes superficies de estabulación ganadera, las traviesas deben ir apoyadas en vigas colocadas cada 2 o 3 metros. También es recomendable que en las plazas de alimentación las traviesas se dispongan paralelamente a los comederos.

- Adopción de la fosa

La capacidad de la fosa designada como V_F , se estima como la mitad del volumen del estiércol producido en un año por un solo individuo.

$$V_F \text{ (m}^3\text{)} = \frac{Pe \text{ (Kg)}}{650}$$

Siendo Pe_o el peso del estiércol producido en un año por cada cabeza adulta estabulada.

Tabla 4.3. Cantidad media del estiércol producido por cada animal en un año.

Necesidad	Peo (Kg)
Ternero	10000
Vaca	12000
Cerdo	1200
Ovino	700
Gallinas	60

Fuentes, 1974.

El dimensionamiento de la fosa se completa con las siguientes disposiciones:

- Emplazamiento en la parte baja de la granja, a un nivel más bajo de las fuentes de agua y preferiblemente dotada con cobertizo provisional para mitigar la severidad de las lluvias y el sol.
- Profundidad total entre 0.50 y 2.00 metros.
- Pendiente del fondo entre el 1 y el 5 %.
- Alternativas de conexión entre la fosa y el tanque estercolero:
 - Tabique o vertedero de 40 cm de altura.
 - Compuerta o pala metálica de 20 cm de altura.
 - Cloaca central y válvula manual.
- Plataforma de relevo como una capa en concreto simple de 12 cm de espesor; con una superficie de 0.50 m² por cada cerdo o de 3.00 m² por cada res y con juntas de dilatación cada 4 metros, también con impermeabilización integral (Fuentes, 1974).

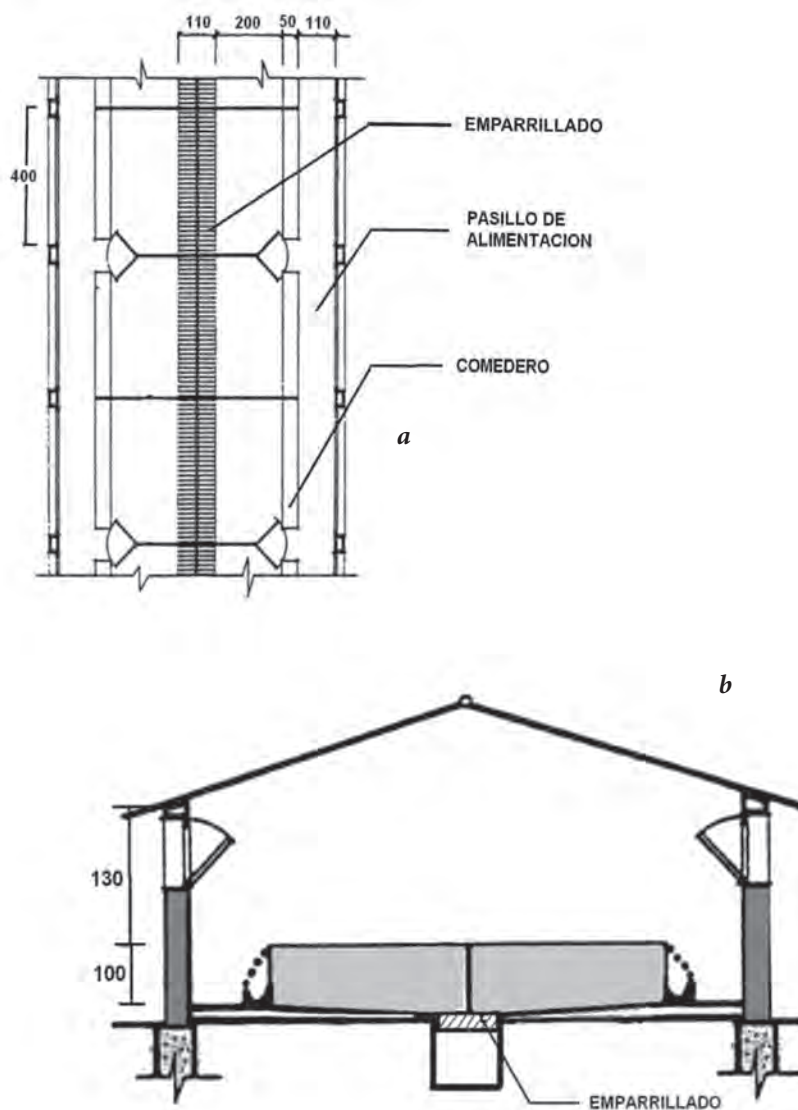


Figura 4.8. Piso de los cubículos parcialmente emparrillados, en una porqueriza para ceba (Medidas en cm). a) Planta. b) Corte.

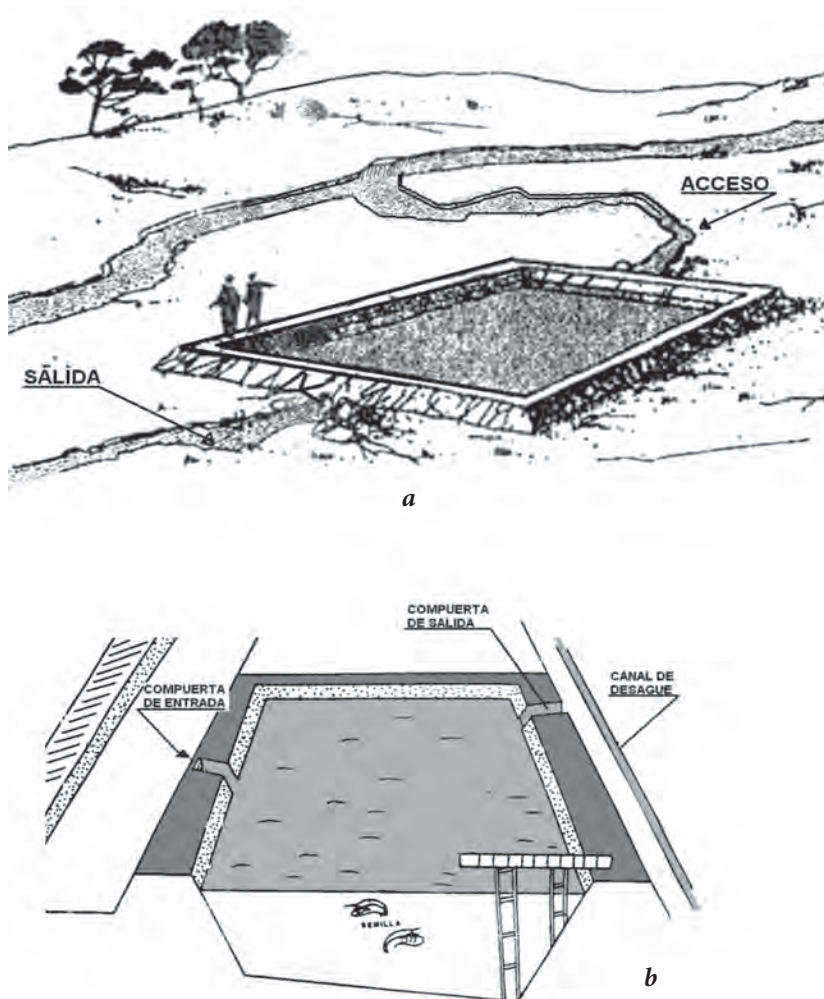
Estanque piscícola típico

Por representar los estanques piscícolas casos sui géneris dentro de la gama de alojamientos animales inicialmente definida, se decide tratarlos como un capítulo aparte, señalando, a manera de información escueta, sus principales especificaciones constructivas.

- Superficie de los espejos de agua: Entre 100 y 500 m².
- Profundidad del agua: Entre 50 y 150 cm. Con esta medida se busca controlar el crecimiento excesivo de las malezas, evitar la excesiva oscuridad en el fondo y prevenir accidentes para los operarios y los visitantes ocasionales (Corporación Autónoma Regional del Quindío).
- Fondo: Plano, descapotado e impermeabilizado con una capa de 15 cm de espesor, en barro arcilloso. También se suele emplear para reforzar este efecto, la interposición de un paño de tela asfáltica calibre N°.6.
- Dique o presa: Elaborada con tierra arcillosa y de forma trapezoidal, con la base integrada al fondo. Con borde libre de 50 cm y taludes sembrados con gramíneas o añiles.

Se recomienda usar como proporción entre el ancho de la base del dique (b) y su altura (h), la relación $b = 3h$.

- Desagüe: Elaborado con ductos de manguera o en PVC de 2, 3, 6 u 8 pulgadas de diámetro, rejillas de protección y cajas de vaciamiento gradual o monjes (Corporación Autónoma Regional del Quindío)
- Toma: En forma de canal de derivación a contracorriente o en U, respecto al río que suministra las aguas. Nivel hidrométrico 40 cm mayor al del estanque con una compuerta, una rejilla de protección y dos o tres ductos de 2 pulgadas de diámetro.
- Vertedero de excesos: Conformado por un canal con declive suave y una garganta con borde a 50 cm por debajo de la corona del dique.
- Elementos accesorios: Cajas de control, canales de pesca, comederos en forma de bandejas con un área de 80 x 50 cm e instaladas a 50 cm de profundidad.
- Abonamientos: Se utilizan dos tipos de aplicaciones, a saber:
 - *Antes del llenado* se riega en el fondo cal agrícola a razón de 1 kilo x m². Esta aplicación se repite periódicamente durante todo el ciclo productivo a razón de 10 kilos x semana.
 - *5 a 10 días antes de la siembra* se aplica en unas canastas ubicadas estratégicamente dentro del estanque, estiércol bien descompuesto y desmenuzado, preferiblemente porquinaza, gallinaza, bobinaza o en su defecto abones concentrados de las dosificaciones 10: 30: 10 o 6: 26: 6: 2. Esta aplicación se repite periódicamente durante todo el ciclo productivo a razón de 50 a 100 gramos x m² de fondo x semana (Corporación Autónoma Regional del Quindío).



*Figura 4.9. Dos alternativas para disponer del agua en un estanque piscícola.
a) Desde un río. b) Desde un reservorio.*

ENTABLES PANELEROS

5.1 DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN

Un entable o estancia panelera corresponde al local donde se realizan una serie de operaciones, con el objetivo primordial de transformar el jugo natural de algunas variedades de la caña de azúcar, en una edulcorante y nutritiva pasta endurecida que en el país se conoce como Panela.

Esquema del proceso panelero tradicional

El proceso para la obtención de la panela en nuestro medio tiene un aire profundamente artesanal y usualmente se considera dividido en siete etapas generales, las cuales se ilustran a continuación.

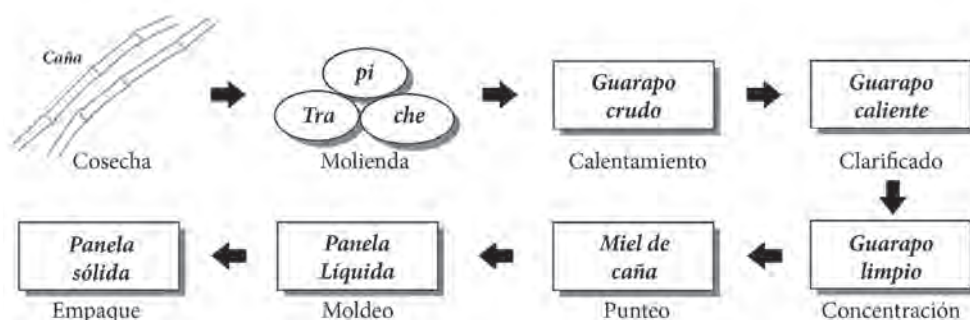


Figura 5.1. Esquema general de la producción panelera en Colombia.

0. Apronte, traslado y acumulación de la caña cortada cerca al trapiche.
1. El jugo extraído de la caña de azúcar, recibe el nombre de guarapo y está compuesto por miel, agua y la cachaza o afrecho.
2. El jugo es calentado para causar la separación de la cachaza.
3. El jugo se limpia o descachaza.
4. El jugo se sobre calienta para obtener la miel concentrada.
5. La miel está a punto de ser moldeada.
6. Se obtiene la panela terminada.

Descripción ampliada de las operaciones

Se presentan indicadores dentro del proceso panelero, tales como los niveles de concentración, la temperatura, la acidez de los jugos cuya referencia adquiere gran relevancia para propósitos de estandarizar el desarrollo y el resultado de algunas operaciones en beneficio de la calidad del producto final.

Apronte o Aproximación

De las observaciones de campo se ha determinado que el periodo más frecuentemente empleado para la recolección, el transporte y la acumulación en el depósito del trapiche de la caña cortada, dura entre 2 y 5 días, según el estado de madurez en que se coseche la caña.

Extracción de jugos o molienda

Para la obtención del guarapo o jugo crudo y el bagazo, se ha estimado un rendimiento del 50 al 60%; esto se traduce en que por cada 100 Kg de caña molida se extraen entre 50 y 60 Kg de jugo según la variedad empleada, el tipo de trapiche y el tiempo de apronte (Quiñónez y Quintero, 1970).

Limpieza de jugos o clarificación

El retiro de impurezas del jugo tales como tierra, insectos, hojas, bagacillo, colorantes, materia orgánica y hasta burbujas de aire, se realiza por medios físicos y bioquímicos que incluyen el filtrado, la decantación y el calentamiento con la adición de flocculantes vegetales, lechadas de cal viva o fosfatos monocalcicos (clarifos).

Las fases de esta operación son:

- Prelimpieza o filtrado en frío.
- Encalados del jugo hasta pHs entre 5,2 y 6,0
- Fosfatado del jugo, con clarifos, a 40° C y pH = 5,8. Se añaden entre 60 y 80 gramos de clarifos por cada 100 litros de jugo (ICA, 1981).

- Doble floculación (aglutinación superficial) y descachazado entre los 60 y 70° C, para retirar la cachaza negra y entre los 75 y 82° C, para retirar la cachaza blanca.

Concentración o evaporación

La elevación del contenido de azúcares o sacarosa en el jugo, desde un 20% hasta un 86%, se logra calentándolo hasta 100° C y manteniendo su pH por debajo de 6,0 para lo cual se termina de retirar la cachaza blanca.

Posteriormente, el guarapo se traslada por paleo, a través de una serie de pailas colocadas en línea para obtener al final la miel concentrada.

Punteo o batido

La incorporación de aire a las mieles en presencia de calor ($T > 100^{\circ} \text{C}$) mediante paleo manual y continuo.

Se recomienda durante el desarrollo de esta operación:

- Agregar un poco de cebo o aceite vegetal (Higuerilla) para que la miel no se pegue a la paila (ICA, 1981).
- Constatar que la miel alcance el punto de moldeo, si da una consistencia pastosa o semifluida.

Moldeo y empaque

La consolidación, conformación y presentación del producto final se efectúa a una temperatura entre 120 y 30° C. Los requerimientos que demanda el cumplimiento de esta labor son de índole mercantil y se sintetizan a continuación.

- **Forma de los moldes:** Cuadrada o circular.
- **Capacidad por molde:** 350 a 500 gramos (1 libra).
- **Tipos de embalaje:** Cajas de cartón o madera, hojas de caña o plátano, costales de fique, chuspas de plástico termo encogible y películas de aluminio. Los dos últimos materiales cuentan con las ventajas adicionales de ser impermeables, reutilizables e inertes respecto al producto.
- **Capacidad por empaque:** 40 y 96 unidades, lo cual se conoce como una carga (ICA, 1981).
- **Humedad de almacenamiento:** 7 a 10%
- **Tiempo máximo de almacenamiento:** 8 meses

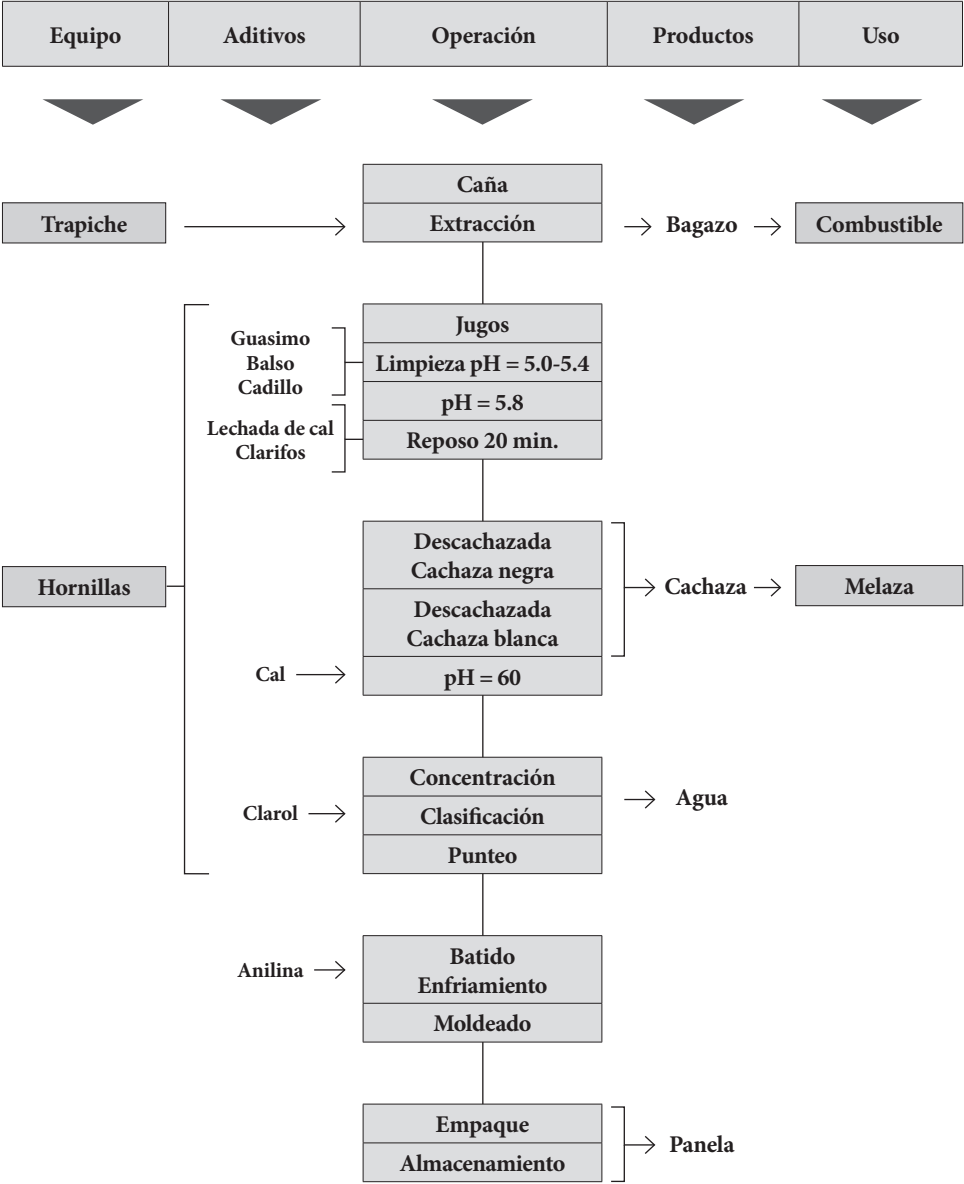


Figura 5.2. Proceso detallado del sistema de producción panelera.

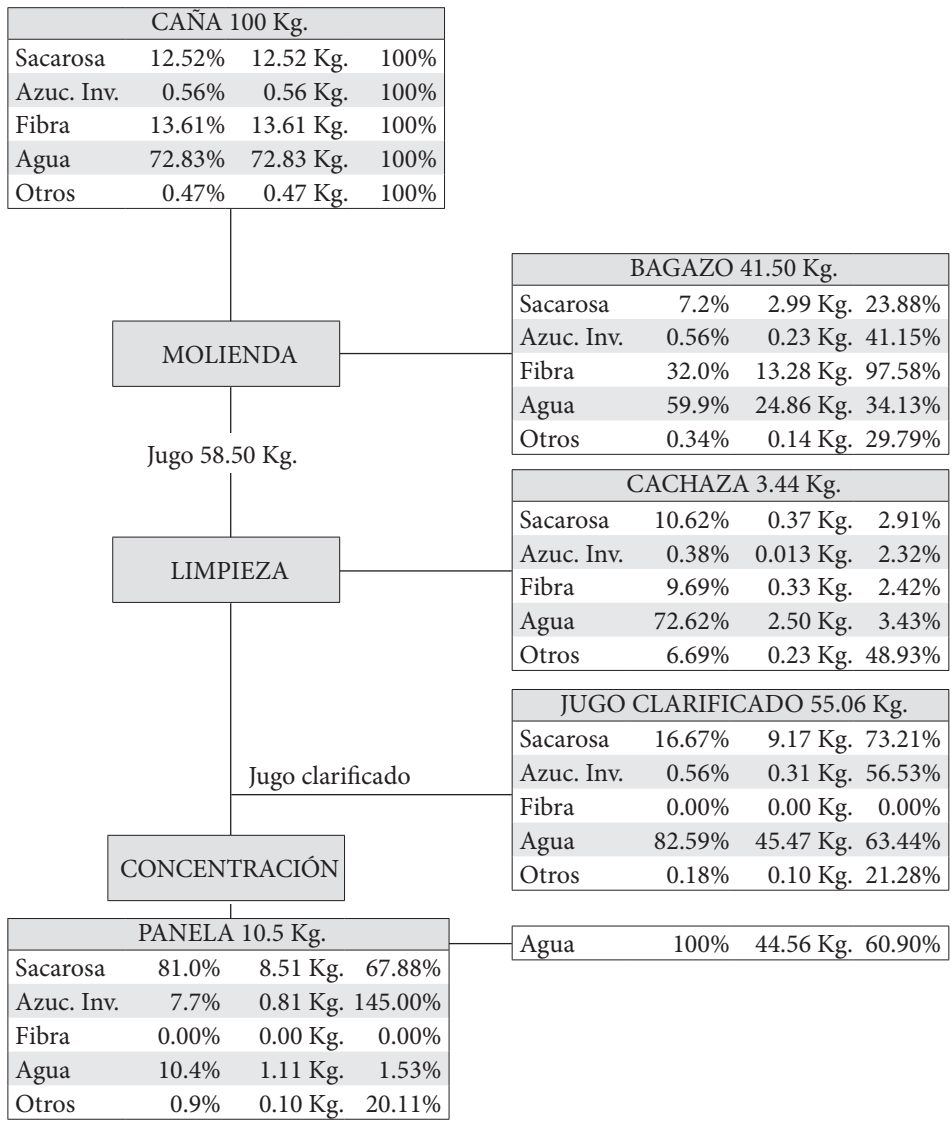


Figura 5.3. Balance de materiales en el proceso de fabricación de la panela.

García y Moreno, 1979.

5.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Se pasa ahora a la descripción de los aspectos constructivos del entable, explorando en primer término la planeación física del local, para posteriormente identificar las principales características de los equipos utilizados en el proceso panelero.

Distribución del Entable

La planta física de un entable panelero debe contar con un ordenamiento que armonice con la lógica y la sencillez de sus operaciones productivas. Siendo éste el criterio, se habrá de distinguir claramente el siguiente conjunto de áreas de trabajo.

- El andén o patio de aprontamiento.
- La zona del Trapiche, el cual tiene como componentes básicos un motor, una banda y un molino.
- La zona del Horno, localizada lejos del depósito de combustible y compuesta por un túnel, la parrilla, el cenicero, la chimenea, el ventilador, el cárcamo o desagüe, el tren de calderos y pailas y un andén de trabajo.
- El cuarto de moldeo, que se dispone lejos de la bagacera y se amobla con una mesa gavetera y sus moldes.
- El depósito de panela o bodega del producto.
- El depósito de combustible, el cual puede ser bagazo, leña, ACPM, llantas o tusa entre otros materiales. Es recomendable dejar secar el bagazo en el depósito por unos 30 o 40 días antes de ser usado como combustible.
- Un depósito de herramientas.
- Los cuartos de servicios complementarios, que facilitan las actividades relativas a la higiene, la sanidad y la celaduría del local.

Se prescriben además como características globales en cuanto a la estructuración del entable:

- Localización céntrica, respecto al cultivo.
- Tamaño proporcional al volumen de la producción obtenida.
- Cobertizo dotado con techo liviano y piso rústico.

Listado del Equipo

El amoblamiento mínimo en un entable panelero está representado por el siguiente grupo de elementos:

- Molino
- Hornillas
- Recolector de bagazo
- Conducciones de guarapo
- Tanque guarapo con su coladera o filtro
- Tanque descachazador
- Calderos o limpiadores
- Pailas mieleras o evaporadores

- Mesa gavetera
- Utensilios varios tales como remellones, mecedores, pesadores, cucharones y bateas.

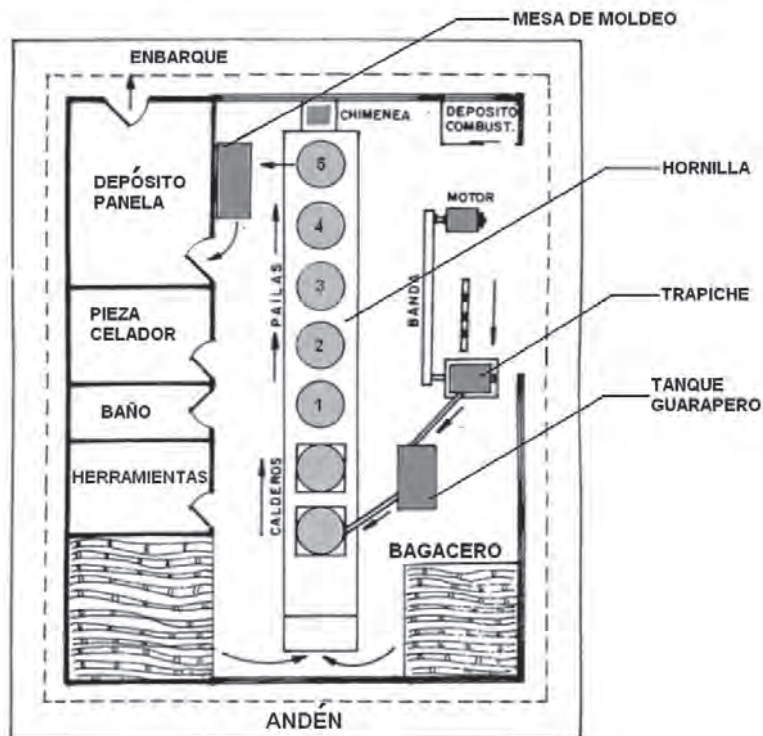


Figura 5.4. Estancia panelera tipo Antioquia, Nariño.

Especificaciones de los equipos

Se expone a continuación, una síntesis de los principales parámetros para evaluar el desempeño de los equipos de molienda y cocción utilizados en la fabricación de la panela.

Molinos del trapiche

- Diseño: Juego de mazas, ejes y engranajes
 - Los trapiches tecnificados cuentan con 3 mazas horizontales y son accionados con motor de ACPM
- Capacidad de molienda: 1 a 30 ton/día.
- Velocidad de giro: 8 a 10 rpm.
- Calibración de las luces entre mazas: En las cañeras 8 mm; en las bagacera 3 mm (Mejía, 1976).

- Rendimiento: 1 @ de caña entrega 10 libras de jugo y 4 libras de bagazo.
- Condiciones de operación: Perfecto anclaje, nivelación, lubricación y aislamiento entre el aceite y el guarapo (Quiñónez y Quintero, 1970).

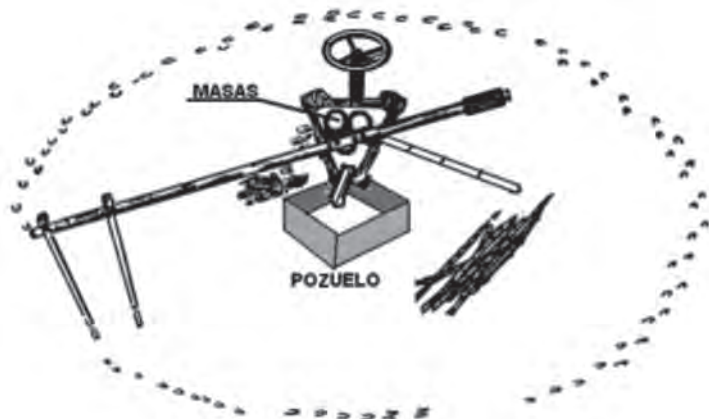


Figura 5.5. Molino vertical de tracción animal forjado en hierro.

Quiñónez y Quintero, 1970.

Hornilla o Estufón

- **Diseño:** Túnel de combustión por debajo de los calderos o pailas pero por encima del cenicero y el cárcamo; dotado con una chimenea o respirador en su extremo final.
- **Longitud:** 5 a 15 metros, según el volumen de la producción y las dimensiones de las pailas.
- **Parrilla:** Reja metálica de 50 a 150 cm de largo.
- **Chimenea:** Pirámide de ladrillo con altura del 60% de la longitud del túnel.
- **Combustible:** El bagazo seco por excelencia. Se estima que con el 66% del bagazo producido se cocina la cantidad de jugo que se obtenga. El carbón mineral que es usado en los entables grandes cuyas producciones están entre 200 y 500 Kg por hora de panela. Otras opciones son el ACPM y la leña.

Tanques Guaraperos

- Colector: Cájón en madera o cemento colocado entre el trapiche y el horno.
- Mecanismos de limpieza: Sedimentador o ripladero de fondo y cedazo o tanque prelimpiador en acero inoxidable, que se sitúa por delante del colector.
- Se debe tomar como precaución, no omitir o demorar la limpieza del guarapo para evitar su fermentación.

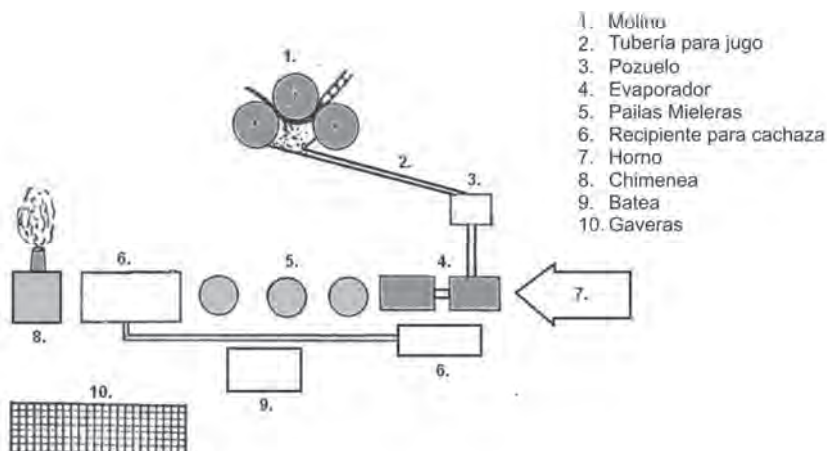


Figura 5.6. Esquema de una hornilla panelera.

Buenaventura, 1986.

Tanque Descachazador

Concepción: Recipiente de madera colocado al lado del horno para depositar y conducir al abrevadero la cachaza o la melaza.

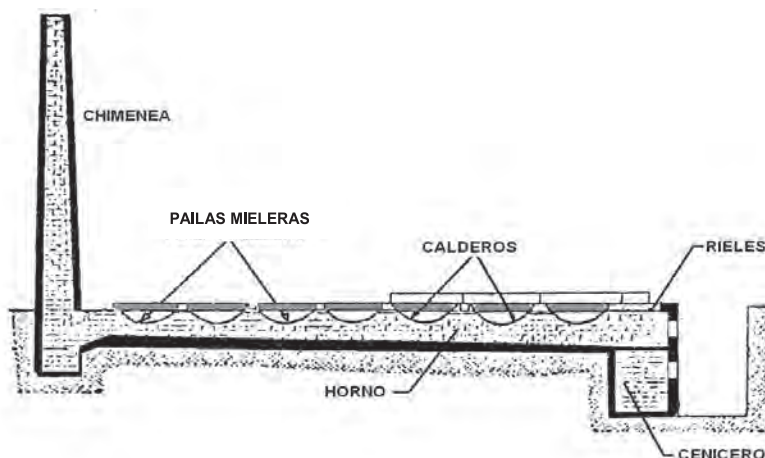


Figura 5.7. Elementos de la hornilla típica colombiana.

ICA, 1981.

Calderos

Son dos o más recipientes rectangulares o hemisféricos, fabricados en lámina de hierro con un espesor entre 1/8 y 1/16 de pulgada, con bordes protegidos con falcas de aluminio y que se mantienen en contacto con el fuego.

Pailas Mieleras

Son de 3 a 5 recipientes similares a los calderos. De ellos hace parte la batea de mieles que es poco honda, elaborada en madera, y solo sirve para batir y enfriar la miel antes del moldeo.

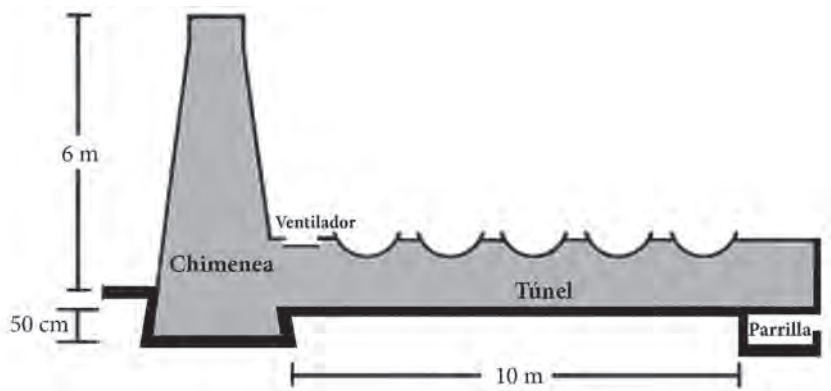


Figura 5.8. Relación de tamaño entre la chimenea y el túnel de la hornilla.

Mesa Gavetera o pesadora

Esta mesa oficia como un sencillo banco de elaboración culinaria, equipado con los siguientes utensilios y aparejos constructivos:

- Moldes en madera con capacidades de 1 a 3 libras.
- Bateas y depósitos de lavado.
- Piso de cemento o concreto.
- Suministro de agua limpia.
- Ventilación e iluminación.

Tabla 5.1. Cifras del rendimiento básico en el proceso de fabricación de la Panela.

Caña molida (kg)	Panela producida (kg)	Tamaño del trapiche	Potencia requerida (hp)
6.048	720	Apolo 3B	8
8.064	960	Amagá 13	6
10.080	1.200	Apolo 3C	8
12.096	1.440	Apolo 4C	12
14.112	1.680	Amagá 11	12
16.128	1.920	Amagá 11	12
18.144	2.160	Amagá 10 ½	16
20.160	2.400	Amagá 10 ½	16
22.176	2.640	Amagá 10 ½	16
26.208	3.120	Amagá 100	21

Continúa →

← Viene

Caña molida (kg)	Panela producida (kg)	Tamaño del trapiche	Potencia requerida (hp)
28. 224	3. 360	Amagá 100	21
30. 240	3. 600	Amagá 100	21
25. 200	3. 000	Gerrey 13-v	8
7. 560	900	Rodríguez	4-6
10. 080	1. 200	Rodríguez	5-8
16. 800	2. 000	Rodríguez	16-16

Mejía, 1976.

Tabla 5.2. Relaciones recomendadas entre los tamaños del horno y las pailas en la estancia panelera.

Long. del camino (metros)	Nº. de pailas	Diámetro de las pailas (pulgadas)
10.00	7	35-34
10.25	7	50-40
10.50	7	45-40
11.50	8	38-35
12.00	7	42-30
13.00	8	40-35

Mejía, 1976.

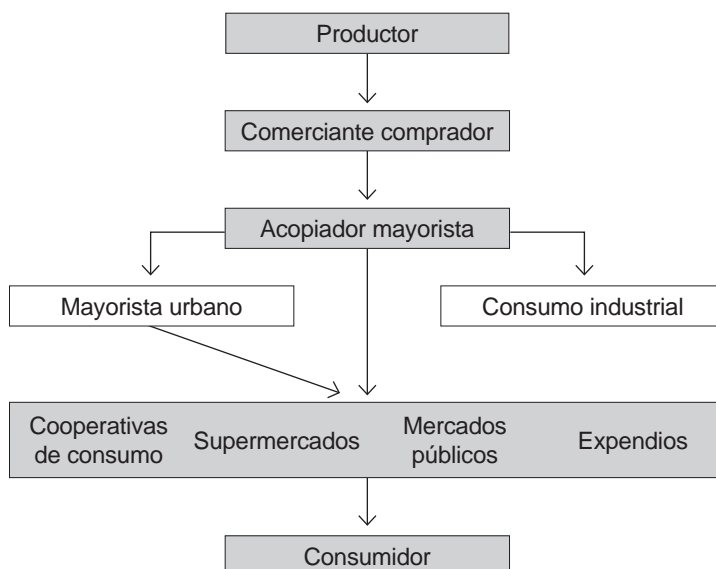


Figura 5.9. Canales de comercialización para la panela.

**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

BENEFICIADEROS DE CAFÉ

6.1 DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN

En el ámbito de la tecnología actual y bajo la prioridad comercial de abastecer la industria del molinado y tostado de granos, las operaciones generales que conforman el proceso del beneficio o acondicionamiento de café son:

- Recibo
- Fermentado o desmucilaginado
- Secado
- Despulpado
- Lavado y clasificado

Este listado de operaciones puede desagregarse a efectos de hacer más clara la explicación del proceso, mediante el uso del diagrama incluido en la figura 6.1.

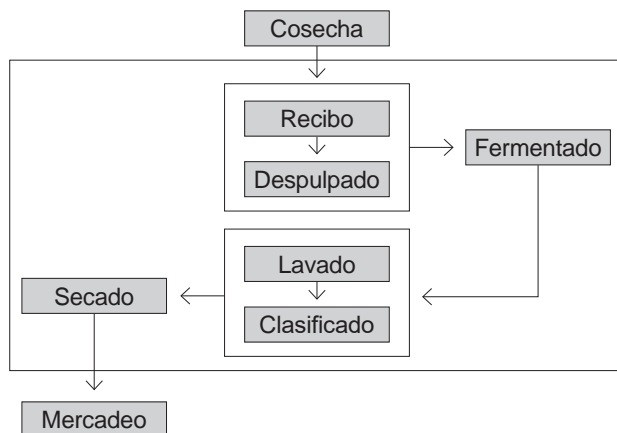


Figura 6.1. Diagrama de flujo en el proceso de beneficio de café.

Descripción de operaciones

Se citan en esta parte las líneas generales de las prácticas del beneficio de café, sin comprometer la tendencia moderna de reducir cada vez más el uso del agua en el proceso, lo mismo que bioconvertir la pulpa de café desechada.

En realidad, este condicionamiento se centra en optimizar las operaciones del despulpado y del lavado de los granos de café mediante la introducción de novedosas máquinas en los respectivos lugares del proceso.

Recibo

Para lograr un suministro controlado de los granos de café a la máquina despulpadora, deben tomarse dos precauciones esenciales:

- Eliminar de la carga elementos indeseables tales como piedras ú hojas
- Guardar los granos frescos o el café cereza sólo hasta por un día para evitar su deterioro.

Despulpado

La separación de la pulpa o epicarpio del grano de café se logra a través de la acción combinada de fuerzas de compresión y corte, proporcionadas por instrumentos mecánicos.

Una vez despulpado el grano habrá de preclasificarse por tamaño, haciendo una primera separación de los granos vanos o la pasilla.

Fermentado o desmucilaginado

Esta actividad consiste en liberar el grano del mucílago, mesocarpio o baba a través de baños de agua o acciones mecánicas abrasivas.

En el caso del desmucilaginado por fermentación, se estima que el tiempo requerido para la digestión completa del mucílago fluctúa entre 12 y 30 horas.

Lavado

Cuando sea necesario, se procede a la eliminación de la totalidad del mucílago o baba presente en el grano pergamino. El punto ideal de lavado se consigue una vez la fermentación haya solubilizado el mucílago en la superficie de los granos.

Clasificación

Por medio de esta práctica se logra la obtención de las diferentes calidades o tipos de café, como son la pasilla, el café corriente y el café tipo exportación.

Secado

Con esta acción se logra la disminución del contenido de humedad en los granos, hasta un nivel del 12 o el 10%, para luego almacenar el producto sin mayores riesgos de deterioro físico o biológico

Bioconversión de la pulpa en humus

Cuando la pulpa sea retirada de los granos recién cosechados, será dirigida por un conducto, de la despulpadora hacia una fosa donde se induce su humificación usando como vehículo en la mayoría de los casos, la lombriz roja californiana.

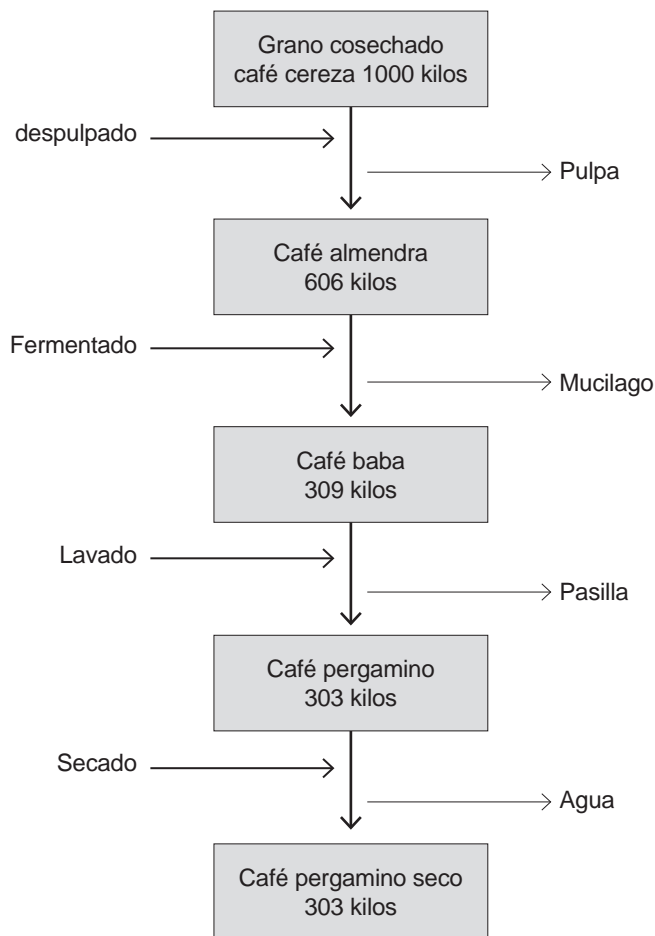


Figura 6.2. Balance general de masa en el proceso de beneficio de café.

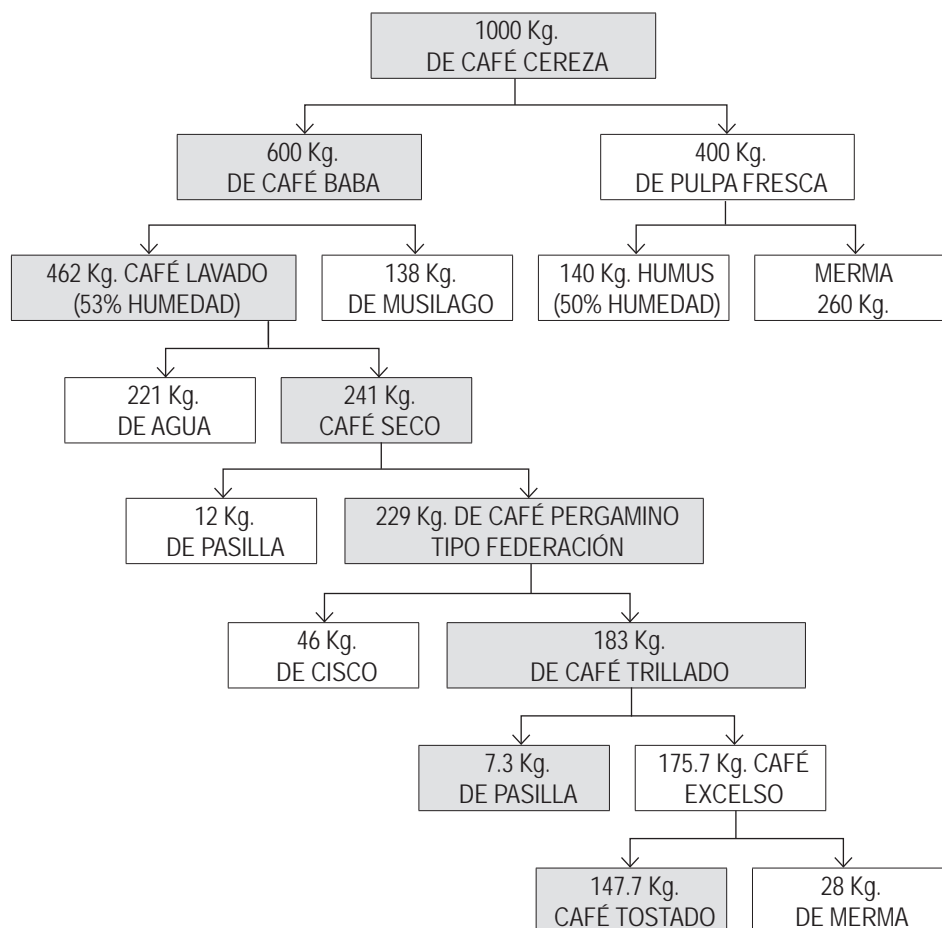


Figura 6.3. Balance de masa detallado en el proceso de beneficio de café.

Federación Nacional de Cafeteros. 1997.

6.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para proyectar una planta de beneficio de café se aconseja evaluar el tamaño de la plantación y las características topográficas de la finca. De ahí que los factores de diseño más influyentes sean:

- La capacidad de recibo de la planta, dictada directamente por el nivel de producción y la distribución anual de la cosecha.
- La utilización de la pendiente o altimetría del predio.
- La disponibilidad de agua y energía.
- Una distribución adecuada de espacios en la planta.

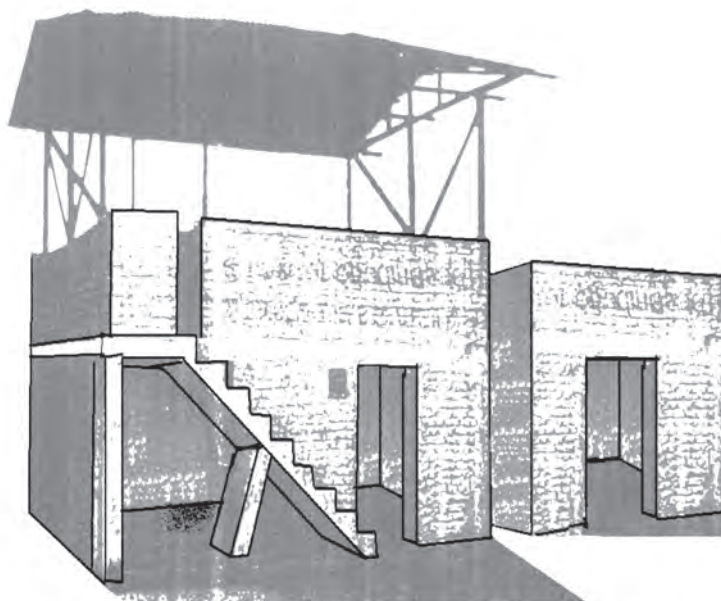


Figura 6.4. Aspecto general de un beneficiadero ecológico.

Federación Nacional de Cafeteros. 1997.

Equipo utilizado en los beneficiaderos

Se comienza por hacer un inventario universal y genérico del juego de dispositivos que pueden emplazarse en un beneficiadero, lo cual sirve como preámbulo a la presentación de las cartas de identificación técnica para cada elemento.

Tolvas de recibo

Se adoptan en tres versiones de acuerdo con el requerimiento de agua para su operación:

- Tolva seca o ecológica.
- Tolva húmeda.
- Tanque sifón.

Máquinas despulpadoras

Se suministran en dos clases:

- De cilindro horizontal, que son las de uso tradicional.
- Las de cilindro vertical.

Zarandas de selección

Se diferencian según su forma en Planas y Cilíndricas.

Desmucilagadores

Sus modalidades son el tradicional Tanque de fermentación y el Desmucilagador mecánico.

Prelavadores

Aparecen como aditamentos del tanque de fermentación y funcionan como paletas de agitación horizontal o bien, como bombas y eyectores para lavado a presión.

Lavadores

Cumplen con una doble función, terminar de retirar el mucílago y clasificar el grano. Sus giros constructivos son:

- Canal de correteo.
- Canal semi sumergido.
- Pileta de agitación vertical.

Artefactos de secado

- Tanques escurridores.
- Secadores solares en forma de patios, bandejas, carros y marquesinas.
- Secadores mecánicos en forma de silos equipados con cámaras.

Fosas para la pulpa

La pulpa proveniente de los granos de café recién cosechados, puede ser bioconvertida para luego ser utilizada como abono orgánico, dentro de lo cual se prevé acumularla en unas pilas de compostaje construidas contiguamente y a un nivel inferior respecto al cuarto de molinado, buscando facilitar la disposición del material.

Se había convenido que el espacio que sigue estaba reservado a la exposición de los detalles técnicos para los dispositivos más determinantes en un beneficiadero de café.

Tolva Seca

- Fabricación.
 - Tronco de pirámide invertido, elaborado en madera y revestido interiormente con lámina galvanizada (Uribe, 1990).
- Angulo de inclinación de las paredes: 45 a 50 grados.
- Altura de emplazamiento sobre el piso: 1,20 metros.
- Ducto de descarga en PVC y con diámetro de 6 pulgadas.
- Ancho del banco o la repisa: 30 a 50 cm.
- Equipada con malla metálica superior.

- Capacidad mínima (V_s):
 - Se estima mediante la expresión

$$V_s \text{ (m}^3\text{)} = Pcc \text{ (Kg/día)} / (780 \text{ } n_1 \times n_2)$$

Siendo

Pcc, la producción pico de café cereza en un día.

Se estima como 5 Pcps, en donde Pcps = 0,025 x Producción anual.

n_1 , el número de recibos o tandas al día (2-3)

n_2 , el número de horas de operación por tanda (1-3)

Recuérdese que 1@ equivale a 12,5 Kg.

Despulpadora de cilindro horizontal

- Especificaciones globales (Uribe, 1990):
 - Rango de potencias - 0,50 a 0,75 HP
 - Rango de velocidades - 140 a 180 rpm.
 - Rango de capacidades - 150 a 1200 Kg/hora
- Capacidad mínima (V_d):

$$V_d \text{ (Kg/hora)} = Pcc \text{ (Kg/día)} / (N_1 \times n_2 \times n_3)$$

Pcc, n_1 , n_2 : Se definen como antes.

n_3 : Representa el número de despulpadoras empleadas ($n_3 > 1$).

En fincas donde la producción anual no supere las 600 @ de café pergamino seco (Cps), se hace factible el uso de despulpadoras manuales.

- Selección de las zarandas (Uribe, 1990):
 - Pueden emplearse de los dos tipos, planas o cilíndricas.
 - Están conformadas por varillas o laminas troqueladas.
 - Rango de velocidades de las zarandas planas = 300 a 400 vibraciones por minuto.
 - Rango de velocidades de las zarandas cilíndricas = 20 a 30 r p m.
 - Espesor de las zarandas planas = 7 a 8 mm.
 - Diámetro de las zarandas cilíndricas = 40 a 60 cm.
 - Longitud de las zarandas cilíndricas = 1,0 a 2,0 metros.
 - Ojo o hendidja = 7 a 8 mm.
 - Capacidad nominal = 4000 Kg/hora.

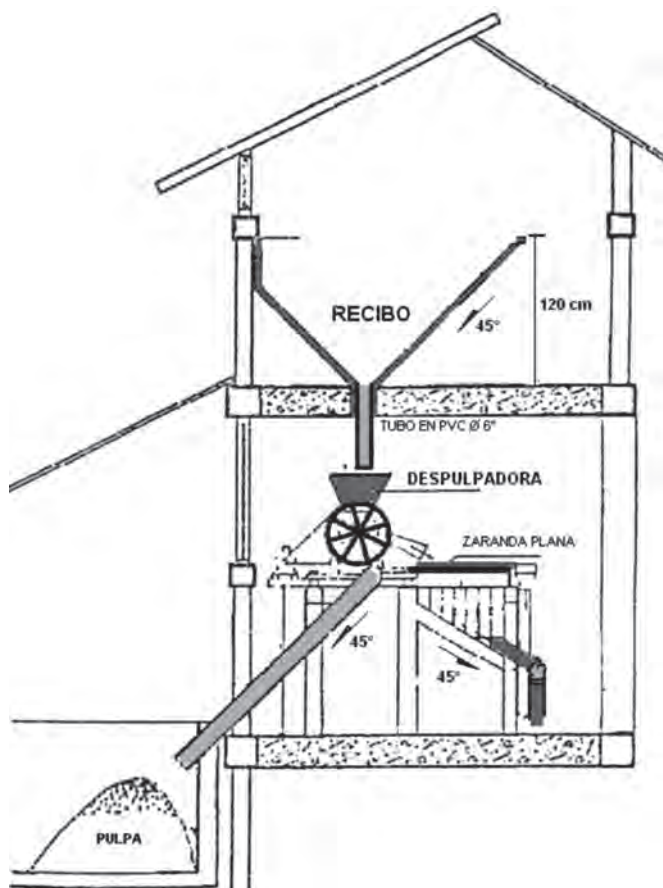


Figura 6.5. Disposición de la tolva de recibo, el molino despulpador y la fosa de desecho en un beneficiadero ecológico.

Uribe. 1990.

Tanques de fermentación

- Número .recomendado de unidades por planta = 2 a 3
- Dimensiones globales:
 - Anchos: Entre 0,60 y 1,00 metro.
 - Longitudes: Entre 0,80 y 2,00 metros.
 - Profundidades: Entre 0,9 y 1,50 metros. Este rango equivale a tomar 1,5 veces el ancho del tanque (Federación Nacional de Cafeteros, 1979).
- Fondo (Uribe, 1990):
 - Pendiente lateral: 50 a 60 %.
 - Pendiente del canal longitudinal: 6 a 8 %.
 - Ancho del canal longitudinal: 10 cm

- Se recomienda cubrir el fondo y las paredes interiores de cada tanque con una capa de enchape impermeabilizante, elaborado en alfagrés o mayólica (Uribe, 1990).
- Diámetro de los conductos:
 - Para la evacuación de mieles: 0, 2"
 - Para la evacuación del café: 0, 4"
 - Para el suministro del agua: 0 1"
 - Para el adecuado desempeño de estos tanques se requiere guardar una relación volumétrica entre el café ya fermentado y el agua de inmersión de 1:1

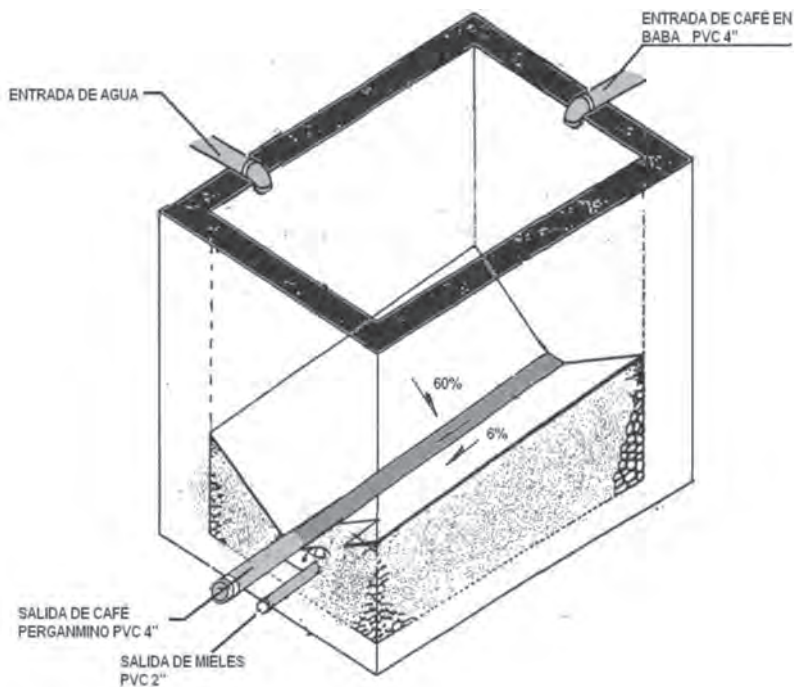


Figura 6.6. Estructura general de un tanque de fermentación para el beneficio de café.

Federación Nacional de Cafeteros. 1997.

Bomba sumergible para el prelavado

- Localización: Por debajo de los tanques fermentadores.
- Potencia: 1 HP

Se recomienda el empleo de relaciones volumétricas, entre el agua de lavado y el producto, desde 1:1 hasta 1:3, dependiendo de la distancia que separe la bomba del tanque.

Canal de correteo

- Ancho y profundidad: 40 cm.
- Longitud: Entre 10 y 40 metros, según el nivel de producción de café pergamino seco (Cps) esperado (Federación Nacional de Cafeteros, 1979).
- Desnivel del fondo: 1,0 %.
- Relación volumétrica agua/grano: 1:1.
- Revestimiento interior en mayólica o alfagrés.
- Capacidad mínima: 0,33 veces el volumen del tanque de fermentación.

Canal semi sumergido

- Sección de acceso: 20 x 20 cm (Uribe, 1990).
- Longitud: 2 a 3 metros.
- Desnivel del fondo: 0 %
- Elaboración de las ranuras transversales del fondo:
 - Ancho: 4 cm.
 - Separación: 50 cm.
- Capacidad de lavado: 7000 Kg de café pergamino húmedo (Cph) por hora (14 cargas por segundo).

Tanque escurridor

- Localización: Al final y por debajo de los canales de lavado.
- Capacidad mínima: Se estima como el volumen del tanque fermentador o como una tanda de secado, el mayor valor.
- Profundidad mínima: 60 cm (Uribe, 1990).
- Longitud: Igual a la profundidad.
- Pendiente del fondo: 10%.
- Rejilla de desagüe: Elaborada en lámina troquelada. Emplazada verticalmente y de geometría circular, con un diámetro de 10 cm.

Secadores solares

En virtud de su principio de funcionamiento, el uso de estos implementos se recomienda preferencialmente en las regiones secas del país.

- Las capacidades no superan las 1000 @ de Cps al año.
- Densidades de carga: 24 Kg de Cph por m² de cama.
- Áreas unitarias: 1,2 x 2,0 metros.
- Espesores de la capa de grano: 3 a 4 cm (Federación Nacional de Cafeteros, 1979).

Se ha comprobado que los sistemas más eficientes son aquellos que incluyen bandejas rotatorias en sus mecanismos (Uribe, 1990).

Secadores mecánicos

Ya se ha expresado que estos dispositivos se adoptan en forma de silos equipados con cámaras, en ocasiones agrupados como baterías de depósitos, lo cual depende del grado de tecnificación del proceso.

- Temperatura máxima de secado: 50° C. La acción de un termostato garantiza que esta condición se preserve (Federación Nacional de Cafeteros, 1979).
- Flujo del aire de secado: 20 m³ por minuto por m² de cámara (Uribe, 1990). Se recomienda invertir la dirección de la corriente del aire de secado cada 6 horas.
- Espesor máximo de la capa de grano: 40 cm.
- Área típica por cámara: 1 x 2 m².
- Valor recomendado para la altura libre entre el piso del silo y las cámaras: 1,50 metros.
- Fuente de calor: ACPM o carbón mineral.
- Capacidad por silo: 50 a 500 @ de Cps.
- Capacidad total del sistema: 3 tandas por semana. Con lo cual se prevé atender un volumen de material equivalente a 4 veces la producción del día pico en la temporada de cosecha.

Fosa para el compostaje de la pulpa

El modelo más acogido para estas fosas sugiere que se construya bajo techo, con muros de ladrillo y sobre un piso de concreto.

- Cobertura límite por fosa: Una producción de 500 @ de Cps al año.
- Altura de los muros: 2 metros (Federación Nacional de Cafeteros, 1979).
- Espesor del sobrepiso: 15 cm (Uribe, 1990).
- Desnivel del sobrepiso: 2 %.

Tabla 6.1. Consumo de agua en el proceso de beneficio de café.

Método de beneficio	Consumo de agua (Litros/Kg. de café seco)
Despulpado con agua	
Con lavado en el canal de correteo	40
Con lavado en el canal semi sumergido	25
Despulpado sin agua	
Con clasificación en el canal semi sumergido	20
Con lavado en el tanque fermentador	6,5
Con desmucilaginator y enjuague en el tanque	1,5
Con desmucilaginator y sin enjuague en el tanque	0,7

Federación Nacional de Cafeteros. 1997.

Tabla 6.2.A. Selección de la máquina despulpadora para el beneficio de café.

Identificación	Fuerza motriz (HP)	Velocidad de trabajo (rpm)	Capacidad de producción (@ Cps/año)
De cilindro horizontal			
2 - Manual	----	140	150
3A - Motor eléctrico	0,50	160	350
4A - Motor eléctrico	0,75	160	500
2 ½ - Motor eléctrico	0,50	180	500
3B - Motor eléctrico	0,75	180	900
4B - Motor eléctrico	0,75	180	1200
De cilindro vertical			
18.3 - Motor eléctrico	1,50	----	----
A gasolina	3,00	250	1000
25.6 - Motor eléctrico	1,50	----	-----
A gasolina	3,00	350	2000

Uribe, 1990.

Tabla 6.2.B. Selección de zarandas para café en baba.

Identificación	Cantidad de máquinas	Diámetro de la zaranda (cm)	Longitud de la zaranda (cm)
2 - 1/2	1	30	55
3	1	35	55
4	1	40	70
3 ó 4	2	40	80
3 ó 4	3	45	120
3 ó 4	4	45	150

Uribe, 1990.

Tabla 6.3. Capacidad requerida de secado según la producción de café.

Producción (@ Cps/año)	Capacidad del silo (@)	Capacidad de cada cámara (@)	Potencia del motor (HP)	Flujo de aire (m³/hora)
600	20	10	1,0	1200
800	30	15	1,5	1500
1000	40	20	2,0	2000
1500	50	25	3,0	2700
2000	60	30	3,0	3000
3000	100	50	5,0	4800
4000	120	60	5,0	6000
6000*	200	100	6,6	9000
8000*	260	130	7,5	10000
10000*	340	170	8,0	12000

* Utilizar 2 silos con la mitad de la capacidad.

Federación Nacional de Cafeteros, 1997.

Tabla 6.4. Volumen requerido de fosa según la producción de café.

Producción de la planta (@ cps/año)	Volumen de la fosa (m3)	Área de la fosa (m2)
100	2,5	2,3
200	5,0	3,3
300	7,5	5,0
400	10	6,4
500	12	8,0
600	16	10
700	180	12
800	50	13
900	22	14,5
100	24	16
1250	37,5	25
2000	48	32
2500	64	42
3000	76	50
3500	88	58
4000	96	64
4500	112	74
5000	125	83
5500	137	92
6000	150	100
6500	175	116

Federación Nacional de Cafeteros, 1997.

**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

OBRAS HIDRÁULICAS

7.1 DIFERENCIACIÓN

El problema de la disposición y el suministro de agua es **junto con el de la energía**, el más decisivo para la producción agropecuaria y la economía rural.

El agua en las empresas agropecuarias se requiere para:

- Regar los agro cultivos.
- El abrevaje y el cuidado del ganado y las especies menores.
- Las operaciones de funcionamiento, mantenimiento y beneficio.
- El consumo humano.

Se prevén los siguientes grupos de obras hidráulicas en función del servicio que prestan dentro de las labores de suministro:

Obras de Captación

- Las bocatomas utilizadas para la intercepción de las corrientes superficiales.
- Los pozos profundos con los cuales se aprovechan los acuíferos subterráneos.
- No deben confundirse con los pozos de aljibe que sólo se comunican con el nivel freático de los terrenos.
- Las cisternas pluviales indicadas para la intercepción de las aguas atmosféricas.

Obras de Almacenamiento

- Reservorios o lagos artificiales.

- Albercas o estanques.
- Hidrotanques o depósitos hidráulicos montados.

Obras de Conducción

- Canales de riego con la forma de acequias naturales o artificiales.
- Canales de drenaje que adoptan la forma de zanjas abiertas o entamboradas.
- Tuberías o líneas hidráulicas.

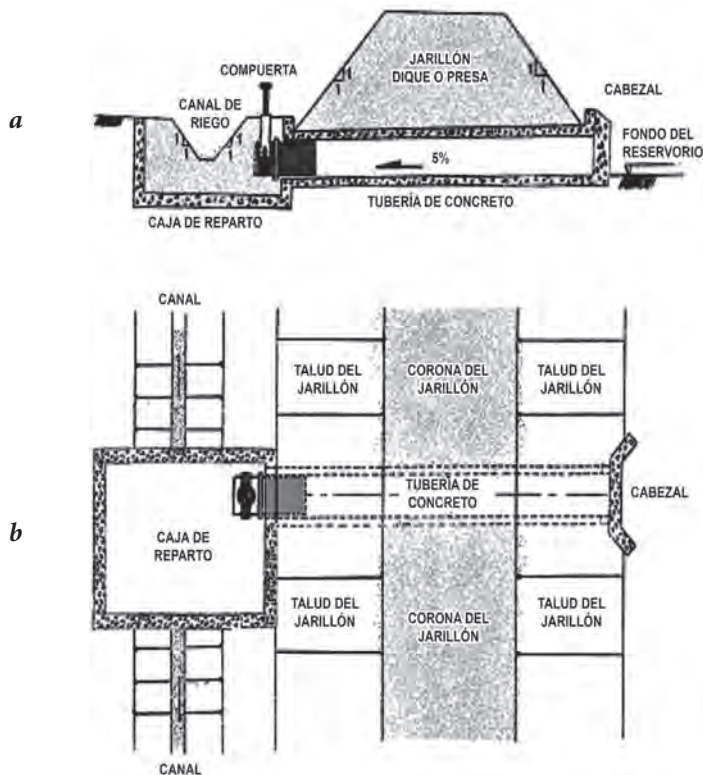


Figura 7.1. Grupo representativo de obras hidráulicas integradas a través de un jarillón (Canal de captación/Ducto de conducción/Pozo de almacenamiento).

a) Alzada. b) Planta.

7.2 ESTRUCTURAS TÍPICAS

Bocatoma sumergida

De conformidad con la información suministrada por el profesor Mate-rón (1994), existen variados tipos de bocatomas, estribando las diferencias esenciales en la manera como se emplacen las estructuras respecto al lecho de la corriente interceptada.

En este compendio se centra la atención en el esbozo de las bocatomas localizadas en el fondo de los cauces, debido a la sencillez y al mayor potencial didáctico que entraña este modelo constructivo.

La bocatoma contiene como elementos principales un vertedero de rebose, la rejilla, el canal colector, el tanque desarenador y el pozo de amortiguación.

Vertedero de rebose

- Aparece como un dique que aquieta las aguas para que pasen lentamente por su domo. Se caracteriza mediante los siguientes parámetros:
- Ancho de la garganta de acceso, $B =$ Ancho del cauce: 50 cm.
- Altura del dique:
 - $H_v = \text{Nivel máximo de la corriente} + [1,50 Q \text{ (lps)} / 1,56 B_v \text{ (m)}]^{0,66}$
Siendo Q el valor medio del caudal de la corriente (200 a 10.000).

Rejilla

Va ubicada horizontalmente sobre el domo del vertedero y está constituida por barrotes paralelos y circulares, elaborados en hierro fundido que se sitúan en dirección de la corriente. Sus parámetros son:

- Diámetro de las barras, $d = 3/8$ a 1 pulgada.
- Espacio libre entre barras, $e = 1$ a 2 cm.
- Ancho total, $b = 10$ a 100 cm.
- **Largo total** $= 1,63 [(d + e) / (d \times b)] (\text{cm}) [Q \text{ (m}^3/\text{s)}]^{0,66}$
Siendo Q el caudal de la corriente.

Canal recolector

Es el elemento encargado de conducir las aguas derivadas del cauce. Usualmente se construye con geometría trapezoidal y cuenta con las siguientes dimensiones:

- Longitud: 4 a 6 metros.
- Ancho del fondo o Plantilla: 0,4 a 1,5 metros.
- Desnivel del fondo: 0,01 a 0,10 m/m. Léase como metros de caída vertical por cada metro de distancia horizontal.
- Inclinación o talud de sus paredes: 0 a 0,5 m/m. Léase como metros de separación horizontal por cada metro de altura.

Tanque desarenador

Se localiza en la cabecera del canal recolector, después de una cámara de derivación rectangular y se dota de una compuerta de auto limpieza dirigido al cauce. Sus especificaciones son:

- Ancho de fondo o Plantilla = 1,0 a 2,0 metros.
- Desnivel del fondo = 0,00005 m/m.
- Profundidad total, **hd (m) = 1.15 Yd (m) + 0.2**

Siendo **Yd**, la profundidad del flujo o el tirante en el desarenador (0.5 a 1.0 metro).

Longitud total, **Ld(m) = 2 t (s) Yd (m) Vd (m/s)**

En donde:

t, tiempo de sedimentación (15 a 50).

Vd, velocidad de flujo en el desarenador (< 0.30).

Elaboración de la cámara de derivación:

- Sección transversal cuadrada = 1 x 1 m².
- Profundidad = 1.5 a 2.0 metros.
- Dispositivo de entrada: una pantalla deflectora.
- Dispositivo de salida: vertedero en forma de escotilla, de ancho 50 cm y de longitud 30 cm.

Pozo de amortiguación y Aliviadero

Este componente corresponde al remate final del dique de aquietamiento y su tarea es evitar la socavación del asiento de la estructura en su extremo final. Tiene la apariencia de un tobogán interrumpido por un zócalo transversal.

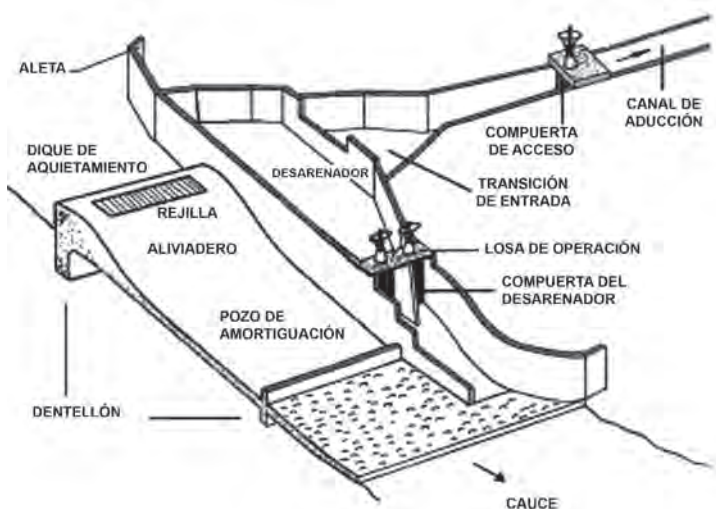


Figura 7.2. Bocatoma sumergida dentro de una corriente superficial, enseñando sus partes constitutivas.

Materón, 1994.

Pozos profundos

En lugares donde no se hace factible el aprovechamiento de fuentes superficiales, se recurre a la ejecución de profundas perforaciones en el terreno hasta la detección de acuíferos artesianos o saltantes cuyas aguas, a diferencia de las del nivel freático, que se encuentran entre 5 y 15 metros por debajo de la superficie del suelo, son más duras, se encuentran a profundidades entre 100 y 400 metros y están bajo presiones superiores a la atmosférica.

Se estima que los pozos así construidos, poseen una vida útil entre 10 y 20 años y entregan caudales entre 10 y 200 lps (1 lps = 15,85 Gpm).

Hacen parte del catálogo de condiciones para la identificación general de un pozo profundo:

La tubería, los filtros, la perforación, el sello sanitario y el lavado.

Tubería

Se constituye como un cuerpo cilíndrico que se cuelga en la boca de la perforación.

Los tubos se fabrican en acero inoxidable al 12 % de carbono y con las siguientes dimensiones:

- Longitud unitaria = 9 metros.
- Diámetros = Entre 6 y 30 pulgadas, lo cual depende del caudal de captación (véase la tabla 7.1).
-

Tabla 7.1. Selección del diámetro de la tubería de succión para un pozo profundo.

Caudal Qc (lps)	Diámetro simple Dts (pulgadas)	Diámetro compuesto Dtc (pulgadas)
< 6	6	8
5-11	8	8
10-25	10	12
22-42	12	12
39-56	14	12
53-83	16	14 x 10
100-150	24	16 x 10
150-200	30	18 x 12

Ministerio de Desarrollo Económico, 1999.

Filtros

Al frente de la formación de los acuíferos, la tubería se prolonga ensamblando rejillas cilíndricas elaboradas en acero inoxidable y envueltas en una camisa de grava.

- Longitud unitaria de la rejilla: 1 a 3 metros.
- Tamaño del ojo en la rejilla: 1 a 5 mm.
- Espesor de la camisa de grava: 3 a 8 pulgadas (Jonson, 1975).
- Diámetros de los granos de grava: 2 a 6 mm (Jonson, 1975).
- Profundidades observadas para la instalación del primer filtro: 30 a 70 metros.

Perforación

Pimienta (1975), determina el diámetro bruto del orificio del pozo duplicando el diámetro de la tubería.

$$D_p \text{ (pulgadas)} = [1,60 \text{ a } 2,40] D_t \text{ (pulgadas)}$$

Siendo, **D_t** el diámetro de la tubería.

El equipo básico empleado en una perforación convencional se compone de un mástil rotatorio, una barra de carga y una broca tricónica elaborada en acero o tungsteno.

Sello sanitario

Después del anclaje de la tubería en la boca del pozo, surge la necesidad de aislar el interior de la perforación, por la previsión que escurrimientos superficiales no ingresen contaminando el agua del acuífero.

Se opta entonces, por la conformación de un emboquillado anular en concreto

- Longitud del emboquillado, hss = 10 metros (Pimienta, 1975).
- Volumen de fundición.

$$V_f \text{ (m}^3\text{)} = 7,8540 [D_p^2 - D_t^2] \text{ (m}^2\text{)}.$$

Siendo

D_p, el diámetro de la perforación.

D_t, el diámetro de la tubería.

- Dosificación del concreto = 1: 2: 3.

$$1 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \left\{ \begin{array}{l} 7 \text{ sacos (c)} \\ 0.56 \text{ m}^3 \text{ (ar)} \\ 0.89 \text{ m}^3 \text{ (gr)} \\ 170 \text{ L (ag)} \end{array} \right.$$

Lavado o desarrollo

- La puesta en servicio de la instalación va precedida de dos labores finales:
- La limpieza y el acondicionamiento de los filtros instalados, dentro de lo cual es corriente observar el empleo de implementos como pistones de caucho y sondas con deyectores de aire accionados por compresores.
- La selección de un equipo de bombeo cuyo desempeño se ciña a las propiedades hidráulicas, tanto del acuífero como de la explotación.

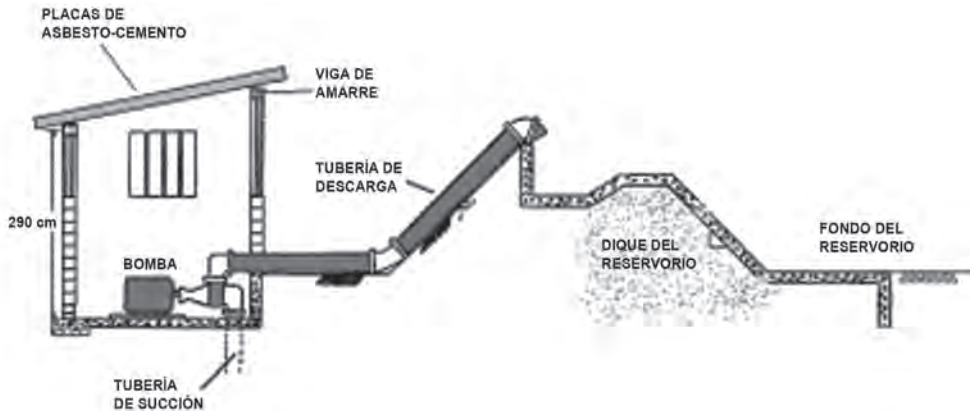


Figura 7.3. Estación de bombeo donde se aprecia cómo un pozo de aguas subterráneas abastece un reservorio a través de una tubería de descarga.

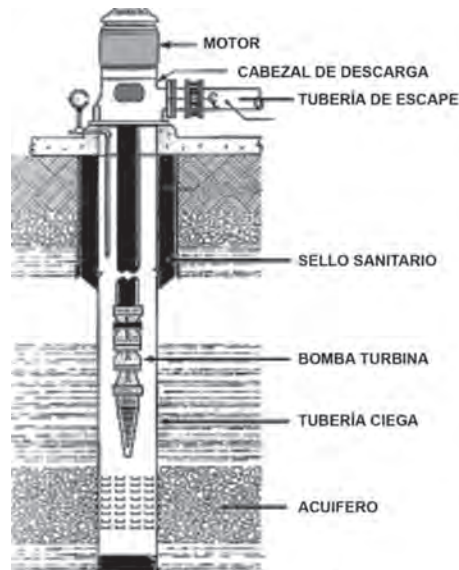


Figura 7.4. Principales partes constitutivas en la perforación de un pozo de aguas subterráneas.

Reservorios

En una parcela es indicado el uso de un reservorio, si durante el periodo más seco del año se acumula una diferencia sensible entre el volumen de agua aportado por la fuente de que se disponga y el volumen de agua requerido por la explotación.

Por lo tanto, un criterio prudencial consiste en asignar al reservorio una capacidad que supere en un 10 o 20 % el déficit de agua acumulado en el mes más seco del año.

En cuanto al proyecto constructivo, son prácticas de comprobado beneficio, elaborar el lecho y los diques de la obra en arcilla compactada, reforzando además los diques con un núcleo altamente impermeable constituido en recebo o suelo-cemento.

Los componentes de un reservorio que ameritan un análisis detallado a nivel constructivo son sus diques y los dispositivos de toma y excedencias.

Dique o presa

Altura total

La profundidad de un depósito depende de su forma y tamaño.

$$Ht (m) = Vt (m)/A (m^2) + [1,0 \text{ a } 1,5]$$

Siendo:

Vt, la capacidad del reservorio.

A, el área del fondo.

Talud

Este parámetro expresa el grado de inclinación lateral de las paredes del dique y se selecciona en función de la altura y el material del dique.

Las dimensiones adicionales para terminar de configurar el dique son el ancho de la corona (c) y el ancho de la pata (b).

Tales dimensiones se estiman en función de la altura total (Hv) y el valor de los taludes (Z1 y Z2), en la forma:

$$\text{Ancho corona, } C(m) = 3 + 0,20 Ht (m).$$

$$\text{Ancho base, } b(m) = C (m) + [Z_1 + Z_2] Ht (m).$$

También se ha reservado dentro de la altura prefijada del dique, un borde libre o seco de unos 20 o 30 cm que sirve como revancha o margen de excedencias ante posibles sobrecargas.

Tabla 7.2. Selección de las dimensiones para construir los diques que conforman el vaso de un reservorio.

Material	Altura Ht (m)	Inclinación (metros horizontales/metro vertical)	
		Z ₁ , húmedo	Z ₂ , seco
Arcillas	< 4	4: 1	3: 1
Plásticas	4 a 8	4: 1	3: 1
Arcillas	< 4	2: 1	1.5: 1
No plásticas	4 a 8	2.5: 1	2: 1
Arcillas	< 4	3: 1	2: 1
Arenosas	4 a 8	3.5: 1	2.5: 1
Piedra y Concreto Base		Base b (m)	Corona (m)
Cara húmeda	1.50	1.05	0.55
Vertical	1.75	1.20	0.60
	2.00	1.40	0.80

Materón, 1994.

Cimentación

Para depósitos de gran magnitud, es recomendable elaborar como fundación del dique, una zapata continua de concreto simple, un poco más ancha que la base del dique:

Ancho de la zapata = Ancho base (b) + 30 cm.

Espesor de la zapata = 40 a 100 cm.

Concreto de dosificación = 1: 2: 3

Cemento Portland 25 Kg.

Grava (φ 5 cm) 87 Kg.

Arena gruesa 50 Kg.

Agua 25 L

} 0.10 m³

(1 m² de fundición
ó 200 Kg.)

Obra de excedencias

A efectos de incluir un dispositivo auxiliar que controle inundaciones desde el reservorio, habrá de practicarse en el dique, un vertedero o rebosadero rematado con un pozo de amortiguación, para evitar la socavación del asiento de la estructura en su extremo final.

A la garganta del vertedero se le reserva un ancho entre 1.0 y 2.0 metros.

Obra de toma

El agua podrá ingresar al reservorio a través de un ducto tendido por debajo del dique y conformado por tubos de fibrocemento o hierro galvanizado.

$$\text{Número de tubos, } Nt = C (m) + Z_2 Ht (m) + 1$$

Siendo:

C, el ancho de la corona del dique.

Ht, la altura del dique.

- Diámetro del ducto = 12" a 30".

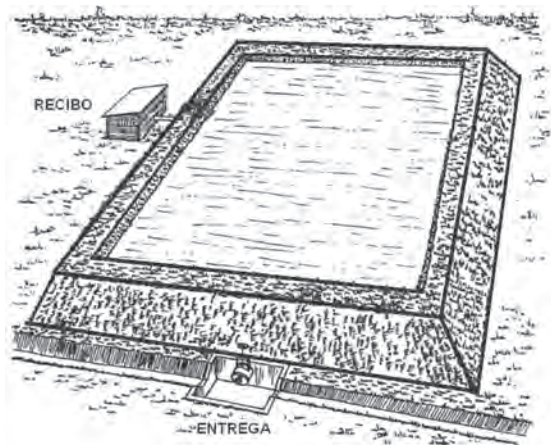


Figura 7.5. Reservorio con diques trapezoidales en tierra, mostrando las obras de recibo y entrega de aguas.

García. 1982.

Hidrotanques

Habitualmente, para cubrir las necesidades de almacenamiento en los locales agropecuarios, se recurre al montaje de depósitos de menor envergadura, que se elaboran de fábrica con diversos materiales o en la propia obra usándose concreto reforzado.

Los tanques así concebidos presentan geometrías cilíndricas o prismáticas y en la mayoría de los casos se instalan a niveles superiores al del piso.

En una granja se requiere del almacenamiento de agua si se suministra un flujo inferior al consumo máximo horario (CMH), estimado como:

$$\text{CMH (lps)} = (1/48000) \text{ CmH (l/habitante/día)} P \text{ (días)}$$

Siendo:

CmH, el consumo medio por cada individuo que habite en la granja (20 a 200).

P, la población futura de la granja.

La capacidad del tanque V_u , se puede estimar sobre la base que se almacena el consumo medio diario durante 8 horas de bombeo.

$$V_u \text{ (m}^3\text{)} = 51840 \text{ CMH (m}^3\text{/s)}.$$

Dimensiones

Como es natural, las medidas con las que se adopta el tanque se estiman en función de su capacidad neta de almacenamiento, Vu.

- Altura útil, hu (m) = [Vu (m³) /360] + 2
- Área de fondo, A (m²) = Vu (m³)/hu (m).
- Altura de sedimentación = 0,20 metros.
- Borde libre = 0,20 metros.
- Altura total, h(m) = hu (m) + 0,40
- Lado, L (m) = [A (m²)]^{0,50} o bien, Diámetro, D (m) = [(4/π) A (m²)]^{0,50}

Caudal de desagüe

Bajo la circunstancia que el agua del tanque se evacue por gravedad, el caudal de suministro se determina con la ecuación hidráulica que caracteriza la descarga por un orificio.

$$Q_m \text{ (m}^3\text{/s)} = 2.066 \text{ d}^2 \text{ (m}^2\text{)} \times h_u \text{ (m)}.$$

Siendo:

d, el diámetro del orificio de desagüe.

hu, la altura útil del tanque.

Construcción en la obra

El concreto que habrá de constituir, tanto los contornos como el soporte del tanque, debe contar con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² e irá reforzado con barras corrugadas de acero, cuya resistencia límite a la tracción sea de 4200 kg/cm².

- Paredes y cubierta.
 - Empuje hidrostático = 300 a 500 Kg por metro lineal.
 - Espesor: 20 cm.
 - Refuerzo longitudinal: 1 barra de diámetro 3/8" colocada cada 20 cm.
 - Refuerzo transversal: 1 barra de diámetro 3/8" colocada cada 30 cm.
- Losa de fondo.
 - Carga total = 3 a 5 ton/m²
 - Espesor: 20 cm.
 - Refuerzo bidireccional: 6 barras de diámetro 1/2" por cada metro lineal.
- Columnas.
 - Carga axial = 10 a 30 ton. por columna.
 - Sección recta: 30 x 30 a 40 x 40 cm².
 - Longitud: 2 a 3 metros.
 - Refuerzo longitudinal: 4 barras de diámetro 5/8".

- Estribos: 1 barra de diámetro $\frac{1}{4}$ " colocada cada 15 cm.
- Sección zapata: 1 x 1 a 2 x 2 m².
- Vigas de carga (o de enlace).
 - Carga total = 3 a 8 ton. por metro lineal.
 - Sección recta: 20 x 20 a 30 x 30 cm².
 - Refuerzo longitudinal: 2 barras de diámetro $\frac{5}{8}$ " (abajo).
2 barras de diámetro $\frac{1}{2}$ " (arriba).
 - Estribos: 1 fleje de diámetro $\frac{3}{8}$ " colocado cada 5 cm.
- Vigas riostras (o de rigidez).
 - Sección recta: 30 x 30 cm².
 - Refuerzo longitudinal: 4 barras de diámetro $\frac{5}{8}$ ".
 - Estribos: 1 fleje de diámetro $\frac{3}{8}$ " colocado cada 5 cm.

Elementos accesorios

Otras disposiciones de índole hidráulico y constructivo que complementan el montaje de un tanque de almacenamiento son:

- Conducto de rebose – tubo de diámetro 1.5", en PVC y con una relación entre el diámetro y el espesor, RDE de 21.
- Conductos de abasto, desagüe y drenaje.
- Válvulas de compuerta en todos los conductos (menos en el del desagüe).
- Tapa removible dentro de la cubierta.
- Ductos respiraderos y escaleras de acceso.

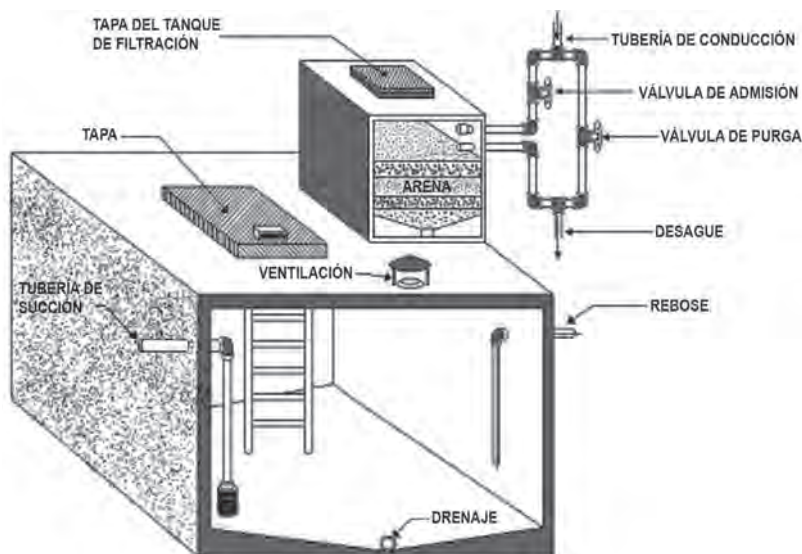


Figura 7.6. Perspectiva de un tanque en ferro-concreto elaborado en obra, para el almacenamiento de aguas lluvias.

Canales de riego y drenaje

La adecuación del terreno de las parcelas exige también de la construcción de sencillas conducciones de agua en contacto con la atmósfera, habitualmente de geometría trapezoidal.

Puede afirmarse que el parámetro más determinante en el dimensionamiento de los canales es el caudal conducido, pero no se puede olvidar, que otros factores asociados con la estructuración de las obras, tales como el material de conformación y la pendiente del lecho, terminan definiendo el patrón de comportamiento de las conducciones..

Plantilla y tirante (ancho de fondo y profundidad de flujo)

Se conviene definir la plantilla como el ancho del fondo de un canal y el tirante como la profundidad de su flujo, para luego con base en las precisiones aportadas por el profesor Materón (1994), plantear los siguientes rangos de referencia:

- Grados de rugosidad de las superficies de conformación:
 - En tierra: 0,02 a 0,04 adimensional.
 - En concreto: 0,01 a 0,02 adimensional.
- Pendientes del fondo, S_o (metros de desnivel por cada metro de avance horizontal)
 - Para riego: 0,00 a 0,30 %.
 - Para drenaje: 0,05 a 0,15 %.
- Caudales de diseño, Q (lps):
 - Para riego: 60 a 200 lps.
 - Para drenaje: 1000 a 20000 lps.
- Plantillas, b entre 0,50 y 2,50 metros.
- Tirantes, Y entre 0,40 y 2,00 metros.
- Valores recomendados (flujo uniforme).

Q (m ³ /s)	0,2	0.50	0.85	1.15	1.70	2.80	5.70	8.50
b (m)	0.60	0.65	1.00	1.20	1.30	1.55	1.90	2.15
Y (m)	0.52	0.61	0.61	0.75	0.85	1.13	1.65	1.95

Adicionalmente, debe verificarse que las aguas conducidas circulen con velocidades entre 0,15 y 6,00 m/s para prevenir, tanto sobredimentaciones como efectos erosivos en los cauces.

Volumen de excavación

Una vez fijados los parámetros hidráulicos de un canal, puede procederse al cómputo de sus medidas constructivas:

- Profundidad total, $H \text{ (m)} = 1.20 Y \text{ (m)}$.
Siendo Y , el tirante.
- Ancho de la boca, $T \text{ (m)} = b \text{ (m)} + 2 ZH \text{ (m)}$.
Siendo: b , la plantilla. Z , el talud. H , la profundidad total.
- Volumen de excavación, $V \text{ (m}^3\text{)}$.
 $V \text{ (m}^3\text{)} = 0.50 [b \text{ (m)} + T \text{ (m)}] \times H \text{ (m)}$.
Siendo: b , la plantilla. T , el ancho superior. H , la profundidad total.

Revestimiento

Se había acordado que el material de que se conforme el lecho de un canal tiene gran incidencia en su desempeño hidráulico. Pues bien, los materiales de uso más frecuente a fin de optimizar simultáneamente la velocidad del flujo, las pérdidas de agua por infiltración y la resistencia mecánica de los contornos son el recebo, el suelo-cemento, el concreto y los paneles prefabricados.

Se ofrece en seguida un breve predimensionamiento para la construcción de placas de revestimiento en concreto.

- Espesor: 8 a 15 cm.
- Solado: Suelo compactado y capa de grava con un espesor entre 10 y 15 cm.
- Juntas de dilatación: Anchos de 3 a 4 cm y Separaciones de 3 a 4 metros.

Trazado longitudinal

El trazado elemental de una red de agro canales es de orden eminentemente administrativo, porque combina la consideración de aspectos técnicos y logísticos de la planeación de una parcela. Al respecto se incluyen aquí las siguientes sugerencias:

- Emplazamiento global de las conducciones principales:
 - Habrá de preferirse por la periferia de los lotes para evitar interferir otras actividades del cultivo.
- Lanzamiento de los ejes principales de conducción:
 - Las acequias de riego irán paralelas a las curvas de nivel, mientras que los colectores de drenaje irán perpendiculares a las curvas de nivel.
- Niveles hidrométricos:
 - En los canales de riego, los niveles serán mayores a la cota del lote, mientras que en los canales de drenaje, los niveles serán menores a la cota del lote.

Con las dos últimas disposiciones se busca dirigir la energía gravitacional del agua a favor de los esfuerzos invertidos, para poner en funcionamiento los sistemas de riego y drenaje.

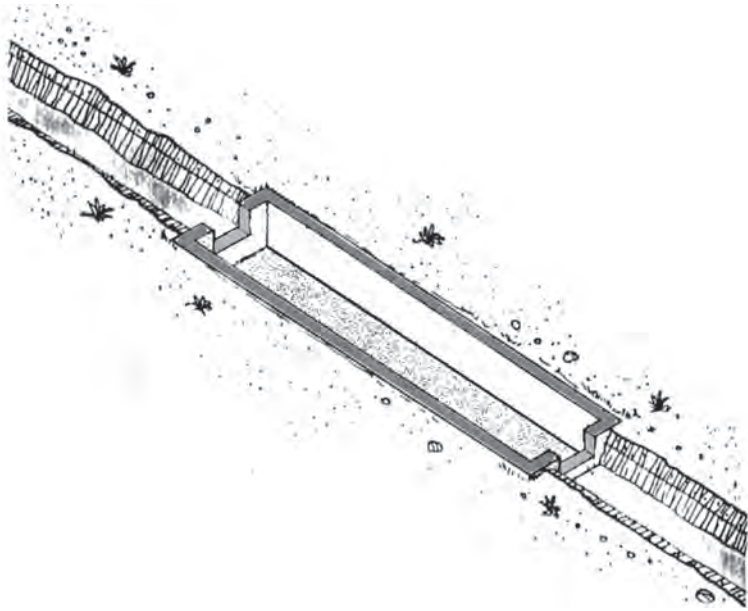


Figura 7.7. Canal de sección trapezoidal sin revestir, dotado de una estructura en concreto para el aforo de sus aguas.

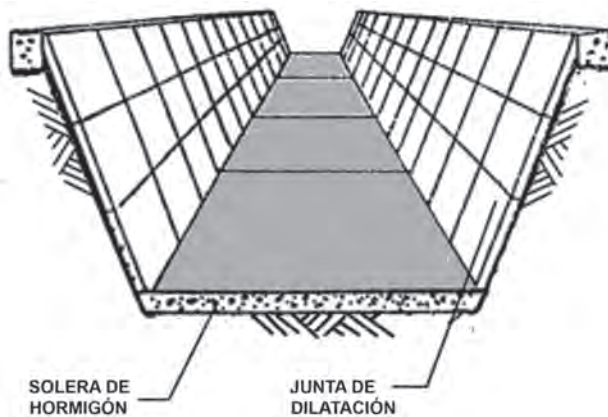


Figura 7.8. Revestimiento de un canal en concreto, con juntas de dilatación.

**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

INSTALACIONES DE AGUA

8.1 CARACTERIZACIÓN

Disponer de agua limpia para las labores agropecuarias es importante, no solo porque se preserva la higiene y la sanidad, previniendo focos microbianos e infectocontagiosos malignos sino porque se evita la proliferación de olores molestos y se contribuye a la estabilidad y comodidad de los inmuebles.

Los sistemas que resultan de proyectar a cabalidad una instalación hidráulica contienen dos redes complementarias. Una red de abasto que funciona a presión suministrando agua limpia a los núcleos productivos y habitacionales, una red de desagüe para conducir las aguas residuales y las aguas lluvias a un sistema de evacuación y tratamiento como una medida que evite el vertimiento directo e irregular a las corrientes superficiales.

En épocas anteriores, las redes hidráulicas de todos los locales se conformaban conectando tubos elaborados en acero inoxidable, en mezclas de cemento o en arcilla vitrificada, pero las complicaciones que entrañaba el manejo poco versátil de estos implementos, tanto para las operaciones de montaje como para el control de los funcionamientos, hicieron que se presentará una rápida evolución en la tecnología de la tubería plástica, hasta el punto que hoy las redes de abasto y de desagüe se conforman casi en su totalidad, con la excepción de la grifería, conectando sólo tubos y accesorios en PVC (cloruro de polivinilo).

Se introduce ahora, un listado informativo de los materiales más difundidos para la conformación de tuberías hidráulicas en PVC.

Tubería PVC a presión y sus accesorios

- Dimensiones típicas:
 - Longitudes unitarias - 6 metros.
 - Diámetros - 1/2 a 3/4 de pulgada.
- Accesorios:
 - Uniones lisas y tapones.
 - Codos de 90 y 45 grados.
 - Tes simples y reductoras.
 - Adaptadores machos y hembras.
 - Bujes reductores.
 - Llaves de paso o registro, llaves terminales o grifos y llaves de duchas (de bola, tornillo y cortina) (Grupo Editorial Océano).

Tubería PVC sanitaria y sus accesorios

- Dimensiones típicas:
 - Longitudes unitarias - 60 a 100 cm
 - Diámetros - 1,5 ; 2,0 ; 3,0 ; 4,0 y 6,0 pulgadas.
- Accesorios:
 - Sifones.
 - Yes sencillas y dobles.
 - Codos de 45 y 90 grados, tes.
 - Uniones lisas y curvas.
 - Tapones y adaptadores.
 - Porcelana sanitaria.

Materiales adicionales

- Soldadura líquida PVC, líquido limpiador (o alcohol), cinta selladora para roscas (o teflón).
- Cemento gris, arena (mediana de peña), gravilla, agua limpia.
- Chazos, ganchos, tornillos de fijación, puntillas (2 a 3”), alambre dulce N° 18.



Figura 8.1. Diferenciación de los principales dispositivos accesorios suministrados por el comercio, para la elaboración de las instalaciones hidráulicas en tubería de PVC.

8.2 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Red de abasto

El montaje adecuado de la tubería para una red de abasto implica la observancia de algunas normas previsivas que redunden en la durabilidad, la eficiencia y la versatilidad de la instalación.

Trazado y distribución

Son disposiciones universales para proceder al ensamble de una red de abasto:

- Usar la cantidad estrictamente necesaria de codos, tes y otros elementos disipadores de la presión hidráulica (Grupo Editorial Océano).
- Incluir prolongaciones taponadas para facilitar futuras ampliaciones en las redes.
- Conectar como mínimo 3 válvulas, una general y 2 seccionales, lo cual contribuya a hacer los procesos de control y reparación más cómodos y ágiles (Editorial Limusa, 2002).
- Realizar el corte de los tubos a escuadra y con lima.
- Rematar los extremos de la tubería con tapones de seguridad.

Simulación

Simular el montaje de una tubería significa ejecutar una conexión previa y provisional de la Red con el propósito de:

- Garantizar una penetración espigo – campana hasta por lo menos una tercera parte de la longitud de la campana.
- Prever el sentido correcto para la conexión de las válvulas de paso.

Conexión

La operación de ensamblar una tubería a presión en PVC, se desarrolla a través de cuatro acciones generales como son:

- Secar y limpiar la superficie de los espigos y las campanas
- Aplicar soldadura PVC a las superficies antes limpiadas.
- Introducir cada espigo en su campana y dar 1/4 de vuelta al elemento libre, invirtiendo en este paso un tiempo no mayor a 1 minuto.
- Usar teflón en los espigos de rosca para prevenir fugas de agua.

Aparatos sanitarios

Los aparatos para el aprovechamiento del agua de abasto más ampliamente utilizados en los locales agropecuarios son los surtidores, las piletas, los lavaderos y los bañaderos, entre otros dispositivos.

Las técnicas para el cumplimiento de esta labor son:

- Articular las entradas con tes, adaptadores macho y niples taponados, con alturas de emplazamiento entre 15 y 60 cm.
- Articular los desagües con codos, tes y sifones con rejilla, reservando distancias de emplazamiento respecto a los muros entre 30 y 100 cm.
- Disponer los aparatos debidamente escuadrados, nivelados y asegurados, usando mortero de dosificación 1:3, chazos, ganchos y tornillos.
- Conectar la grifería obrando como sigue:
 - Por dentro de los tanques o por encima, se acoplan empaques cónicos, aros de caucho y tuercas de fijación.
 - Por fuera de los tanques o por debajo, se colocan uniones, empaques delgados, arandelas y tuercas de fijación.
 - La calibración de los grifos se hace por ensayo de los mecanismos de regulación, como son los reboses, los flotadores, los sellos o las palancas.

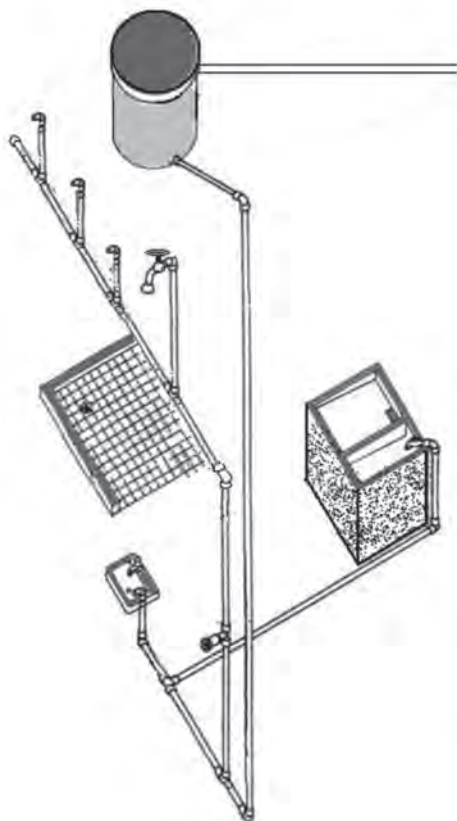


Figura 8.2. Un sistema sencillo y autónomo para abastecer de agua limpia una pequeña unidad productiva agropecuaria.

Red de desagüe

La conformación de una red de desagüe requiere además del tendido de las líneas de conducción, de la disposición estratégica de pozos artificiales para el desarrollo de labores de interconexión y mantenimiento de la red.

Preparación

Es recomendable adelantar como acciones previas a la construcción de las líneas de desagüe, un cuidadoso almacenamiento en la obra, de la tubería, mediante la utilización de arrumes estables y uniformes. También, el replanteo en la zona de la instalación, de las especificaciones del proyecto.

Puntos de Transición

Los puntos de transición de una red de desagüe, se configuran con los ya mencionados pozos de interconexión y mantenimiento de la red, esto es, recurriendo a la construcción de cajas de empalme, inspección, control y tratamiento.

Se reportan entonces, los principales atributos de diseño para cada uno de estos elementos constructivos:

• Cajas de empalme

- Función: Conectar los ramales secundarios a los tramos intermedios de la tubería principal.
- Dimensiones mínimas: $l \times b \times h = 50 \times 50 \times 50$ cm.
- Estructura: Fondo y paredes como placas con un espesor de 5 cm, en concreto simple de dosificación 1:2:3 y con impermeabilizante integral. Tapa en concreto reforzado.
- Conductos: Cañuelas con un diámetro no inferior al de las tuberías concurrentes.

• Cajas de inspección

- Función: Labores de control y mantenimiento en los tramos finales de las tuberías.
- Dimensiones mínimas: $l \times b \times h = 80 \times 80 \times 100$ cm.
- Estructuras: Fondo como placa de espesor 10 cm, en concreto de dosificación 1:2:3, con desnivel transversal del 3 %. Muros en concreto reforzado o ladrillo repellado. Tapa como placa en concreto reforzado de espesor 7 cm, enterrada a 5 cm y con argolla de remoción (Grupo Editorial Océano)
- Conductos: Canuelas con diámetro, dirección, pendiente y alturas iguales a los de la tubería principal.

• Trampa de grasa

- Función: Evitar que la grasa proveniente de los lavaderos y cocinas impermeabilice el detritus y el terreno de los campos de infiltración, dificultando la descomposición anaerobia de la materia orgánica. Se recomienda realizar la limpieza de estos pozos cada seis meses.
- Dimensiones mínimas: $l \times b \times h = 60 \times 60 \times 90$ cm.
- Estructura: Fondo y paredes como placas de espesor 5 cm, en concreto simple de dosificación 1:2:3 y con impermeabilizante integral. Tapa argollada en concreto o madera.
- Conductos: Codo de entrada con batea a 70 cm del fondo y boca a 45 cm. Te de salida con batea a 60 cm del fondo, espigo a 15 cm y campana a 5 cm de la tapa.

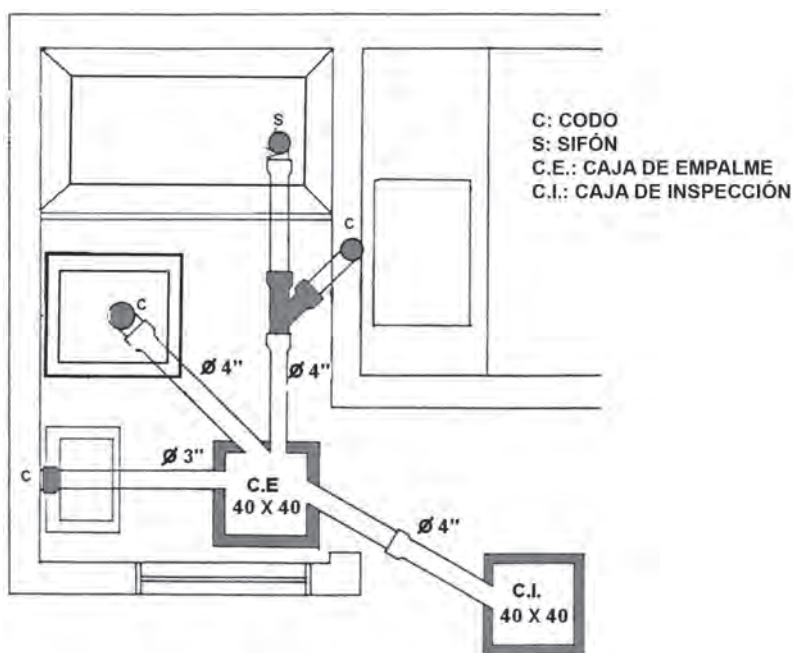


Figura 8.3. Planta de distribución para el sistema de desagüe en una pequeña planta de procesamiento.

Tanque séptico

Entre los pozos de interconexión y tratamiento merece una consideración especial los tanques o fosos sépticos, dado que surgen como una alternativa integral para completar la disposición de las aguas residuales en los núcleos rurales y también porque su selección obliga a proceder con relativa rigurosidad técnica.

Aparecen como características de diseño indispensables para la adopción de un tanque séptico:

Función

Almacenamiento y digestión anaerobia de la materia orgánica, contenida en las aguas residuales. Es indicado emplazar los tanques a niveles por debajo de los de las fuentes de agua y a distancias no menores 3,5 metros respecto a las edificaciones rurales.

Capacidad del tanque

El nivel mínimo de estimación es que para atender un grupo de 4 personas, se requiere un volumen de almacenamiento de lodos de $0,20 \text{ m}^3$, reajustándose este valor en 20 litros por cada persona en que se incremente la población.

Existe una fórmula general y más elaborada con la cual se estima la capacidad de un foso séptico y donde se involucra la tasa de consumo de agua de los usuarios. Tal fórmula es de uso frecuente en las Oficinas de Planeación Municipal de la Región Pacífica Colombiana y se expresa como:

$$Vu(\text{m}^3) = 1,44 \times 10^{-3} \text{ CmH (l/día) x Ps (hab) x Tr (día)}$$

En donde:

CmH: Gasto diario por habitante (100 a 200)

Ps: Población servida (4 a 100)

Tr: Tiempo de retención (1 día)

Determinada la capacidad, las dimensiones globales del tanque se obtienen en la forma:

- Altura total, $h \text{ (m)} = [2 \text{ a } 3] + 0,40$
- Ancho útil, $b \text{ (m)} = [0,50 Vu(\text{m}^3)/huí(\text{m})]^{0,50}$
- Longitud, $l \text{ (m)} = 2 b(\text{m})$

Adicionalmente, en la tabla 8.1, presentada al final de este capítulo, se ofrecen cifras consolidadas que permiten una escogencia ágil y práctica del tamaño de un tanque séptico.

Estructura

El Grupo Editorial Océano reporta un conjunto de especificaciones constructivas para la elaboración de los contornos y los conductos de un tanque séptico.

Espesor de las placas de contorno = 5 a 15 cm

Material = Concreto reforzado de dosificación 1:2:4. Barras corrugadas de diámetro 1/2", colocadas bidireccionalmente cada 20 cm. Tapa de 5 cm de espesor, armada con barras de diámetro 3/8" y colocadas bidireccionalmente cada 10 cm (con argolla). En el caso de que las paredes se construyan con ladrillo, debe usarse mortero de pañete interior, con dosificación 1:2 y conteniendo como impermeabilizante integral un producto comercial como el Sika I.

Conductos

De conformidad con lo reportado por el Grupo Editorial Océano, también se han estipulado recomendaciones puntuales en relación con la conexión de las tuberías de ingreso y evacuación del tanque.

- Diámetro mínimo de los conductos de entrada y salida = 4 pulgadas.
- Diferencia de cotas de batea entre las tes de entrada y de salida = 7 a 10 cm.
- Longitud de los espigos = 40 cm
- Longitud de las campanas = 15 cm
- Pendiente de la línea entre la vivienda y el tanque = 1 a 3 %
- Ductos de ventilación (1 x celda) = En niples de PVC, con diámetro de 2"; de longitud 50 cm y rematados exteriormente con codos.
- Ducto Inter. celdas = En niples de PVC, con diámetro de 4"; de longitud 30 cm y rematados con codos.

Campo de infiltración

Se adopta como modelo constructivo general, el de la espina de pescado, compuesto por zanjas de absorción paralelas a las curvas de nivel del terreno escogido y distanciadas 6 metros entre sí.

- Pendiente de la línea entre el tanque y las cámaras de distribución = 0,1 a 0,2 %.
- Pendiente de las líneas entre las cámaras y el campo = 2 a 4 %.
- Estimación de la capacidad del campo:

$$A(m^2) = 1,20 \text{ CmH (l/día)} \times Ps(\text{habitantes})/Tc \text{ (l/m}^2\text{/día)}$$

Siendo **A**: La superficie de infiltración requerida (50 a 200)

CmH y **Ps**: Se definen como antes.

Tc: La tasa de infiltración del terreno (40 a 80)

El Grupo Editorial Océano propone además como dimensionamiento típico para las zanjas de absorción, las siguientes medidas:

- N° de ramales = 4 a 16.
- Profundidad = 100 cm.
- Ancho = 60 a 100 cm
- Longitudes unitarias = 10 a 50 metros
- Longitud total de las zanjas = 100 a 200 metros
- Constitución del lecho filtrante: Una de las alternativas, es la conformación de un solado de grava gradada, de espesor 15 cm y con granos de 0,1 a 7 cm de diámetro. Otra alternativa, consiste en tender una tubería de gress perforada o a junta perdida, de 4" de diámetro, con un desnivel del 0,1 al 0,2 %.

Elaboración de las cámaras de distribución: Las dimensiones totales de estas cajas repartidoras del caudal son $l \times b \times h = 60 \times 60 \times 45$ cm. El fondo se conforma como una capa de 10 cm de espesor, en concreto simple de dosificación 1:2:4. Las paredes se construyen en ladrillo. Habrán de ir equipadas con tapas de 5 cm de espesor, fabricadas en concreto de dosificación 1:2:4, reforzadas con barras de diámetro 3/8", colocadas bidireccionalmente cada 10 cm.

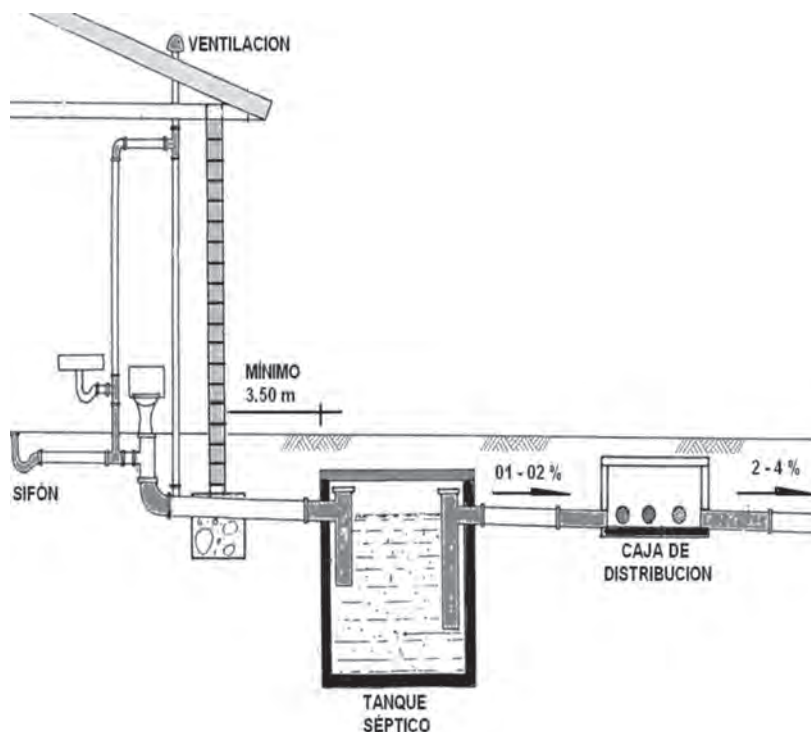


Figura 8.4. Esquema para la instalación de un pozo séptico destinado al tratamiento de las aguas residuales provenientes de una vivienda rural.

Colocación de la tubería

La construcción de las líneas de desagüe involucra la combinación de esmeradas técnicas estructurantes e hidráulicas, en virtud de que la presencia de conducciones de agua enterradas bajo el piso de una edificación puede poner en riesgo su estabilidad mecánica y su estado sanitario. Cualquier fuga o infiltración de agua desde la tubería de un alcantarillado, por pequeña que sea, termina afectando gravemente la solidez de las fundaciones y los muros, lo mismo que el ambiente confortable que debe existir dentro de un inmueble.

El proceso constructivo de una tubería de desagüe puede considerarse dividido en tres grandes etapas: El tendido, la conexión y el afinamiento.

Tendido

Una buena práctica constructiva enseña que una línea de desagüe se conforma en el sentido ascendente de la excavación; colocando los tubos bien alineados y asentados y reservando pasos con anillos de amortiguación dentro de la cimentación.

Conexión

En el desarrollo de esta operación se recomienda en particular:

- Conectar bajantes de ventilación en los lavaderos y bañaderos (Editorial Limusa, 2002).
- Cuando las líneas se elaboren con tubos de cemento o gress, las juntas deben revocarse o emboquillarse para luego limpiarse por dentro (calafeteado).

Text de agua

Esta prueba consiste en llenar de agua la tubería recién instalada para chequear filtraciones, 24 horas después de la conexión.

Tabla 8.1. Dimensiones típicas de un tanque séptico conforme a su capacidad.

Población servida (Personas)	Capacidad del tanque (Litros)	Largo interior (m)	Ancho interior (m)	Tirante menor (m)	Tirante mayor (m)	Profundidad total (m)	Espesor de los muros (m)
Hasta 10	1500	1,90	0,70	1,10	1,20	1,68	0,14 a 0,30
11 a 15	2250	2,00	0,90	1,20	1,30	1,78	0,14 a 0,30
16 a 20	3000	2,30	1,00	1,30	1,40	1,88	0,14 a 0,30
21 a 30	4500	2,50	1,20	1,40	1,60	2,08	0,14 a 0,30
31 a 40	6000	2,90	1,30	1,50	1,70	2,18	0,28 a 0,30
41 a 50	7500	3,40	1,40	1,50	1,70	2,18	0,28 a 0,30
51 a 60	9000	3,60	1,50	1,60	1,80	2,28	0,28 a 0,30
61 a 80	12000	3,90	1,70	1,70	1,90	2,38	0,28 a 0,30
81 a 100	15000	4,40	1,80	1,80	2,00	2,49	0,28 a 0,30

Galván y Peña, 1978.

DOS FUENTES ALTERNAS DE CALOR

9.1 ESTADO DE LA TECNOLOGÍA

En la civilización actual el aprovechamiento de la energía a gran escala, consiste en liberar la potencia acumulada en materiales combustibles o en depósitos de agua para hacer girar las aspas de una turbina, un generador o simplemente para transformarla directamente en calor.

Se consideran problemas graves de la generación de energía a partir de los materiales combustibles:

- La baja disponibilidad y el agotamiento de los yacimientos de hidrocarburos y de carbón mineral
- La creciente amenaza de la desaparición de los bosques sobre explotados por el extractivismo de la leña.
- La carga de polución atmosférica provocada por el desprendimiento del bióxido de carbono y otros gases tóxicos subproductos de la combustión.

Así mismo, el aprovechamiento hidroeléctrico adolece de serias deficiencias tecnológicas relacionadas con la baja cobertura de la generación y la interconexión eléctrica para las regiones más apartadas y agrestes; todo esto aunado a los elevados costos que implica atender las deficiencias señaladas.

Entonces, los pobladores rurales se han visto obligados a reflexionar sobre las posibilidades de combinar o ir sustituyendo paulatinamente las dos formas más convencionales de obtener energía a gran escala con otras fuentes energéticas, en algún momento declaradas por el mercado, obsoletas o poco efectivas.

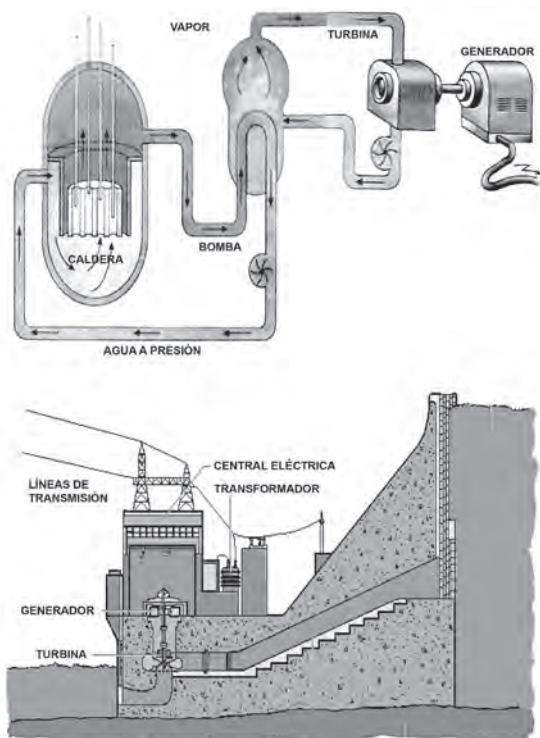


Figura 9.1. Una planta de fuerza a vapor y una planta de generación eléctrica.
Las dos formas más convencionales de obtener energía a gran escala.

Fuentes no convencionales de energía

Entre las fuentes no convencionales para generar energía merecen citarse en orden jerárquico, conforme a la tradición cultural y a las posibilidades de desarrollo sostenible, las que siguen:

- La fuerza muscular (Bien sea animal o humana).
- La corriente eólica o del viento.
- La radiación solar.
- El biogás
- La corriente marina.
- La radiación geotérmica.
- Las descargas atmosféricas (rayos, relámpagos).
- La fusión y fisión nuclear.

Las tres primeras posibilidades de proveer energía; la fuerza muscular, las corrientes de viento y la radiación solar, son las formas más conocidas ancestralmente para suplir las pequeñas y grandes necesidades de los núcleos rurales y urbanos; baste recordar los siguientes casos:

- El transporte de cargas y aperos sobre el lomo de las mulas, sobre las carretas tiradas por bestias o sobre la cubierta de los veleros.
- Los trabajos de labranza de las tierras de cultivo y la molienda de los materiales de cosecha con el uso de la tracción animal.
- La extracción de agua de los pozos subterráneos por medio de molinetes de viento.
- El secado de los granos de cereal recién cosechados por medio de los rayos solares.

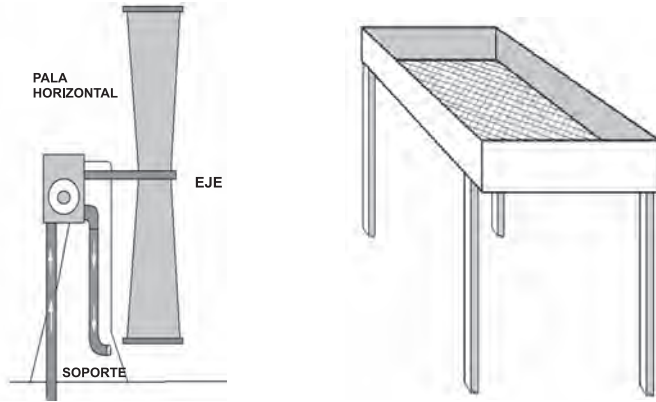


Figura 9.2. Una hidrobomba accionada por un molinete eólico y un secador solar de café. Dos ejemplos del equipo utilizado para explotar las fuentes alternativas de energía.

9.2 PLANTAS DE BIOGÁS

El nivel tecnológico en nuestra cultura todavía no tiene la talla para lograr el óptimo aprovechamiento de las inagotables reservas energéticas provenientes de la producción del biogás. Sin embargo, se ha venido desarrollando como la más innovadora aplicación, el accionamiento de pequeñas bombas y compresores, mediante el uso de diversas sustancias de trabajo, expandidas por la combustión del biogás.

Se considera al biodigestor, como el depósito donde ocurre la fermentación anaeróbica de los desechos orgánicos, con la consecuente generación del biogás. En tanto que una planta de biogás se concibe como el conjunto de depósitos y conducciones, adecuadamente emplazados y distribuidos, para la conformación de una sencilla planta de proceso que cumpla en condiciones favorables, las operaciones de:

- La recepción acumulativa de estiércol y de residuos vegetales.
- La digestión o degradación de los desechos orgánicos correspondientes.
- El almacenamiento del gas producido por la digestión anaeróbica.
- La distribución segura y eficiente del biogás producido.

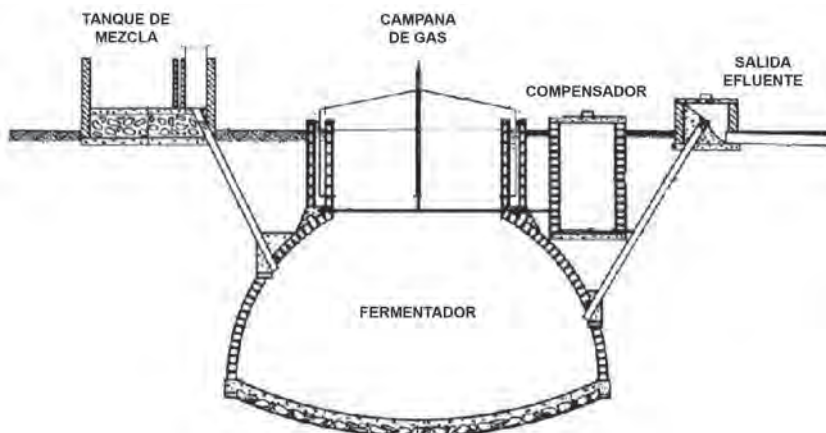


Figura 9.3. Aspecto general de una planta de biogás.

Aplicaciones del biogás

Hasta hoy, las aplicaciones más populares del biogás como fuente de energía, tienen que ver con la utilización de la forma más degradada de la energía, como es el calor, para la cocción de alimentos, el calentamiento de agua y la calefacción de las instalaciones y las habitaciones.

Constitución de biogás (CVC - GTZ, 1987)

Gas metano (CH_4) = Entre el 60 y el 70 %.

Gas carbónico (CO_2) = Entre el 30 y el 40 %.

Otros gases (H_2 , N_2 , O_2 , CO y H_2S) = Entre el 0,10 y el 0,90 %.

Consumo de biogás (CVC - GTZ, 1987)

El poder calórico del biogás se estima en 6 kw/m^2 . Este valor es equivalente al calor que se obtiene al quemar 0,5 litros de ACPM.

Los requerimientos de consumo del biogás alcanza los siguientes niveles:

- En motores de combustión interna = 420 litros por hora.
- En hornillas de cocción = Entre 150 y 300 litros por hora.
- En calentadores de cría = Entre 150 y 250 litros por hora.
- En lámparas de gas = 100 litros por hora.

Potencial de gasificación

Bajo las condiciones de un ambiente cálido, se debe esperar hacia los primeros 40 días de funcionamiento de una planta de bio digestión, una producción de gas entre 900 y 1500 litros por día; esta cifra representa un promedio de 150 litros por hora y resulta compatible con los estimativos de consumo previstos en los centros de producción y habitación.

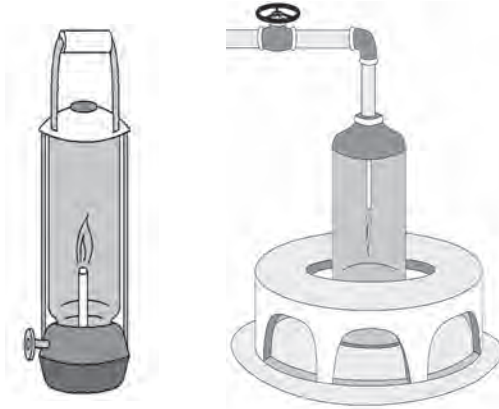


Figura 9.4. Una lámpara y una criadora a gas.

Producción de gas

Se sugiere hacer la estimación de la producción diaria de biogás con el uso del siguiente formato .

Tabla 9.1. Estimación de la producción de gas en un biodigestor.

FUENTE - DESECHOS	APORTE DIARIO (kg)	MATERIA ORGÁNICA	FACTOR DE M.O.	FACTOR DE GAS	PRODUCCIÓN GAS (lts)
Reses		0,13		250	
Cerdos		0,20		200	
Aves		0,17		400	
Humanos		0,15		300	
Paja de arroz		0,93		220	
Paja de maíz		0,91		410	
Hierba fresca		0,89		410	
Residuos, verduras		0,86		350	
Bagazo		0,78		160	
Residuos, cocina		0,10		250	

(CVC - GTZ, 1987).

Complementariamente, se ha previsto que un animal de producción aporta diariamente una cantidad de estiércol equivalente a entre el 1 y el 5 % de su peso.

Combinaciones aptas

- Primera alternativa: Una vaca o un caballo adultos
- Segunda alternativa: 10 cerdos, cabras u ovejas de levante
- Primera alternativa: 3 cerdos de cría o 15 conejos

De cualquier modo, siempre se habrá de chequear que la cantidad total del estiércol aportado en un día no sea menor a 10 kilos.

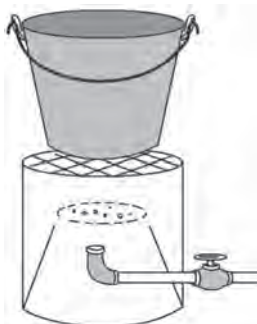


Figura 9.5. Una hornilla de cocción a gas.

Tamaño y geometría del tanque biodigestor

Tamaño

El tanque de fermentación de una planta de biogás ha de tener una capacidad suficiente para atender el flujo de biomasa producida, a efectos de poder generar la cantidad de biogás requerida. La estimación se realiza como sigue:

$$V_n \text{ (m}^3\text{)} = [0,03 \text{ a } 0,04] \times \text{BD (kg/día)}$$

Siendo: **V_n**, el volumen neto del tanque

BD, la cantidad total de biomasa producida en un día

La cantidad de agua contenida en la carga de biomasa debe representar entre un 60 y un 80 % del peso del estiércol.

Geometría

Usualmente, el tanque fermentador se adopta en forma de un depósito cuniesférico cuyas dimensiones se establecen en función de su propia capacidad, **V_n**.

$$\text{Radio: } R = [0,4514 V_n]^{1/3}$$

$$\text{Altura: } H = 0,20 R.$$

Dentro del tanque fermentador o adjunto a él, habrá de reservarse un espacio para la cámara de almacenamiento del gas. Con frecuencia este depósito se adopta en forma esférica o cilíndrica y de un tamaño equivalente al 25 % del volumen del tanque fermentador.

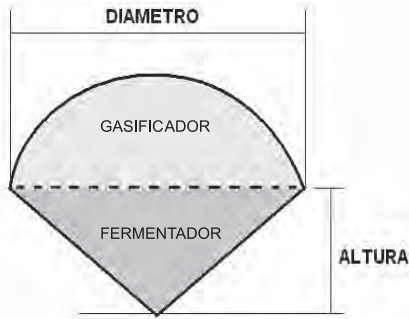


Figura 9.6. Geometría del tanque fermentador cuniesférico.

Emplazamiento del biodigestor

Los criterios para la localización general de los tanques digestores, están encaminados a prodigar un funcionamiento eficiente y un abrigo apropiado para los depósitos.

1. La base de los depósitos habrá de quedar a un nivel por debajo de las cotas, para las fuentes de agua.
2. Los depósitos habrán de quedar cerca de los estercoleros y de las fosas de purín o líquidos.
3. Alrededor de los depósitos deberán constituirse techumbres livianas y cercas de enredadera, empleando sembrados de suinglia (limonerillo), guandul, maracuyá o badea.

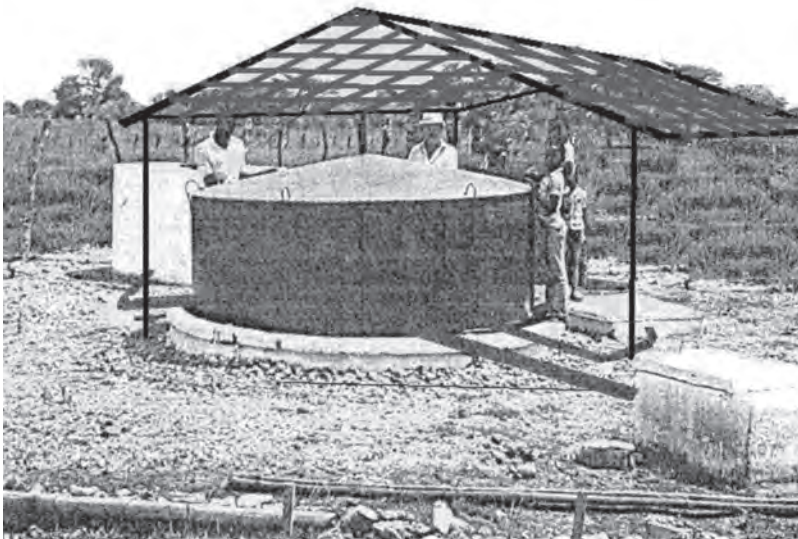


Figura 9.7. Tanque de biogás resguardado con un cobertizo.

Estructuración de la planta

El hermetismo y el aislamiento térmico, son características constructivas que aseguran un funcionamiento eficiente de los tanques de biodigestión. Los tanques rígidos se elaboran en concreto reforzado o en lámina metálica y tienen una vida útil de 20 años. En tanto, los tanques flexibles se fabrican con plásticos, lonas u otras fibras sintéticas y sólo pueden durar hasta 5 años.

Digestores

Placas de fondo. Se les da la forma de cascos cónicos en concreto simple o reforzado o también, en mampostería de ladrillo repellado.

Módulos de diseño. Bóvedas esféricas o cilíndricas, generalmente enterradas y en mampostería de ladrillo repellado y estucado, internamente con alquitrán o parafina. Tanque cilíndrico de placa metálica o de plástico termo resistente, dispuesto a flor de tierra y bajo cubierta. Cualquiera de estos dos prototipos, debe ir equipado con aspas internas que facilitan el rompimiento de las natas y con compuertas de acceso para los operarios (Instituto de Investigaciones Tecnológicas, 1990).

Cámaras de gas

Se adoptan en forma de campanas o tambores elaborados en fibrocemento, acero inoxidable o plástico. Van equipadas con un ducto metálico, dotado de una válvula y una manguera de polietileno de alta densidad y de 5 pulgadas de diámetro.

Tanque estercolero

Se coloca por encima del tanque digestor, lleva un ducto de descarga en PVC o en gres, con un diámetro de 4 pulgadas.

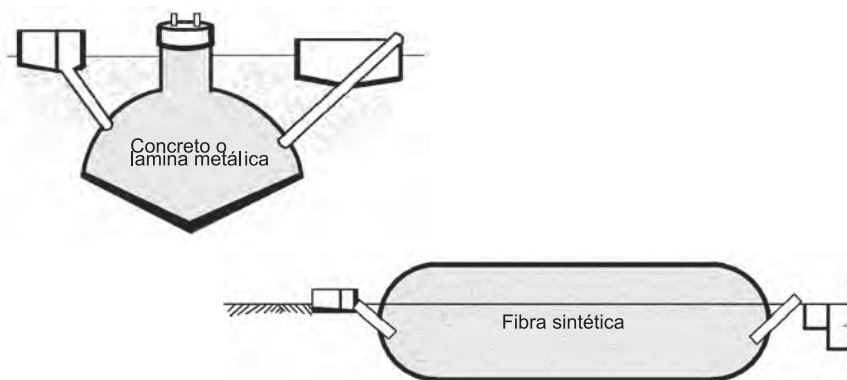


Figura 9.8. Diferenciación entre tanques rígidos y flexibles.

9.3 CALENTADORES SOLARES

La energía del sol proviene de la fusión de los núcleos de hidrógeno presentes en el interior de ese astro. La fracción de la radiación solar que recibe la tierra corresponde a unos 15×10^{10} megavatios al año; esta cantidad equivale a 10 veces la energía fósil acumulada en la tierra durante toda su historia (Valero, 1986).

La potencia de la radiación solar que puede ser utilizada como una fuente de energía a nivel de la corteza terrestre varía entre 0 y 1000 vatios por metro cuadrado, lo cual depende de la evaluación de factores relacionados con la geografía del lugar considerado, tales como la longitud y la altitud, lo mismo que el número de horas de sol al año y el grado de nubosidad.

Cualquiera que sea el objetivo para el cual ha sido concebido un sistema de aprovechamiento de la energía radiante del sol, el componente básico corresponde al instrumento receptor, hasta hoy ideado como una placa colectora o concentradora, conformada por superficies foto absorbentes, debidamente soportadas y aisladas, mediante la utilización de paneles o contenedores prefabricados, de un tamaño manejable.

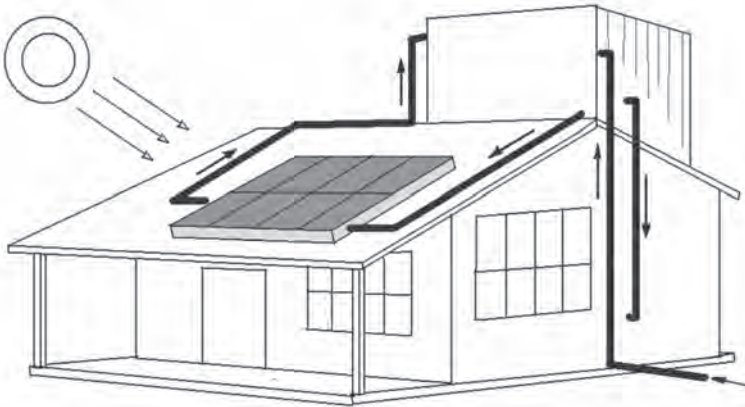


Figura 9.9. Emplazamiento general de un panel solar.

Si el propósito de una planta solar es la generación de corriente eléctrica, los paneles solares contendrán celdas fotoeléctricas, especialmente constituidas y ensambladas a baterías o acumuladores electrolíticos.

Por otra parte, si lo que se persigue es el calentamiento de agua con diferentes fines, los paneles contendrán intercambiadores de calor en forma de tuberías emparrilladas y conectadas íntimamente a los hidrotanques de almacenamiento.

Efectos fotovoltaicos

- Cercas eléctricas, electro bombas, ventiladores de bajo consumo
- Iluminación con lámparas y bombillas no incandescentes.
- Equipos de radio, televisión y telefonía celular.

Efectos hidrotérmicos

- Calentamiento de agua
- Artefactos de calefacción (Incubadoras y criadoras)
- Pequeñas máquinas de vapor y evaporadores.

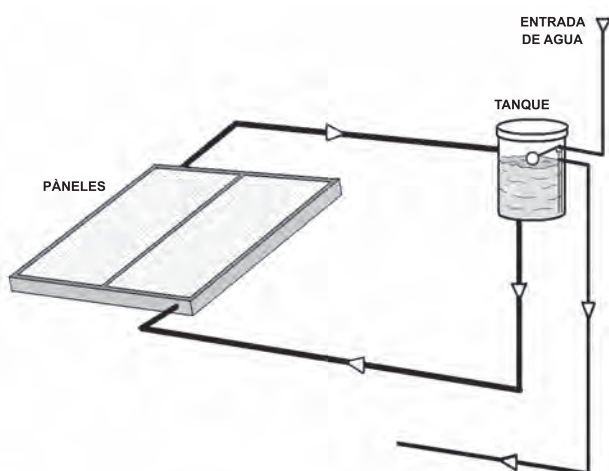


Figura 9.10. Esquema elemental de un calentador de agua para usos domésticos.

Elaboración de los paneles solares

Debido a la gran dispersión que presenta la potencia de la radiación solar a nivel del suelo (por debajo de 1000 vatios/m^2) se suelen emplear grandes superficies colectoras (de varios m^2) para lograr una aplicación útil.

La estructuración de un panel solar comprende una caja o marco del soporte, un paño de aislamiento, una cubierta transparente y un núcleo de absorción (Campbell, 1983).

Marco del soporte

Se elabora en listones de madera, revestidos con láminas de aluminio de 3 mm de espesor.

Paño de aislamiento

Se elabora en icopor o poliestireno expandido, con un espesor entre 10 y 15 cm.

Cubierta transparente

Se adopta en vidrio o poliéster blindado, con un espesor de 3 ó 4 mm.

Núcleo de absorción

Está formado por una placa de cobre ó en hierro galvanizado de un cm de espesor y pintado de negro. También puede estar formado por un conjunto de foto celdas en silicio, cromo ó vanadio, con áreas individuales de 5 x 15 cm.

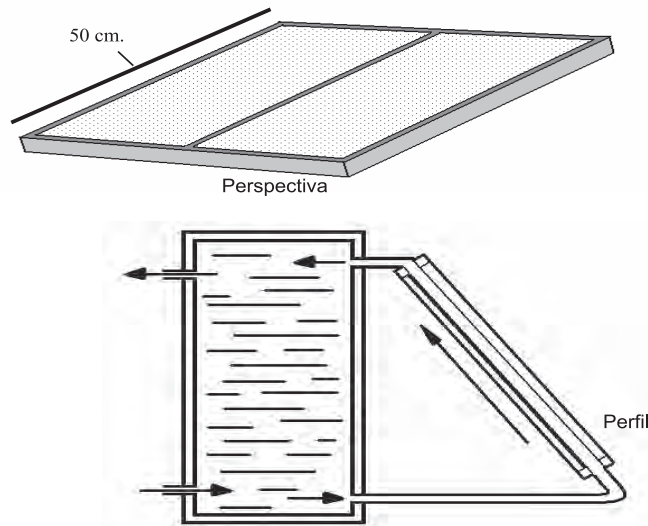


Figura 9.11. Diseño general de un colector plano.

Estructuración del calentador de agua

La estructuración típica de un calentador de agua solar comprende como partes esenciales un hidrotanque para el almacenamiento del agua caliente, una tubería para la conducción del agua y un intercambiador de calor (Konya, 1981).

El hidrotanque

Su fondo ha de quedar 60 cm por encima de la placa de absorción del panel. Se adopta con capacidades entre 200 y 500 litros y se recubre con dos capas de aislante térmico de 3 cm y 8 cm de espesor, respectivamente.

La tubería

Su longitud no debe superar los 15 metros y su diámetro está entre 1 y 1,5 pulgadas. Se suministran revestidas exteriormente con un aislante térmico. Las hay de tres tipos: Abasto, recirculación y desahogo.

El intercambiador

Lo conforma una parrilla ó serpentín de tubos de cobre pintados de color negro.

Se ha estipulado como norma de diseño general, que un metro cuadrado de superficie absorbente de un colector solar, calienta en un día entre 50 y 75 litros de agua, hasta una temperatura entre 50 y 60 °C.

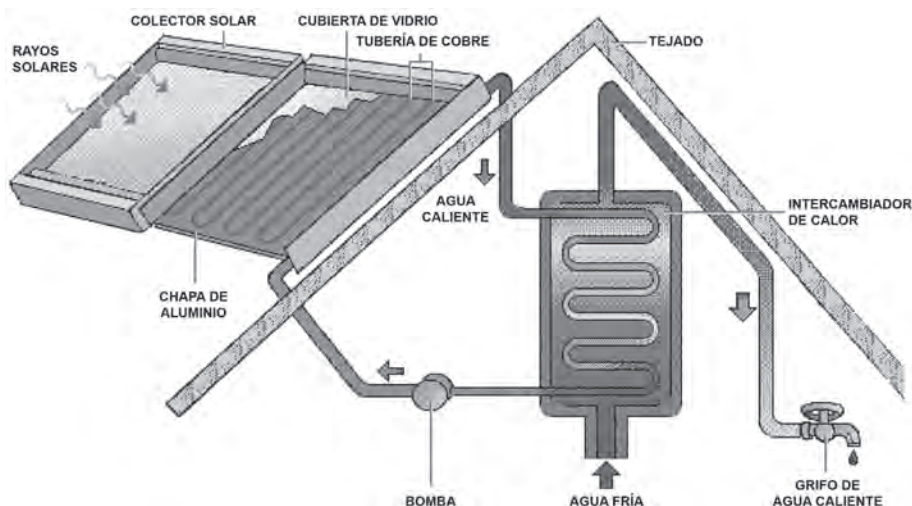


Figura 9.12. Esquema de la estructuración básica de un calentador solar.

Instalación de los colectores

La secuencia de operaciones para el montaje de una planta solar exige como primer y más importante paso la instalación de los colectores solares; dentro de lo cual se estipulan las siguientes especificaciones generales (Campbell, 1983):

Soporte

El abancamiento de los emplazamientos en los techos, deben quedar libres del riesgo de ensombrecimiento y de daño mecánico.

El abancamiento en cobertizos individuales, habrá de soportar una carga mínima entre 12 y 15 kilos por m².

Medidas

Área individual de cada panel = Entre 1,50 y 2,50 m².

Inclinación sobre el suelo = Entre 20 y 30 grados.

Sujeción

Se emplean tornillos de acero galvanizado y masilla sellante de silicona.

BIBLIOGRAFÍA

- BUENAVENTURA E., Carlos. *Elaboración de panela en Colombia*. CENICAÑA. Cali. 1986. pp. 4 a 16.
- CAMPBELL Stu, Frank. *Construya su propio calentador solar*. Ediciones Gili S.A. Barcelona (España). 1983. pp. 48 a 98.
- CARRETERO C., Isidro y otros. *Técnico en agricultura*. Tomo 2, Editorial Cultural S.A. Madrid. 2002. pp. 259 a 286.
- Convenio C.V.C - G.T.Z. *Difusión de la tecnología del biogás en Colombia*. Cali. 1987. pp. 15 a 45 y 107 a 123.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO. *Cultivo de peces*. Cartilla de Extensión Técnica. Armenia. Sin fecha. pp. 7 a 20.
- EDITORIAL LIMUSA S A. *Guía Rápida: Plomería*. México. 2002, pp. 5 a 7.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. *Beneficio ecológico del café*. Cali. 1997. pp. 6-34, 56, 74-75.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. *Manual del cafetero colombiano*. 4ª Edición. CENICAFÉ. Chinchiná. Colombia. 1979. pp. 162-176.
- FUENTES, Y, José Luis. *Construcciones para la agricultura*. 2ª Edición. Ministerio de Agricultura. Madrid. 1974. pp. 41-51; 177-193; 202-234; 265-267.
- GALVÁN, D, Héctor y PEÑA, T, Eduardo. *Cartilla de autoconstrucción para escuelas rurales*. Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina y la Región Caribe. México. 1978. pp. 46 a 125.
- GARCÍA, B, Hugo y MORENO, P, Fernando. *Proceso de elaboración de la panela*. ICA. Documento de Trabajo. Tibatá. Colombia. 1979. pp. 54 a 58.
- GARCÍA, H, Jorge, E. *El dibujo de proyectos constructivos en Ingeniería Agrícola*. Universidad del Valle. Cali. 1982. pp. 64 a 91.

- GARCÍA-VAQUERO, Y, Emilio y AYUGA, T, Francisco. *Diseño y construcción de industrias agroalimentarias*. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 1993. pp. 290 a 397.
- GRUPO EDITORIAL OCÉANO. “Instalaciones de una vivienda”. En *Biblioteca Atrium de la construcción* (Enciclopedia). Volumen 3. Barcelona. Sin fecha. pp. 37 a 65.
- HALLEY, R, John. *Enciclopedia de agricultura y ganadería*. 1ª Edición. Tomo 4. Editorial Limusa S.A. México. 1992. pp. 703-705.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA) y SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y FOMENTO. *Industrialización de la caña*. Compendio N°. 42. Medellín. 1981. pp. 287 a 337.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS. *Plantas de biogás*. Editora Guadalupe. Bogotá. Sin fecha. pp. 25-38; 71-79.
- JOHNSON, Edward, E. *El agua subterránea y los pozos*. 1ª Edición. Minnesota. 1975. pp. 211-238.
- KONYA, Allan. *Diseño de climas cálidos*. Blume Editores. Madrid (España). 1981. pp. 114-119.
- MARTÍNEZ, P, Luis. *Instalaciones agrícolas*. Ediciones CEAC S.A. España. Edición 14. 1986. pp. 119-160. Edición 11. 1979. pp. 127-168.
- MATERÓN, M, Hernán. *Obras hidráulicas rurales*. 4ª Edición. Universidad del Valle. Cali. 1994. pp. 13-43; 106-129; 196-213.
- MATON, A. *Construcciones para el ganado*. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 1975. pp. 15-23; 109-136; 171-182; 239-259; 335-358.
- MEJÍA, V, Francisco Javier. *Trapiches*. Secretaría de Agricultura y Fomento de Antioquia. Medellín. 1976. pp. 8-29; 36-51.
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. *Operación y mantenimiento de pozos profundos para acueductos*. Curso Básico. 1ª Edición. Universidad del Valle. Cali. 1999. pp. 49-59.
- MURCIA, V, Andrés. *Aguas subterráneas*. 4ª Edición. Ministerio de Agricultura y Pesca. Madrid. 1976. pp. 102-113.
- OVE SODE. “La ingeniería agraria en el desarrollo: Directrices para proyectar y construir almacenes de aldea”. En *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO* (N°. 82). Roma. 1991. pp. 27-60.
- PÉREZ, A, José Joaquín. *Instalaciones agropecuarias*. 2ª Edición. Universidad Santo Tomás. Bogotá. 1993. pp. 53-54; 256-265; 308.
- PIMIENTA, Jean. *La captación de aguas subterráneas*. Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona. 1973. pp. 97-104; 132-154.

- QUIÑÓNEZ, Benjamín y QUINTERO, Willman. “Trapiches”. En *Curso de caña de azúcar en ladera*. ICA. Cali.1970. pp. 180-218.
- RIVERA, B, Julio César. *Instalaciones agropecuarias*. 1ª Edición. Editorial Dos Mil. Bogotá. 1979. pp. 29-69; 79-86; 93-38.
- SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA). División de Educación a Distancia. “Bloque Modular de Construcciones e Instalaciones Menores”. Cartilla: *Construcción de silos*. Bogotá. 1985.
- URIBE, M, Pedro. *Curso básico de beneficio de café*. CENICAFÉ. Chinchiná. Colombia. 1990. pp. 1-5.
- VALERO, Michel. *Texto de Física fundamental*. Tomo I. Editorial Norma. Bogotá. Colombia. 1986. pp. 214-19.



Programa  ditorial