

DISEÑO DE PLANTAS AGROINDUSTRIALES



Roger Estacio Laguna

ROGER ESTACIO LAGUNA

Diseño de Plantas Agroindustriales

1^{ra} Edición

DISEÑO DE PLANTAS AGROINDUSTRIALES

Autor:

© **Roger Estacio Laguna**

Primera Edición digital: Marzo 2022

Editado por:

Roger Estacio Laguna

Jr. Tingo María N° 120. Amarilis, Huánuco, Perú

Publicación electrónica disponible en:

<https://www.unheval.edu.pe/agrarias/facultad-ingenieria-agroindustrial/>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú No 2022-01938

ISBN: 978-612-00-7573-9



Derechos Reservados. Prohibida la reproducción de este Libro por cualquier medio total o parcial, sin permiso expreso del autor.

Contenido

Presentación

Capítulo 1: Innovación de los procesos agroindustriales

- 1.1 Aptitud para el aprovechamiento de los recursos agroindustriales
 - 1.2 Diseño y diagramación del proceso productivo
 - 1.3 Equipos de transporte y de procesamiento agroindustrial
 - 1.4 Propuestas para el uso de las tecnologías convergentes
 - 1.5 Aporte: el ultrasonido en la aceleración de los procesos de transferencia de masa
-

Capítulo 2: Mercado y capacidad de Planta

- 2.1 Determinación del mercado objetivo
 - 2.2 Capacidad de Planta y equipamiento
 - 2.3 Superficie de Planta
 - 2.4 Áreas claves en la planta agroindustrial
-

Capítulo 3: Localización de Planta

- 3.1 Factores y criterios de análisis
 - 3.2 Macrolocalización y microlocalización
-

Capítulo 4: Distribución de Planta

- 4.1 Definición y casos donde se aplica la distribución
 - 4.2 Fines de la distribución
 - 4.3 Principios básicos para la distribución de agroindustrias
 - 4.4 Tipos de disposición de Planta
 - 4.5 Elementos claves en la planificación sistemática de la distribución en planta
 - 4.6 Factores de la distribución de planta
 - 4.7 Diagrama de relación y proximidad
 - 4.8 Diagrama esquemático
 - 4.9 Diagrama de bloques y recorrido
-

Capítulo 5: Elementos de Infraestructura

- 5.1 Principios de resistencia
 - 5.2 Configuración estructural
 - 5.3 Principales Materiales de construcción.
 - 5.4 Divisiones o tabiquería
 - 5.5 Acabados sanitarios
 - 5.6 Distribución 3D de una nave agroindustrial
-

Capítulo 6: Instalaciones Básicas

6.1 Instalaciones eléctricas: máquinas, iluminación y ventilación

6.2 Instalaciones de sanitarias: instalaciones de agua y desagüe.

Capítulo 7: Trazabilidad y seguridad

7.1 Trazabilidad y sensores

7.2 Señalización y rotulados

7.3 Seguridad en función al riesgo

7.4 Seguridad e higiene en la agroindustria

7.5 Manejo y aprovechamiento de residuos agroindustriales

Bibliografía

i. Presentación



Conocer el diseño de una planta agroindustrial es optimizar los procesos agroindustriales y tomar decisiones con criterios acertados. La empresa agroindustrial es la que debe beneficiarse de las innovaciones, respetando la legislación, para contribuir de manera positiva al desarrollo de un país.

El diseño exclusivo de plantas agroindustriales es un estudio minucioso que va desde analizar las oportunidades de aprovechamiento de la materia prima, la ubicación, distribución llegando hasta la implementación de la planta agroindustrial.

Desde el punto de vista de la ingeniería de las plantas agroindustriales el libro muestra aspectos de organización de espacios e instalaciones para aprovechar al máximo las materias primas agroindustriales siguiendo un determinado proceso de transformación para obtener valor agregado respectivo. Este material además posee aspectos innovadores y legales; que se servirán para la toma de decisiones para la propuesta de una planta agroindustrial.

Así pues, el objetivo final del diseño de una planta agroindustrial es la materialización de un proceso agroindustrial con el uso optimizado de la energía y el material, asumiendo los riesgos y restricciones del entorno físico y el acceso a la tecnología. Es así que a través del enfoque científico (ver Figura 1) se prioriza que toda unidad de procesamiento agroindustrial debe procurar implementar instalaciones con equipamiento pertinente a partir de las investigaciones científicas, pudiendo lograr la eficiencia y rentabilidad a través de las transferencias de tecnologías.

ENFOQUE CIENTÍFICO PARA DISEÑAR UNA PLANTA DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES

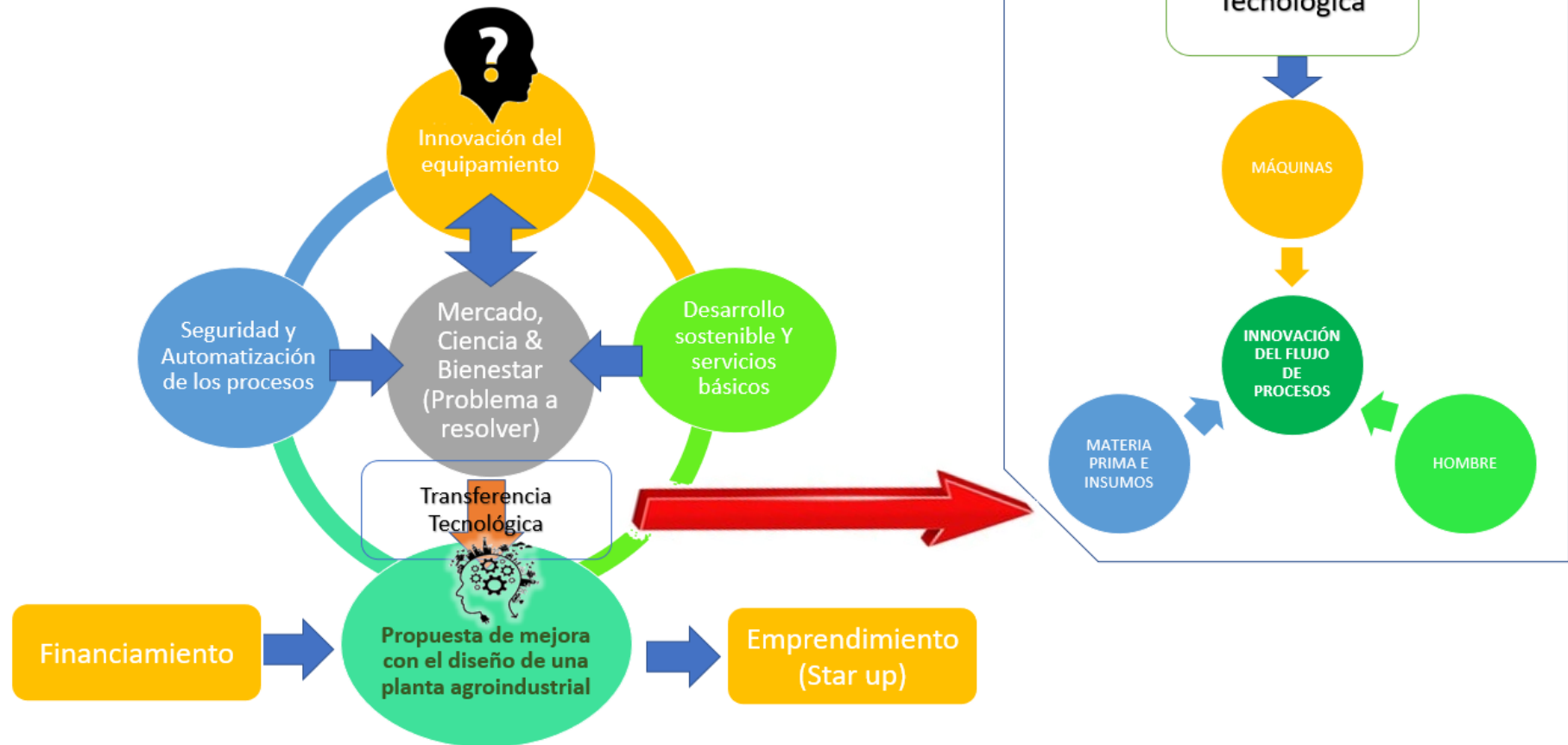


Figura 1. Enfoque científico para diseñar una planta de procesos agroindustriales.



Capítulo 1

Innovación de los procesos agroindustriales

Capítulo 1

Innovación de los procesos agroindustriales



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ La aptitud de las materias primas está ligada al aprovechamiento del recurso agroindustrial.
- ✓ Las innovaciones se aprovechan a partir de las investigaciones científicas.



Objetivos

- ✓ Tener una visión global del valor agregado de diferentes materias primas del entorno.
- ✓ Conocer las tecnologías convergentes para mejorar los procesos productivos.

1.1 APTITUD PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS AGROINDUSTRIALES

Las materias primas en la agroindustria pueden ser los recursos agropecuarios, forestales y/o pesqueros, es importante que a partir de ello se evalúen los compuestos de interés comercial para su posible transformación,



Figura 2. Partes del aguaymanto (*Physalis peruviana*)

Ahora bien, conviene hacer una lista de propuesta a partir de los beneficios procesables de las partes que componen el aguaymanto.

Cuadro 1. Partes aprovechables del aguaymanto

Parte de la materia prima	Posible aprovechamiento
Semilla	Compuestos taninos y sustancias lipídicas
Cáliz	Pulpa de papel
Pulpa y piel	Pulpas, bebidas, mermeladas, jaleas
Fruto entero sin cáliz	Fruta fresca, productos deshidratados



Figura 3. Propuestas de aprovechamiento del aguaymanto.


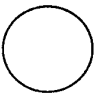

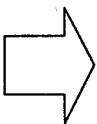



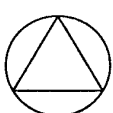
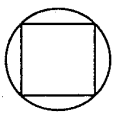
1.2 DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Cuando se emprende un negocio, debemos tener los siguientes criterios:

- ✓ Lo ideal es elegir el producto que aproveche al máximo la materia prima,
- ✓ El producto debe generar las mejores utilidades.
- ✓ Además, debe generar menores mermas en el proceso.






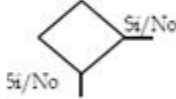
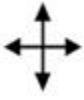


Para el ejemplo vamos a elegir el “Aguaymanto deshidratado”, y empezaremos diseñando un diagrama de flujo del proceso, y posteriormente podemos proponer la mejora de eficiencia en función al equipamiento. Se sugiere que se elija una simbología normalizada para la diagramación, en el ejemplo mostramos la simbología ASME Y ANSI.

SIMBOLOGÍA DE ASME

ORIGEN		Para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
OPERACIÓN		Hay una operación cada vez que una forma o documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características, cuando se une o engrapa o cuando se desune o desengrapa, cuando se prepara para otra operación, transporte o almacenamiento.
INSPECCIÓN		Hay una inspección cada vez que una forma o documento es examinado para identificarlo o para verificar su cantidad, calidad o características. El resultado de esta inspección puede ser: a) Corregir inmediatamente los errores. b) Rechazar la forma o documento. c) Devolverlo para que el error sea corregido. d) Comparar con otro documento.
TRANSPORTE		Hay un transporte cada vez que una forma o documento se mueve, excepto cuando dicho movimiento es parte de una operación o de una inspección.
DEMORA		Ocurre una demora a una forma o documento cuando las condiciones de trabajo no permiten o requieren la ejecución de la siguiente acción planeada.
ALMACENAMIENTO		Ocurre un almacenamiento cuando una forma o documento es guardado o protegido contra un traslado no autorizado; cuando es archivado permanentemente.
ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ocurre una forma o documento se archiva o guarda transitoriamente, antes de continuar con el siguiente paso.
ACTIVIDADES COMBINADAS OPERACIÓN Y ORIGEN		Se considera esta actividad cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.
INSPECCIÓN Y OPERACIÓN		Se considera esta actividad cuando el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

Fuente: www.asme.org

SIMBOLOGÍA DE ANSI

Significado	Símbolo	¿Para que se utiliza?
Inicio / Fin		Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
Operación / Actividad		Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
Documento		Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
Datos		Indica la salida y entrada de datos.
Almacenamiento / Archivo		Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
Decisión		Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
Líneas de flujo		Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
Conector		Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página. Enlaza dos pasos no consecutivos en una misma página.
Conector de página		Representa la continuidad del diagrama en otra página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continua el diagrama de flujo.

Fuente: www.ansi.org

Luego del comparativo de los diagramas a continuación presentamos un ejemplo del proceso productivo para la obtención del aguaymanto deshidratado (ver Figura 4.)

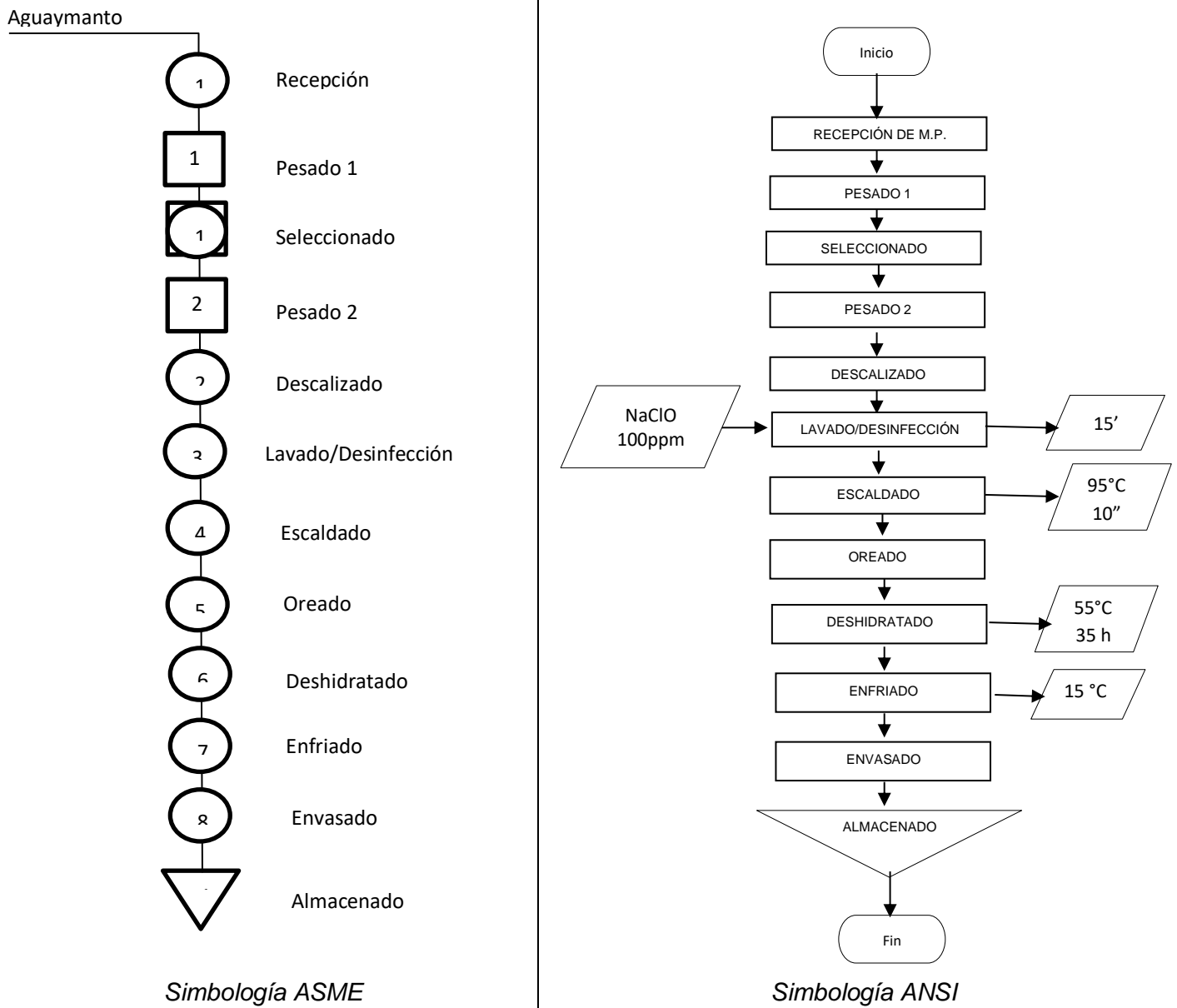


Figura 4. Diagrama de flujo para obtener aguaymanto deshidratado.

1.3 EQUIPOS DE TRANSPORTE Y DE PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL

Es necesario que se haga un alcance de los tipos de máquinas agroindustriales que existe para las fases de transporte del material o la materia prima y para el procesamiento agroindustrial.

Equipos de transporte.

Los equipos o máquinas de transporte son los que sirven para trasladar los materiales de un punto de habilitación hacia otro punto de transformación respetando la secuencia de un diagrama de flujo del proceso, es así que, podemos mostrar los siguientes modelos.



Figura 5. Transportador de rodillos.

Fuente: <https://www.lpconveyors.com> & <https://www.solostocks.com.ar/>

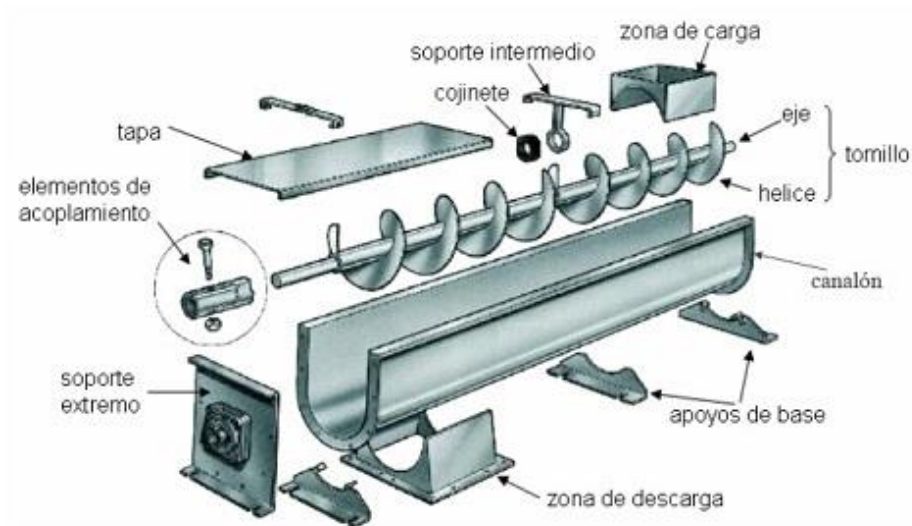


Figura 6. Transportador de tornillo o gusano sin-fin
Fuente: <http://www.block-press.com> & <https://ingemecanica.com/>

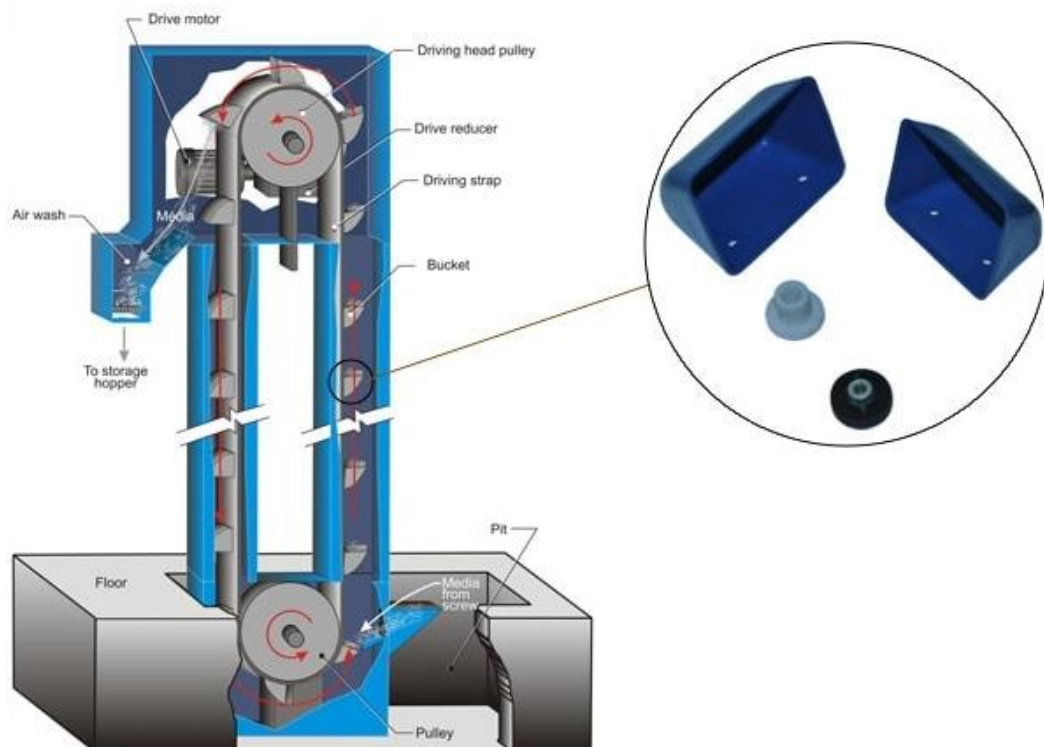


Figura 7. Transportador elevador de cangilones
Fuente: <https://meltinfox.com/> & <https://meprosa.mx/>

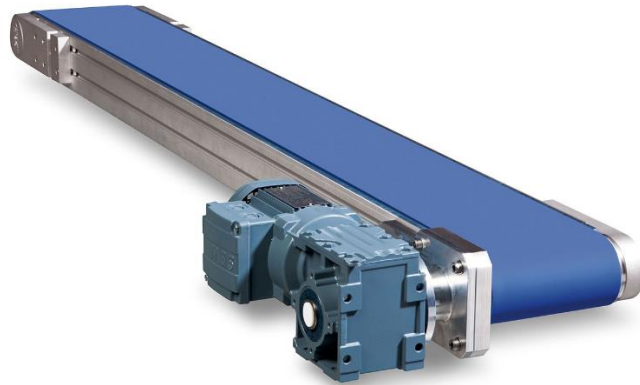


Figura 8. Transportador de cinta o banda transportadora
Fuente: <https://sp-ao.shortpixel.ai/>

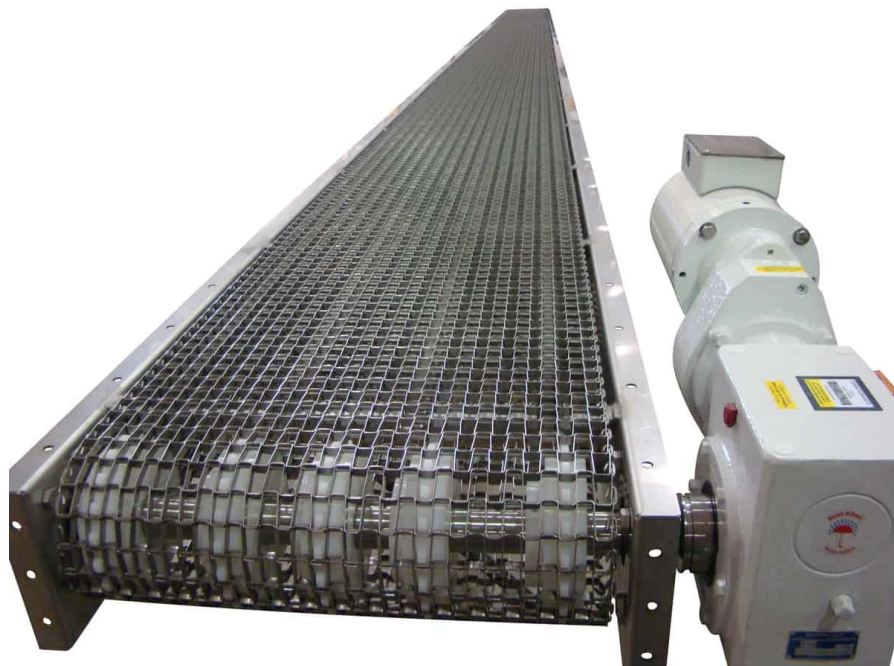


Figura 9. Transportador de cinta o banda transportadora de malla
Fuente: <https://www.ultimationinc.com/>

B Circuito por presión

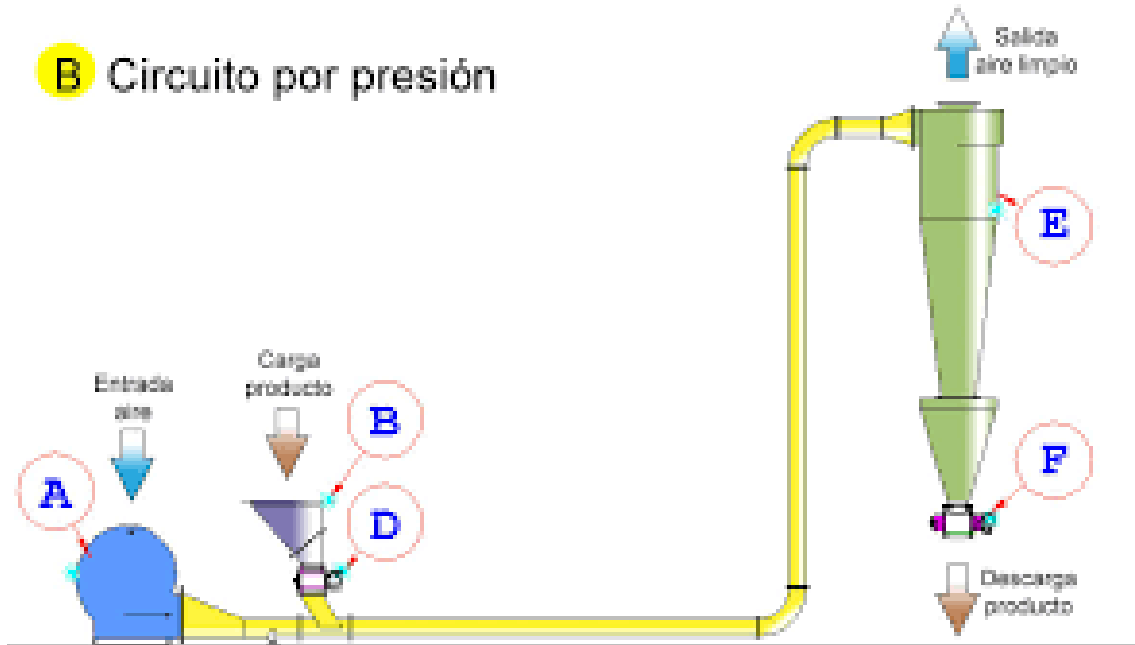


Figura 10. Transportador neumático

Fuente: <https://www.gruberhermanos.com/> & <https://sc04.alicdn.com/>

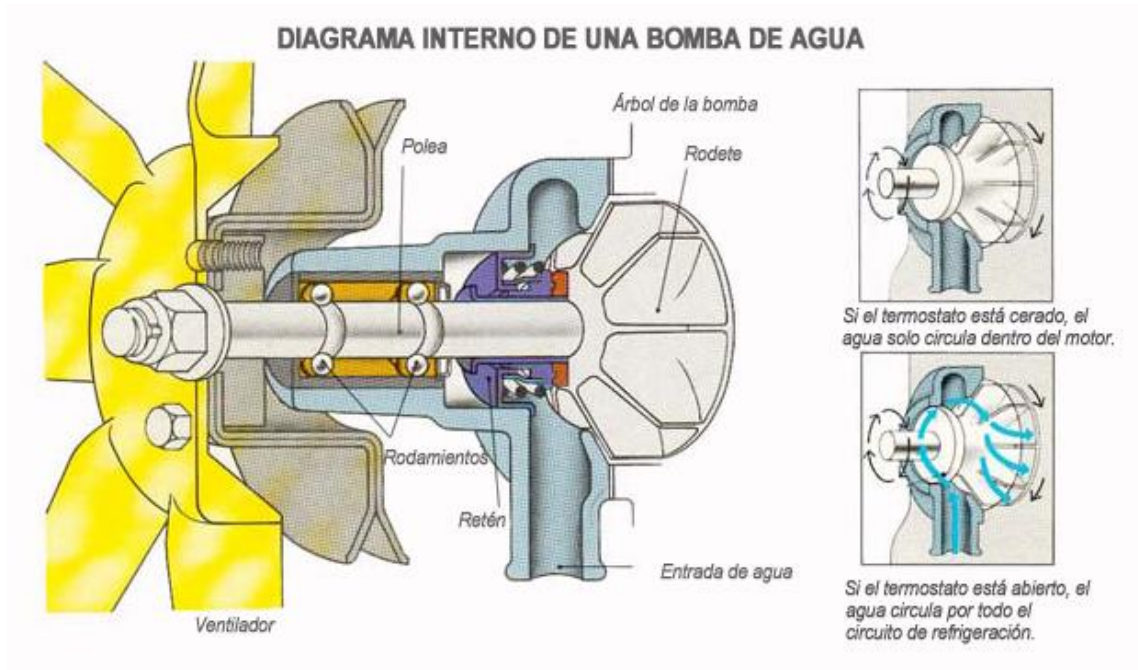


Figura 11. Transportador de fluidos con bombas de agua
Fuente: <https://www.ro-des.com/> & <http://www.ebara.es>

Equipos de procesamiento agroindustrial.

MAQUINAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN



Figura 12. Hidrolavadora continua de vegetales

Fuente: <https://sc04.alicdn.com>

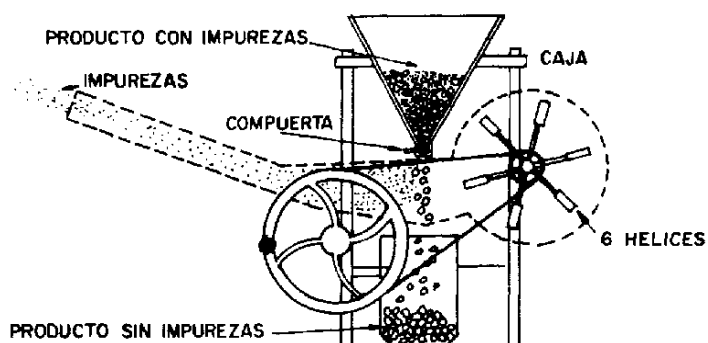


Figura 13. Venteadora en seco para granos y cereales

Fuente: <https://www.fao.org/> & <https://cdnx.jumpseller.com>

MAQUINAS DE SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN



Figura 14. Clasificadora de sogas para frutas y vegetales de aspecto esférico
Fuente: <https://www.agriexpo.online>



Figura 15. Clasificadora de granos
Fuente: <http://larevista.aqpsoluciones.com/>



Figura 16. Clasificadora de huevos
Fuente: <https://veterinariadigital.com/>



Figura 17. Clasificador de frutas
Fuente: <https://www.directindustry.es/>

MAQUINAS DE REDUCCIÓN MATERIA PRIMA



Figura 18. Licuadora industrial
Fuente: <http://www.industriasurco.com.pe/>



Figura 19. Molino coloidal

Fuente: <https://www.pulvex.mx/>



Figura 20. Despulpadora de frutas

Fuente: <https://sc04.alicdn.com/>



Figura 21. Extractora de jugos

Fuente: <https://www.brimaliindustrial.com.pe/>



Figura 22. Molino de martillos con ciclón
Fuente: <https://www.anuncios.sitioscolombia.com/>



Figura 23. Molino de pines para cacao
Fuente: <https://www.imsacafe.com/>



Figura 24. Molino refinador
Fuente: <https://www.ocompra.com/>



Figura 25. Molino para carnes
Fuente: <https://www.rhino.mx/>



Figura 26. Cutter refinador para embutidos
Fuente: <https://ligatec.com/>



Figura 27. Picadora de forrajes

Fuente: <https://croper.com/>



Figura 28. Picadora de vegetales
Fuente: <https://static.wixstatic.com/>



Figura 29. Laminadora de cereales

Fuente: <https://peruminox.pe/>

EQUIPOS DE TRATAMIENTO TÉRMICO

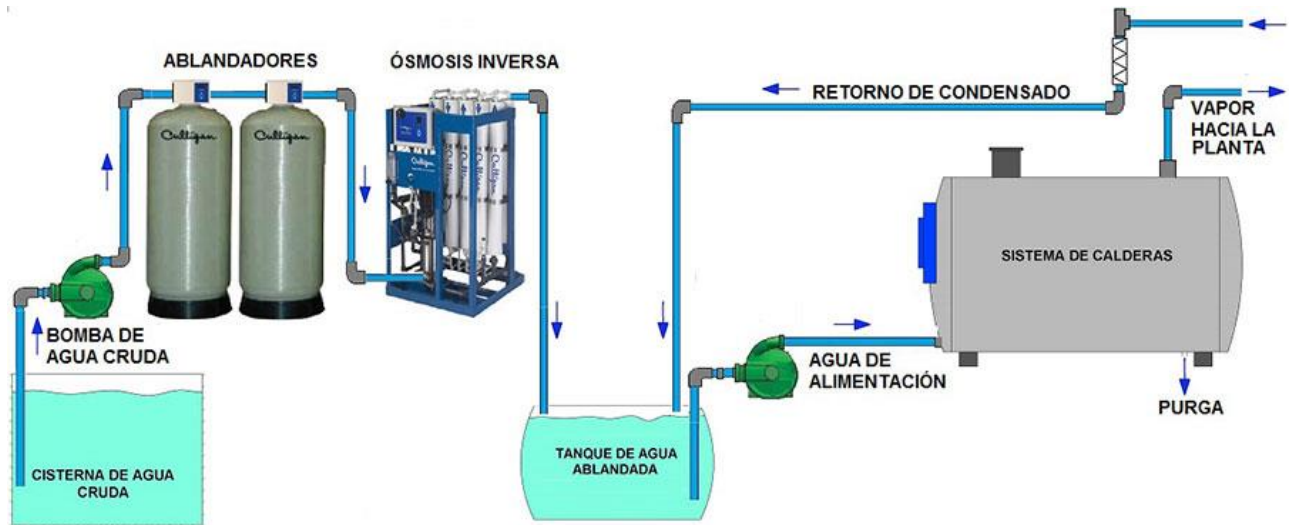


Figura 30. Sistema completo de caldero
Fuente: <https://tratamientoyfiltrosdeagua.com/>

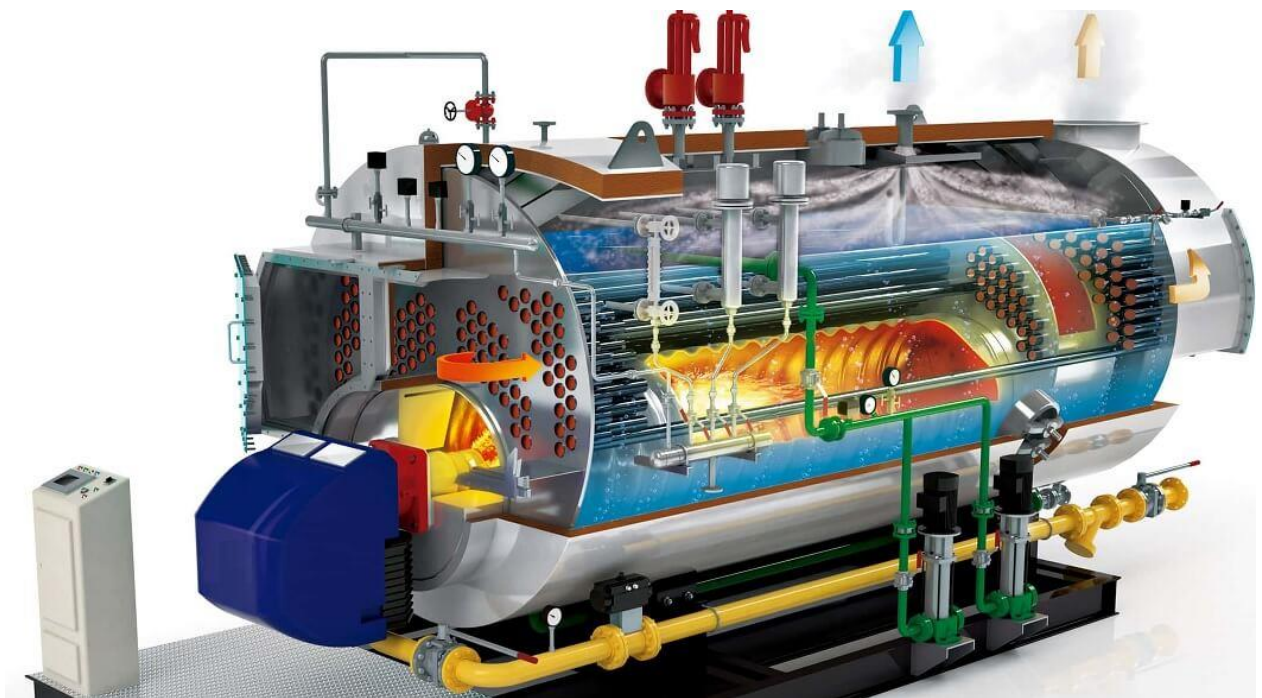


Figura 31. Caldero interno
Fuente: <https://tratamientodeaguass.com/>



Figura 32. Marmita industrial
Fuente: <https://citrus.mx/>



Figura 33. Escaldadora
Fuente: <https://improservice.jimdo.com/>



Figura 34. Túnel de agotamiento o exhauster
Fuente: <https://jersa.com.mx/>



Figura 35. Unidad de pasteurización HTST con Intercambiador de calor para
bebidas
Fuente: <https://www.inoxpa.es/>

EQUIPOS DE SECADO y CONCENTRADO



Figura 36. Secador de bandejas

Fuente: <https://sc04.alicdn.com/>



Figura 37. Secador de vacío

Fuente: <http://www.czxf.cn/>



Figura 38. Secador por atomización
Fuente: <https://sc04.alicdn.com/>



Figura 39. Secador Flash de Giro
Fuente: <https://sc04.alicdn.com/>



Figura 40. Secador rotativo para granos
Fuente: <https://www.pinhalse.com.br/>



Figura 41. Liofilizador de bandejas
Fuente: <https://images.sstatic.com/>



Figura 42. Evaporador concentrador de vacío
Fuente: <https://es.made-in-china.com/>

EQUIPOS DE FERMENTACIÓN y DESTILACIÓN



Figura 43. Tanques de fermentación

Fuente: <http://www.plevnik.si/>



Figura 44. Destilador Discontinuo

Fuente: <http://www.interempresas.net/>

MÁQUINAS FREIDORAS y TOSTADORAS



Figura 45. Freidora continua
Fuente: <https://www.directindustry.es/>



Figura 46. Freidora discontinua de vacío
Fuente: <https://www.directindustry.es/>



Figura 47. Tostadora de café
Fuente: <https://storesvip6a.tk/>



Figura 48. Popeadora de cereales
Fuente: <https://pe.all.biz/>

MAQUINAS DE PRODUCTOS HORNEADOS y EXTRUIDOS



Figura 49. Horno rotatorio de convección

Fuente: <https://www.porlanmaz.com/>

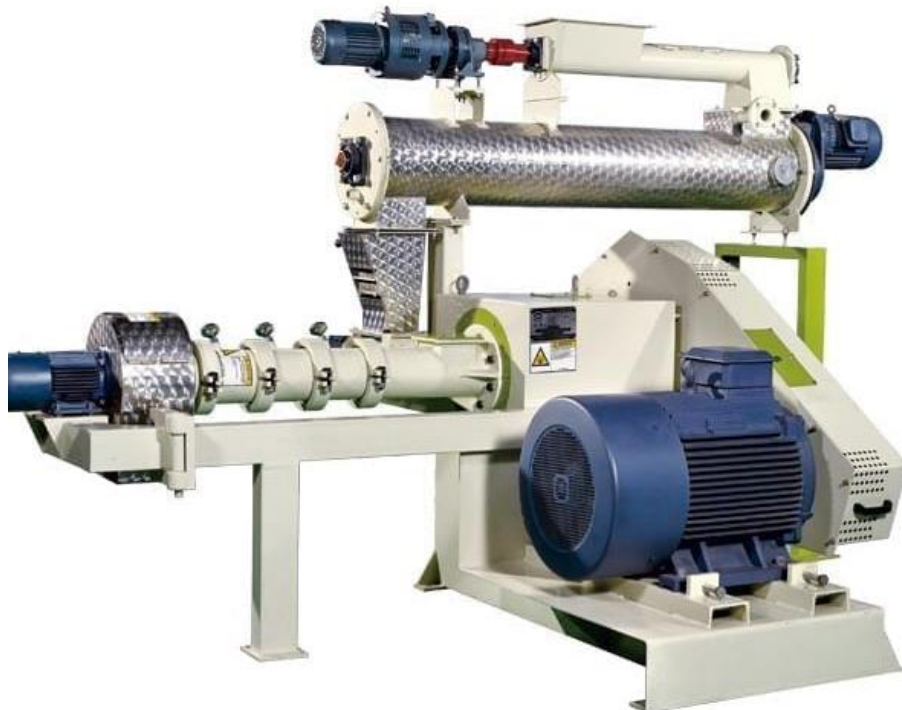


Figura 50. Extrusora de procesamiento seco

Fuente: <https://www.engormix.com/>

EQUIPOS DE DOSIFICACIÓN y ENVASADO



Figura 51. Dosificadores y envasadoras continuas de líquidos

Fuente: <http://www.interempresas.net/>



Figura 52. Dosificador volumétrico y envasadora para polvos

Fuente: AliExpress - Coretamp-Packing-Machine Store



Figura 53. Dosificador multicabezal y envasadora para snacks
Fuente: <https://www.indumak.com.br/>



Figura 54. Dosificadora y envasadora de boquilla
Fuente: <https://es.made-in-china.com/>

MAQUINAS DE ALMACENAMIENTO y CADENAS DE FRÍO

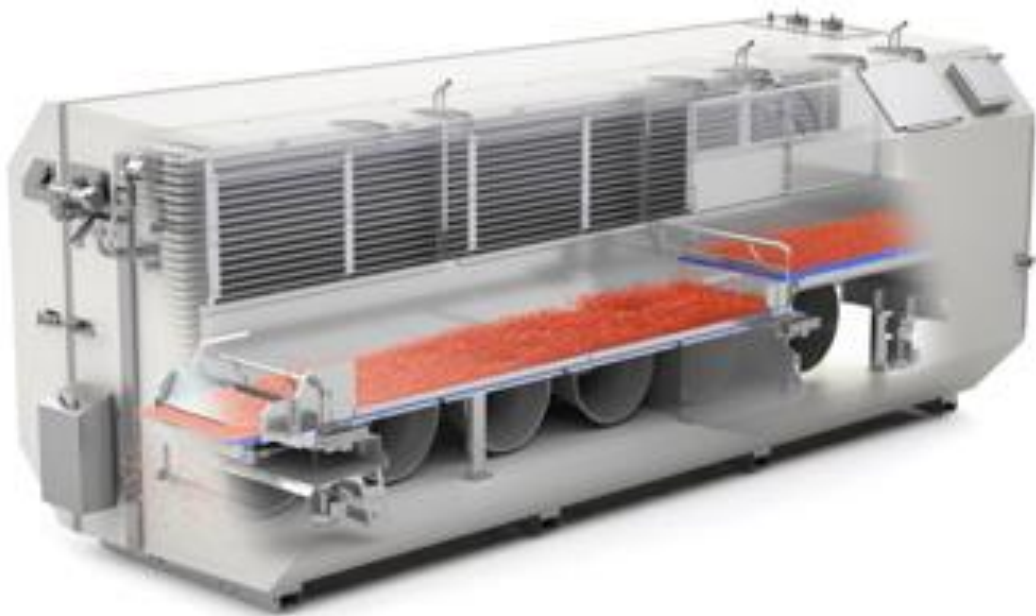


Figura 55. Máquina de congelamiento rápido IQF
Fuente: <https://tunelesdecongelacioniqf.com/>



Figura 56. Equipo de congelamiento criogénico
Fuente: <https://www.foodnewlatam.com/>

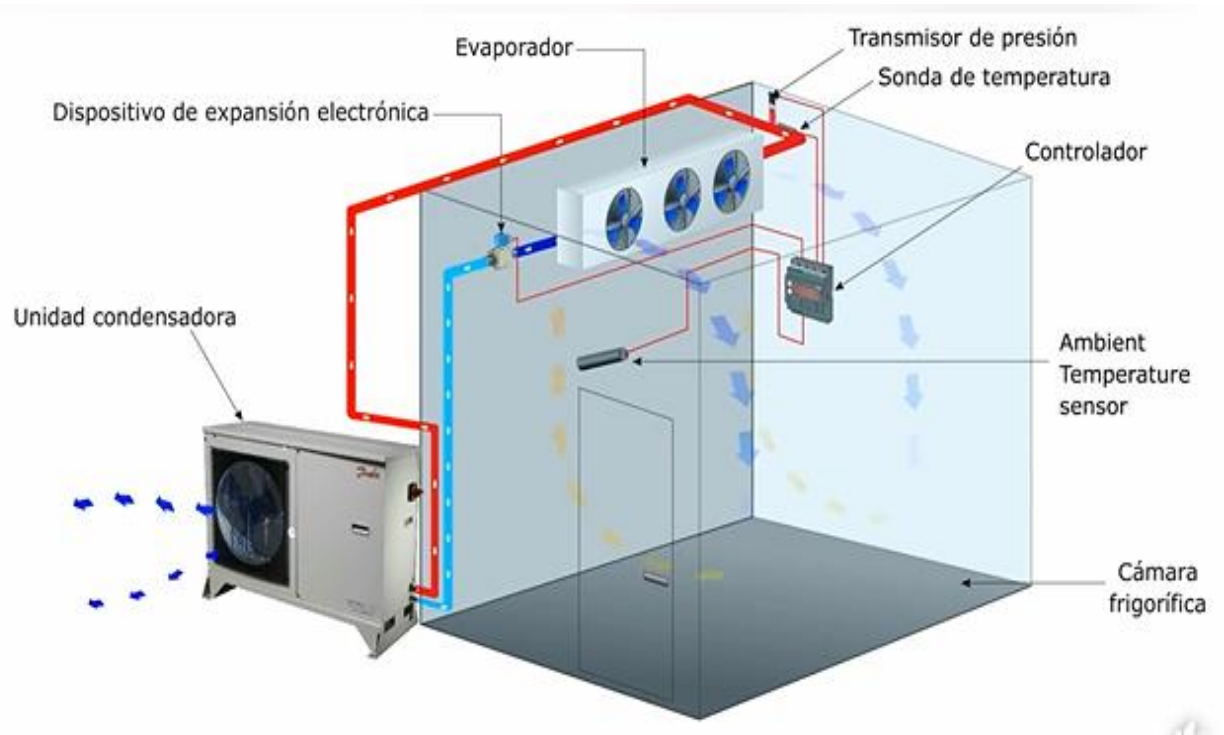


Figura 57. Sistema de frío
Fuente: CONDAIRE S.A.C.















Figura 58. Equipo de almacenamiento frigorífico
Fuente: <https://images.evisos.com.ar/>

1.4 PROPUESTAS PARA EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS CONVERGENTES

La tecnología convergente es una combinación de las tecnologías convencionales más la tecnología emergente, estas propuestas se plantean de manera que podemos mejorar la eficiencia y calidad de los productos agroindustriales, para el caso seguimos citando el ejemplo del aguaymanto deshidratado como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Propuesta de tecnología convergente

Aguaymanto		Tecnología convencional	Tecnología convergente
	Recepción	✓ Faja transportadora	✓ Faja con túnel de ozono
	Pesado 1	✓ Balanza de plataforma	
	Seleccionado	✓ Seleccionadora de soga o criba	
	Pesado 2	✓ Balanza de plataforma	
	Descalzado	✓ Descascarilladora	
	Lavado/Desinfección	✓ Hidrolavadora	✓ Hidrolavadora con ultrasonido y ozono
	Escaldado	✓ Tina de escaldado	
	Oreado	✓ Sistema de ventilación	
	Deshidratado	✓ Deshidratador de bandejas	✓ Deshidratador al vacío
	Enfriado	✓ No aplica, a medio ambiente	
	Envasado	✓ Medidor de humedad y selladora de bolsas	✓ Selladoras duales de vacío y/o gases inertes
	Almacenado	✓ Montacargas	

Simbología ASME

1.5 APORTE: EL ULTRASONIDO EN LA ACELERACIÓN DE LOS PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE MASA

Se desarrollo un modelo de innovación optimizando los parámetros de aplicación de ultrasonido para reducir la pérdida de vitamina C en el secado del aguaymanto disminuyendo el tiempo de secado y mejorando la calidad del producto.

La aplicación de ultrasonido de inmersión como pretratamiento para un proceso de deshidratado de aguaymanto deben trabajarse a una frecuencia de 40 Khz, condiciones de potencia de 1050 W, a una temperatura de 45°C y un tiempo de 15 minutos. Hay que entender que el criterio para la aplicación de ultrasonido para los procesos de transferencia de masa, *están de acuerdo a la duración del tiempo de alta potencia y temperatura, que si lo hiciéramos por tiempos muy prolongados perderíamos las vitaminas.* Después del análisis del comportamiento de la vitamina C, proponemos el siguiente modelo complementado con la dinámica de comportamiento en el para el deshidratado de Aguaymanto.

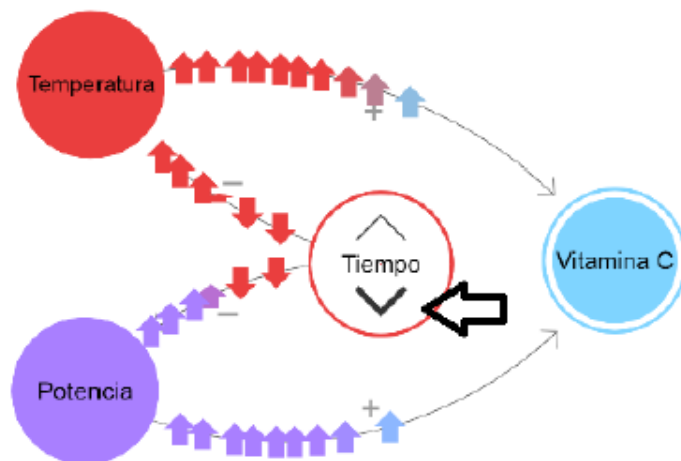


Figura 59. Simulación de modelo en base a variables dinámicas de la aplicación ultrasónica en el caso que disminuya el tiempo de inmersión.

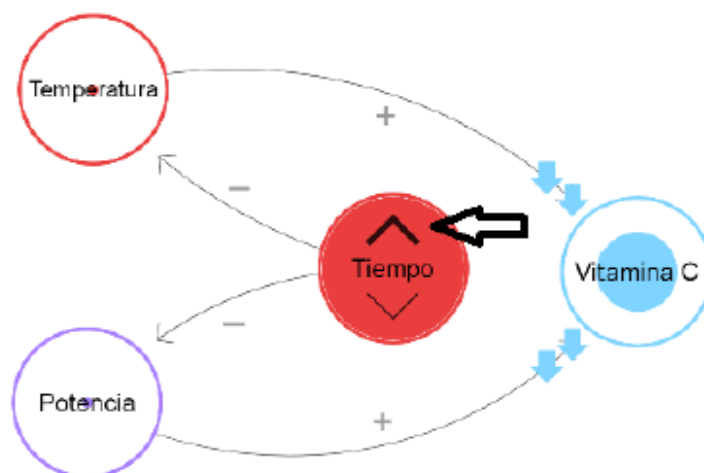


Figura 60. Simulación de modelo en base a variables dinámicas de la aplicación ultrasónica en el caso que aumente el tiempo de inmersión.



Capítulo 2

Mercado y Capacidad de Planta

Capítulo 2

Mercado y capacidad de Planta



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ El estudio de mercado ayuda a definir que tipo de producto agroindustrial debo desarrollar y que cantidad demanda el mercado.
- ✓ A partir de la cantidad de demanda se propone la capacidad de planta con el equipamiento que implementará la empresa y el tiempo de trabajo que este maneje, juntamente con el recurso humano.
- ✓ La capacidad de planta determina la cantidad de máquinas y las superficies que ocuparan de acuerdo a las áreas de trabajo en una planta agroindustrial



Objetivos

- ✓ Determinar la capacidad de la Planta agroindustrial a partir de un estudio de mercado.
- ✓ Analizar el proceso productivo y el equipamiento en función a la capacidad en una Planta procesadora agroindustrial.
- ✓ Identificar las áreas claves de una planta agroindustrial

2.1 DETERMINACIÓN DEL MERCADO OBJETIVO

La determinación del mercado objetivo se logra a través de un estudio de mercado, el cual permite conocer las necesidades de los consumidores, que determinarán las características del producto demandado, pudiéndose a partir de ello desarrollar un producto para esas necesidades y plantear las etapas del proceso productivo, acorde a las tecnologías existentes. La demanda es lo más importante para proyectar la capacidad y superficie que ocupará la planta de procesos, de ahí la necesidad de realizar un estudio de mercado serio de un determinado segmento (Díaz Garay et al., 2014).

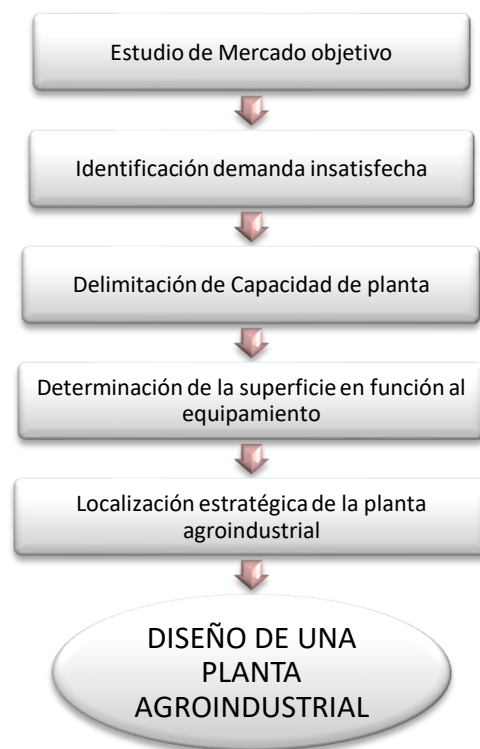


Figura 61. Secuencia de criterio lógico previos al diseño de una planta agroindustrial

Para determinar el mercado objetivo y la demanda insatisfecha no siempre disponemos de estadísticas para el estudio de mercado de nuevas oportunidades de negocios, sino que debemos tener criterios acertados para identificarlos (Maldonado, 2011). Podemos proponer fuentes de información para productos agroalimentarios como:

- ✓ Información de consumo per cápita del producto específico.
- ✓ Observación del escenario de los ofertantes (entrevistas con los competidores, visitas técnicas, entrevistas con empresas distribuidoras y jefes de almacenamiento de los supermercados, entre otras estrategias)
- ✓ Encuesta a los consumidores según cantidad de población del mercado de destino.

Siempre es importante en los negocios agroindustriales analizar los costos y determinar los puntos de equilibrio, además para este tipo de análisis debemos conocer el rendimiento de la materia prima calculados en un balance de materia.

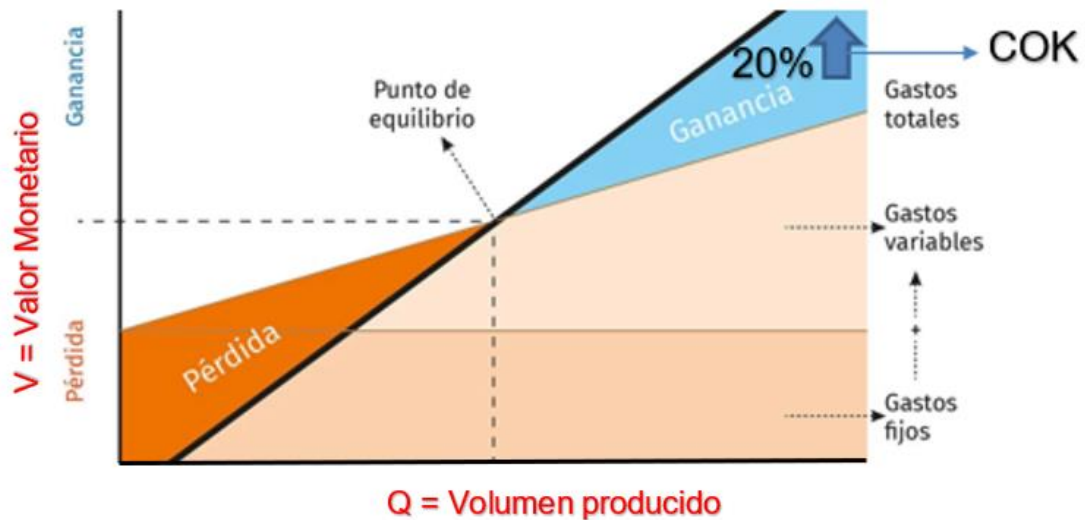


Figura 62. Gráfico del punto de equilibrio

En la Figura 63., en el primer caso, obtenemos el punto de equilibrio en valor monetario (eje vertical), mientras que en el segundo obtenemos el punto de equilibrio en volumen de ventas (eje horizontal) siendo este indicador el más utilizado asumiendo que es la cantidad que se debe vender para cubrir los costos y no se obtendrá ninguna ganancia. En la segunda ecuación presenta en el denominador el Margen de Contribución (la diferencia entre el Precio de Venta y el Costo variable del producto) que puede denotarse como M_c o M_g (Moreno, 2010).

Punto de equilibrio en valor monetario	Punto de equilibrio en volumen producido
$P. E. = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas totales}}}$	$P. E. = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta} - \text{Costos Variables}}$
<p>(El resultado es el valor de venta que se iguala a los costos sin ganancia)</p>	<p>(El resultado es la cantidad que necesito vender para cubrir costos sin ganancias)</p>

Figura 63. Ecuación para determinar el punto de equilibrio

Finalmente, el criterio de producción mínima de una planta de procesos agroindustriales se basa en el Costo de oportunidad de capital (COK) en la Figura 62, que de acuerdo a la experiencia se recomienda que los negocios deben cumplir un 20% mínimo de utilidad en el análisis, tomando la decisión de acuerdo al siguiente criterio (ver Figura 64).

$$Qm(cok) < Qd \quad | \quad Qm (cok) \geq Qd$$

Figura 64. Criterio de decisión de cantidad mínima en función a la demanda

Donde:

Qm (cok): es la cantidad mínima que debe producirse un producto por encima del 20% de utilidad respecto a su punto de equilibrio.

Qd : es la cantidad de la demanda insatisfecha identificada por el estudio de mercado..

2.2 CAPACIDAD DE PLANTA Y EQUIPAMIENTO

2.2.1 Determinación de la Capacidad De Planta

Las capacidades de planta se establecen en unidades físicas de producción, en función a las horas de trabajo que deben ser de jornadas laborales de 8 horas por turno, es así que, la capacidad de una instalación es la tasa de salida de productos estandarizados en condiciones de operación normales.

Debemos entender que, una vez identificado la demanda insatisfecha de un producto o productos específicos, el siguiente paso para determinar el tamaño de una planta relacionado a la capacidad de planta tiene que ver con las restricciones mostradas en la Figura 65.

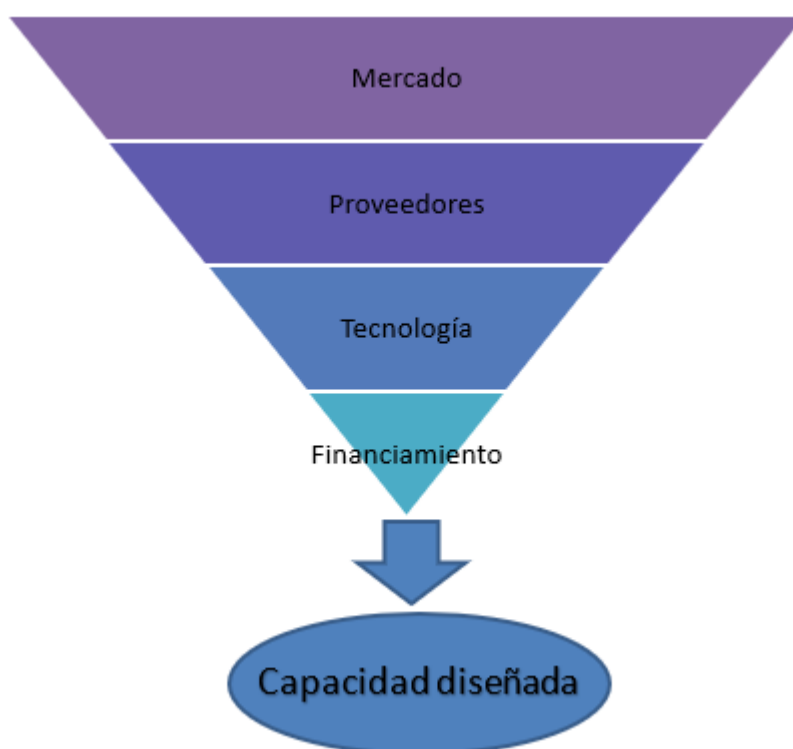


Figura 65. Restricciones para determinar la capacidad de planta de diseño

Mercado, Al realizarse el análisis para determinar la capacidad de planta en función a la demanda insatisfecha del mercado, deberá verificarse que la cantidad de la demanda insatisfecha no sea inferior a la cantidad mínima que debe producirse de un producto (Ver Figura 64), siendo ese el caso, se rechazaría el proyecto.

Proveedores, podemos considerar la disponibilidad materia prima, insumos y agua, entendiéndose para la producción agroindustrial esto afectará determinantemente el tamaño y por ende a la capacidad que puede llegar la planta.

Tecnología, puede ser considerada el método o proceso productivos y maquinaria o , equipos. Este criterio evalúa el costo del equipo, costo de mantenimiento, costo de operación, depreciación y otros. La tecnología debe mostrar la mejor eficiencia, en la cual una de sus principales características será su capacidad o volumen de producción.

Financiamiento, Se deberán analizar las opciones de crédito con las que cuenta el sistema financiero, así como las garantías que estas pidan. Siempre existirá una fuente sea de inversionistas privados o entidades financieras, de uno u otro modo el negocio después de la puesta en marcha debería generar recursos financieros suficientes que cubran los gastos de la inversión (Díaz et al., 2014).

2.2.2 Restricciones a la capacidad

La capacidad de diseño muchas veces queda limitada bajo ciertas restricciones que, deben preverse para atender la demanda, pudiendo ser de índole externo o interno.

Restricciones externas:

- Normativa gubernamental (horas de trabajo, seguridad y contaminación),
- Servicios básicos (energía eléctrica, agua y desagüe)
- Suministros de los proveedores.

Restricciones internas:

- Complejidad de las tareas para el personal
- Distribución de planta y el flujo de procesos,
- Capacidades de la maquinaria
- Mantenimiento preventivo de equipo,
- Logística de los insumos,
- Implementación de un sistema de aseguramiento de calidad

2.2.4 Tipos de capacidad de planta

La determinación de la capacidad de planta inicia desde la demanda insatisfecha de un producto o productos específicos, de allí que los tipos de capacidad son más niveles para llegar a un diseño de la capacidad del sistema que será planteado en todo momento para el proyecto, como se puede apreciar en la Figura 66.

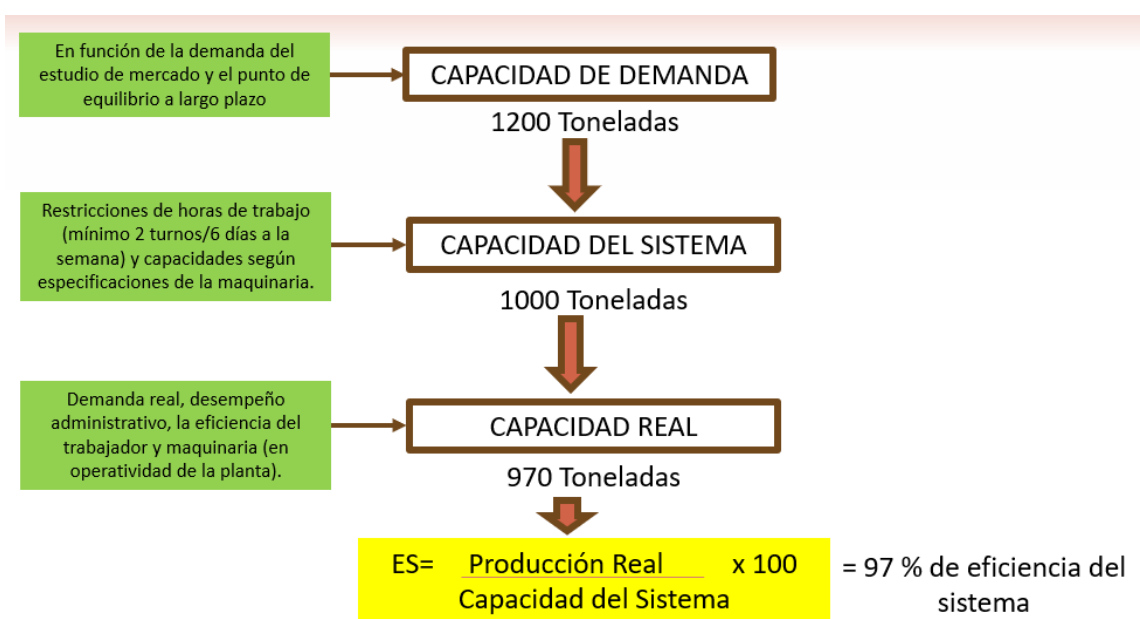


Figura 66. Criterios para determinar la capacidad de planta

La **capacidad de demanda**, es la capacidad que resulta de un estudio de la demanda insatisfecha de un producto o grupo de productos; teniendo en cuenta que esta cantidad debe ser superior al punto de equilibrio.

La **capacidad del sistema o capacidad de diseño**, se diseña a partir de la capacidad de demanda, y debe considerarse para el cálculo las horas de trabajo por turno de 8 h, con un mínimo de 2 turnos al día, y 6 días de trabajo a la semana, por todos los meses del año, siendo un punto importante además las capacidades de la maquinaria según sus especificaciones técnicas; además debe ser importante conocer bien el rendimiento para lograr un buen diseño, entendiéndose que el 100% de su capacidad del sistema sería cuando se emplean de manera óptima los recursos productivos.

La **capacidad real o capacidad efectiva**, es la capacidad de producción que logra una planta de procesos cuando ya está en funcionamiento, pudiendo la utilización de los recursos operativos verse afectados por: la baja cantidad de abastecimiento de insumos de parte de los proveedores, el desempeño del operario en el manejo de la maquinaria, servicio eléctrico deficiente, limpieza complicada de los equipos para los cambios de turno, horas extras de trabajo, costos de mantenimiento elevados, entre otros.

La **tasa de uso de la capacidad o Eficiencia del sistema (ES)**, se expresa como un porcentaje, al que puede analizarse por día, semana, mes o año. Pudiendo decir de acuerdo a la Figura 66, que la planta de procesos "X" está trabajando en el mes 1 a una eficiencia del sistema de 97% con respecto a su capacidad del sistema.

2.2.5 Equilibrio de la capacidad

El equilibrio perfecto, considerando el rendimiento es que la cantidad de la salida de la operación 1 es la cantidad exacta que necesita la operación 2; y así sucesivamente ocurre con lo que necesita la operación 3, hasta el fin de las operaciones, pero la práctica ha demostrado que es imposible. Por lo general, la práctica ha demostrado que cada etapa del proceso depende mucho de la habilidad del operario y la versatilidad de la máquina (lo que no ocurre mucho en plantas automatizadas), pudiendo entregar cada fase del proceso diferentes cantidades de salida para la siguiente operación, como se puede apreciar en el siguiente ejemplo (Díaz Garay et al., 2014).

Ejemplo: Una empresa empaquera realiza 4 etapas secuenciales A, B, C, D. Las capacidades de trabajo de cada etapa y el promedio real de frutas trabajadas por día es la que se indica. Encuentre a) La Capacidad del Sistema y b) su eficiencia.















Resolución: a) La capacidad del sistema es el menor valor de las 4 etapas, que para el caso es 22 unidades, y b) sería $ES = 18 \div 22 \times 100 = 81.81\%$ de eficiencia del sistema.

2.2.6 Criterio de equipamiento

Una vez determinada la capacidad de planta, se hace un análisis del flujo del proceso, del cual se propone el equipamiento pertinente pudiendo comparar la tecnología convencional y convergente, donde los equipos deben mantener en todo momento una capacidad de producción relacionada a la capacidad de planta, siendo necesario considerar que la jornada laboral de un turno es de 8 horas de trabajo, 2 turnos por día, un máximo de 6 días a la semana por todos los meses del año.

Cuadro 3. Propuesta de tecnología convergente deshidratado de Aguaymanto

Aguaymanto		Tecnología convencional	Tecnología convergente
	Recepción	✓ Faja transportadora	✓ Faja con túnel de ozono
	Pesado 1	✓ Balanza de plataforma	
	Selecionado	✓ Seleccionadora de sogas o criba	
	Pesado 2	✓ Balanza de plataforma	
	Descalizado	✓ Descascarilladora	
	Lavado/Desinfección	✓ Hidrolavadora	✓ Hidrolavadora con ultrasonido y ozono
	Escaldado	✓ Tina de escaldado	
	Oreado	✓ Sistema de ventilación	
	Deshidratado	✓ Deshidratador de bandejas	✓ Deshidratador al vacío
	Enfriado	✓ No aplica, a medio ambiente	
	Envasado	✓ Medidor de humedad y selladora de bolsas	✓ Selladoras duales de vacío y/o gases inertes
	Almacenado	✓ Montacargas	

Simbología ASME

2.3 SUPERFICIE DE PLANTA

La superficie de una planta procesadora agroindustrial, se calcula en la base a las unidades productivas en función a la capacidad de planta diseñada, además por otro lado debe expandirse de acuerdo al aumento de la demanda calculadas en el proyecto.

Las superficies calculadas se distribuyen y pueden ser cambiantes, de acuerdo a sus flujos de proceso, traslado de materiales y la distribución de las máquinas volviéndolo versátiles a futuro..

Antes de que sea posible planear una distribución, debemos verificar las dimensiones de las máquinas (de acuerdo a su capacidad), los que se obtienen de las especificaciones técnicas propuestos por los fabricantes a requerimiento del proyectista, además de considerar el espacio de desplazamiento y trabajo del material y el operario. Esto ayudará a calcular la superficie que requiere la etapa de producción que en su conjunto sumará la superficie total de la planta. Luego de realizar este análisis debemos pensar que en algún momento la planta de procesos podría aumentar su capacidad y con ello la infraestructura, debiendo hacer de que las propuestas en todo momento sean versátiles y flexibles:

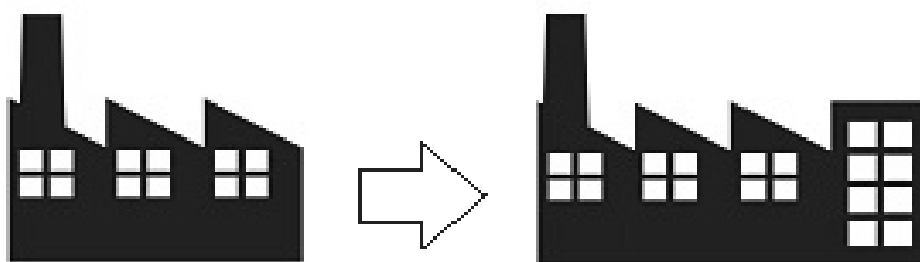


Figura 67. Crecimiento de la capacidad planta

Otro punto importante es la normatividad vigente con respecto al área mínima que deben ocupar las plantas agroindustriales, los que se encuentran en el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), siendo 300m² y un frente de 10 m lineales como mínimo para considerarse una industria, ubicado como un tipo de *Industria Elemental y complementaria*.

Para distribuir adecuadamente los elementos de producción de una planta procesadora, debemos tener en cuenta la: cantidad de máquinas, operarios, espacios de tránsito y servicios de apoyo que ocupan un espacio, existiendo diferentes técnicas para calcularlo:

2.3.1 Método de cálculo.

Este método es generalmente depende del criterio del profesional en la medida que debe incluir todas las áreas de las etapas necesarias del proceso en una planta para su normal operatividad, resultando la suma de estas áreas el total del espacio de la nueva unidad productiva. Este método inicia con identificar qué tipos de máquinas se van a necesitar (con sus dimensiones y capacidades por unidad de tiempo) después se adiciona la

superficie del área de trabajo del operario y el material, más un espacio extra para el desplazamiento.

Para las superficies de servicios de apoyo (SS.HH., duchas, vestuarios, entre otros), almacenes y oficinas, podemos respetar la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones como espacio mínimo. A continuación, podemos ver en el ejemplo de una industria de metalmecánica.

Áreas de producción:

Tornos	3 (20 m ²)	60 m ²
Plegadoras	2 (25 m ²)	50 m ²
Taladros	1 (15 m ²)	15 m ²
Prensas	4 (25 m ²)	<u>100 m²</u>
<i>Área total de producción</i>		<i>225 m²</i>

Áreas de servicio:

Oficina del supervisor		20 m ²
Pasillos principales		80 m ²
Almacén		<u>50 m²</u>
<i>Área total de servicio</i>		<i>150 m²</i>

$$\text{Área Total} = 225 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 = 375 \text{ m}^2$$

2.3.2 Método de conversión.

Este método supone condiciones restrictivas que harán que cambie las condiciones de producción, estas restricciones pueden ser positivas o negativas, como se muestra en el ejemplo, pudiendo esta conversión mejorar la eficiencia del proceso.

El área de soldadura hoy:		340m ²
	Restricciones	
Incrementar la producción		+ 50%
Racionalización técnica		- 18 °%
Más turnos		- 10 %

Nueva área o espacio calculado:

$$340 \times (1 + 0.50) (1-0.18) (1-0.10)$$

$$\text{Nueva área} = 376.38 = \mathbf{377 \text{ m}^2}$$

Nota: En estos casos normalmente no existen disposición de los terrenos o espacios como 377 m² por lo que pueden redondearse a 380 m²

2.3.3 Estándares de espacio.

El método toma en cuenta los estándares de espacio predeterminado, siendo el Reglamento Nacional de Edificacionesb (2006) y otras normativas similares los que pueden darnos esta información. Este método se recomienda solo como una guía de espacios comunes o conocidos y en el caso de los espacios que ocupen cada etapa del proceso, siempre dependerá de las especificaciones técnicas de la maquinaria, que no necesariamente están sujetos a un estándar, sino al avance tecnológico.

Estándares de espacio	Superficie en m²
Estacionamiento de autos	22 / por auto
Comedores	1.5 / por silla
Pallets para almacenes	1.2 / por tonelada
Servicios Higiénicos	10 / por persona
Vestuarios	4.45 /por persona (1.8 x 1.8 m) ducha (1.1x1.1m)
Área administrativa -Oficinas	10 / por persona

Espacios lineales de tránsito	Ancho en M
Ancho para tránsito en almacenes	1.5
Ancho de los pasajes, corredores externos y auxiliares.	1.5 - 1.8
Ancho mínimo de escaleras	1.5
Ancho de vehículo	3.8 – 4.0
Ancho de giro de vehículos de carga	6.5 a 14
Ancho de tránsito de personal	1.5
Ancho circulación SSHH	1.5

2.3.4 Método Guerchet

Según Díaz et al (2017) y Olivério (1985) Por este método se calculan las superficies que ocuparan las etapas de producción de la planta procesadora. Identificamos los elementos estáticos como las máquinas según la línea de proceso, y los elementos móviles como los operarios y carritos transportadores.

Siendo así la superficie total se basa en la siguiente fórmula:

$$ST = N (Ss + Sg + Se)$$

Donde:

ST = Superficie total

Ss = superficie estática

Sg = superficie de gravitación

Se = Superficie de evolución

N = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Es importante mencionar que normalmente este cálculo es mejor realizarlo por etapa de proceso, así cada superficie podrá ser ordenada de acuerdo a un flujo de proceso en un análisis futuro, como el diagrama relacional que propuso Muther.

Superficie estática: corresponden al espacio que ocupan los máquinas, muebles y/o objetos fijos que son parte del proceso o la etapa de un proceso. Solamente se considera la vista de planta 2D del largo y el ancho, más no la altura de las especificaciones técnicas de estos bienes.

$$S_s = L \cdot W$$

Donde:

L = Largo

W = ancho

Superficie de gravitación: es el espacio que utiliza el operario e insumos propios para esa etapa del proceso. Este valor se calcula a partir de la superficie estática (S_s) por el número de lados que será utilizado por la máquina.

$$S_g = S_s \cdot n$$

Donde:

S_g = Largo

S_s = superficie estática

N = número de lados útiles

Superficie de evolución: es el espacio considerado para el tránsito de los operarios, personal, los carros de transporte, entrada y salida de los insumos y productos a los almacenes, los que pueden ser tomados en algunos casos del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). Sin embargo, para su cálculo se utiliza el coeficiente de evolución "k", que resulta de la relación de las alturas de los elementos móviles entre el doble de las alturas de los elementos estáticos

$$K = \frac{h_1}{2 \cdot h_2}$$

Donde:

h_1 = altura promedio ponderada de los elementos móviles

h_2 = altura promedio ponderada de los elementos estáticos

y es reemplazada según la fórmula.

$$S_e = (S_s + S_g) \cdot K$$

De donde se han propuesto valores de K predeterminados para diferentes industrias, los cuales se citan a continuación:

Gran industria, agroindustria,	0,05 – 0,15
Trabajo con transportador mecánico	0,10 – 0,25
Industria de hilos	0,05 – 0,25
Industria Textil de tejidos	0,50 – 1
Pequeña Mecánica	1,50 – 2
Industria Mecánica	2 – 3

2.4 AREAS CLAVES EN LA PLANTA AGROINDUSTRIAL

Es importante notar que en todo proceso productivo existe un ingreso (in put) de materiales o insumos al área de procesos y una salida (out put) del producto procesado, considerando que siempre existirán operarios y máquinas que harán funcionar el sistema, esta lógica ayuda mucho al momento de plantear una distribución de planta, dado que se respeta un orden secuencial del proceso y además debe tenerse en cuenta lo que estipula la normativa vigente en materia de control y vigilancia de los establecimientos de procesamiento de alimentos. La Figura 68 del Mapa lógico de diseño de planta, muestra la importancia del diagrama de flujo como eje principal del diseño y distribución de la planta procesadora industrial.

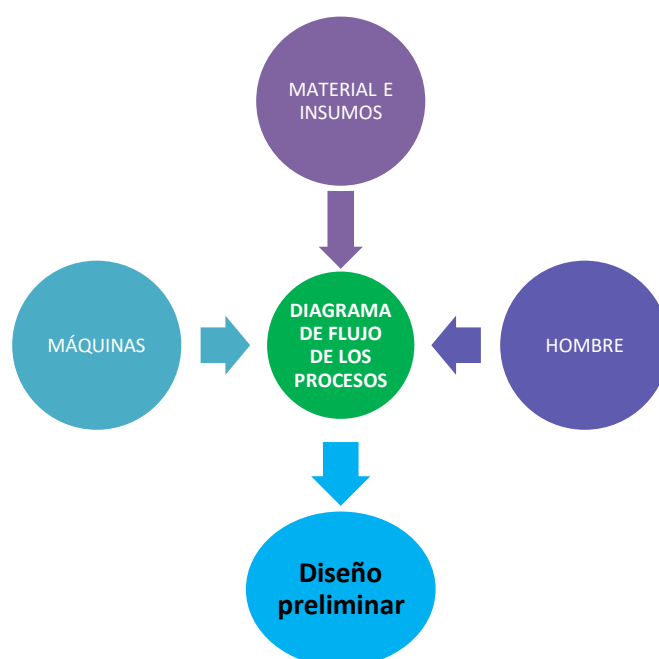


Figura 68. Mapa Lógico de diseño de planta

Almacenes De Recepción O Ingreso De Material

En la Figura 69. De Áreas claves del diseño de planta, se pueden apreciar que los ingresos de materias primas, insumos y envases o empaques, deben llevar un protocolo de desinfección para evitar la contaminación del personal y del producto antes de ingresar a los almacenes; el dimensionamiento dependerá de la producción diaria, definida en el estudio de la capacidad de demanda.

Departamento De Producción O Sala De Procesos

Ahora bien la siguiente fase es que todas las materias primas, insumos y envases se procesen en la sala de procesos, teniendo en cuenta en la mayoría de procesos agroindustriales que las primeras operaciones siempre involucran la limpieza, pelado, entre otros, que en la práctica segregan grandes cantidades de efluentes líquidos y residuos sólidos, que hacen de este espacio un área contaminada, para luego pasar a las operaciones propias que identifican y dan valor agregado al producto agroindustrial, como operaciones de tratamientos térmicos, desecados, triturados, entre otros, los que deben cumplir condiciones de inocuidad antes y durante el envasado. Aquí se deben tener claro

los rendimientos por proceso y además ver la manera de separar estos espacios contiguos para evitar la contaminación cruzada de los alimentos.

Almacenes de producto terminado o salida de productos.

Como se aprecia en la figura, y en cumplimiento de la normativa, tenemos en las empresas agroalimentarias tres tipos de salidas de producto de acuerdo a su condición: el primero obviamente es una salida para el Almacén de producto terminado los que se destinan a los consumidores identificados, y las otras 2 condiciones son los productos en cuarentena (los que sospechamos de alguna mala práctica que puedan repercutir en la salud del consumidor, y se analizan por un periodo de tiempo para garantizar su salida al mercado) y finalmente el almacén de productos de descartes y mermas (Entendiendose que estos productos son rechazados y no deben salir a la venta).

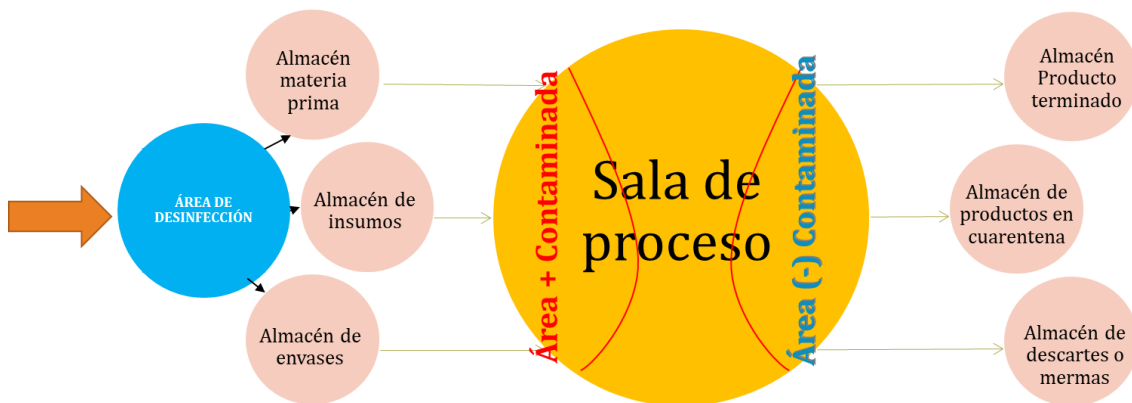


Figura 69. Áreas claves del diseño de planta

Es así que, se pueden manejar el siguiente criterio de acuerdo a lo que muestra la Figura 69. Donde se muestran las áreas más importantes para la fabricación de un producto agroindustrial, debiendo notar que aquí no se consideran las áreas de apoyo y/o servicios, porque estos se ubican en la parte externa del proceso.



Capítulo 3

Localización de Planta

Capítulo 3

Localización de Planta



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ La localización de planta tiene 9 factores que se consideran. Importantes.
- ✓ La localización de la planta está normado en nuestro país en base al Decreto Supremo 007-98-SA-DIGESA.



Objetivos

- ✓ Tener una visión global de los factores que afectan al momento de decidir la ubicación de la Planta procesadora agroindustrial.
- ✓ Analizar los factores de forma cualitativa y cuantitativa para la decisión de la ubicación de la Planta procesadora agroindustrial.

3.1 FACTORES Y CRITERIOS DE ANÁLISIS

El profesional que realice el estudio de localización debe entender que no existe un solo factor preponderante que defina la localización de una planta de procesos, y no debe ser tampoco una sola la mejor opción de localización, más bien debe haber 2 o 3 opciones con las mejores condiciones que eviten los riesgos de implementar a futuro la instalación de la planta agroindustrial. En la mayoría de casos el criterio principal siempre será ubicar un espacio donde no se vean afectados los costos de producción y se logre una mayor rentabilidad en el análisis de cada factor.

Los factores más relevantes en el análisis de localización son:

- Disponibilidad y costos de las materias primas, insumos y envases hasta la planta de procesos.
- Los costos de traslado del producto terminado hacia el mercado.
- Disponibilidad y salarios de mano de obra calificada y no calificada.
- Acceso a la energía eléctrica industrial (trifásico 220V/380V) y a los combustibles
- Acceso a fuentes agua tratadas y servicios de saneamiento,
- Disponibilidad y costos de medios de comunicación como: telefonía móvil y acceso a internet.
- Acceso a los medios de transporte terrestres, marítimos y aéreo.
- Características del lugar: estímulos fiscales, control ambiental, costo promedio de vida, acceso al financiamiento, acceso a tecnologías.

La localización en muchos casos es parte de un plan de negocio o proyecto productivo, indistintamente puede ser elegido al finalizar el diseño de la planta procesadora o antes de iniciar con el estudio de distribución de planta. Es así que el análisis principal está basado en el más bajo costo de producción teniendo en cuenta como afectan los factores mencionados. Además, el análisis de localización en todos los casos se realiza después de un estudio de mercado del cual definimos la capacidad del sistema, pudiendo ir antes o después del diseño de la planta (ver Figura 70). Indistintamente, luego de realizar el análisis, siempre existirá la incertidumbre del comportamiento de la oferta y de la demanda en los casos más extremos.

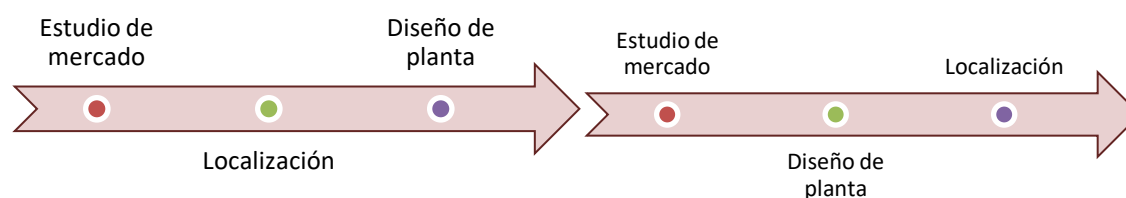


Figura 70. Áreas claves del diseño de planta

Después del análisis deberían quedar una a tres alternativas, los que han sido evaluados al detalle detalle, antes que la selección final sea hecha.

Por lo general es más fácil, decidir sobre la localización de un almacén, dado que, su ubicación obedece a un aumento de mercado en la zona de influencia o la cercanía a los almacenes de ADUANAS, cuando de exportar los productos agroindustriales se trate; en cambio la localización de las instalaciones de una planta de procesos agroindustriales tiene un análisis de los factores (condiciones del entorno donde se va desarrollar el negocio) ya mencionados, que para ambos casos debe ser la ubicación donde se obtenga el menor costo de producción y las mejores utilidades del producto.

De manera general, localizar una fábrica o nave industrial obedece al análisis de sus costos, relativos a los 7 factores. Pero los almacenes de distribución, e incluso los puntos de ventas pueden ubicarse cerca o dentro de los mercados mayoristas.

3.2 MACROLOCALIZACIÓN Y MICROLOCALIZACIÓN

En el estudio de localización se involucran dos aspectos diferentes, desde la región donde podrá estar ubicada la planta, hasta la localidad con la ubicación específica del terreno, esto se puede definir en los dos aspectos siguientes:

La *Macrolocalización*, considerada un espacio de la región o zona más adecuada, que podría empezando a caracterizarse por que son productores o potencialmente productores de una materia y/o materias primas específicas, que son atractivos para la industria; y

La *Microlocalización*, considerada un espacio específico donde se pueda disponer del terreno con puntos referenciales de ubicación en el GPS, que obviamente se encuentran en la región identificada por la macrolocalización.

En este caso para un mejor análisis, la experiencia del consultor es muy importante al momento de elegir los factores que afectan directamente la actividad industrial que queremos emprender, se deberá asumir que factores deben evaluarse y asignarle un peso en grado de importancia relativos al negocio (es recomendable que los pesos no se distribuyan de forma equitativa), analizando principalmente las utilidades y los costos de producción que estos conlleven para el puntaje de cada factor, logrando así una calificación final del lugar o ubicación analizada.

Para el análisis de las posibles ubicaciones se inicia con una lista de posibles lugares para instalar la fábrica (de preferencia mínimo de 3 lugares, pero cuantas más opciones mejor) de donde se va descartando las que obtienen el menor puntaje. Luego del análisis de las diferentes ubicaciones lo ideal es que no quede una sola ubicación, sino dos o tres, debido a que, si la primera opción entrase intempestivamente a un conflicto o peligro de inversión, quedarían las otras como segundas alternativas viables. Estos factores no son definitivos ni limitantes, el consultor con buen criterio podrá proponer otras que también afecten a nueva a la nueva fábrica industrial. A continuación, podemos explicar cada factor y el criterio de análisis con respecto a la unidad productiva.

Mercado de materias primas, insumos y envases, este es uno de los factores más importantes en la mayoría de industrias procesadoras, estar cerca de la materia puede abaratar significativamente los costos de la producción (debe asignársele el mayor peso posible a este factor), considerando que la disponibilidad debe cumplir condiciones de siembra o crianza para disponer en el corto plazo y futuro sostenido de la materia prima. En este caso si los insumos y envases pueden ser obtenidos de otros lugares, siempre evaluando el costo.

Mercados de clientes, tiene que ver que tan atractivo es el precio del producto dentro del ámbito de análisis, pudiendo evaluar la estabilidad de los precios actuales y futuros. Si mi mercado está muy lejos de la materia prima, los costos operativos que conlleve su distribución analizando la logística de distribución. Además de analizar a la competencia presente y futura. Y si el producto está destinado a un mercado exportador queda evaluar las condiciones de envío.

Mano de Obra, este factor más se rige desde el punto de vista de la normativa del gobierno en materia del sueldo mínimo, el pago de un seguro de salud, si hay durante el año aguinaldos y las horas extras; y el otro punto de vista tiene que ver con la disponibilidad de obreros, técnicos y profesionales para las actividades productivas en la zona de influencia.

Energía eléctrica y combustibles, Es necesario saber en este punto que, debemos tener un estimado de cuanta energía eléctrica va necesitar la planta para su operatividad, que generalmente está relacionado a la potencia en Kw. de energía eléctrica industrial (trifásico 220V/380V), pudiéndose analizar el costo, la disponibilidad y la estabilidad para no tener problemas de paradas de procesos. Por otro lado es importante tener acceso a los Combustibles, más aún si existe la posibilidad de generar la energía eléctrica a través de la gasolina o el petróleo, pero también hay que definir si nuestro equipamiento necesitará el GLP ó GNV y los costos que este demande.

Fuentes agua y servicios de saneamiento, se evalúa la disponibilidad relativo a la cantidad que necesitará diariamente la planta de procesos. Si el agua es potable o tiene opción a ser tratada de fuentes superficiales o subterráneas, y la normativa con respecto a su disposición, además a este aspecto debemos considerar los servicios de saneamiento o la inversión que demande este, si no hubiera un servicio en la zona de análisis.

Medios de comunicación y transporte, este factor incluye dos aspectos, el acceso a la telefonía móvil y el acceso al internet; y los medios de transporte terrestre, aéreo o marítimo, que harán posible el traslado de la materia prima a la planta de procesos, de las entregas de productos a los clientes y el traslado del personal; analizando para ambos aspectos los costos de estos servicios y la disponibilidad todos los días del año.

Características del lugar: en realidad este factor analiza varios aspectos propios de las regiones como: los estímulos fiscales, lo complicado que puede ser la implementación de manejo de residuos como control ambiental, el acceso al financiamiento, el derecho a la

titularidad de los terrenos, el acceso a las tecnologías adecuadas al medio, el clima que principalmente determina las condiciones de temperatura y humedad; y la topografía del lugar que pueda ser viable para la instalación de la futura planta de procesos, si la zona es sísmica o está susceptible a algún desastre natural. Además, la normativa o aspectos legales, como es el caso del Perú que, hace referencia al DECRETO SUPREMO N° 007-98-SA del Ministerio de Salud. Es importante contar con los servicios de seguridad ciudadana, de salud o de bomberos, si existe zona industrial y su facilidad para el acceso. Para mejorar el aprendizaje el siguiente ejemplo es de una planta procesadora de lácteos, del cual podemos evaluar varios lugares, de acuerdo a los cuadros siguientes:

Cuadro 4. Valoración lugar específico 1

LUGAR: KOTOSH

PROYECTO: PLANTA PROCESADORA DE LACTEOS FECHA: 12/04/21

PROYECTISTA: ROGER ESTACIO SUPERVISOR: J. KAM

FACTORES	DEFICIENTE MALO				MEDIO REGULAR		ACEPTABLE BUENO		SUPER EXCELENTE		P E S O %	P U N T A J E
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. MERCADO DE MATERIA PRIMA									9		0,20	1,80
2. MERCADO CLIENTES								8			0,20	1,60
3. MANO DE OBRA							7				0,05	0,35
4. ENERGÉTICOS Y COMBUSTIBLE								8			0,15	1,20
5. AGUA			3								0,15	0,45
6. COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE									9		0,05	0,45
7. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR								8			0,20	1,60
TOTAL											1	7,45
COMENTARIOS												

Cuadro 5. Valoración lugar específico 2

PROYECTO: PLANTA PROCESADORA DE LACTEOS LUGAR: PAMPAS FECHA: 12/04/21
 PROYECTISTA: ROGER ESTACIO SUPERVISOR: J. KAM

FACTORES	DEFICIENTE MALO				MEDIO REGULAR		ACEPTABLE BUENO		SUPER EXCELENTE		P E S O %	P U N T A J E
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	1. MERCADO DE MATERIA PRIMA							7				0,20
2. MERCADO CLIENTES								8			0,20	1,60
3. MANO DE OBRA								8			0,05	0,40
4. ENERGÉTICOS Y COMBUSTIBLE								8			0,15	1,20
5. AGUA									9		0,15	1,35
6. COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE							7				0,05	0,35
7. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR								8			0,20	1,60
TOTAL											1	7,90
COMENTARIOS												

Cuadro 6. Evaluación de lugares

PROYECTO: PLANTA PROCESADORA DE LACTEOS FECHA:12/04/21
 PROYECTISTA: ROGER ESTACIO SUPERVISOR: J. KAM

FACTORES	LUGAR: KOTOSH	LUGAR: PAMPAS
1. MERCADO DE MATERIA PRIMA	1,80	1,40
2. MERCADO CLIENTES	1,60	1,60
3. MANO DE OBRA	0,35	0,40
4. ENERGÉTICOS Y COMBUSTIBLE	1,20	1,20
5. AGUA	0,45	1,35
6. COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE	0,45	0,35
7. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	1,60	1,60
TOTALES	7,45	7,90
COMENTARIOS	Se escoge el lugar las Pampas porque obtuvo el mayor puntaje.	

Cabe mencionar que en un proyecto algunos primero realizan el estudio de localización, y otros pueden primero definir la capacidad de la planta. Cada criterio es válido de acuerdo al siguiente cuadro, pero hay que entender que de antemano ya existió un estudio de mercado para ambos casos:

Criterios del momento del estudio de la localización.

Secuencia	Criterio
Localización – Capacidad – Superficie – Distribución	Se asume cuando el estudio de mercado también incluye en la evaluación los factores de localización para medir como estrategia de proyecto donde debe estar la unidad productiva con los mejores indicadores económicos, que generalmente está muy ligada a la disponibilidad de materia prima e insumos.
Capacidad – Superficie- Localización – Distribución	En este caso el estudio de mercado determina la cantidad de demanda que posteriormente calcula la capacidad y superficie que se necesitará para instalar la unidad productiva, y que a partir de ello se evalúa la localización con sus respectivos factores.



Capítulo 4

Distribución de Planta

Capítulo 4

Distribución de Planta



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ Las áreas ya deben contar con espacios definidos de trabajo de acuerdo al producto que van a procesar o líneas de producción a implementar.
- ✓ La distribución de Planta es un análisis exhaustivo de la proximidad entre sus áreas y/o la relación entre las actividades ordenadas según el proceso agroindustrial.
- ✓ La presentación del diseño final está sujeto al análisis de tiempos y distancias recorridas (DAP) considerando los factores más importantes como: Material, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Edificio y Servicio.



Objetivos

- ✓ Analizar las condiciones e importancia de proximidad entre las áreas de trabajo y/o la relación entre las actividades ordenadas según el proceso agroindustrial.
- ✓ Analizar y decidir la distribución más óptima a partir del Análisis de Recorrido y Tiempos en las actividades que se realizarán en la Planta procesadora agroindustrial.

4.1 DEFINICIÓN Y CASOS DONDE SE APLICA LA DISTRIBUCIÓN

“La distribución de planta hace referencia al ordenamiento físico de los factores de la producción como las máquinas, operarios, insumos, entre otros, de modo que, las operaciones sean seguras, satisfactorias, rápidas y económicas para el fin que fueron diseñados.”

Podemos realizar labores de distribución de acuerdo a las siguiente condiciones:



Figura 71. Casos de distribución de planta

Los estudios de distribución siempre han sido planteados y diseñados eficientemente, pero las condiciones de trabajo hacen de que esto pueda seguir mejorándose con el tiempo.

CASOS DONDE SE APLICA LA DISTRIBUCIÓN

Entre los casos de estudio que se aplica la distribución citaremos los siguientes:

4.1.1 Estudio de nueva planta de procesos

Siempre es complejo empezar de cero la evaluación de una nueva planta, quiérase, por la apertura de una sucursal, mejora general de la tecnología o el inicio de un negocio.

4.1.2 Ampliación de una planta existente

Se ajustan solo a la ampliación de las áreas de trabajo, si es que el negocio cambiase de giro, aumente líneas de producción y/o amplie su capacidad de la demanda.

4.1.3 Redistribución de una planta de procesos ya existente

La redistribución es un aspecto más sencillo, muchas veces basta con hacer un análisis de recorrido y un ajuste de tiempos, en los casos que existan muchas distancias recorrido, accidentes laborales frecuentes, o se instale un a nueva maquinaria.

4.1.4 Espacio fijado por las normas

El Reglamento general de edificaciones de Perú (Norma TH.30) en sus artículos 3 y 4, recomienda lo siguiente:

Art. 3.- Los usos permisibles corresponden la Zonificación Urbana y en consecuencia de ella se establece las dimensiones mínimas de los Lotes a habilitar, de conformidad con el Plan de Desarrollo Urbano.

Art. 4.- En función de los usos permisibles, las Habilitaciones para uso Industrial pueden ser de cuatro tipos, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 7. Superficie según industria

TIPO	ÁREA MÍNIMA DE LOTE	FRENTE MÍNIMO	TIPO DE INDUSTRIA
1	300 M2.	10 ML.	ELEMENTAL COMPLEMENTARIA Y
2	1,000 M2	20 ML.	LIVIANA
3	2,500 M2	30 ML.	GRAN INDUSTRIA
4	(*)	(*)	INDUSTRIA PESDA BÁSICA

Fuente: El Peruano (2006)

(*) Son proyectos de Habilitación Urbana que corresponden a una actividad industrial de proceso básico a gran escala, de gran dimensión económica, orientadas hacia la infraestructura regional y grandes mercados, a ser ejecutadas en Zonas Industriales I4.

4.2 FINES DE LA DISTRIBUCIÓN

Los fines de la distribución es mejorar la eficiencia, aumentar la productividad y la rentabilidad de la unidad productiva, pudiendo atacar los siguientes aspectos:

- Reduciendo la congestión, el material en proceso, la inseguridad en el trabajo, el costo de acarreo de los materiales y el tiempo de producción
- Eliminación del desorden de los elementos de la producción, del recorrido excesivo y de ambientales de trabajo inseguros.
- Facilitar el buen flujo del proceso y la disposición de los materiales
- Uso más eficiente de la maquinaria, de la mano de obra y los materiales
- Flexibilidad de las operaciones en el proceso productivo.

4.3 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGROINDUSTRIAS

Según Díaz et al., (2014). Los siguientes principios ayudarán a una mejor disposición de los elementos de la producción:

- *Integración de conjunto*, debe haber una armonía que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, así como cualquier otro factor incidente en el flujo del proceso
- *Mínima distancia recorrida*, siempre debe procurarse la mínima distancia recorrida por el material, respetando el flujo del proceso, eliminando el transporte innecesario.
- *Circulación o flujo de materiales*, cada operación debe estar en secuencia del flujo del proceso, evitando las interrupciones y/o congestiones.
- *Espacio cúbico*, utilizar el espacio vertical como horizontal, es la mejor manera de optimizar el uso del material, a los hombres y las máquinas.
- *Satisfacción y seguridad*, una distribución que prevenga los riesgos y haga un ambiente más seguro para los trabajadores.
- *Flexibilidad*, los avances tecnológicos implican cambios frecuentes en los diseños, los mismos que deben apuntar a una planta fácilmente adaptable que implique cambios no frustrantes y en el menor tiempo posible.
- *Contaminación cruzada*, las industrias agroalimentarias, deben tener mucho cuidado al momento de la distribución de las áreas, dado que un área contaminada no debe por ningún motivo estar cerca o contigua a un área menos contaminada o no contaminada como son las áreas de envasado o empaquetado del producto final.

4.4 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Según Díaz et al., (2014), Para la disposición de planta se presentan tres tipos de distribución fundamentales: por posición fija, por proceso y por producto.

Posición fija, Se trata de la disposición en la que el material o el componente principal permanecen en un lugar fijo; todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas de material se ensamblan el producto. Un ejemplo apropiado sería la construcción de una máquina agroindustrial como un deshidratador de alimentos.

¿Cuándo emplear posición fija?

- Cuando los productos son de gran tamaño y peso
- Cuando se elaboran pocas unidades o una sola
- Cuando el traslado del producto genere costos elevados o dificultades en el proceso.

Por proceso o por función, aquí todas las operaciones del mismo proceso –o tipo de proceso- están ubicadas en un área común, en función a un diagrama de flujo. Por ejemplo, en la industria agroalimentaria podemos citar a las fábricas de panificación o las fábricas de lácteos, entendiendo que estas plantas de procesos pueden tener varias líneas de producción como la de quesos, yogurt y manjar blanco

¿Cuándo emplear disposición por proceso?

- Cuando la maquinaria es muy cara y difícil de mover
- Cuando se fabriquen diversos productos
- Si se presentan variaciones de tiempos requeridos para la producción
- Si la demanda es intermitente o pequeña.

Por producción en cadena, en línea o por producto, esta referida a una sola línea de producción, el que dispone de cada operación una al lado de la siguiente. La maquinaria y el equipo están ordenados de acuerdo con la secuencia de las operaciones. Por ejemplo, en el ensamblaje de automóviles y las plantas embotelladoras de bebidas.

¿Cuándo emplear la disposición en cadena?

- Si hay gran cantidad de unidades por fabricar
- Si el producto está estandarizado
- Cuando la demanda del producto es estable
- Cuando la producción sea continua y cuando el ritmo de producción que se genere justifique los costos de instalación.
- Si la línea está equilibrada en tiempo (todas las operaciones en el mismo lapso de ejecución).

4.5 ELEMENTOS CLAVES EN LA PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (SLP de Muther)

Es muy importante mencionar que la metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning) de Muther, plantea el involucramiento del flujo de procesos (Muther, 2014) lo que destaca los cinco elementos claves para proponer un planeamiento sistemático que ayude a una óptima distribución de planta:

- P = Producto: son los productos que fabricará la empresa pudiendo ser terminado o intermedios.
- Q = Cantidad: es la cantidad de productos fabricados o materiales que se utilizarán para el proceso, pudiendo ser unidades, kilogramos o litros.
- R = Recorrido: es el orden de las operaciones, el cual depende del diagrama flujo del proceso.
- T = Tiempo: referido al tiempo que se demoran en fabricarse los productos:

- S = Servicios anexos: estos servicios son complementarios al proceso productivo como el área de maestranza que realiza labores de mantenimiento y reparación de equipos; así como los vestuarios, servicios higiénicos, comedor, servicios de salud y seguridad para los trabajadores.

Ahora bien, en función a los elementos claves descritos podemos seguir los siguientes pasos para nuestra planificación:

- Paso 1: determinación del tipo de producto que demanda el mercado y la cantidad que el proyecto podrá atender en función a un análisis de localización de la nueva unidad productiva.
- Paso 2: identificación las etapas del proceso productivo, numerando y diagramando un flujo de proceso, aquí también es necesario tener en cuenta los volúmenes y rendimientos que estarán involucrados en el proceso productivo.
- Paso 3: proponer el equipamiento relacionado a cada etapa del proceso en función a la cantidad de producción y además de la cantidad de operarios, con sus espacios de trabajo requeridos.
- Paso 4: determinación de las áreas de servicios complementarios para el proceso tanto para las máquinas y como para los operarios.
- Paso 5: análisis de la distribución general en función a P,Q y R y los tiempos de operación involucrados, con los espacios requeridos por cada operación.
- Paso 6: sumar el total de área requerida y realizar un análisis mejorado de la distribución de planta, con los detalles de los planos a escala.
- Paso 7: plan de Implementación: relacionado a la construcción de la nave industrial con los acabados necesarios que incluye las instalaciones eléctricas, sanitarias, salas de fuerza y tratamiento de residuos para poner en funcionamiento la planta de procesos.

4.6 FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Estos factores afectan directamente a la distribución de planta y se muestran en manera esquemática en la Figura 72, los que se describen a continuación:

- **Material e insumos**, son consideradas las materias primas como frutas, vegetales, leche, etc. y los insumos como harinas, aditivos alimentarios y hasta los envases, los que se utilizarán en el proceso productivo en las cantidades que determine el estudio.
- **Maquinaria**, debemos tener especial cuidado al momento de proponer el equipamiento adecuado para la línea de procesamiento que queremos implementar en función a su accesibilidad y capacidad.
- **Hombre**, es el factor clave y el más flexible, que se adapta a diferentes formas de distribución, y que además se le debe dar seguridad en el trabajo.

- **Movimiento**, este factor hace referencia al manejo de los materiales con un recorrido que debe ir alineado al diagrama de flujo del proceso.
- **Espera**, podemos tener dos condiciones en la espera, cuando el material debe estar en el momento preciso del proceso, es así que el material puede verse detenido en los almacenes, así como un cuello de botella en las etapas del proceso productivo.
- **Servicios**, son complementarios al proceso productivo, pudiendo ser al personal, al material y a la maquinaria.
- **Infraestructura**, son las estructuras industriales diseñadas de acuerdo al requerimiento del proceso productivo.
- **Flexibilidad**, hace referencia a la adaptabilidad sobre una mejora a la distribución pudiendo cambiar de posición los elementos de la producción.

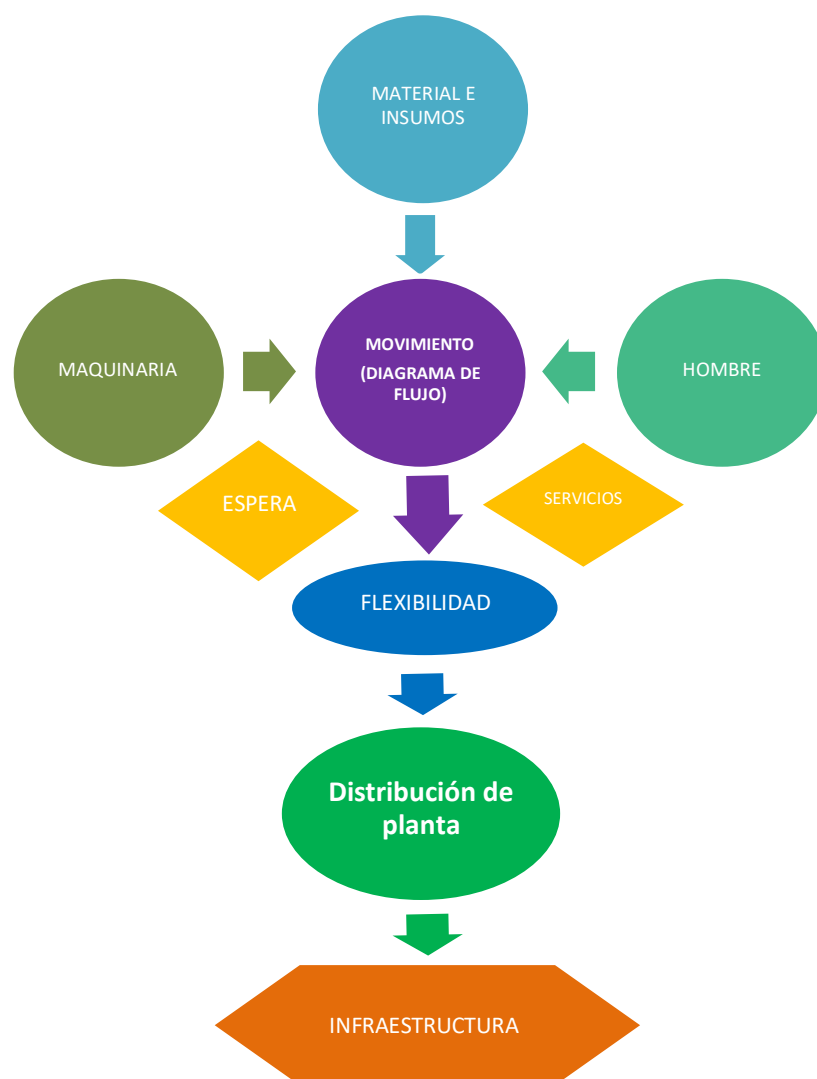


Figura 72. Factores de la distribución de planta

4.7 DIAGRAMA DE RELACIÓN Y PROXIMIDAD







Esta metodología planteada por Muther consiste en elaborar un registro de todas las etapas que constituye el diagrama de flujo del proceso y evaluar la relación que estos guardan entre ellas, se debe tener en cuenta aquí que cada etapa se convierte automáticamente en un área de trabajo. En una relación intersecada tipo rombo puede ser medida en grado de importancia de cercanía, pudiendo en algunos casos en la parte inferior la razón por la que se decide por una de las letras (A, E, I, O, U, X).

Cuadro 8. Código de letras

CODIGO DE LETRAS	RAZONES
A: Proximidad Absolutamente necesaria	1. Flujo de proceso
E: Proximidad Especialmente importante	2. Comunicación del personal
I : Proximidad Importante	3. Uso del mismo equipo
O: Proximidad Ordinaria (adecuada)	4. Supervisar y controlar
U: Proximidad sin importancia	5. Se comparte la misma área
X: Proximidad indeseable.	6. Evitar contaminación cruzada

En algunos casos de empresas agroindustriales y/o alimentarias Domínguez (2019) menciona unas las siguientes razones:

Cuadro 8. Líneas de relación

Análisis de cercanía para el diagrama de hilos	Razón basada en la justificación
A excelente cercanía 	I Por óptimo flujo
E muy deseable cercanía 	II por control
I regularmente deseable 	III Por seguridad
O deseable 	IV Por ruidos o vibraciones
U indiferente 	V Por circulación
X indeseable 	VI por Sanidad e Higiene

Podemos, asimismo proponer algo más sencillo para los procesos agroindustriales:

- A: Proximidad junto
- E: Proximidad con cortina
- I : Proximidad separado con tabiquería
- O: Próximo, pero no junto
- U: Proximidad sin importancia
- X: Proximidad indeseable para evitar contaminación

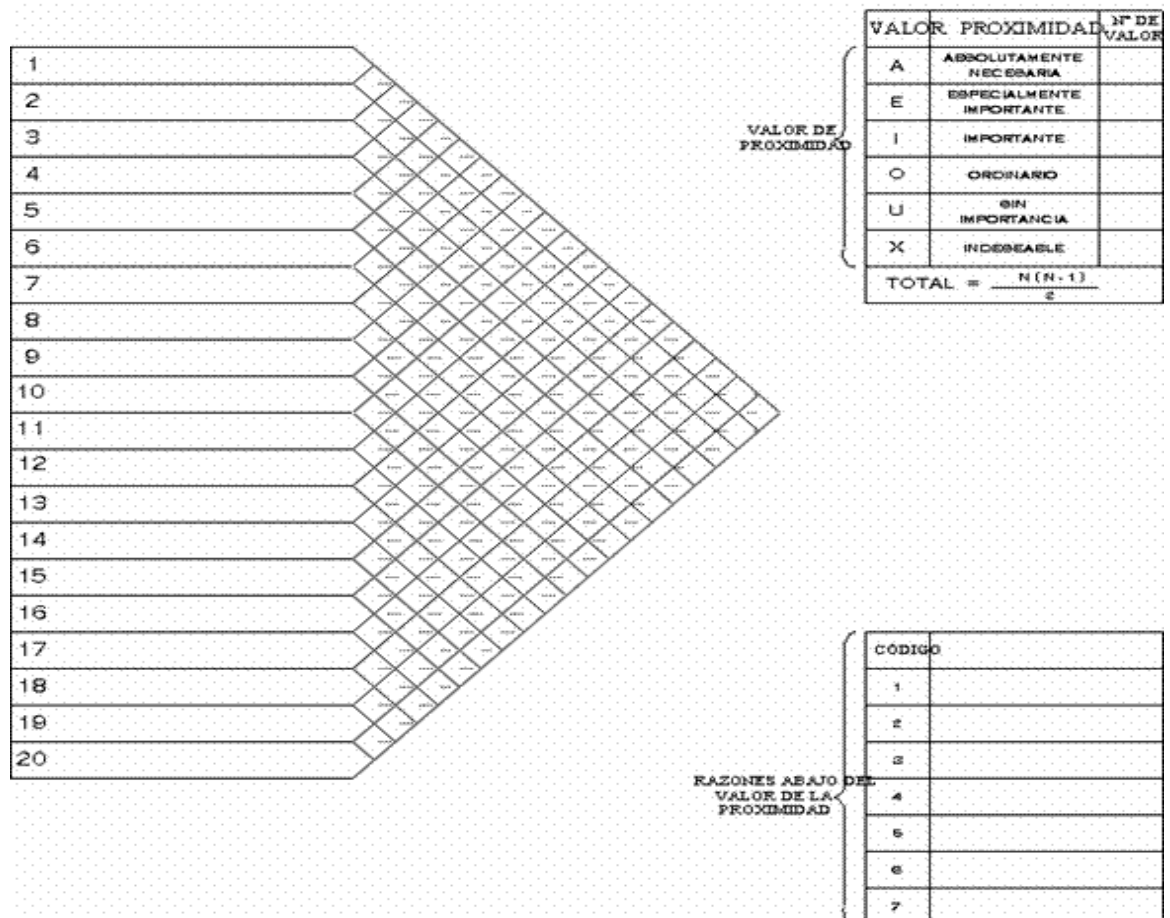
Algunos alcances en cuanto a la distribución es que de preferencia deben hacerse de acuerdo a la naturaleza de las actividades, es así que, la actividad principal en una

industria agroalimentaria será lo que ocurra en la sala de procesos. Pero en el caso de las actividades de servicios, como la atención al público en las oficinas tendrá otro recorrido o procedimientos, que deben ser analizados en otro diagrama independiente, dado que no existe un flujo del material, más son actividades particulares. Por tanto, podemos seguir el siguiente procedimiento para una determinada actividad.

- Paso 1: identificar todas las etapas en relación al diagrama de flujo, asumiendo que cada actividad representará un área de trabajo.
- Paso 2: registre todas las etapas en la gráfica de relación
- Paso 3: analice y evalúe la relación deseada para cada etapa y luego sus razones si esto lo amerita:
- Paso 4: elabore la gráfica de relaciones y obtenga la aprobación de la gráfica.
- Paso 5: elabore un diagrama de bloques con las diferentes líneas de importancia (A, E, I, O, U, X) considerando que áreas deben ir juntas (Cuadro 8),
- Paso 6: ahora bien, teniendo en cuenta la importancia de la proximidad debemos realizar un croquis geográfico con una vista de planta considerando a escala las dimensiones de la distribución de planta.

GRÁFICA DE RELACIONES (S.L.P.)

PLANTA / CIA. _____ PROYECTO _____
 HECHO POR _____ Y _____
 FECHA _____ HOJA ____ DE _____
 REFERENCIA _____



4.8 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

Este método fue propuesto por Buffa en 1955, consiste en un análisis del proceso, determinando la secuencia de cada etapa del proceso los que se registran en una tabla de “Resumen de secuencia” (“Sequence summary”). Estas etapas a su vez pueden transportar cantidades distintas entre las diferentes áreas o departamentos de proceso, pudiéndose registrar en una “Tabla de cargas de transporte” (“Load summary”), para el caso de productos agroalimentarios y/o agroindustriales es de mucha utilidad utilizar un cuadro de análisis de balance de materia considerando los rendimientos por etapas. Después de realizar este análisis se elabora un “Diagrama Esquemático” dónde representamos con círculos cada etapa o departamento del proceso, estos círculos llevan un numero en orden secuencial ascendente unidos con líneas respetando el orden del proceso, pudiendo escribir en las líneas las cargas o cantidades que pasan de una etapa o departamento a otra, esto ayudará a minimizar el costo del manejo de materiales de todos los productos (Diego Más, 2020)

Ejemplo 1. Para entender mejor la metodología del diagrama esquemático, vamos a realizar un ejemplo en base al diagrama de flujo del *café tostado molido*, como se muestra en la figura siguiente:

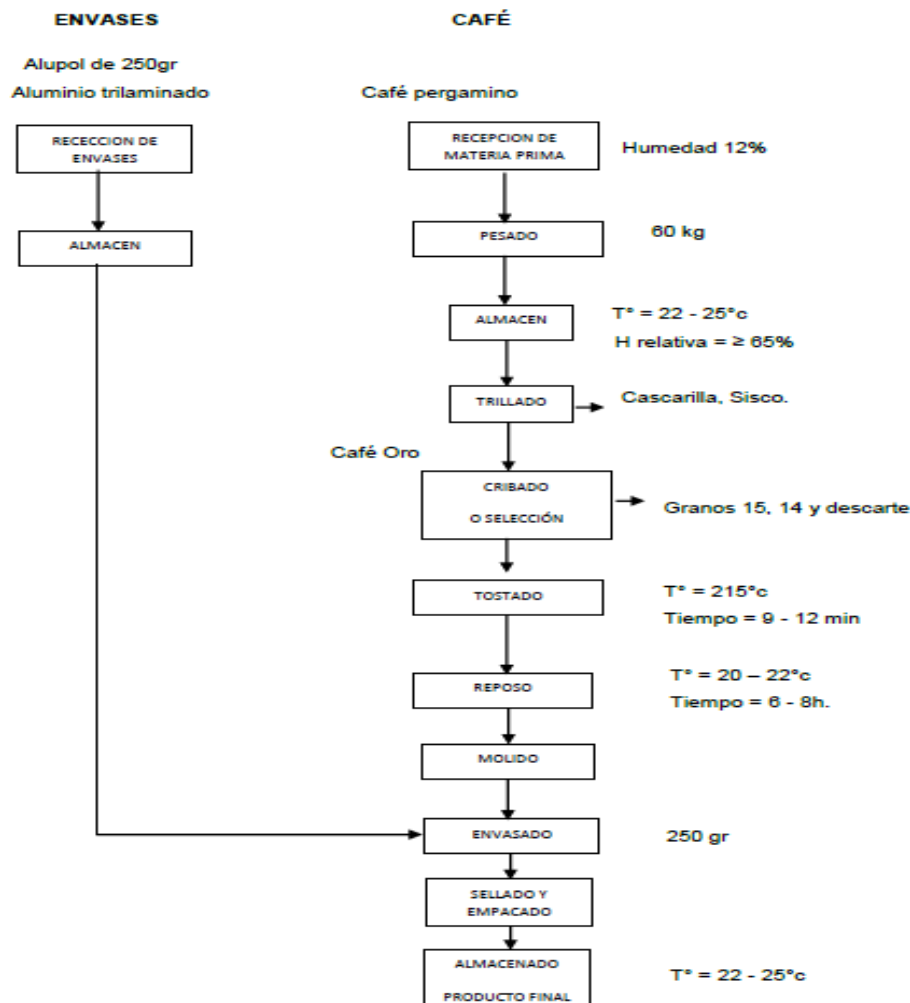


Figura 73: Flujograma del café tostado molido

Es importante considerar un análisis de los rendimientos de la materia prima sobre todo en las plantas agroindustriales, ya que servirán para los cálculos de cuánto de materia prima podemos procesar en un día (turno 8h) o una semana, al respecto se muestra un cuadro de balance de materia.

Cuadro 9. Balance de materia del café tostado molido

OPERACIONES	INGRESO (Kg)	SALIDA (Kg)	CONTINUA (Kg)	RENDIMIENTO OPERACIONAL (%)	RENDIMIENTO POR PROCESO (%)
Recepción M.P.	60.00		60.00	100.00	100.00
Pesado	60.00		60.00	100.00	100.00
Almacenado	60.00		60.00	100.00	100.00
Trillado / pilado	60.00	18.40	41.60	69.33	69.33
Cribado y selección	41.60		41.60	100.00	69.33
Tostado	41.60	5.00	36.60	87.98	61.00
Reposo	36.60		36.60	100.00	61.00
Molido	36.60		36.60	100.00	61.00
Envasado	36.60		36.60	100.00	61.00
Sellado y empaçado	36.60		36.60	100.00	61.00
Almacenado	36.60		36.60	100.00	61.00

En la Cuadro 10, se muestran el resumen de las etapas o departamentos del proceso y también el número de cargas o cantidades de material procesados que pueden ser por turno de trabajo, por día, semana y/o mes.

Cuadro 10: Resumen de cargas (kg) en café tostado molido (6 días de trabajo)

Etapas o departamentos	○	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Recepción de M.P.	1	☒	360									
Pesado	2		☒	360								
Almacenado	3			☒	360							
Trillado / pilado	4				☒	250						
Cribado y selección	5					☒	250					
Tostado	6						☒	220				
Reposo	7							☒	220			
Molido	8								☒	220		
Envasado	9									☒	220	
Sellado y empaçado	10										☒	220
Almacenado	11											☒

En el diseño inicial se sigue la secuencia propuesta en la Figura 74, donde seguimos un orden secuencial de las operaciones.

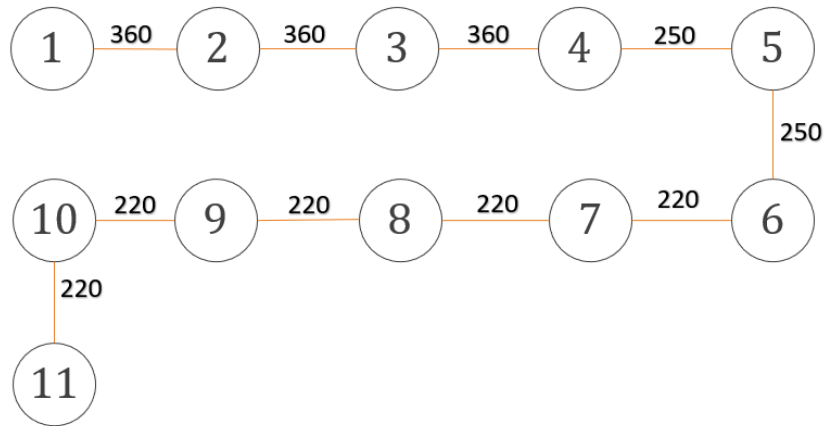


Figura 74. Diagrama esquemático inicial

En la Figura 75: se tiene el criterio que el 1, 2 y 3 son parte de un área de almacén por ende deben estar juntos (pudiendo ponerle la letra A), para luego continuar con las otras operaciones, un criterio importante también es que no debemos tener cerca las operaciones iniciales de materia prima con las operaciones finales porque puede presentarse un riesgo de contaminación cruzada.

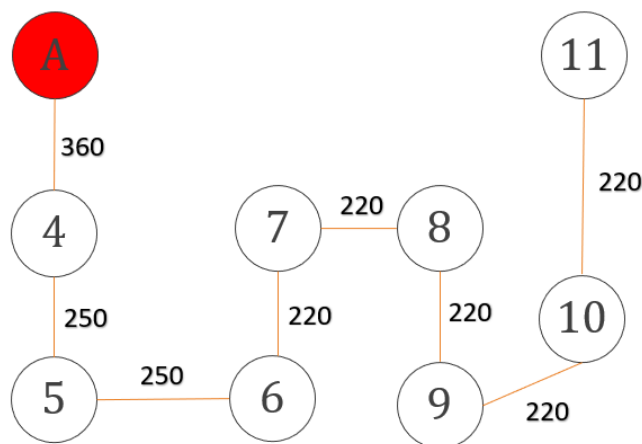


Figura 75. Diagrama esquemático mejorado

La Figura 75, muestra una mejora con respecto a los criterios ya mencionados, considerándolo hasta aquí un Diagrama esquemático ideal, que todavía podría modificarse para optimizar el proceso; recuerde que todavía no se han tomado en cuenta las cargas de transporte de cada operación, porque eso obedece al cálculo de superficie considerado para la siguiente etapa.

4.9 DIAGRAMA DE BLOQUES Y RECORRIDO

El diagrama de bloques, ya nos muestra una distribución preliminar que puede acercarse a una superficie de trabajo, pero a nivel de croquis, recuerden que este diagrama ya toma en cuenta el cálculo de áreas de trabajo en función a las cargas o volúmenes de producción. A diferencia del diagrama de recorrido es una combinación de las operaciones expuestas en un recorrido del proceso sobre el diagrama de bloques o superficies definida del proceso productivo.

de acuerdo al ejemplo anterior, ahora podemos seguir mejorando el diagrama esquemático ideal como se puede apreciar en la Figura N°76, dónde una limitante puede ser la disposición de un terreno ya existente.

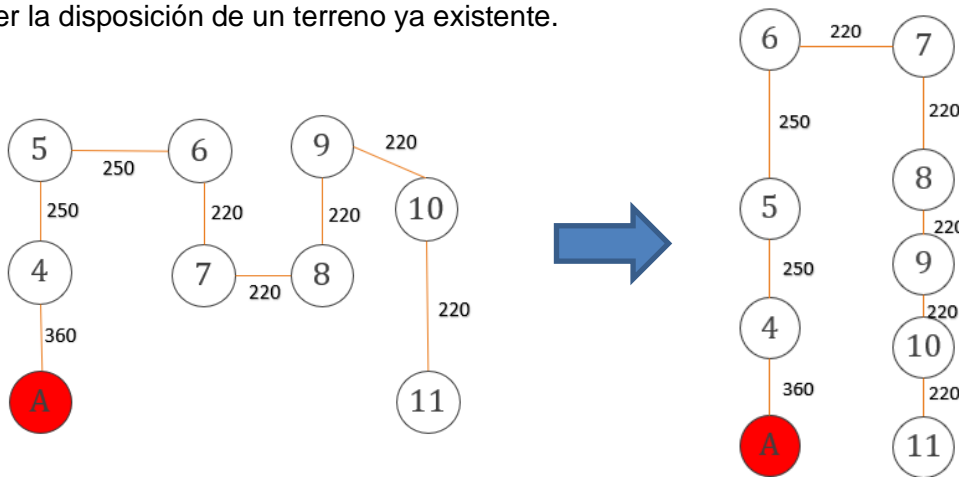


Figura 76: Mejora del diagrama esquemático

Se pueden proponer estimaciones de las áreas de trabajo en base a su carga o volumen de proceso de cada operación (incluyendo espacio del operario y pasillos de desplazamientos aproximados) y al número de máquinas que estas requieren, como se muestran en la Figura 77.

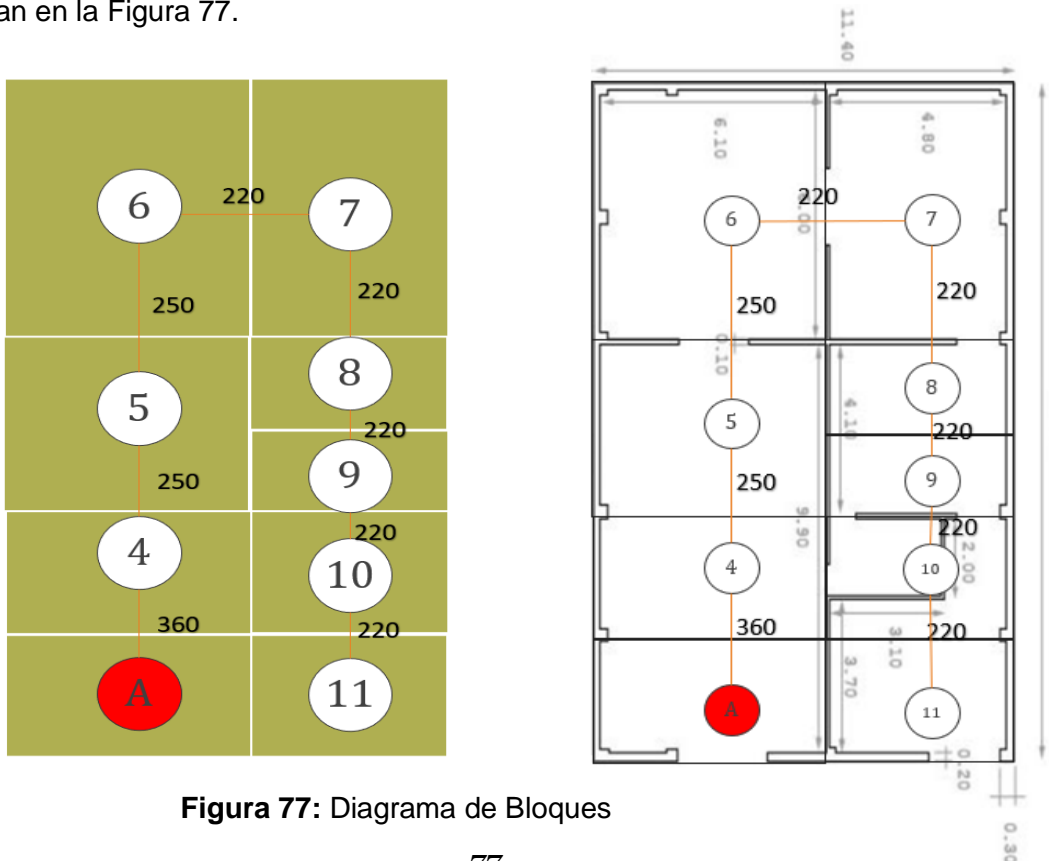


Figura 77: Diagrama de Bloques

Una vez propuesto el diagrama de bloques ya con las áreas estimadas, podemos considerar un flujo del diagrama esquemático ideal y con los diversos requerimientos de tamaño de los centros de trabajo.

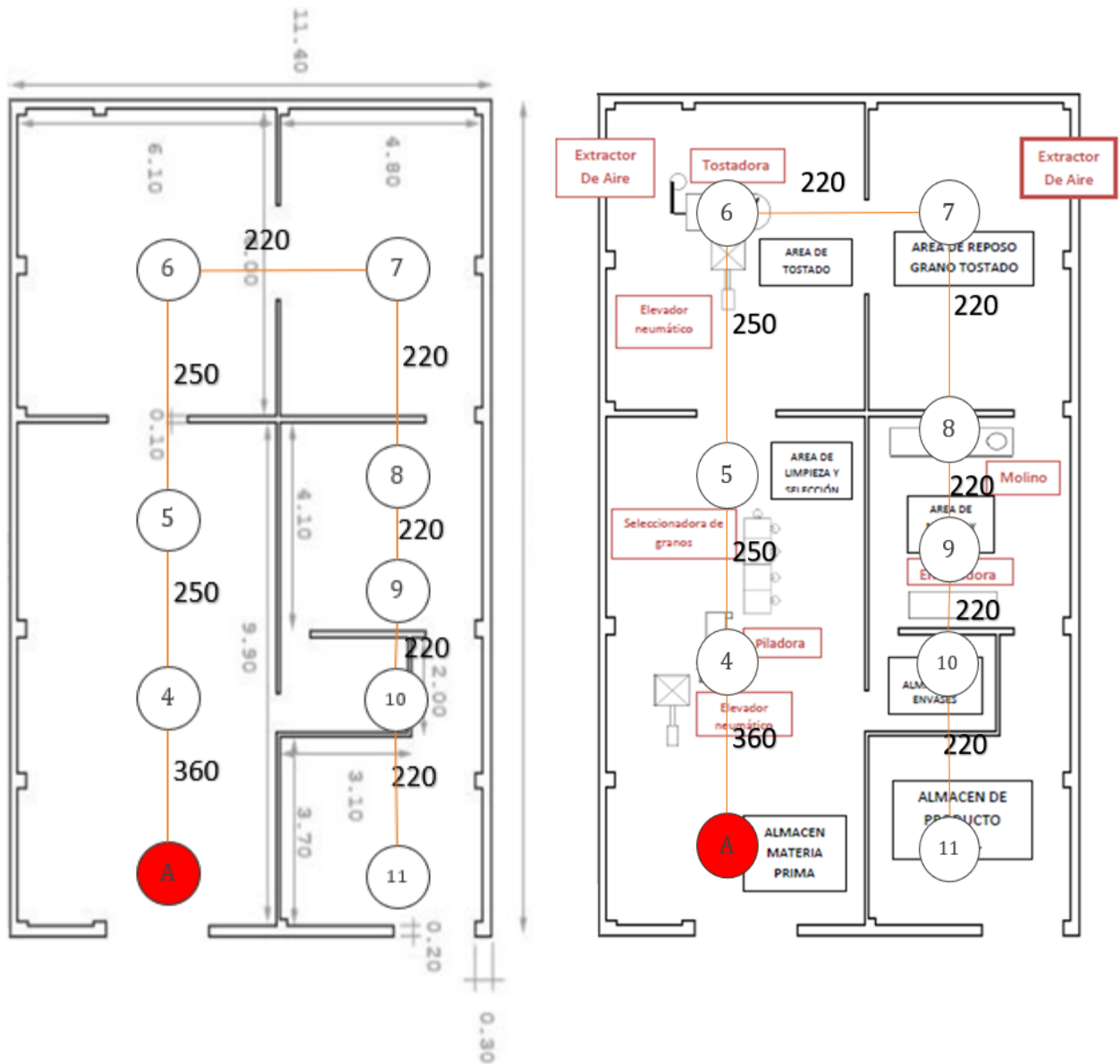


Figura 78: Diagrama de recorrido

En la Figura 78 se puede apreciar el diagrama de recorrido, el cual ya tiene considerado algunos detalles propios de las áreas de trabajo incluyendo las máquinas para entender mejor el proceso agroindustrial, marcando un punto final de la distribución preliminar de la planta. A partir de esto podemos realizar algunos ajustes propios del desplazamiento, relacionados a optimizar el tiempo del proceso y disminuir así los costos de la producción.

A continuación, se hace necesario complementar el área del proceso con las áreas de servicios de apoyo en función al número de trabajadores que intervienen en el proceso productivo, podemos tomar en cuenta a las normas para espacios de tránsito y de servicios al personal, como se muestra en la Figura 79.

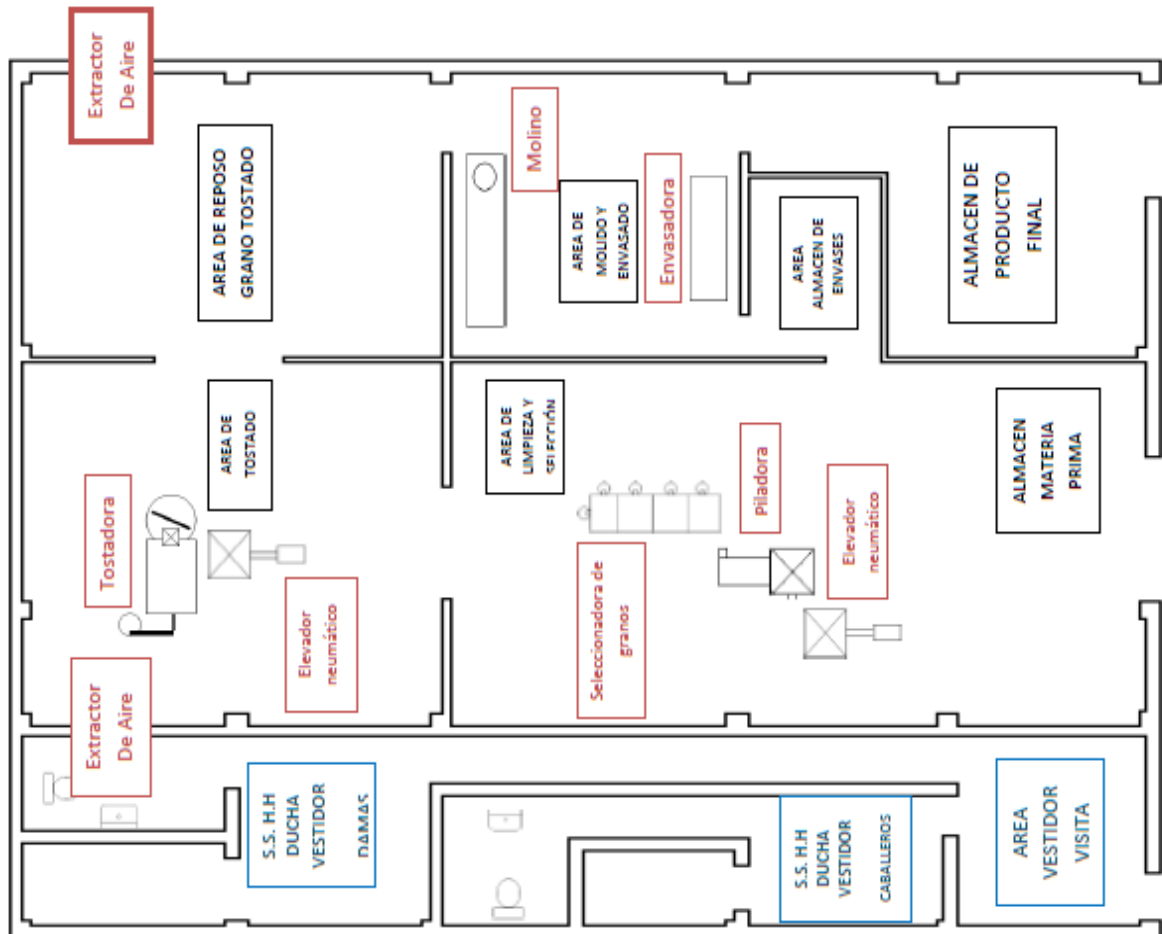
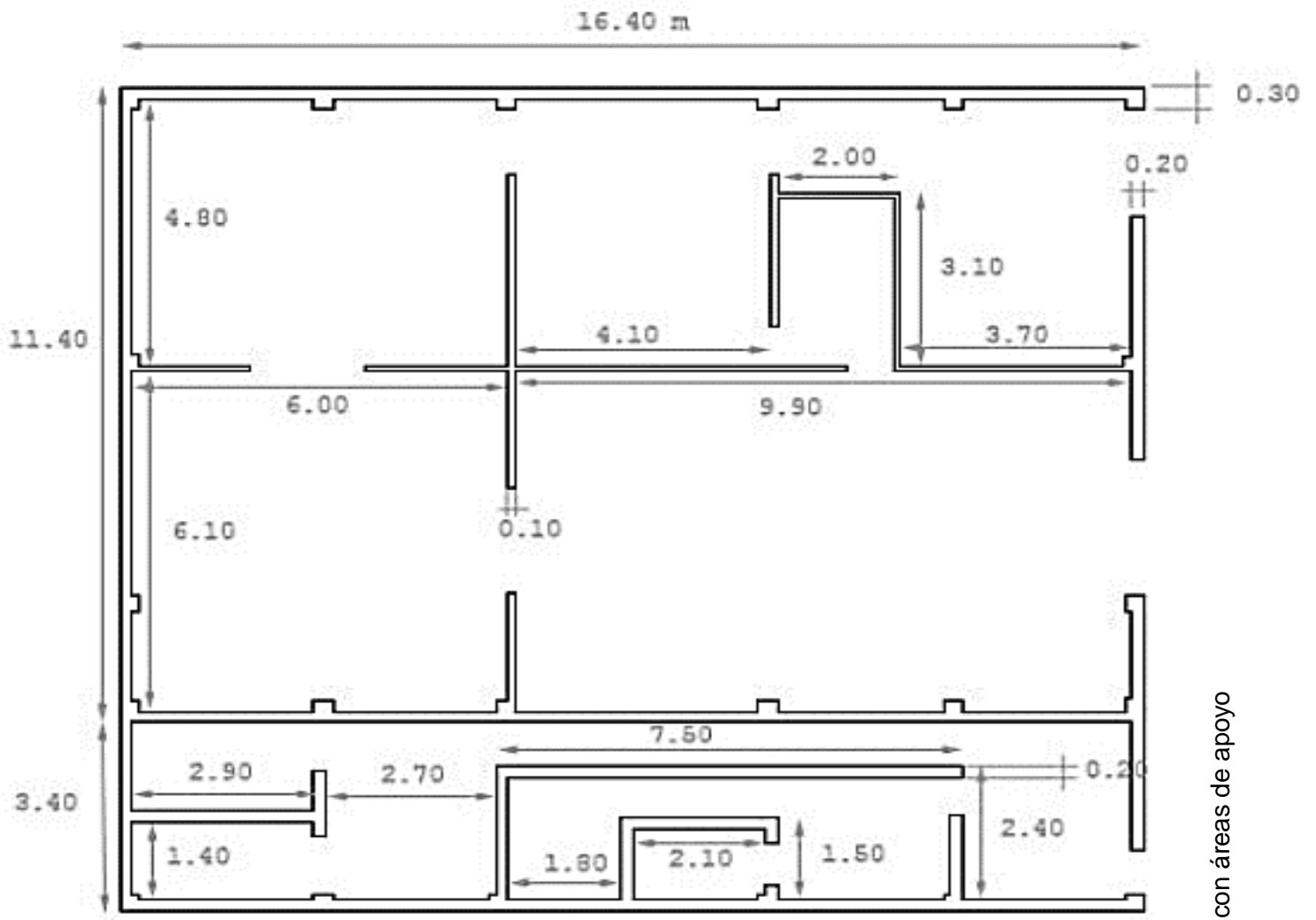


Figura 79: Distribución con áreas de apoyo

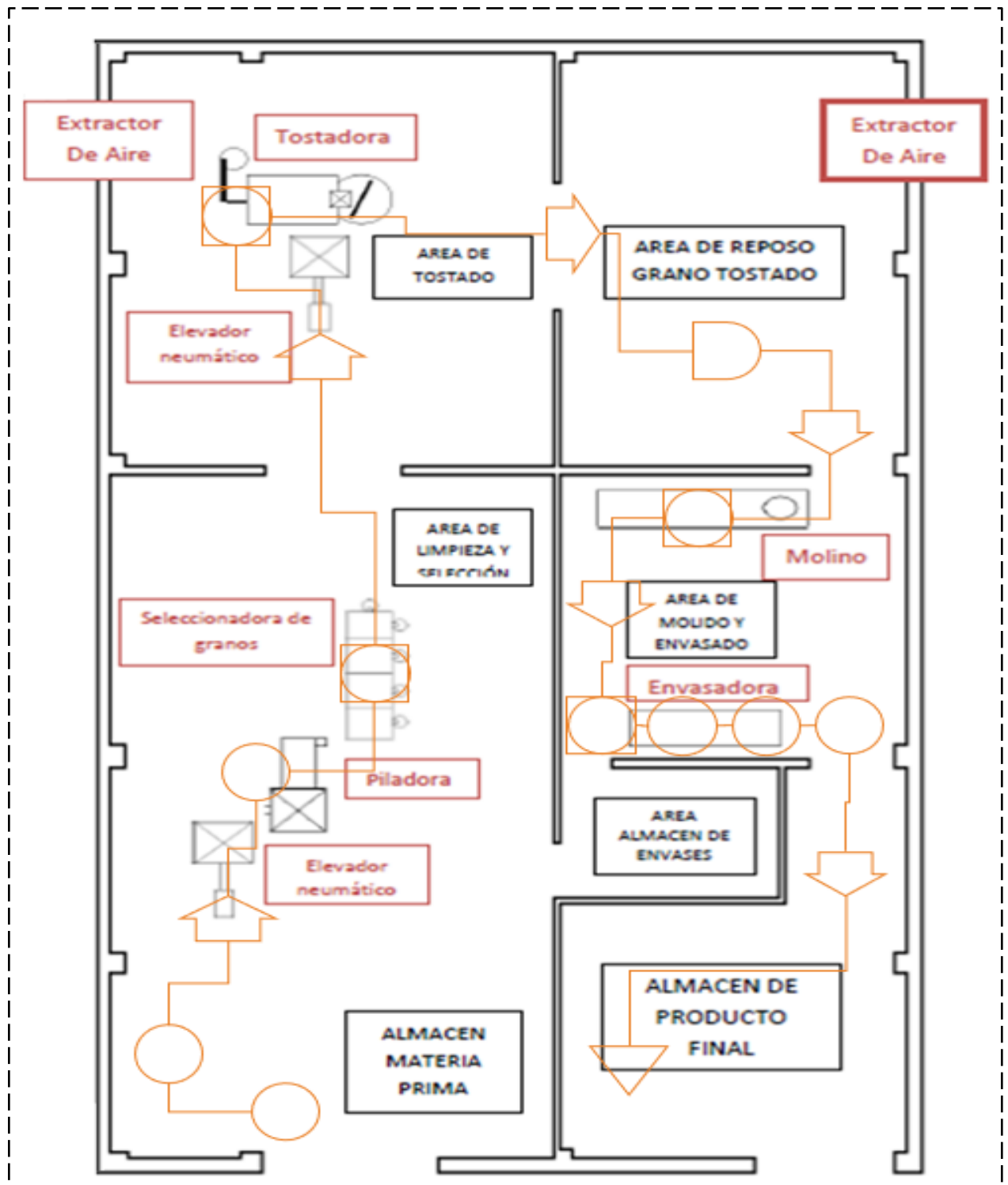


Figura 80: Diagrama de recorrido

En el Cuadro 11, se puede apreciar el estudio de tiempos producto del proceso agroindustrial, materia del análisis.

Cuadro 11. Diagrama de Actividades del Proceso o Análisis del Proceso (DAP)

Diagrama de Análisis de Procesos: Café tostado molido	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Cantidad (kg)	Tiempo (min)	Observación
Recepción café pergamino	1						360	0,5	
Pesado café pergamino	2						360	2	
Transporte al elevador neumático 1			1			3,3	360	1	
Pilado de café	3						250	15	
Selección del café oro	4	1					250	10	
Transporte al elevador neumático 2			2			3,5	250	1	
Tostado controlado y enfriado	5	2					220	80	
Transporte a reposo			3			3,5	220	1	
Reposo				1			220	300	
Transporte a Molino			4			4	220	1	
Molido	6	3					220	35	
Transporte a Envasado			5			3,5	220	1	
Envasado controlado	7	4					220	125	bolsas de 250g
Sellado de envases	8						220	5	
Empacado en cajas	9						220	12	cajas de 5 kg (20 bolsas)
Sellado y embalado de cajas	10						220	10	
Transporte al almacén			6			5	220	5 x 5 viajes	
Almacenado					1		220	--	
Total	10	4	6	1	1	22,8	220	10,075 horas	

Análisis al detalle: para comprender aún más al detalle una distribución de planta podemos realizar el ejemplo de una planta agroindustrial *deshidratadora de papas*.

Ejemplo 2. Planta de papa deshidratada

Se debe instalar una planta de 10 t de materia prima (papa blanca), con un diámetro promedio de 30 a 45mm por tubérculo,

El cuadro de balance de materia muestra los siguiente:

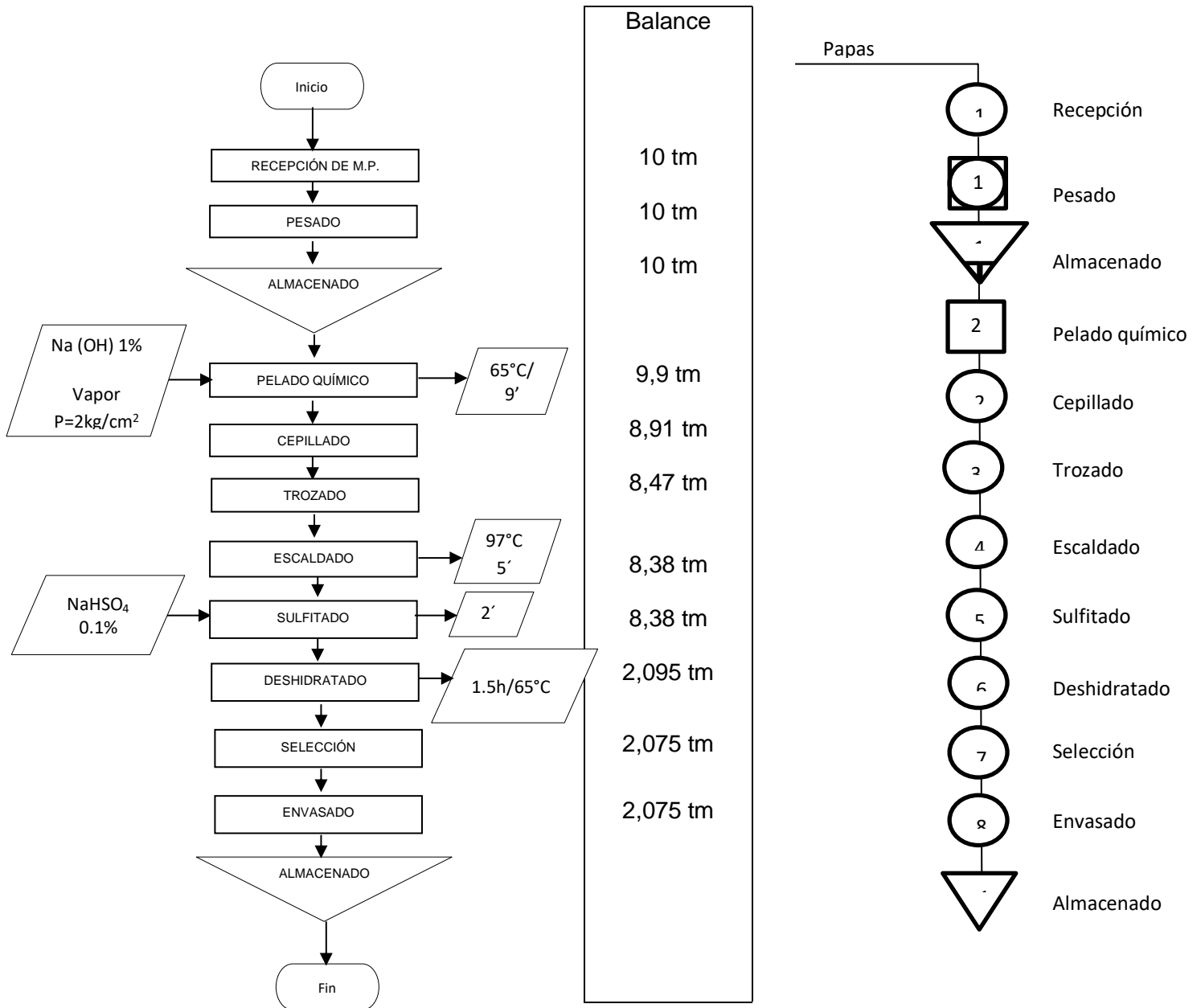


Figura 81. Diagramas de papas deshidratadas

Cuadro 12. Balance de materia

Operación	Ingreso (Kg.)	Ganancia (Kg.)	Detalle de la ganancia	Pérdida (Kg.)	Detalle de la pérdida	Peso Total (Kg.)	Rendimiento Operación (%)	Rendimiento Por proceso (%)
RECEPCIONADO	10000,00					10000,00	100,00	100,00
PESADO	10000,00					10000,00	100,00	100,00
ALMACENADO TEMPORAL	10000,00					10000,00	100,00	100,00
LAVADO	10000,00			100,00	tierra e impurezas	9900,00	99,00	99,00
PELADO QUÍMICO	9900,00	99,00	Sosa caústica (NA OH) al 1%	1089,00	cáscaras	8910,00	90,00	89,10
CEPILLADO	8910,00			445,00	restos de cáscara de los ojos	8465,00	95,01	84,65
TROZADO	8465,00			0,00	por restos del picado	8465,00	100,00	84,65
ESCALDADO	8465,00			85,00		8380,00	99,00	83,80
SULFITADO	8380,00	83,80	bisulfito de sodio	83,80		8380,00	100,00	83,80
DESHIDRATADO	8380,00			6285,00		2095,00	25,00	20,95
SELECCIÓN	2095,00			20,00		2075,00	99,05	20,75
ENVASADO	2075,00			0,00		2075,00	100,00	20,75
ALMACENADO	2075,00			0,00		2075,00	100,00	20,75
Rendimiento								20,75

Cuadro 13. Diagrama de Plan de trabajo

Volumen Ingreso (tm)	Operación	TURNO 8 HORAS								Equipamiento	Volumen salida (tm)
		7	8	9	10	11	12	13	14		
10	○ RECEPCIONADO		2h							01 sistema desinfección vehicular	10
10	□ PESADO		3h							01 Balanza vehicular 10 tm	10
10	▽ ALMACÉN TEMPORAL			2h						01 almacén para 30 tm a 20°C / 75%HR	10
10	⇒ TRANSPORTE			2h						02 fajas transportadoras de 2,5 tm/h	10
10	○ LAVADO			2h						02 lavadoras de inmersión de 2,5 tm/h	9,9
9,9	⇒ TRANSPORTE				2h					02 cadenas transportadoras de 2,5 tm/h	9,9
9,9	○ PELADO QUÍMICO				2h					02 peladoras con sistema de vaporizado de 2,5 tm/h	9,9
8,91	○ CEPILLADO				2h					02 cepilladoras de escobillas 2,5 tm/h con aspersión	8,465
8,465	○ TROZADO				2h					02 picadoras de 2,5 tm/h	8,38
8,38	○ ESCALDADO					2h				02 tinas de escaldado de 2,5 tm/h (5 sestras de 50 kg)	8,38
8,38	⇒ TRANSPORTE					2h				01 sistema de releería para 5 cestas de 50 Kg.	8,38
8,38	○ SULFITADO					1h				02 tinas de sulfitado de 3000L. cesta de 100kg/6'	8,38
8,38	○ DESHIDRATADO							1,5h		01 deshidratador de 5 tm/h por 1,5 h, 0,3m/s, 65°C	2,095
2,095	○ SELECCIÓN								0,	01 faja de selección de 2 tm/h	2,075
2,075	○ ENVASADO								0,	01 embolsadora de 5000 unid/h en bolsas de 250g.	2,075
2,075	▽ ALMACENADO								0,	01 almacén de 5 tm 20°C.	2,075

Requerimiento de operativo de las maquinarias

Debemos recordar, que el primer diseño de los equipos no lo hace el fabricante de maquinaria sino, el proyectista en relación a la capacidad que demanda traducido al volumen de producción en función al tiempo (Kg/h), pudiendo proponer sistemas continuos o por batch.

Cuadro 14. Requerimiento de máquinas

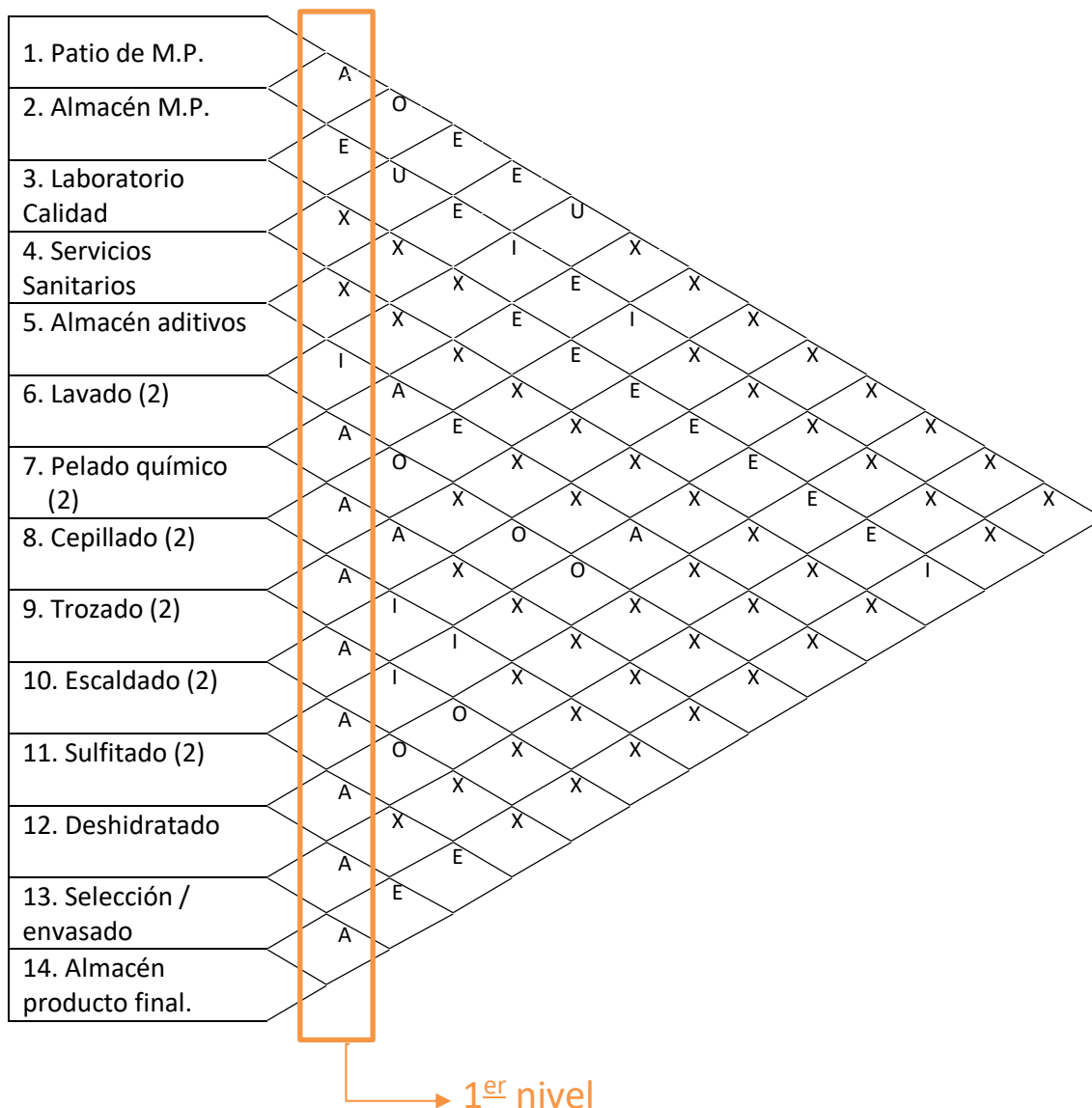
Unidad	Equipamiento para 10 tm	Dimensiones (a, l, h)	Agua (m ³ /h)	Vapor (Lb/h)	Energía (kw/h)	Gas - GLP (Kg/h)	Mano de obra
01	sistema desinfección vehicular	3m x 5m x 3m	0,1	--	0.75	--	1
01	Balanza vehicular 10 tm	3m x 5m x 0.3	--	--	1	--	1
01	almacén para 30 tm a 20°C / 75%HR	20 paletas de 1 x1,2m	--	--	--	--	1
02	fajas transportadoras de 2,5 tm /h	0.5 m x 3.75mx0.8m	--	--	1,5	--	1
02	lavadoras de inmersión de 2,5 tm/h	2 x 2.5 x 1.2 m	5	--	2	--	1
02	cadenas transportadoras de 2,5 tm/h	0.3 x 2 x 1.2 m	--	--	2,0	--	1
02	peladoras con sistema de vaporizado de 2,5 tm/h (uso caldero)	1.5 x 2.25 x 1.5 m	5	150	2,0	--	2
02	cepilladoras de escobillas 2,5 tm/h con aspersion	1.5 x 3.5 x 1.3 m	2,5	--	3	--	--
02	picadoras de 2,5 tm/h	1.75 x 225 x 1.3 m	--	--	4	--	2
02	tinas de escaldado de 2,5 tm/h (5 sestras de 50 kg)	2m x 1,5m x 1m	3	100	0,5	--	2
01	sistema de relería para 5 cestas de 50 Kg.	0.3 x 1.75 x 1.5	--	--	1	--	--
02	tinas de sulfitado 3000L. cesta de 100kg/6'	1.75 x 2 x 1 m	3	--	1	--	2
01	deshidratador de 5 tm/h por 1,5 h, 0,3m/s, 65°C	1.75 x 7.25 x 2m	--	--	5	10	1
01	faja de selección de 2 tm/h	1.50 x 5 x 0.8 m	--	--	2	--	4
01	embolsadora neumática de 5000 unid/h en bolsas de 250g. (uso compresora)	1.8 x 2.5 x 2.5 m	--	--	3	--	1
01	almacén de 5 tm 20°C.	5 paletas de 1 x1,2m	--	--	--	--	1

Cuadro 15. Requerimiento complementario

Unidad	Equipamiento Complementario para 10 tm	Dimensiones (mm de a, l, h)	Agua (m ³ /h)	Vapor (Lb/h)*	Energía (kw)	Combustible (GLP – kg/h)	Mano de obra
01	caldero de 10 bhp / 340 lb/h	1 x 1 x 1.8m	0,2	--	0,75	2	1
01	Tanque de gas estacionario de 1000L	0.8 x 2.4 x 1 m	--	--	--	--	--
01	compresor con tanque de 60GL /135PSI /10.3 cfm	0.60 x 0.65 x 1.65 m	--	--	2,5	--	0
04	tanques de agua de 5000 L con bomba de agua / con bomba de agua.	2.25 x 2.25 x 1.7 m	--	--	0.75	--	0

Análisis de proximidad de relación de actividades

En el análisis de proximidad deben agregarse también las áreas auxiliares como: el laboratorio de control de calidad, los servicios higiénicos entre otros.



Del cuadro se puede analizar con el siguiente criterio:

La prioridad es el análisis del primer nivel, con el significado del código:

A = Proximidad junto

E = Proximidad con cortina

I = Proximidad separado con tabiquería

O = Próximo pero no junto

U = Proximidad sin importancia

X = Proximidad indeseable.

En el análisis debemos tener en cuenta la secuencia del movimiento de la materia prima, desde el momento en que ingresa a la planta de proceso hasta el momento que termina en el almacén de producto terminado. Además, para el ejemplo se repiten las actividades de las áreas 6 al 11, considerando que son 02 maquinarias para cada actividad.

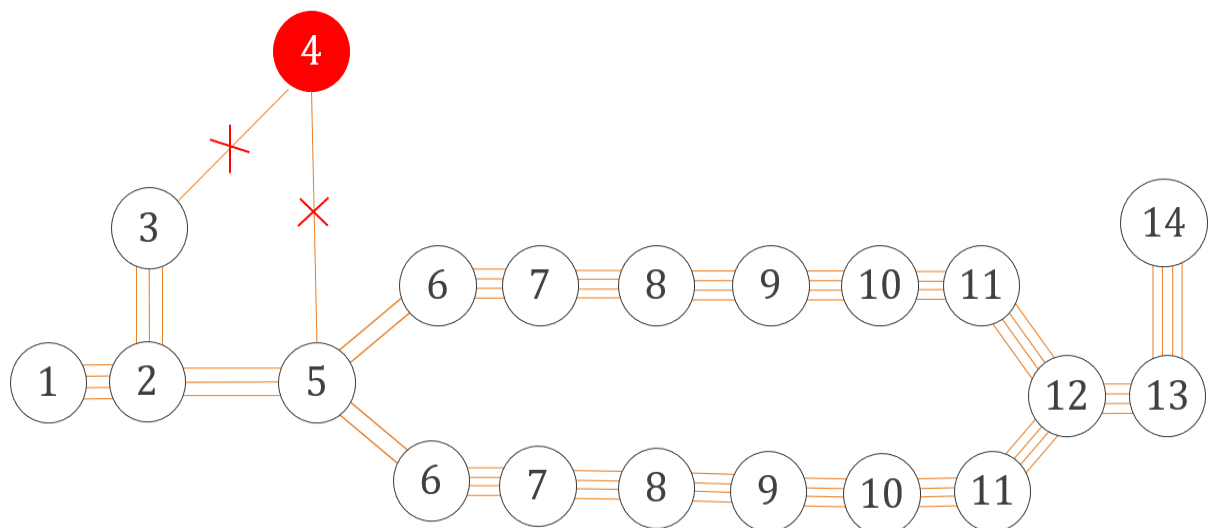


Figura 82. Diagrama de hilos de acuerdo al análisis de proximidad de relación de actividades

ANÁLISIS AL DETALLE DE LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN

Factor material

La materia prima, llega a la planta en camiones de 3 – 5 tm, pasan los controles de calidad y lo descargan en almacén que se encuentra a 5m de la Balanza, con puertas laterales y rampas con capacidad de 30 tm, para 3 turnos de procesos, con medidas de 8 x 8 x 5m y como área neta de almacenamiento de 4 x 6 x 2m. El turno se inicia desde el almacén con la tolva de ingreso de papa a las 2 fajas transportadoras para las Lavadoras. La planta procesa 10 tm de papa por turno en 02 líneas de 5tm, cada una se maneja este material en casi todos los procesos el mismo volumen y peso, hasta el sulfitado e ingreso al deshidratador, que se reduce por el secado a la quinta parte del material que ingresa. El agua es otro material que de acuerdo a la tecnología interviene en una relación de 3/1, es decir se requiere 30 m³ de agua por turno y línea, las cáscaras se eliminan con los servicios y tratamientos necesarios y los aditivos como la sosa y el sulfito de sodio, en un almacén seguro, en la sala de máquinas, los tanque de agua para el caldero y el sistema de bombeo de agua para el lavado.

Factor maquinaria

El diagrama de operaciones y el balance de materiales y el programa de trabajo con el factor maquinaria, plantea el diseño tecnológico de 2 líneas paralelas de producción para procesar 10 tm de materia prima para un turno de trabajo, incluyendo el equipamiento con los servicios auxiliares para la ejecución de los procesos, con sus características técnicas que deben formularse a partir de las capacidades demandadas (volúmenes por turno) y las cotizaciones coordinadas con los fabricantes de maquinaria. Estas características deben estar relacionadas a las dimensiones, planos de anclaje, volumen, accesorios para el abastecimiento del agua, vapor, requerimiento eléctrico, puntos de instalaciones de sumideros y desagües, número de trabajadores, uso de combustibles y las áreas de operación, lo que nos ayudará al ordenamiento de la planta de procesos agroindustriales.

Factor Hombre

En el análisis se ha determinado la cantidad de operarios que necesita la planta procesadora de papas deshidratadas de 2 tm en función a la actividad dentro del proceso productivo:

Cuadro 16. Requerimiento

Unidad	Equipamiento para 10 tm	Mano de obra	total
01	sistema desinfección vehicular	0	0
01	Balanza vehicular 10 tm	1	1
01	almacén para 30 tm a 20°C / 75%HR	1	1
02	fajas transportadoras de 2,5 tm /h	1	2

02	lavadoras de inmersión de 2,5 tm/h	1	2
02	cadenas transportadoras de 2,5 tm/h	1	
02	peladoras con sistema de vaporizado de 2,5 tm/h (caldero)	1	2
02	cepilladoras de escobillas 2,5 tm/h con aspersion	--	--
02	picadoras de 2,5 tm/h	--	--
02	tinas de escaldado de 2,5 tm/h (5 sestras de 50 kg)	--	--
01	sistema de ralería para 5 cestas de 50 Kg.	1	2
02	tinas de sulfitado 3000L. cesta de 100kg/6'	--	--
01	deshidratador de 5 tm/h por 1,5 h, 0,3m/s, 65°C	1	1
01	faja de selección de 2 tm/h	2	2
01	embolsadora neumática de 5000 unid/h en bolsas de 250g. (compresora)	1	1
01	almacén de 5 tm 20°C.	1	1

Unidad	Equipamiento Complementario para 10 tm	Mano de obra	Total mano de obra
01	caldero de 10 bhp / 340 lb/h	1	1
01	Tanque de gas estacionario de 1000L	0	--
01	compresor con tanque de 60GL /135PSI /10.3 cfm	0	--
05	tanques de agua de 5000 L con bomba de agua	0	--
01	Ingeniero agroindustrial o alimentario	1	1
01	Ingeniero para control de calidad	1	1

total	25
-------	----

Factor Movimiento

Esta basado en el modelo de circulación, dado por los transportadores en las 02 líneas paralelas de producción que inician desde: el almacén de la materia prima, con fajas a las lavadoras, con cadena a la peladora, la cepilladora de rodillos giratorios que transportan la papa a la picadora, de aquí se emplean transportadores aéreos con sistema de rielería al escaldado y al sulfitado, para luego pasar al deshidratador, luego a la faja de selección para ambas líneas de producción, sobre las cuales se transporta el material a cada procesos con la labor de los operarios, este análisis se hace en base a la secuencia del diagrama de flujo del proceso de papas deshidratadas. Lo que nos permite determinar las áreas de labor d ellos operarios y de la circulación. La materia prima utilizada para el ejemplo son las 10tm que ingresan. Hay aproximadamente 20 000 unidades de papas de 40 a 50 mm de diámetro que representan 10 m³ de papa en volumen de donde se calcula la capacidad de los tanques de escaldado y sulfitado, con el sistema de rielería aérea para transportar las cestas de papas en líneas paralelas, hasta la selección de las papas deshidratadas.

En cuanto al movimiento de los operarios es flexible en el proceso productivo, dado que el personal de las primeras etapas del proceso, se desocupan y se trasladan en las etapas finales del proceso y/o limpieza o mantenimiento de los equipos.

Factor Espera

En el caso particular de este proceso las etapas son continuas, es decir no permiten esperas. Es así que, la espera solo se daría en el almacenamiento de materia prima y producto final

Factor edificio

El edificio tiene que ver con la implementación de la planta de procesos, iniciándose con el estudio topográfico y de suelos aplicados en el diseño y construcción, la dotación de tanques para el abastecimiento de agua, así como también la implementación del tratamiento de residuos y de aguas servidas.

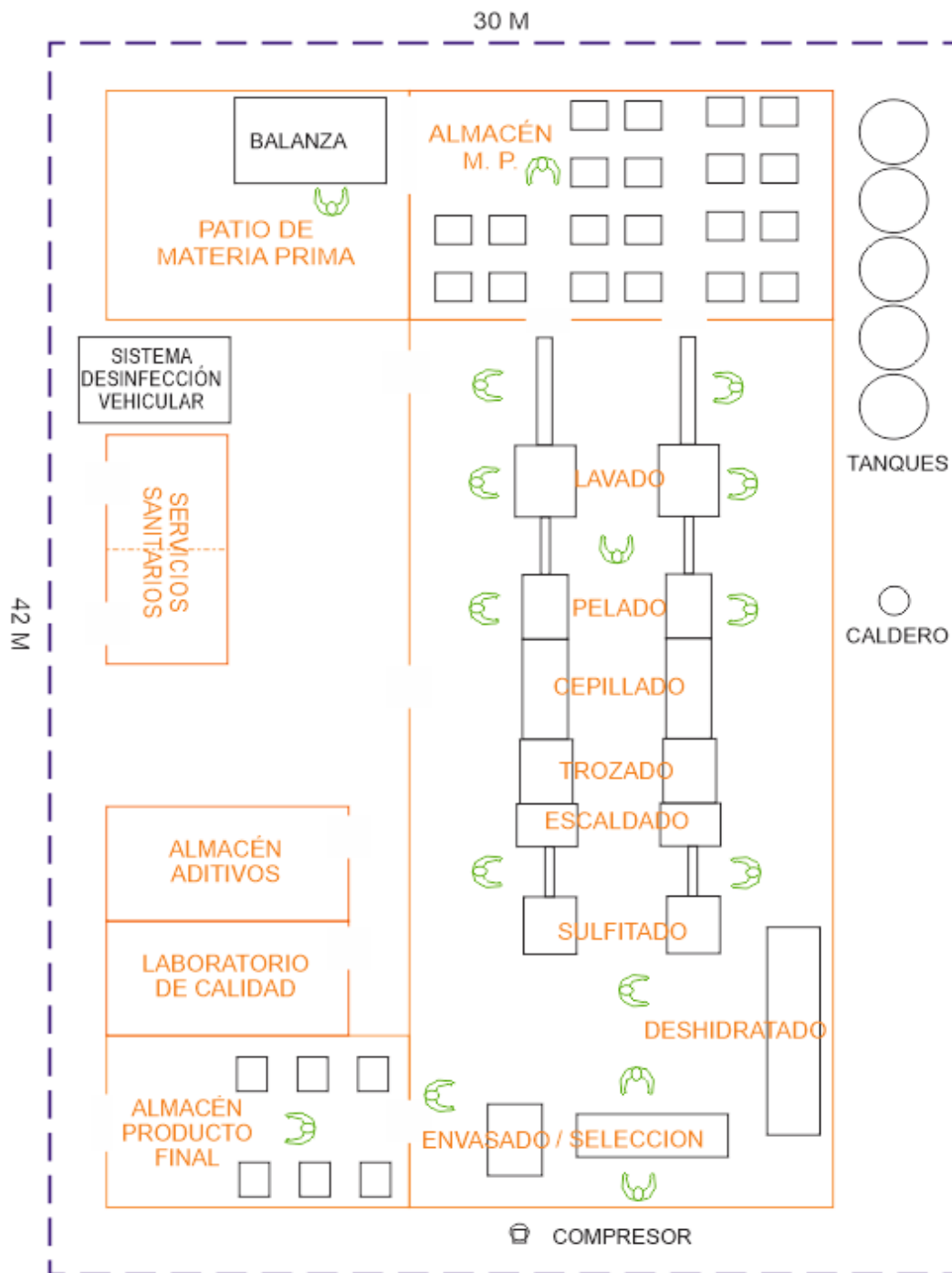


Figura 83. Distribución preliminar de la planta agroindustrial

CÁLCULOS DE CONSUMO DE AGUA, ENERGÍA ELÉCTRICA, VAPOR Y GLP

El programa de trabajo para un turno indica las horas de trabajos de cada máquina y el cuadro de especificaciones técnicas nos darán los requerimientos de consumo de agua en (m³/h), eléctrico (kw), de vapor (Lb/h) y GLP (kg/h).

REQUERIMIENTO DE AGUA:

El cuadro muestra el cálculo de requerimiento de agua en una jornada normal de 8 horas.

Cuadro 17. Requerimiento de agua

Equipo que consumen agua	Consumo de agua (m ³ /h)	TURNO 8 HORAS								Cantidad	Consumo total (m ³)		
		7	8	9	10	11	12	13	14				
Caldero	0.5		2h			2h				1	2		
Lavadora	5		2h							2	20		
Pelador	5		2h							2	20		
Cepillador	2.5			2h						2	10		
Escaldadora	1.5					2h				2	6		
Sulfitado	2						1			2	4		
Servicios sanitarios	0.25		8h								1	8	
Total (m³/h)			20.75									Total (m³/8h)	71

Entonces para un ciclo total de producción se utilizará: 71 m³ de agua potable. Siendo el pico de coincidencias de procesos del máximo de 3 horas al mismo tiempo haciendo un total de disposición de agua potable mínimo de 20.75 m³, los que se representan en 5 tanques de almacenamiento de agua de 5 m³ cada uno para la hora pico.

REQUERIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Para el caso de consumo de energía eléctrica es necesario realizar el cálculo de acuerdo al consumo de potencia de cada equipo.

Cuadro 18. Requerimiento eléctrico

Equipo que consumen agua	Consumo de energía (kW/h)	TURNO 8 HORAS								Cantidad equipos	Consumo total (kW)	
		7	8	9	10	11	12	13	14			
Sistema desinfección	0.75	0								1	0.38	
Balanza	1		0.5							1	0.5	
Caldero	0.75		2h			2h				1	3	
Fajas transportadora	1.5		2h							2	5	
Lavadora	2		2h							2	8	
Cadena transport.	2		2h							2	8	
Pelador	2		2h							2	8	
Cepillador	3			2h						2	12	
Picadora	4			2h						2	16	
Tinas de escaldado	0.5				2h					2	2	
Sistema rejería	1				1h					2	2	
Tina de Sulfitado	1					0				2	1	
Deshidratador	5						1.5			1	7.5	
Faja selección	2							1		1	2	
Embolsadora	3								1	1	3	
Compresor	2.5								0	1	1.3	
Bomba agua	0.75		8h								1	6
Luminaria y tomacorrientes	2		8h								1	16
Total (kW /h)			32.75								Total (kW /8h)	101.78

Entonces para un ciclo total de producción se utilizará: 101.78 kW por turno. Siendo el pico de coincidencias de procesos del máximo de uso de equipos hasta 32.75 kW .

REQUERIMIENTO DE VAPOR:

En el caso del consumo de vapor (Lb/h) podemos notar que los equipos que utilizarán vapor son el pelador químico y la escaldadora.

El programa de trabajo para un turno indica las horas de trabajos de cada máquina y el cuadro de especificaciones técnicas nos darán los requerimientos de consumo de vapor en (Lb/h).

Cuadro 19. Requerimiento de vapor

Equipo que consumen agua	Consumo de agua (Lb/h)	TURNO 8 HORAS								Cantidad	Consumo total (Lb)
		7	8	9	10	11	12	13	14		
Pelador	150		2h							2	600
Escaldadora	100					2h				2	400
Limpieza equipos	50							1h		1	50
Total (Lb/h)		300			Total (Lb/turno)					1050	

Entonces para un ciclo total de producción se utilizará: 1050 Lb/turno de vapor de agua. Siendo el pico de coincidencias de procesos del máximo de 2 horas continuas haciendo un total de disposición de vapor mínimo de 300 Lb.

REQUERIMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP):

El programa de trabajo para un turno indica las horas de trabajos de cada máquina y el cuadro de especificaciones técnicas nos darán los requerimientos de consumo de GLP en (Kg/h).

Cuadro 20. Requerimiento de gas

Equipo que consumen agua	Consumo de agua (kg/h)	TURNO 8 HORAS								Cantidad	Consumo total (Lb)
		7	8	9	10	11	12	13	14		
Caldero	2		2h			2h				1	8
Deshidratador	10							1.5		1	15
Total (Kg/h)		12					Total (Kg/turno)			23	

Entonces para un ciclo total de producción se utilizará: 23 Kg/turno de GLP. Siendo el pico de coincidencias de procesos del máximo de 3 horas continuas haciendo un total de disposición de GLP mínimo de 12 Kg.



Capítulo 5

Elementos de Infraestructura

Capítulo 5

Elementos de Infraestructura



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ La construcción es clave al momento de implementar el diseño de la distribución de Planta.
- ✓ Los materiales de construcción para plantas agroindustriales tienen el criterio que deben ser impermeables, no porosas y de fácil limpieza.



Objetivos

- ✓ Tener nociones básicas sobre los materiales para la construcción de una Planta procesadora agroindustrial.
- ✓ Conocer las técnicas básicas del uso de materiales para la construcción de una Planta procesadora agroindustrial.

5.1 PRINCIPIOS DE RESISTENCIA

Toda infraestructura, especialmente las naves industriales asumen el riesgo de presenciar un movimiento sísmico y deben ser resistentes a estos colapsos, considerando los siguientes principios (De Construcción, 2001).

- **Forma regular**, la geometría simétrica es más resistente frente a un movimiento sísmico, dado que tiene sus puntos de esfuerzo distribuidas de manera uniforme.
- **Bajo peso**, una construcción ligera tendrá mejor resistencia frente a un sismo. Cuando los techos o cubiertas son pesadas los esfuerzos y tensiones son severas.
- **Mayor rigidez**, la estructura por naturaleza debe deformarse un poco ante la acción de un sismo, pero cuando se deforma exageradamente sufre daños en los acabados arquitectónicos.
- **Buena estabilidad**, las estructuras deben ser firmes cuando se someten a vibraciones producidas por un movimiento sísmico.
- **Suelo firme y buena cimentación**, una buena cimentación debe tener un suelo duro y resistente. Los suelos blandos pueden afectar la estructura.
- **Estructura apropiada**, para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada.
- **Materiales competentes**, Los materiales deben garantizar una buena resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía.
- **Calidad en la construcción**, los materiales deben cumplir las especificaciones de diseño y construcción, adecuados según normativa vigente.
- **Capacidad de disipar energía**, se da por la acción de la fricción y la turbulencia, esto evita que colapse la estructura.
- **Acabados e instalaciones**, se refieren a la tabiquería, acabados de fachadas, ventanas, e instalaciones los que deben estar bien adheridos para prevenir cualquier accidente durante un sismo.

5.2 CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

La estructura de una edificación tiene que poseer principalmente el comportamiento de un bloque, por lo que, todos sus puntos de esfuerzos deben encontrarse en equilibrio, es así que deben cumplir los siguientes criterios (De Construcción, 2001).

- **Geometría**, la infraestructura debe ser regular y simétrica, esto le ayudará a resistir mejor ante un movimiento sísmico, donde se recomienda que el largo no debe superar 3 veces su ancho.
- **Resistencia**, la respuesta de un movimiento sísmico o el comportamiento respecto al peso de la construcción debe ser de manera integral, es así que, los materiales utilizados tanto en estructuras, muros, cubiertas y fachadas deben ser uniformes.
- **Rigidez**, esto hace referencia al comportamiento de la construcción, que debe ser monolítico, siendo aceptable una pequeña deformación ante un movimiento sísmico.

- **Continuidad**, esta configuración obedece a una estructura continua a nivel de columnas y vigas, que además deben estar bien empalmadas o conectadas, y si no cumplieran este criterio las deformaciones podrían conllevar al colapso de la edificación.

5.3 PRINCIPALES MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Las construcciones de las naves industriales o agroindustriales pueden ser de concreto armado, estructuras metálicas y hasta una combinación de concreto y estructuras metálicas, siempre y cuando tenga un estudio adecuado de la configuración estructural, que garantice su resistencia frente a los embates de la naturaleza. Siendo así se pueden utilizar los siguientes materiales:

- **Cemento**, este material debe ser adquirido de almacenes que garanticen el polvo fino sin grumos, y tener cuidado con los tipos que algunas marcas los recomiendan en función a que trabajo se vaya a realizar, pudiendo ser para las bases, columnas o vigas, así como, las juntas de pega y cubiertas en paredes de muros confinados o tabiquería. Para su almacenamiento deben apilarse sobre paletas seguras con un máximo de 12 sacos, y al adquirirlos debemos asegurarnos que la fecha de producción debe ser menor a 2 meses.
- **Agregados**, la grava o piedra chancada y la arena, deben evitar tener restos de tierra o arcilla, esta presencia puede ocasionar fisuras en los concretos armados, además en algunas zonas se utiliza el hormigón que ya tienen la combinación de arena y piedras que de preferencia no deben ser mayores a 7cm.
- **Acero corrugado**, el acero debe ser corrugado para evitar el desprendimiento del concreto, mejorando así la adherencia y seguridad en la estructura, además el acero debe estar libre de óxido y grasa. Los detalles del espesor de acero corrugado s muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Identificación del Acero corrugado

En columnas y vigas de varillas hasta 1"	Estribos de 3/8"
En columnas y vigas de varillas mayores a 1"	Estribos de 1/2"

- **Perfiles de acero estructural**, los perfiles de acero son una opción que pueden utilizarse en columnas o vigas, facilitan el armado y desmontado cuando requiera cambiar de localización la planta agroindustrial.

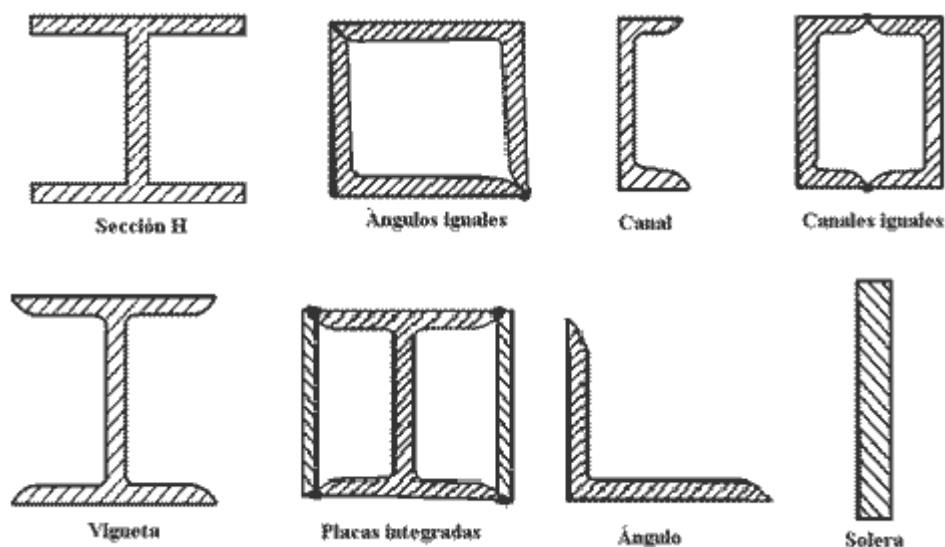


Figura 84. Perfiles y piezas metálicas

- **Chapas para tabiquería o puertas**, las chapas son láminas metálicas pueden ir de espesores de 1 a 12mm, utilizados en muros de confinamiento y en tabiquerías. En la mayoría de casos las chapas pueden ser trapezoidales como se muestra en la Figura 85 y tipos como:

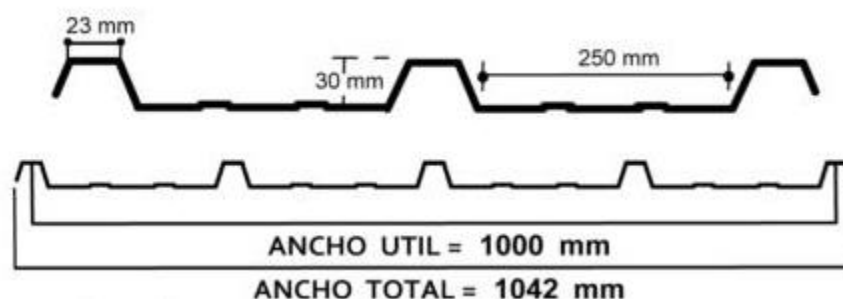


Figura 85. Perfiles y piezas metálicas

- Hierro galvanizado: es la que lleva una capa recubierta de zinc, es una lámina muy básica para uso externo.
- Acero corten: es una aleación de acero con níquel, cromo, cobre y fósforo ideal para problemas corrosivos la corrosión. Muy utilizada en la industria.
- Acero inoxidable: es una aleación de acero, níquel y cromo con buena resistencia a la corrosión, además es ideal para la seguridad e higiene en el sector agroalimentario
- Aluminio: este material posee buena resistencia mecánica y anticorrosiva.
- Chapas aislantes: generalmente son de tipo Aluzinc, pero tiene un relleno de espuma de poliuretano, ideal para los muros confinados o sistemas donde queremos que haya fuga de calor.
- **Ladrillos**, conocido también como las unidades de mampostería, estos pueden ser los ladrillos rojos de 18 huecos, diseñados para muros de

confinamiento o exteriores, y para el caso de las divisiones de tabiquería ladrillos de 6 huecos. Además, existen ladrillos tipo King Kong tipo 10 de cemento que se utilizan tanto en los muros de contorno o de tabiquería.

Es así que, de acuerdo al Cuadro 22, podemos seguir la dosificación adecuada de cemento arena y grava de acuerdo a los elementos de la construcción con concreto armado, considerando que el agua no debe aportar una mezcla ni seca ni muy aguada.

Cuadro 22. Dosificación del Concreto Mezclado

Elementos	Cemento	Arena lavada	Grava
Bases	1	2	2.5
Columnas y vigas	1	2	2
Pisos	1	2	3
Dinteles	1	2	3

5.4 ESTRUCTURAS Y TABIQUERIA

ZAPATAS, VIGAS Y COLMUMNAS

Estos elementos son las partes más importantes de una edificación, considerando que la mayoría de las industrias son construcciones de un solo piso, en la figura podemos notar todas las partes estructurales para saber a qué nos referiremos en adelante.

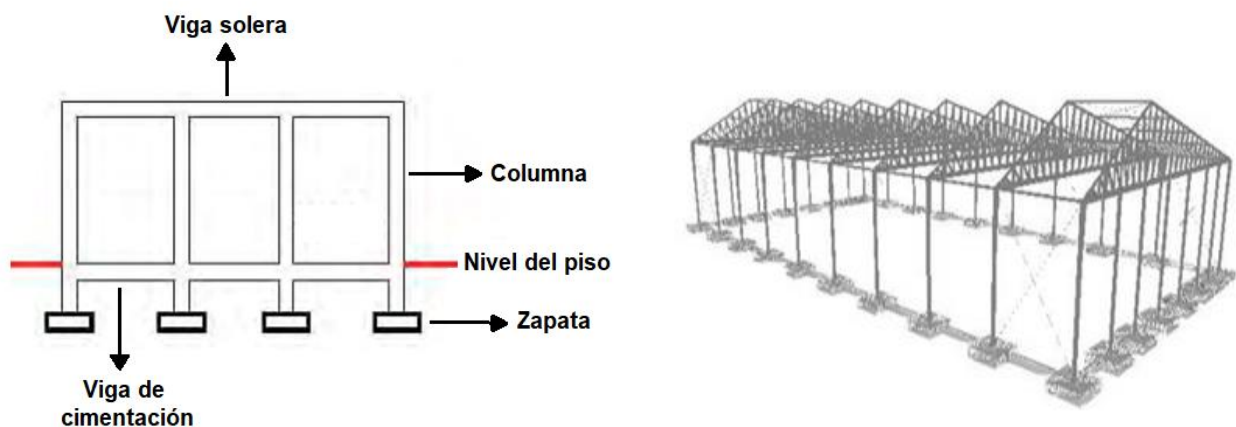


Figura 86: Partes estructurales de la infraestructura

Las zapatas, es la parte de la cimentación que actúa como patas de una mesa al recibir todo el peso de la infraestructura, es el que transmite la carga directamente al terreno de cimentación, pudiendo ser de diferentes formas como se muestra en la Figura 87.

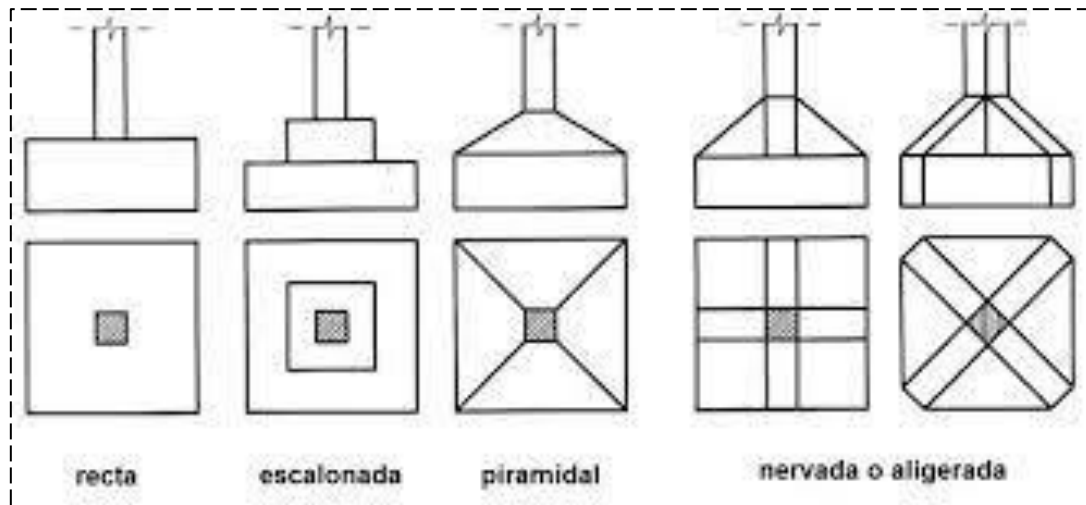


Figura 87. Partes estructurales de la infraestructura

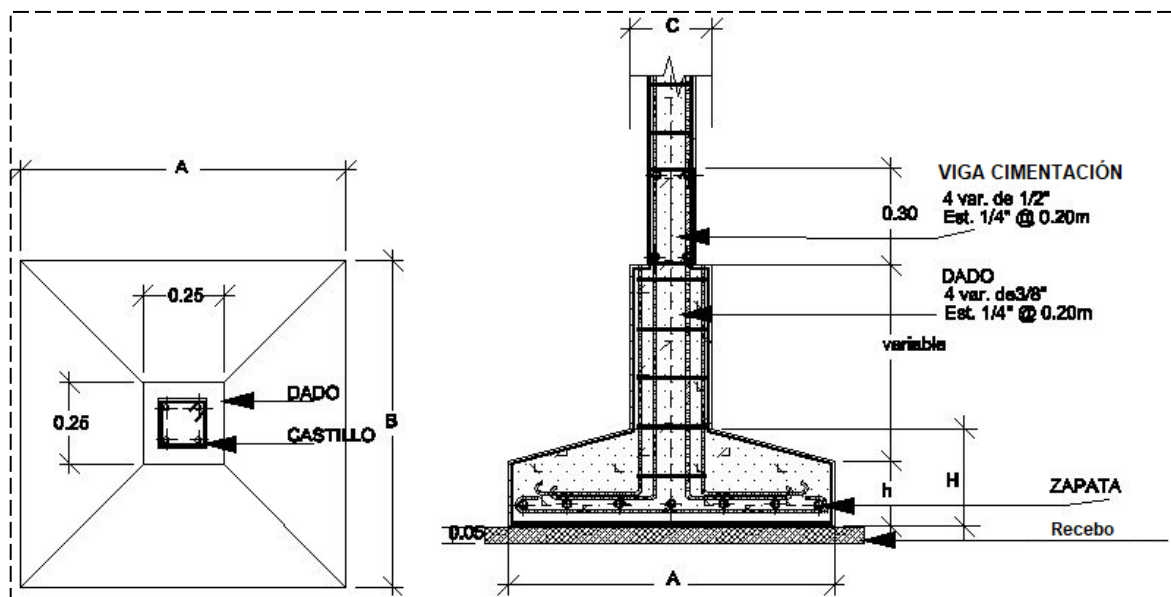


Figura 88. Perfil estructural de zapata piramidal

Para mayor detalle del cálculo de zapatas para una nave industrial se puede recomendar este video: <https://youtu.be/z77367GvUcl> .

Las vigas, de manera general son estructuras horizontales que llevan un soporte de la construcción.

- *Vigas de cimentación o amarre*, es el que conecta los puntos de esfuerzo de la infraestructura (ver figura 89), debe ir en un suelo duro de preferencia, y en caso sea un suelo blando se pone un relleno de grava sobre la cual se apoye el concreto ciclópeo (ver figura 90).

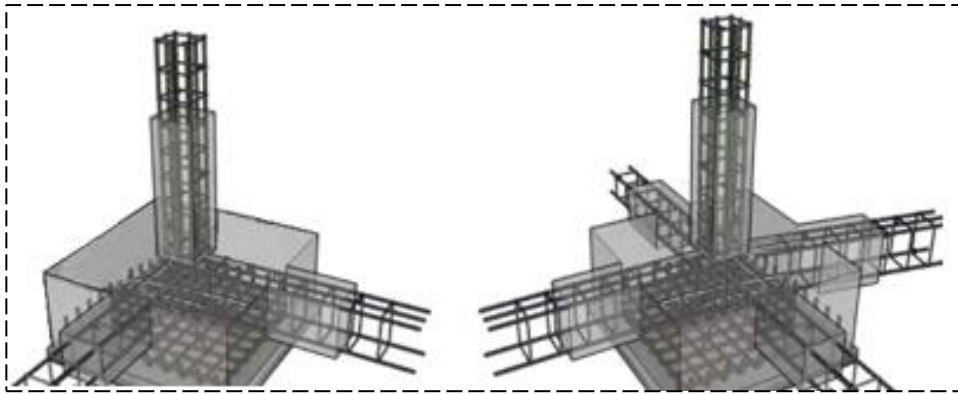


Figura 89: Armaduras de viga de cimentación

En ambos casos se debe construir la viga de cimentación o viga de amarre de concreto reforzado. La viga de cimentación propiamente debe hacerse a una proporción de 1:2:2 (cemento:arena:grava), con un espesor mayor al muro que va a recibir y con una altura que no debe ser inferior a 20 cm.

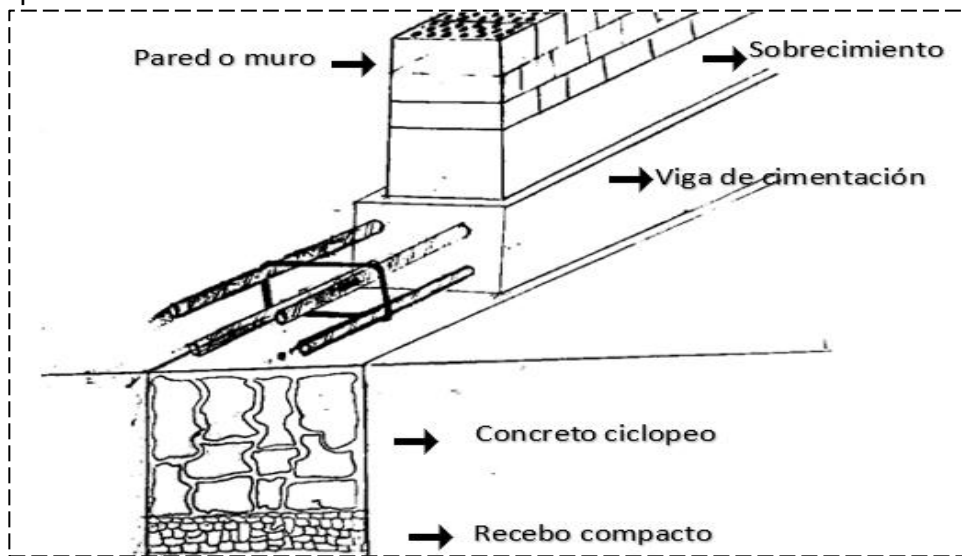


Figura 90: Partes estructurales de la infraestructura

- *Sobrecimiento*, son las filas de bloques o ladrillos que se colocan entre la viga de cimentación y el nivel del piso. Su función es evitar la humedad a los muros y pisos. En zonas de mucha lluvia se recomienda un sobrecimiento de concreto armado como se puede apreciar en la Figura 90.
- *Vigas de confinamiento*, estas vigas ayudan confinar o asegurar los muros, son las que van encima de los muros. La armadura básica lleva 4 aceros de 3/8" y estribos de 1/4" espaciados 1 a 5 cm, 4 a 10 cm y el resto a 25 cm en cada extremo.

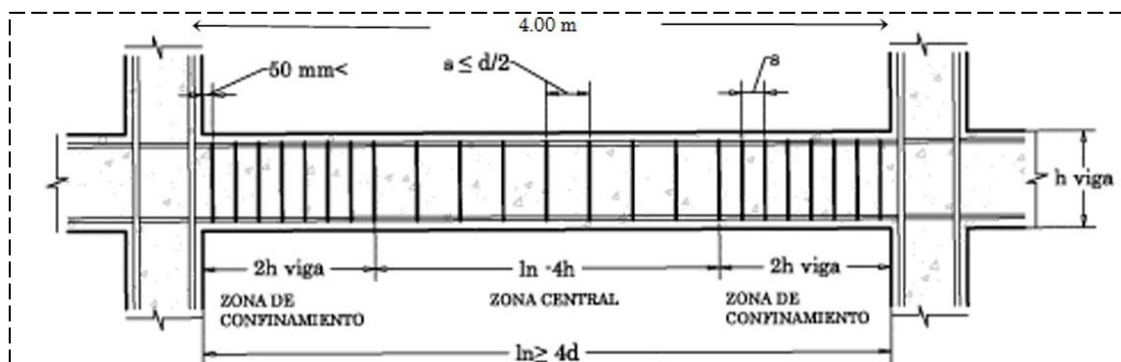


Figura 91: Partes estructurales de la infraestructura

- *Vigas Peraltadas*, las vigas peraltadas van en los techos aligerados y sirven para resistir el peso del techo y transmitirlo a las columnas y muros. El peralte de estas vigas es mayor que el espesor de las losas.



Figura 92: Partes estructurales de la infraestructura

- *Vigas chatas*, las vigas chatas van dentro de las losas y ayudan a transmitir el peso de los tabiques a las columnas y los muros. Es mejor no tener vigas chatas de longitud mayor a 4m.



Figura 93: Partes estructurales de la infraestructura

Las columnas, de manera general son estructuras verticales que llevan un soporte de la construcción unidas al cimiento,

Columnas de concreto armado, cabe recordar que el armado de las columnas y vigas llevan estribos que son más menudos cuando se acercan a la unión viga-columna y más espaciado cuando se alejan hacia el centro, como se pueden apreciar en la Figura 94.

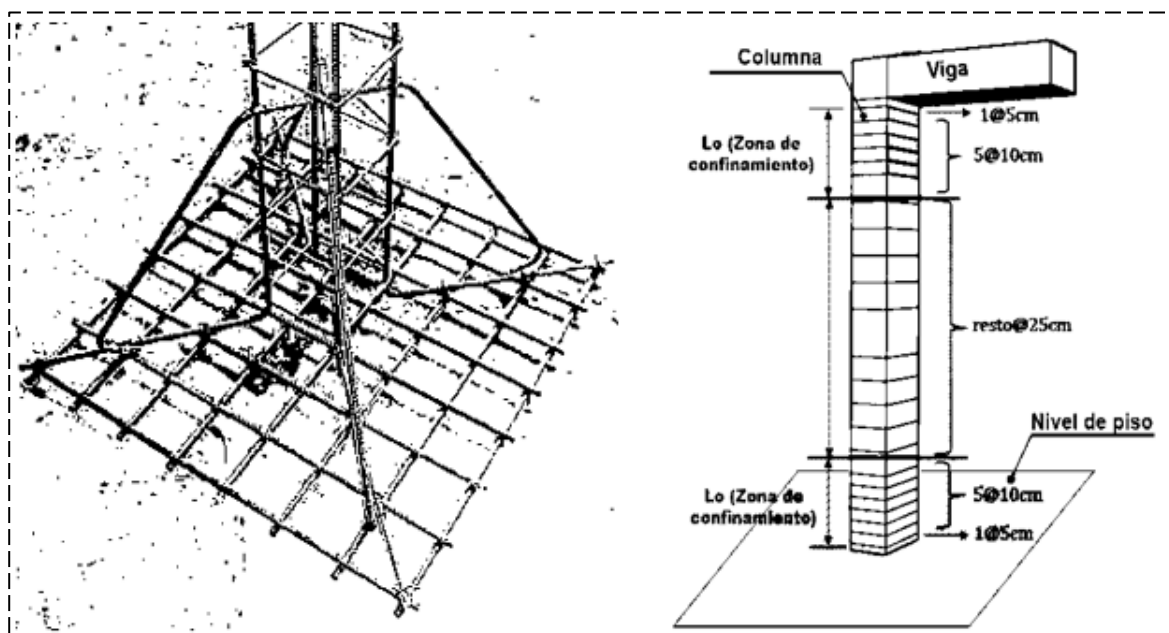


Figura 94: Partes estructurales de la infraestructura

Columnas de perfiles de acero, en este caso pueden ser una gran opción y ahorro de tiempo el armado de la nave industrial, además que pueden ser desmontables en el caso que quisiéramos trasladar la planta de proceso a otra localización. El respecto podemos

mencionar a los perfiles IR o conocidos como perfiles W, H, M o vigas, que pueden utilizarse en columnas, traveses, vigas, postes y armaduras, fabricados la especificación ASTM A992 / A992M y ASTM A572 / A572M G50 (GerdaCorsa, 2019).

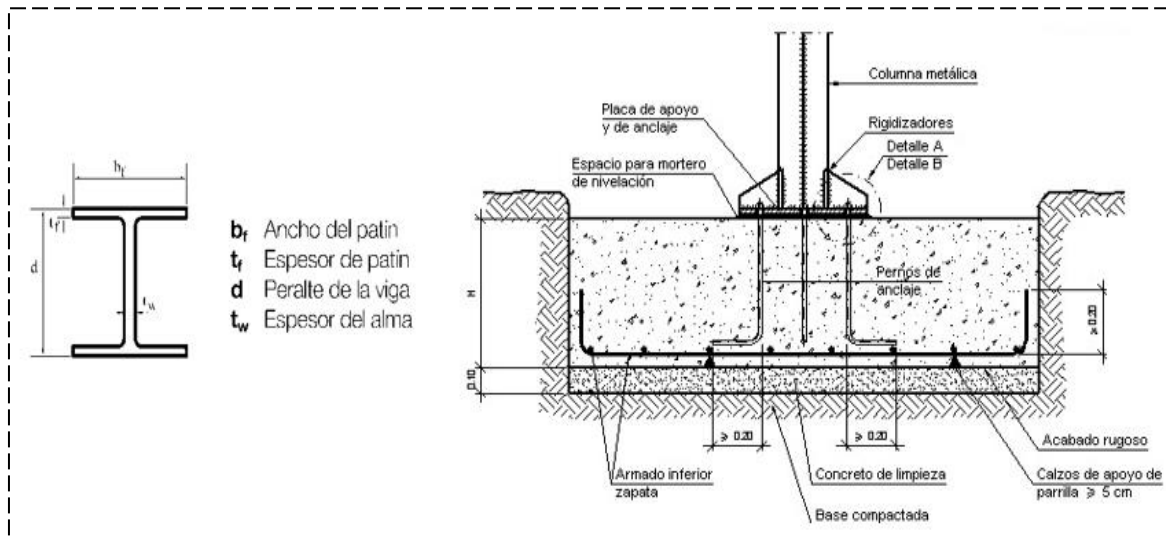


Figura 95. Perfil y columna metálica anclada a zapata

MUROS ESTRUCTURALES Y DE TABIQUERÍA

Muros estructurales, son los que trabajan con las cargas verticales y horizontales en alineación con las columnas y vigas hasta la cimentación, tienen que estar bien unidos, estos muros pueden ser de mampostería con ladrillos de 18 huecos, bloques de concreto o chapas metálicas reforzadas, se recomienda que en esta última sea de un material inoxidable como el Aluzinc por las condiciones de trabajo de una nave agroindustrial.

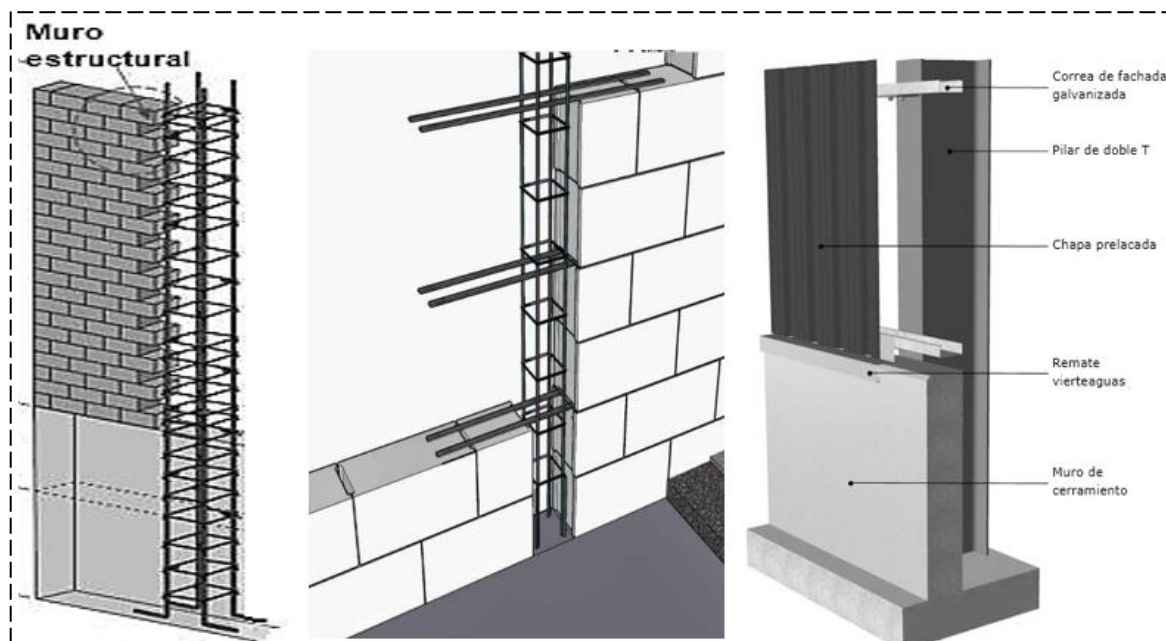


Figura 96: Muros estructurales de cerco

Muros de tabiquería, estos son exclusivos para las divisiones en las áreas internas de la nave industrial, como separaciones de almacenes y oficinas, pueden utilizarse ladrillos tipo pandereta y chapas metálicas de acero o Aluzinc.

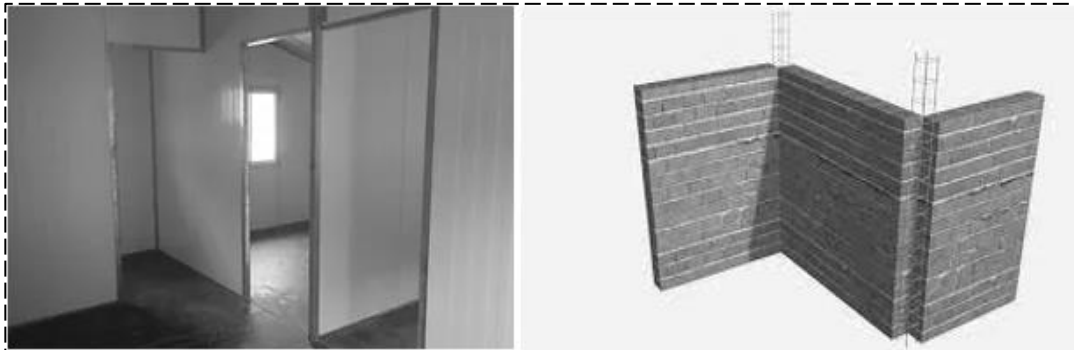


Figura 97. Muros de tabiquería

Proceso Constructivo, en el caso del proceso constructivo de paredes de mampostería, es recomendable que los ladrillos estén húmedos, y en el caso bloques de concreto deben estar secos, la dosificación de la mezcla para las juntas de pega deben ser 1:4 (cemento:arena), es decir 1 de cemento por 4 de arena gruesa; se recomienda además que el espesor debe tener un promedio de 1.0 cm (De Construcción, 2001).

En los muros de ladrillos se deben sobreponer sobre los sobrecimientos, echando la mezcla sobre cada ladrillo para juntarlos, estos deben guiarse con una plomada de como que el muro quede perpendicular al piso y además podemos ayudarnos de un nivel de burbuja, como se muestra en la Figura 98.

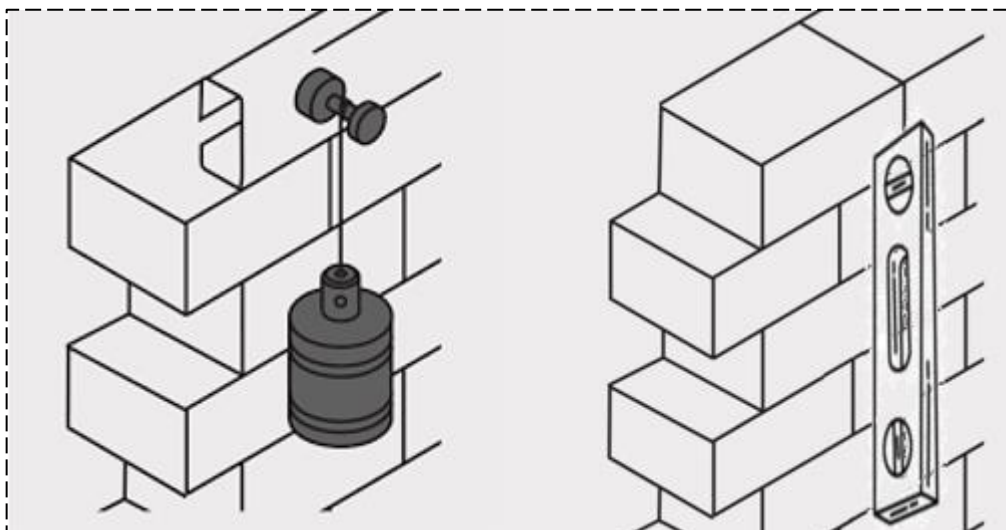


Figura 98. Plomada y nivel de muro recto

Aberturas En Los Muros

Las aberturas en los muros estructurales o de contorno deben ser para los fines de ingreso del personal, maquinaria y/o materiales, y además, para la captación de la de luz natural y las aberturas para sistemas de extracción o ventilación de la planta de procesos.

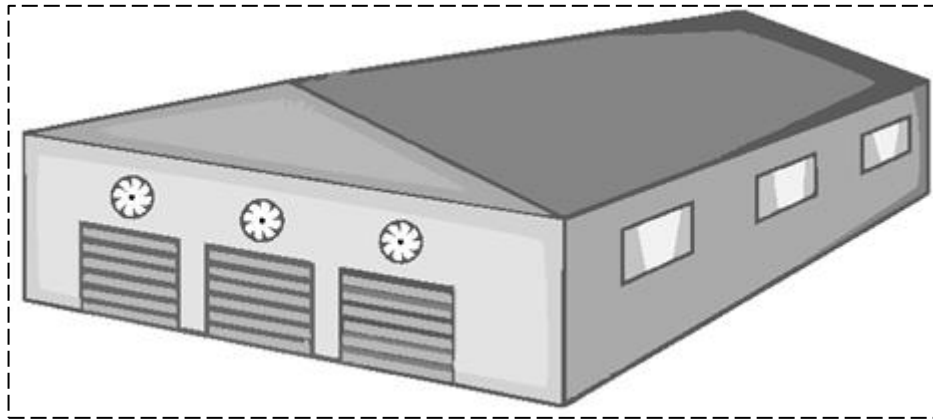


Figura 99. Aberturas de ventilación y luz natural de una nave industrial

Estas aberturas en lo posible deben estar lejos de las esquinas, para lograr que las columnas y vigas puedan tener un esfuerzo uniforme de trabajo, además que, la distancia mínima entre aberturas como las ventanas deben ser mayor a 50 cm. Es importante que estas aberturas especialmente de concreto deben tener un refuerzo vertical y horizontal, como las columnetas y viguetas respectivamente, que no deben superar el espesor de las paredes, las cuales no son propias de la estructura de la nave industrial, sino refuerzos para instalar o soportar las puertas y ventanas.

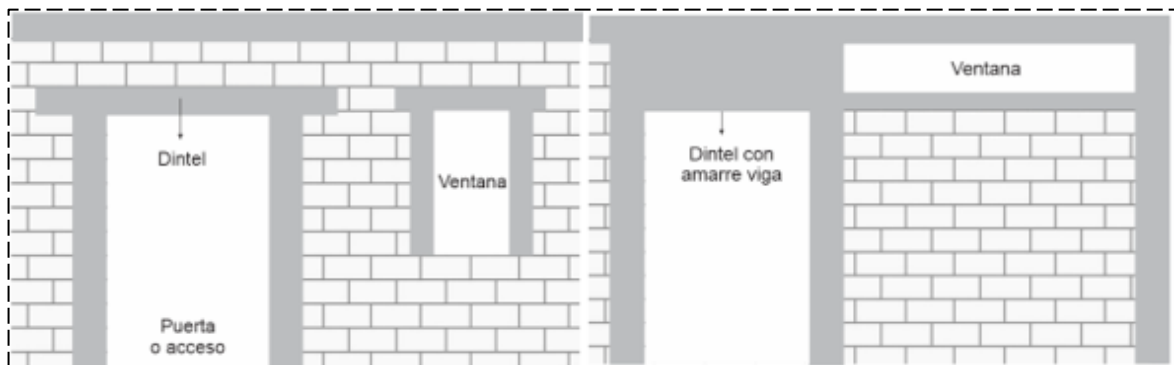


Figura 100. Espacios para puertas y ventanas

Paneles de Aluzinc y aislantes de poliuretano.

Las chapas de material metálico son ideales como paredes de cerramiento de las plantas agroindustriales, además que, son desmontables en comparación a las paredes de ladrillos, es así que, una opción buena sería utilizar paneles tipo sándwich compuesta por planchas de acero AZ-200 en la parte superior e inferior. Espesores de núcleo 25mm, 35mm, 45mm y 50mm; estos componentes no son inflamables y resisten a la corrosión, como se pueden apreciar en la Figura 101.



Figura 101. Cubiertas metálicas inoxidables

Cubiertas o techos

Antes de iniciar la puesta de las cubiertas debemos, definir qué tipo de estructura irán instalados en los techos de la nave industrial, es así que, por un tema de costos es muy común utilizar los tijerales, los que pueden ser de diferentes formas como se muestran en la Figura 102.

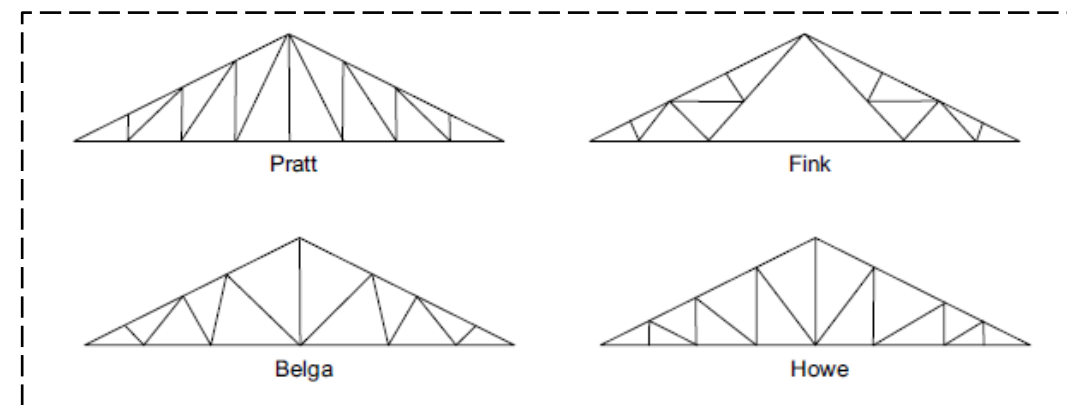


Figura 102. Perfil de tijerales para techos

Las cubiertas están diseñadas para evitar que el proceso productivo este a la intemperie, otorgándole así condiciones seguras para trabajar. Se recomiendan alturas que sean mayores a 3 metros con respecto al nivel del piso, para garantizar la ventilación en el recinto, sin embargo, esta medida puede ser de mayor altura por las dimensiones del equipamiento. Es así que, las cubiertas deben cumplir el criterio de impermeabilidad y no ser porosos y lavables en la medida que, muchas plantas procesadoras pueden generar vapores o polvos como contaminación, pudiendo recomendarse los siguientes materiales:

- Planchas tipo calaminón de preferencia de Aluzinc (acero laminado en frío recubierto con 55% AL, 43.4% ZN y 1.6% SI)
- Planchas de PVC resistentes y anti-inflamable.
- Planchas de policarbonato más livianas.



Figura 103. Cubiertas para techos

5.5 ACABADOS SANITARIOS

Los acabados sanitarios tienen que ver con la geometría de las superficies para su limpieza, es así que, tanto en equipos como en las instalaciones de la planta procesadora agroindustrial, debemos cumplir el criterio de fácil limpieza y evitar en todo momento espacios difíciles de limpiar, con posibles aglomeraciones de suciedad. Es así que las uniones de pared-pared y pared-piso deben tener un perfil cóncavo sanitario o acabado curvo de media caña sanitaria, los que pueden ser de material de PVC, acero inoxidable y/o acabados en concreto pulido, estas formas se pueden apreciar como referencia en la Figura 104.

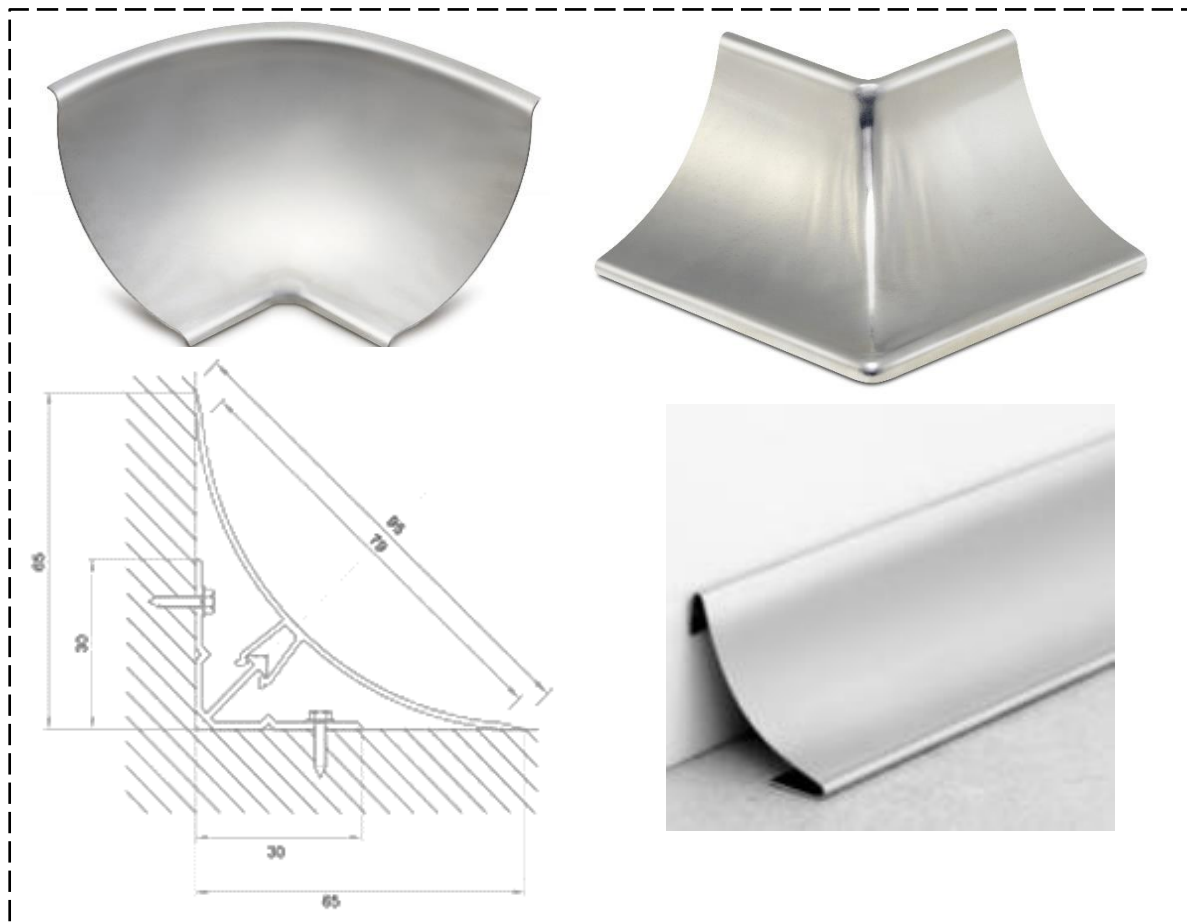


Figura 104. Acabados piso/pared media caña sanitaria

Otro factor importante en los acabados es el tipo de pintura que debemos utilizar para paredes, y se recomiendan que sean lavables de preferencia las pinturas epóxicas. Asimismo, en el caso de los pisos se recomienda utilizar el de cemento pulido, con revestimiento de pintura epóxica que tiene el comportamiento de un barniz, el cual se aplica en varias capas hasta alcanzar un espesor máximo de 0,3 mm. Pero eso no es todo, existe un revestimiento con mejores características, pero más costoso, nos referimos al porcelanato líquido, capaz de extenderse de forma uniforme como una sola pieza, pudiendo llegar en buenas condiciones de uso hasta por 20 años de duración.

5.6 DISTRIBUCIÓN 3D DE UNA NAVE INDUSTRIAL

Los programas de computación, ahora tienen una gran variedad para trabajar un diseño de planta agroindustrial, pudiendo diseñarse desde la estructura con cimientos y columnas como es el caso del SAP 2000 y [CYPE](#), hasta llegar a un diseño 3D completo donde se respeten las dimensiones reales del proceso productivo con programas, como el SketchUp, SolidWorks, AutoCAD Plant 3D, Navisworks, entre otros, presentando cada uno ventajas independientes para los diseños arquitectónicos.

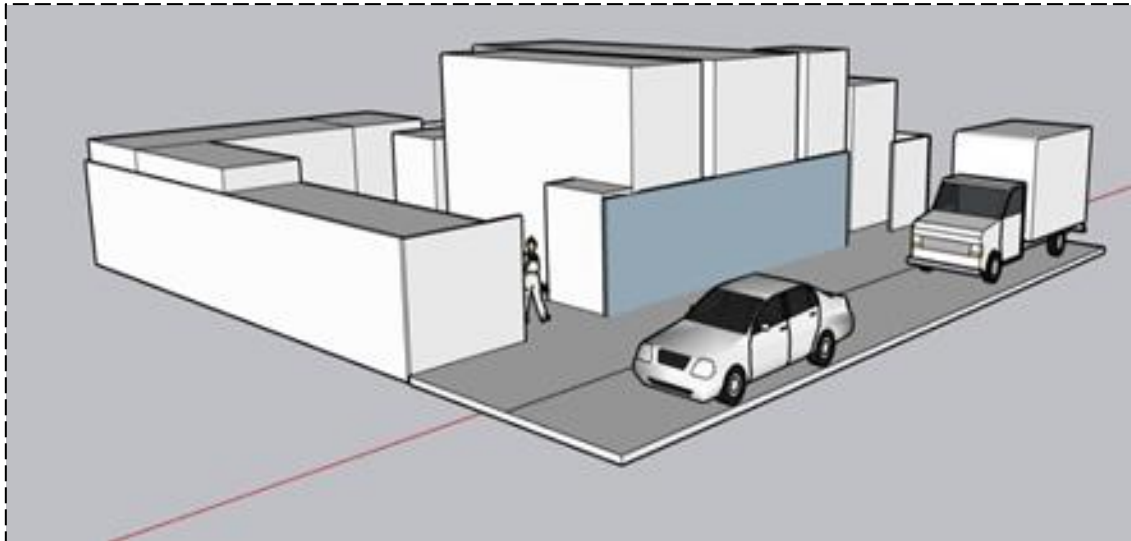


Figura 105. Diseño de planta en SketchUp

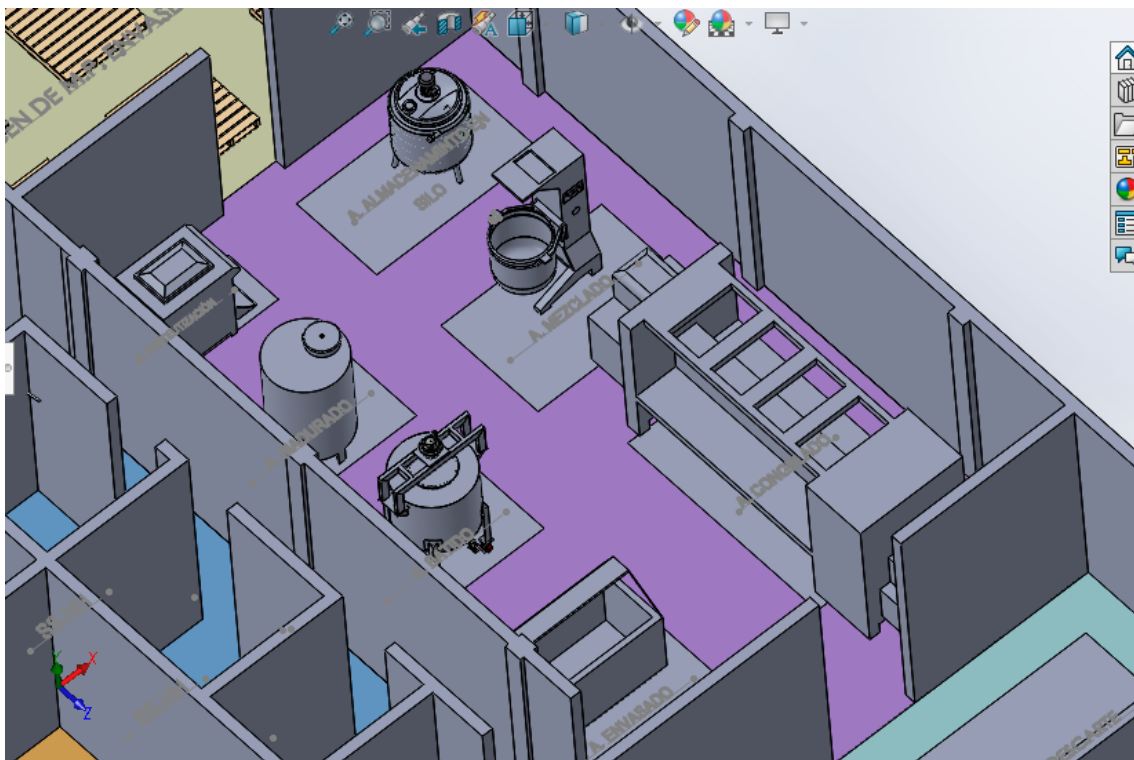


Figura 106. Diseño de planta en SolidWorks.



Capítulo 6

Instalaciones Básicas

Capítulo 6

Instalaciones Básicas



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ Existen dos tipos comunes de instalaciones eléctricas las monofásicas y las trifásicas.
- ✓ Las instalaciones de agua y desagüe son temas exclusivos de fontanería normados por el O.S.50 y el O.S. 70 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.



Objetivos

- ✓ Dar a conocer los principios básicos de instalaciones eléctricas en tomacorrientes y alumbrado.
- ✓ Dar a conocer los principios básicos de instalaciones de agua y desagüe.
- ✓ Realizar conexiones eléctricas básicas.

6.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

En cuanto a las instalaciones eléctricas, se recomiendan que las de las oficinas deben ser empotradas, pero las de las instalaciones de la sala de procesos deben ir con tuberías descubiertas para facilitar los mantenimientos de las instalaciones eléctricas industriales.

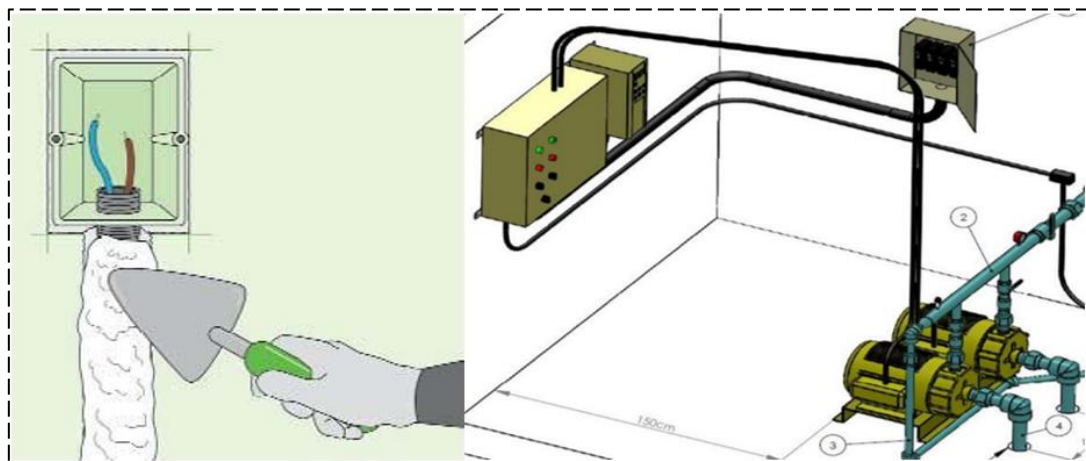


Figura 107. Tuberías empotradas y descubiertas.

Antes de iniciar el proceso de instalación eléctrica es importante saber, que las máquinas industriales funcionan con voltajes que puede variar en 440V, 380V, 220V y 110V; pudiendo ser de conexiones trifásicas (L1, L2, L3), bifásicas (L1, L2) y monofásicas (L1). Por lo general podemos disponer de la red pública de las líneas (L) trifásicas que, si fuese de 380V: además de las 3 fases, adicionalmente se cuenta con un cable neutro (N), del cual si combinamos una fase trifásica de 380V (L3) y un cable neutro (N) podemos obtener energía monofásica de 220V; asimismo, si disponemos de energía trifásica de 220V y queremos sacar energía monofásica de 220V, la única opción que queda es que, se tomen 2 fases (L2 y L3) para obtener energía bifásica y así poder hacer funcionar motores monofásicos de 220V (ver Figura 108). Además, se debe aclarar que las conexiones a tierra (\perp) son líneas externas que van conectadas en la carcasa metálica de los motores o máquinas para darle seguridad a los operarios.

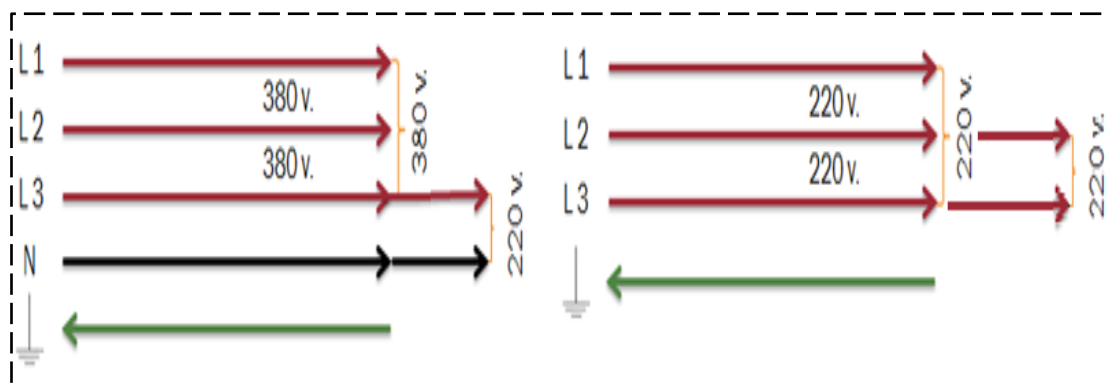


Figura 108. Configuración de voltaje.

Es importante saber cuánto de potencia (W) requiere una máquina para su funcionamiento, siendo necesario aclarar los términos de intensidad (I) y Voltaje (V), que a la vez sirven para decidir de que intensidad (amperios) deben de adquirirse las llaves térmicas. Para los equipos monofásicos de energía alterna la fórmula es $P= I.V$ (Cuadro 23), por ejemplo, si un equipo monofásico en su etiqueta dice 3000 W y 220V, reemplazando los datos debe de tener una intensidad de $I = 13.64$ A, es decir, debemos adquirir una llave térmica que resista 15 A, para que el equipo pueda funcionar adecuadamente. Si, por otro lado, necesito saber de cuántos amperios necesito para una máquina trifásica de potencia de 6000 W y 380 V, reemplazando en la fórmula nos sale una intensidad de 9.13 A, es decir necesitamos un tablero de encendido que resista de 10 A.

Cuadro 23. Fórmula de cálculo de potencia

Monofásica	Trifásica
$P= I.V$	$P = \sqrt{3}.I.V$
Donde:	
P = potencia en W (watts)	
I = intensidad en A (amperios)	
V = voltaje en V (voltios)	

Para la energía monofásica en las instalaciones de oficina (Figura 109) deben tener una llave térmica general que puede ser de 40A, luego una llave diferencial, seguido de una llave térmica de 25A para luminarias y otra de 32A para los tomacorrientes.

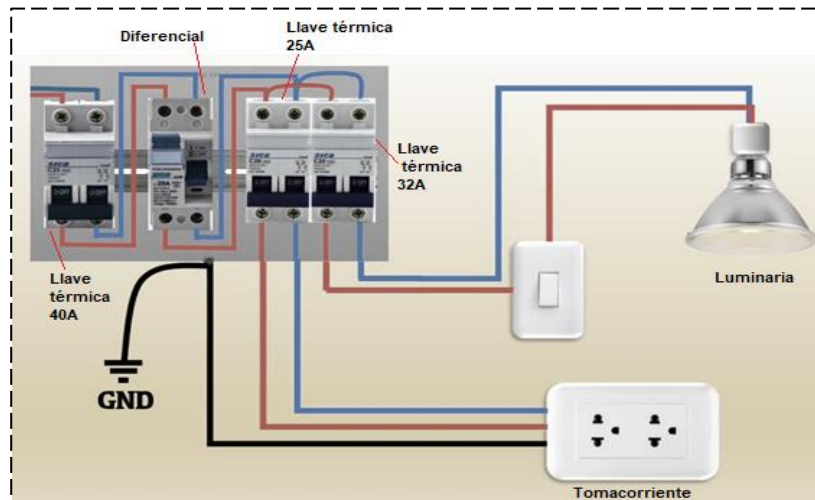


Figura 109. Instalación básica de oficinas

En la Figura 110, se muestra al detalle cómo deben de ir conectados los cables para luminarias y para el caso de los tomacorrientes.

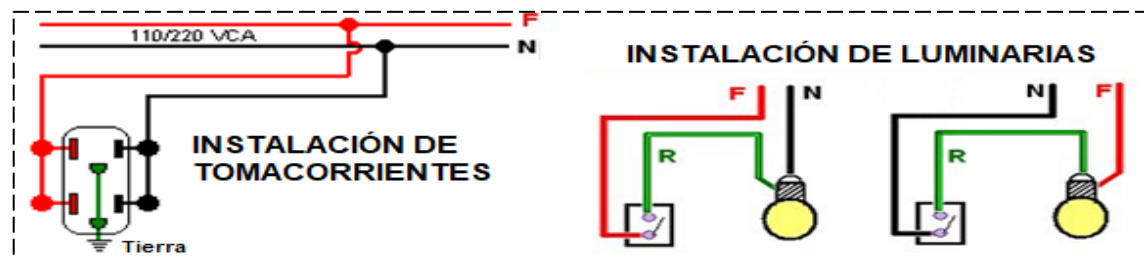


Figura 110. instalación monofásica de tomacorrientes y luminaria

Según el Reglamento de Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas en su DECRETO SUPREMO N° 007-98-SA, en su art. 34 sobre la iluminación de las plantas industriales, nos manifiestan que en lo posible debemos ayudarnos con la iluminación natural en el día, pudiendo ser complementada con luz artificial, evitando que se generen sombras (MINSA, 1998). Al respecto, la intensidad luminosa se mide en Lux pudiendo ser de acuerdo a la necesidad o área del trabajo como:

- 540 LUX en zonas de examen exhaustivo del producto.
- 220 LUX en las salas del proceso productivo.
- 110 LUX en otras zonas, como almacenes u oficinas.

Ahora bien, para el caso de una pequeña unidad productiva agroindustrial (Figura 111), la llave térmica general debe calcularse el amperaje (A) en función a la cantidad de potencias de consumo de cada máquina monofásica que se instale; para el siguiente ejemplo podemos asumir que pueden instalarse 4 máquinas de 1HP de potencia cada una, siendo así, debemos convertir los HP a Watts ($0.75\text{kW} = 1\text{HP}$) por lo tanto, $4\text{HP} = 3\text{ kW} = 3000\text{W}$ y luego pasamos a dividirlo entre el voltaje ($3000\text{w}/220\text{V} = 13\text{A}$) para calcular el amperaje necesario para alimentar las 4 máquinas; quierase que no existe en el mercado una llave térmica de 13A, debe instalarse una de mayor capacidad como podría ser de 20A.



Figura 111. Instalación básica de máquinas monofásicas

En el caso de una instalación industrial monofásica para un motor es necesario un tablero de encendido y apagado, como se muestra en la Figura 112, el cual consta de componentes básicos como 01 contactor, 01 relé, 02 pulsadores y llaves térmicas.

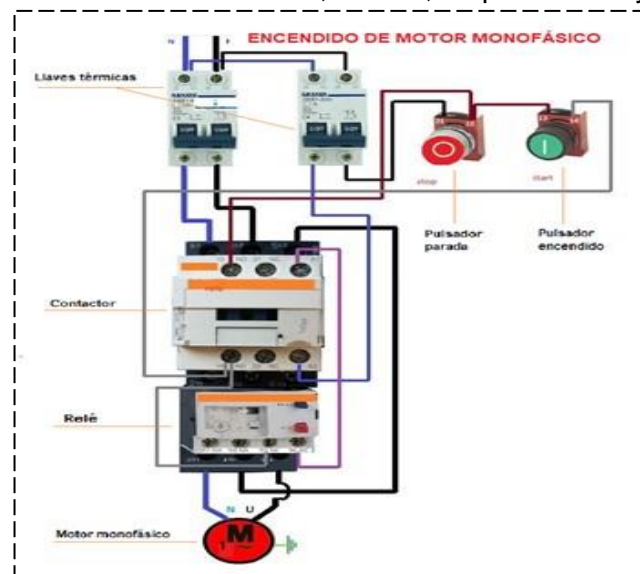


Figura 112. instalación básica de máquinas monofásicas

TIPOS DE CONDUCTORES

En las instalaciones de las máquinas o equipos debemos, de tener en cuenta las potencias que estos necesitan para calcular el amperaje y decidir por una llave térmica adecuada, además que, esto ayudará a determinar el calibre de cable que debe instalarse en las salas de proceso para llevar la energía acorde a su capacidad. Es así que, por ejemplo: para instalar un motor trifásico de 220V de 30 HP, debemos tener en cuenta que un motor en el arranque consume un 15% más de lo que trabajará a condiciones normales, es así que primero debemos convertir los 30HP: $30 \times 0.75 \text{kw} = 22.5 \text{ kw} = 22\,500 \text{ w}$, de donde aplicamos la fórmula de intensidad $I = \frac{22500 \text{ w}}{1.15 \cdot (\sqrt{3} \cdot 220 \text{ v})} = 67.98 \text{ A}$, de donde las instalaciones para el tablero deben llevar una llave térmica, contactor y relé de 70 A. y además, es allí que de acuerdo al Cuadro 24, podemos determinar que, el calibre del conductor de cobre debe ser el #10 AWG (American Wire Gauge).

Cuadro 24. Fórmula de cálculo de potencia

Soporte de conductores de cobre					
Límite Temperatura	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Calibre AWG	Amperaje			Calibre AWG	Amperaje
14	15 A	20 A	25 A	20	2 A
12	20 A	30 A	35 A		
10	30 A	40 A	45 A	18	10 A
8	40 A	50 A	55 A		
6	55 A	65 A	70 A	16	13 A
4	70 A	80 A	95 A		
3	85 A	95 A	105 A	14	18 A
2	95 A	105 A	120 A		
1	110 A	120 A	130 A	12	25 A
1/0	125 A	150 A	170 A		

Aquí, debemos de tener en cuenta el tipo de recubrimiento que llevan los conductores pudiendo clasificarlos en siglas

TW (Thermoplastic 60°C /Water resistant), alambre o cable aislado con PVC que resiste a la humedad, trabaja hasta 600 v.

RHW (Rubber/Heat resistant 75°C /Water resistant), Cables con aislamiento y cubierta de hules sintéticos para ambientes secos y húmedos.

THW (Thermoplastic/Heat resistant 75°C /Water resistant), Alambre o cable con aislamiento de PVC para ambientes secos o húmedos, trabaja hasta 600 v.

THWN (Thermoplastic/Heat resistant 75°C /Water resistant/Nylon), cable con cubierta de nylon, resiste a la humedad, aceites, hidrocarburos y ambientes húmedos, trabaja hasta 600 v.

THHN (Thermoplastic/High Heat resistant 90°C /Nylon), Alambre o cable con aislamiento de PVC y cubierta de nylon, para ambiente seco, trabaja hasta 600 v.

XHHW-2 (Thermoplastic/High Heat resistant 90°C /Water resistant), Alambre o cable

con aislamiento de PVC, para ambientes húmedos, trabaja hasta 600 v.
 THWN-2 (Thermoplastic/Heat resistant 90°C /Wather resistant/Nylon), con cubierta de nylon, resistente a la humedad, aceites e hidrocarburos, 600 v.
 SPT (Service Parallel Thermoplastic 60 °C), es un cordón paralelo con aislamiento de PVC para servicio ligero, con trabajo hasta 300 v.

Es también importante al momento de instalar el cableado de los tableros considerar los colores de acuerdo al Cuadro 25. Sin embargo, esto puede variar de acuerdo al país donde se encuentren.

Cuadro 25. Código de colores de cables eléctricos

Color de cable	Tipo de energía
Blanco o azul	Neutro: cable de voltaje cero
Negro, rojo, café	Activo: cable que lleva la línea viva de energía
Verde, amarillo o alambre desnudo	Tierra: cable que se conecta al poso a tierra

Para mejor entendimiento, en la Figura 113 se aprecia las partes de un cable vulcanizado industrial, pudiendo destacar 4 partes importantes.

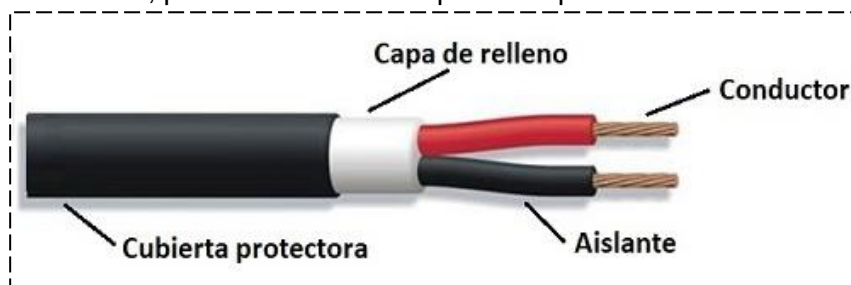


Figura 113. Partes de un cable vulcanizado industrial

Además, es importantes mencionar los tipos de cables o alambres por su forma pudiendo diferenciarse en la parte interna y externa, de acuerdo a sus usos, como se muestra en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Tipos de cable

Imagen	Característica
	Alambre desnudo, son utilizados para instalaciones de alta tensión.
	Alambre aislado sólido, se utilizan de preferencia en #s 14 y 16 AWG.
	Cable flexible, muy utilizados en cables para la instalación de equipos, siendo los cables de 7 hilos los más utilizados a partir del #12 hacia abajo.
	Cordón, llevan 2 o más cables flexibles, también utilizado para instalaciones de equipos industriales.

Como ya habíamos mencionado, anteriormente existen dos tipos de instalaciones en una nave industrial, la primera es para instalaciones empotradas de oficina y la segunda es para instalaciones industriales descubiertas que van libres en [tuberías metálicas galvanizadas](#), en el cuadro siguiente se puede apreciar los tipos de tuberías según sus usos.

Cuadro 27. Tipos de tuberías eléctricas

Tipo de tubería eléctrica	Usos recomendados
<p>EMT</p> 	<p>Ideal para montarse sobre superficies a la intemperie evitando la luz solar, son metálicos galvanizados con uniones sin rosca y no resiste temperaturas altas.</p>
<p>IMC</p> 	<p>Es una tubería pesada metálica galvanizada ideal para ambientes corrosivos y temperaturas altas, que soporta todos los niveles atmosféricos, recomendado para uso industrial. Sus uniones son roscadas para garantizar seguridad.</p>
<p>RMC FLEXIBLES GALVANIZADOS</p> 	<p>Ideal para zonas expuestas a vibraciones, torsión y daños mecánicos</p>
<p>PVC</p> 	<p>Utilizado para instalaciones empotradas bajo concreto para luminarias y tomacorrientes.</p>
<p>CORRUGADO LIQUIDTIGH</p> 	<p>Ideal para cableado de instalaciones industriales que van del tablero de mando a las máquinas y/o motores.</p>

Las instalaciones de *puesta a tierra*, tienen la función principal de proteger de una descarga eléctrica al operario y evitar las partes electrónicas de los equipos, deben ir de 25Ω hasta 5Ω de resistencia, siendo el valor máximo de 5Ω , pero en el caso de equipos electrónicos sensibles las resistencias pueden ser menores a 1Ω . Existen 02 tipo de instalación de la varilla de tierra, pudiendo ser vertical (tipo varilla) y horizontal (tipo contra-antena) ver la Figura 114 para mejor entendimiento; deben recordar que la posición vertical, diagonal u horizontal depende mucho en qué profundidad el suelo tiene mejores características de resistencia.

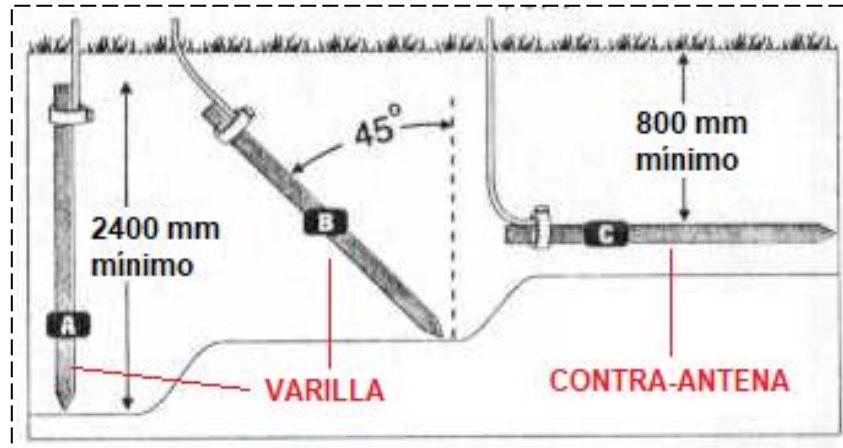


Figura 114. Posiciones de barras de pozo a tierra

Como se puede apreciar en la Figura 115, podemos instalar los pozos a tierra de una forma vertical si disponemos de un buen suelo, pero si deseamos ubicarlo en una zona muy rocosa que sea difícil conseguir la profundidad vertical, muchas veces se decide por hacer el pozo a tierra horizontal.

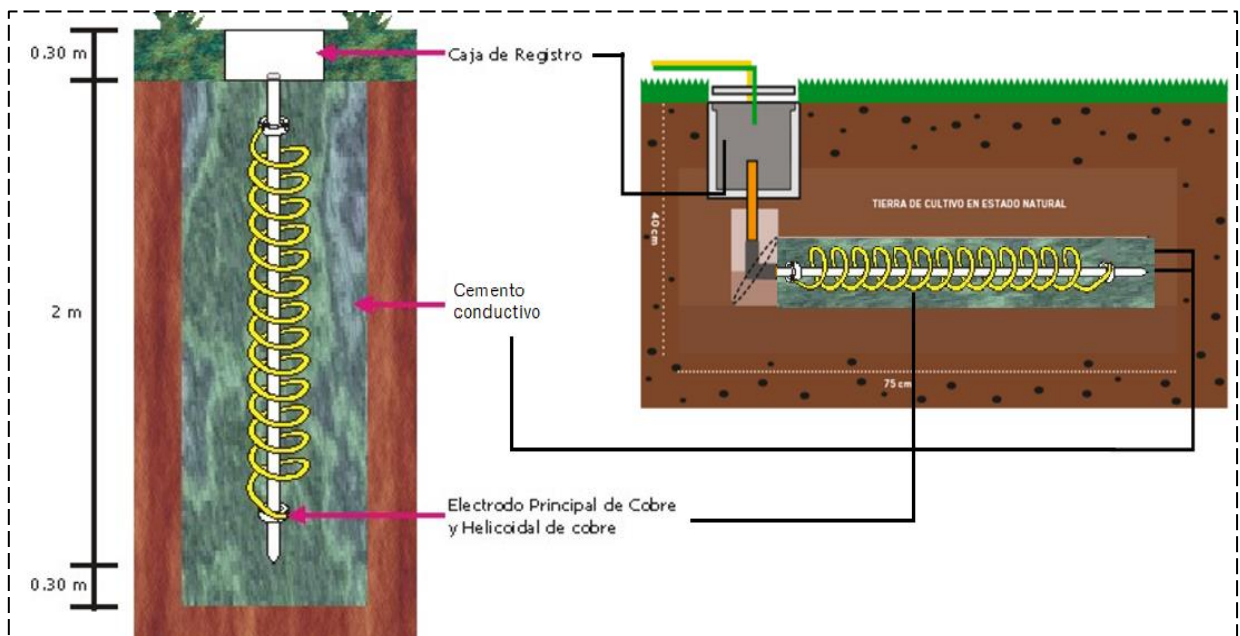


Figura 115. Instalación básica de pozo a tierra

El número de cable para la puesta a tierra va depender del consumo en amperios de un circuito de un determinado grupo de equipos como pueden apreciar en el Cuadro 28:

Cuadro 28. Calibres de cables de pozo a tierra

Capacidad de ajusto de un circuito (A)	Cobre	
	mm ²	AWG
15	2.08	14
20	3.31	12
60	5.26	10
100	8.37	8
200	13.3	6
300	21.2	4
400	33.6	2

Ahora bien, de manera general debemos hacer una serie de recomendaciones en las instalaciones eléctricas:

- No deben enrollarse los cables en las instalaciones eléctricas estas harán caer la tensión.
- Generalmente en las instalaciones de luminarias se utilizan conductor calibre #14 y en cuanto a tomacorrientes en oficinas se utilizan el conductor calibre #12.
- El espesor del conductor siempre va de mayor a menor. NUNCA al revés.
- Siempre, a la entrada de un área cuando se coloca un apagador este debe estar colocado en sentido contrario al de la apertura de la puerta, de tal forma que no sea cubierto cuando esta se abra. Si esto no es posible entonces se coloca un poco más allá del límite.
- Por lo general los calibres de conductor utilizados para instalaciones eléctricas monofásicas (que no excedan 5,000 Watts, son: #10, #12 y #14.
- Para alimentadores principales hasta 3,500 Watts se puede utilizar calibre #12 (igual en contactos). Retornos y puentes de apagadores sencillos y de 3 o 4 vías en calibre #14. En Instalaciones mayores de 3,500 hasta 5,000 Watts, utilizar calibre #10, retornos y puentes de apagadores de 3 y 4 vías en calibre #14, contactos calibre #12. Todo ello en alambre sólido no híbrido.

Es importante saber leer un plano de distribución de las conexiones eléctricas, es así que las siguientes simbologías pueden ayudar a identificarlos símbolos




















	Medidor eléctrico		Zumbador
	Tablero de distribución		Tubería en el techo
	Centro de luz		Tubería en el piso
	Braquete (en pared)		Número de conductores que pasan por una tubería de PVC
	Spot light		Interruptor simple
	Fluorescente		Interruptor doble
	Caja de paso		Interruptor triple
	Pulsador de timbre		Interruptor de conmutación simple
	Tomacorriente		Interruptor de conmutación doble
			Interruptor de conmutación triple

Figura 116. Instalación básica de máquinas monofásicas

Para los sistemas de **VENTILACIÓN**, en una planta procesadora agroindustrial debemos tener 2 criterios básicos: en las puertas de ingreso con las cortinas de aire (ver Figura 117) que pueden llegar hasta 10m/s y los extractores industriales de aire que evitan la aglomeración de vapores, gases y olores extraños en la sala de procesos; además se utilizarán cuando los niveles de oxígeno están por debajo del 20%.

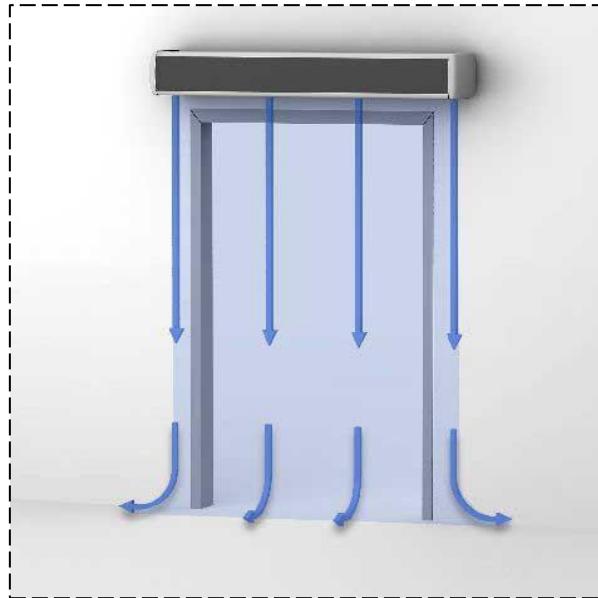


Figura 117. Cortina de aire

Por otro lado, la ventilación forzada es necesaria si las concentraciones de gas combustible como el gas propano superen el 10% del límite mínimo de combustión, haciendo que los ambientes sean ventilados como puede apreciarse (ver Figura 118) el modelo de extractores industriales que podemos utilizar en las áreas de procesamiento agroindustrial.



Figura 118. Extractores de aire

Además, en el Artículo 35 sobre la Ventilación en el D. S. N° 007-98-SA, manifiesta que, las instalaciones de la fábrica deben estar provistas de ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, así como la condensación de vapor de agua y permitir la eliminación de aire contaminado. La corriente de aire no deberá desplazarse desde una zona sucia a otra limpia. Las aberturas de ventilación deben estar provistas de rejillas u otras protecciones de material anticorrosivo, de manera que puedan evitarse el ingreso de insectos.

6.2 INSTALACIONES SANITARIAS

Hay que tener mucho cuidado con las instalaciones de agua y desagüe en una nave agroindustrial, sin embargo podemos hacer la diferencia entre las instalaciones para laboratorios, baños, duchas (Ver Figura 119); y las instalaciones para las salas de procesos muchas veces por la rapidez que necesitamos disponer del líquido elemento, y evacuar de forma correcta los efluentes.

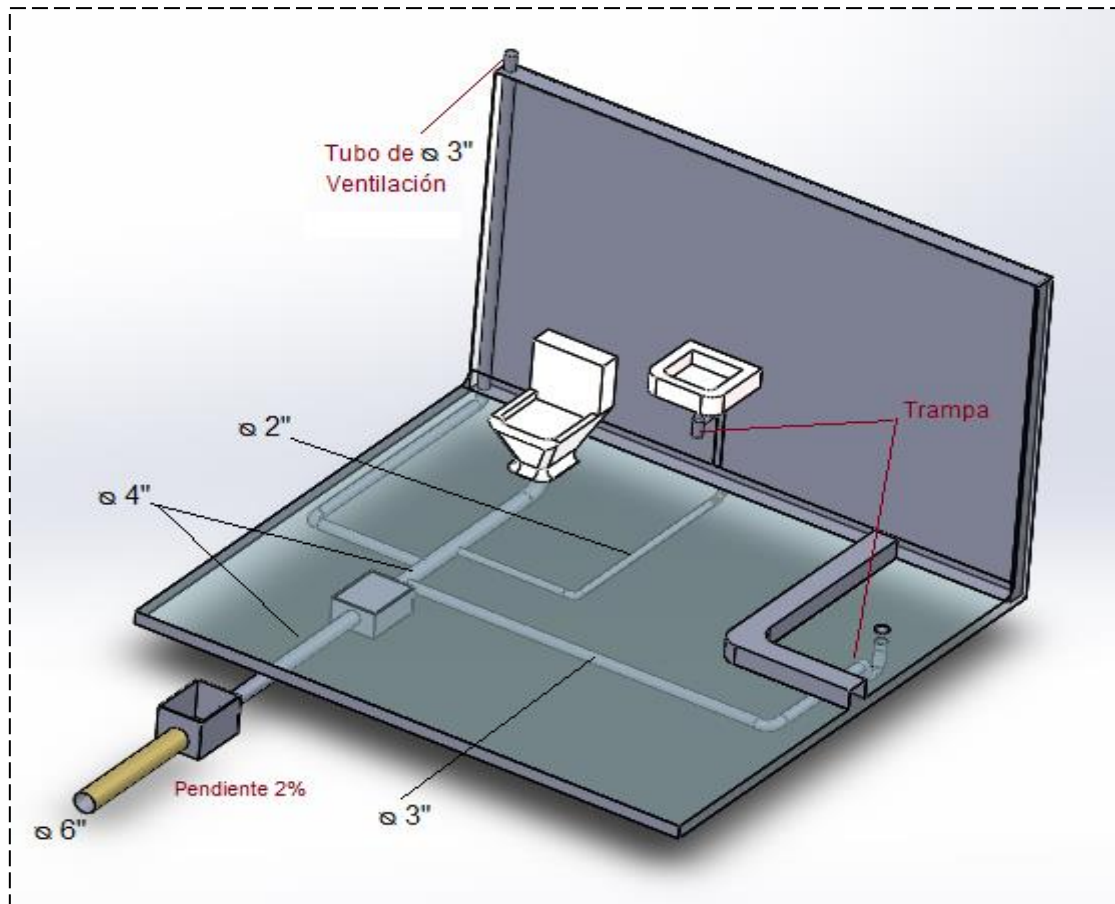


Figura 119. Instalaciones sanitarias de servicios higiénicos

Las *Instalaciones de desagüe* son básicas, y deben adecuarse al siguiente criterio, según la Figura 120, la tubería de conexión al desagüe principal de la vía pública debe ser conectada mediante una cachimba para desagüe de 6" a 4" y llegar a la caja de registro que se ubica en la acera o vereda al borde de la propiedad, luego de esa caja de registro principal se debe de conectar una tubería de desagüe 4" y llegar a una caja de registro secundaria dentro de la propiedad, esto servirá para realizar mantenimiento o solución en caso ocurriera un atascamiento del desagüe. Después de la caja de registro secundaria se puede instalar todas las conexiones tanto del Inodoro, Duchas y lavatorio, los mismos que deben instalarse con tuberías de PVC de 4", 3" y 2" respectivamente, teniendo en cuenta que todas estas descargas deben tener un sistema de trampa en la descarga de efluentes para evitar que los malos olores, contaminen el ambiente. En el caso de las *instalaciones industriales* es importante implementar un tratamiento de los efluentes antes de descargarse a la red pública. Al respecto existen propuestas como las trampas de grasas y los filtros de sedimentación, que evitan que se evacuen trozos grandes de desperdicios al agua.

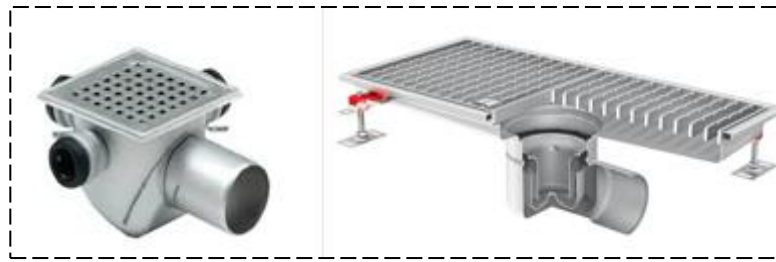


Figura 120. Cortina de aire

Algunas recomendaciones para las instalaciones tuberías en la cimentación, es que estas tuberías deben de pasar por debajo de la viga de cimentación, solo en casos extremos pueden pasar los tubos por el sobrecimiento. Se debe tener en cuenta que no deben pasar las tuberías por las columnas ni por las vigas, toda vez que esto debilita la configuración estructural.

Por otro lado, en la *disposición del agua*, es importante según Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas - DECRETO SUPREMO N° 007-98-SA, en su artículo 40, de Abastecimiento de agua, menciona que, en la fabricación de alimentos y bebidas sólo se utilizará agua que cumpla con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano señalados en la norma que dicta el Ministerio de Salud. Las fábricas se abastecerán de agua captada directamente de la red pública o de pozo y los sistemas que utilice para el almacenamiento del agua deberán ser construidos, mantenidos y protegidos de manera que se evite la contaminación del agua. Los conductores de fábricas de alimentos y bebidas deberán prever sistemas que garanticen una provisión permanente y suficiente de agua en todas sus instalaciones (MINSA, 1998).

En el caso de las *instalaciones de agua*, se debe tener en cuenta que, las instalaciones empiezan normalmente desde la caja del medidor de agua que la empresa del servicio de agua deja instalado en la acera o vereda en el frontis de la propiedad. Es así que se deja una conexión de tubería de PVC para agua de 1/2", para disponer las instalaciones para los válvulas o caños para los Inodoros, lavatorios y duchas (Ver Figura 121).

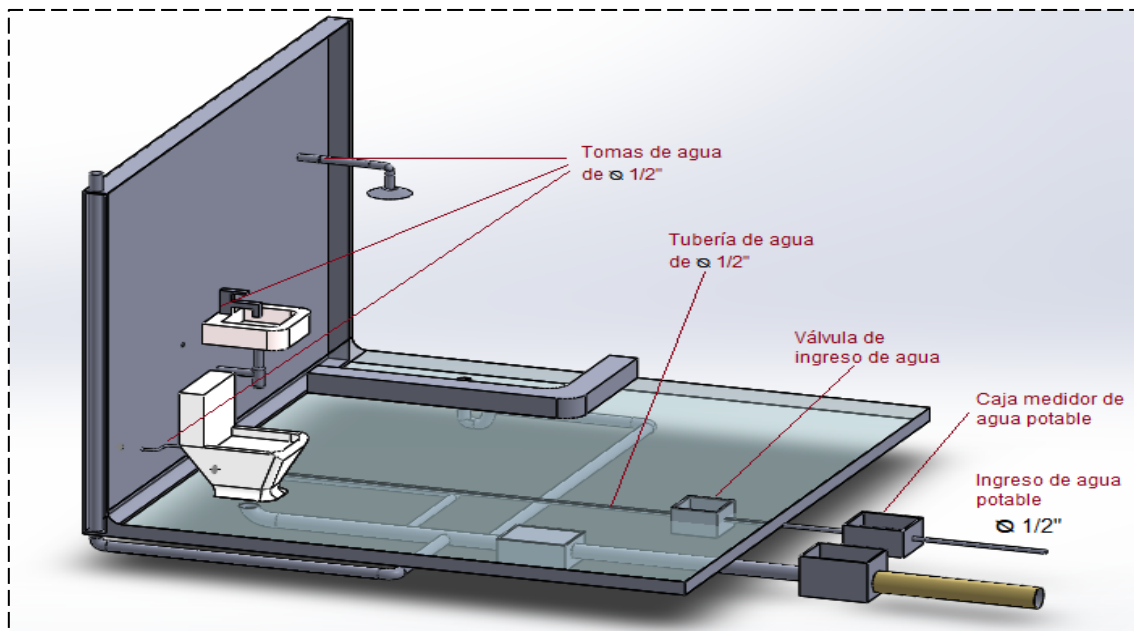


Figura 121. Instalación de agua potable en servicios higiénicos

Los *Tipos de tuberías*, se clasifican de acuerdo a la resistencia bajo ciertas presiones y condiciones de temperaturas, y de acuerdo al tipo de material es así que podemos tener:

Tuberías de Agua Potable de Metal

- Tuberías de Acero Inoxidable, Utilizadas en equipamientos marinos, alimentarios y químicos, por su resistencia a la corrosión, especialmente los de acero inoxidable AISI 316.



Figura 122. Tuberías de acero inoxidable

- Tuberías Galvanizadas, el galvanizado está hecho para resistir el óxido, y actualmente todavía se utilizan en algunas uniones roscadas, pero estas están siendo reemplazadas por accesorios de bronce que resisten mejor a la corrosión del agua potable. En general estas tuberías han sido reemplazadas por tuberías PEX que son igual de duraderas, pero más baratas.



Figura 123. Unión roscada galvanizada

- Tuberías de Cobre, las tuberías de cobre son resistentes a la corrosión a temperaturas altas, además que tienen propiedades antibacterianas. Es muy utilizado en las instalaciones de gases.



Figura 124. Tubería de cobre

- Tuberías de bronce, las tuberías de bronce son caras, pero con muy buen comportamiento ante la corrosión y exposición al agua potable. Muy utilizado en instalaciones de aire comprimido.



Figura 125. Tubería y adaptadores de bronce

Tuberías de Agua Potable de Plástico

- Tuberías de Polietileno Reticulado (PEX), el polietileno reticulado (PEX) es una tubería flexible que tiene ventajas sobre las tuberías rígidas. El PE-Xa tiene una reticulación superior al 70%, el PE-Xb superior al 65% y PE-Xc por encima del 60%. Resistencia a los cambios de temperatura bruscos y a la congelación

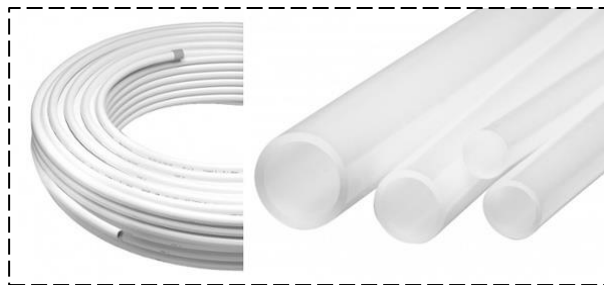


Figura 126. Tuberías de plástico

- Tuberías de CPVC (Policloruro de Vinilo Clorado), son ideales para agua caliente, hecho para diversas aplicaciones para agua caliente y sistemas de calefacción y aire acondicionado, pudiendo soportar temperaturas hasta 82,2 °C., según la NTP 399.072.



Figura 127. Tubos CPVC

- Tuberías de PVC (Policloruro de Vinilo), Resisten a sustancias corrosivas y se utilizan para aguas y gases, pueden durar hasta por 30 años y hay medidas que van de 1/2" a 2" con rosca y sin rosca. Estas tuberías según NTP-ISO 4422-2 se dividen en clases (5, 7.5, 10 y 1) que están relacionadas una presión de resistencia nominal de 5, 7.5, 10 y 15 Bar, respectivamente.



Figura 128. Tubería PVC

TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, tubería de polietileno de alta densidad (HDPE ó PEAD) de color negro ideal para presiones de hasta 362 PSI, con las siguientes normas, diámetros y resinas: NTP-ISO 4427:2008 medidas de 16 mm hasta 710 mm. Resina PE80 y PE100: ASTM F714-10 medidas de 2" hasta 28" Resina PE3608 y PE4710.



Figura 129. Tuberías de polietileno de alta densidad

Los *TRATAMIENTOS DEL AGUA* antes de ingresar a las líneas de procesos agroindustriales deben ser tratadas, minimamente ablandadas y en el mejor de los casos desinfectadas con tratamientos UV. Es así que la mejor recomendación para tratar el agua potable y ser de uso agroalimentario es un sistema de *osmosis inversa*, el cual tiene los siguientes componentes: válvula de ingreso de agua potable (1), tanque de presión (2), válvula de cierre automático (3), limitador de flujo de impurezas (4), válvula check (5), drenaje (6), prefiltro (7), Membrana de osmosis inversa (8), filtro de carbón activado.

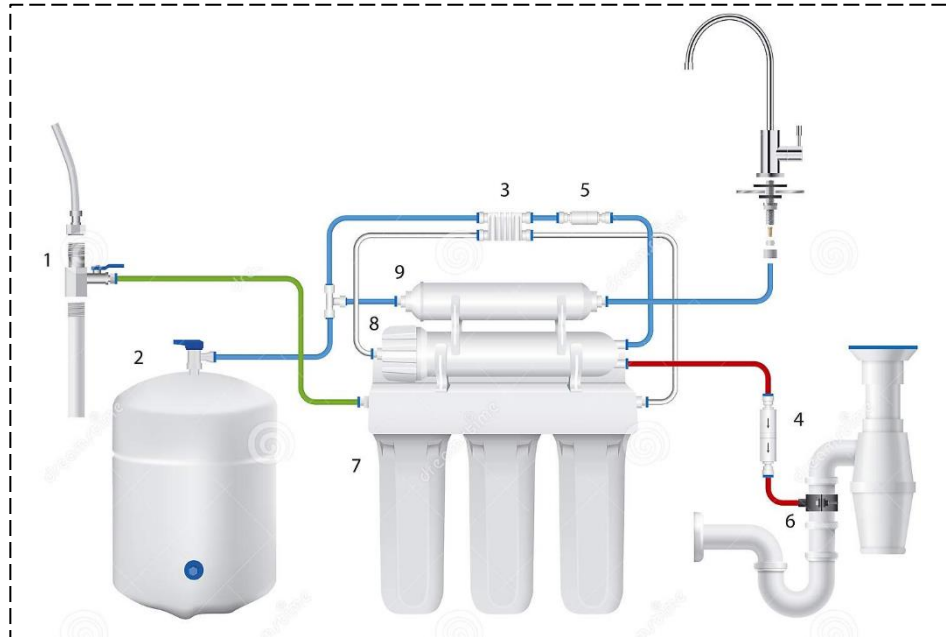


Figura 130. Sistema de filtración básica de osmosis inversa

Fuente: Dreamstime.com

Además, para el uso de calderos, debemos proveernos de aguas blandas, recomendándose para este un sistema de intercambio iónico (ver Figura 131)



Figura 131. Sistema de filtración básica de osmosis inversa

Fuente: www.ayrful.com.ar/

En las instalaciones de alcantarillado son importantes las *caídas de los desagües*, para poder evacuar los efluentes, esta caída no debe ser menor de 2%, para efectos de calcular las caídas en función a las distancias debemos utilizar la siguiente fórmula:

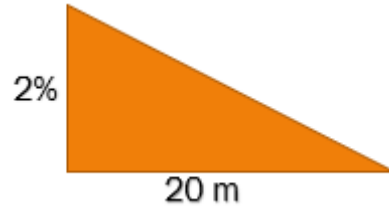
$$P = S \cdot L$$

Donde:

P: Profundidad de caía en metros

S: Caída en %

L: longitud del desagüe en metros



Es así que, si tenemos 20 m de longitud para instalar la tubería de un desagüe, con una pendiente de 2%; necesitamos hallar la mayor profundidad con respecto a la menor. Entonces $P = 2\% \times 20\text{m}$, siendo el valor de $P = 0.4\text{m}$

En las plantas agroindustriales es necesario disponer de grandes volúmenes de agua en tiempos cortos, estas instalaciones de tanques se pueden apreciar en la Figura 132.

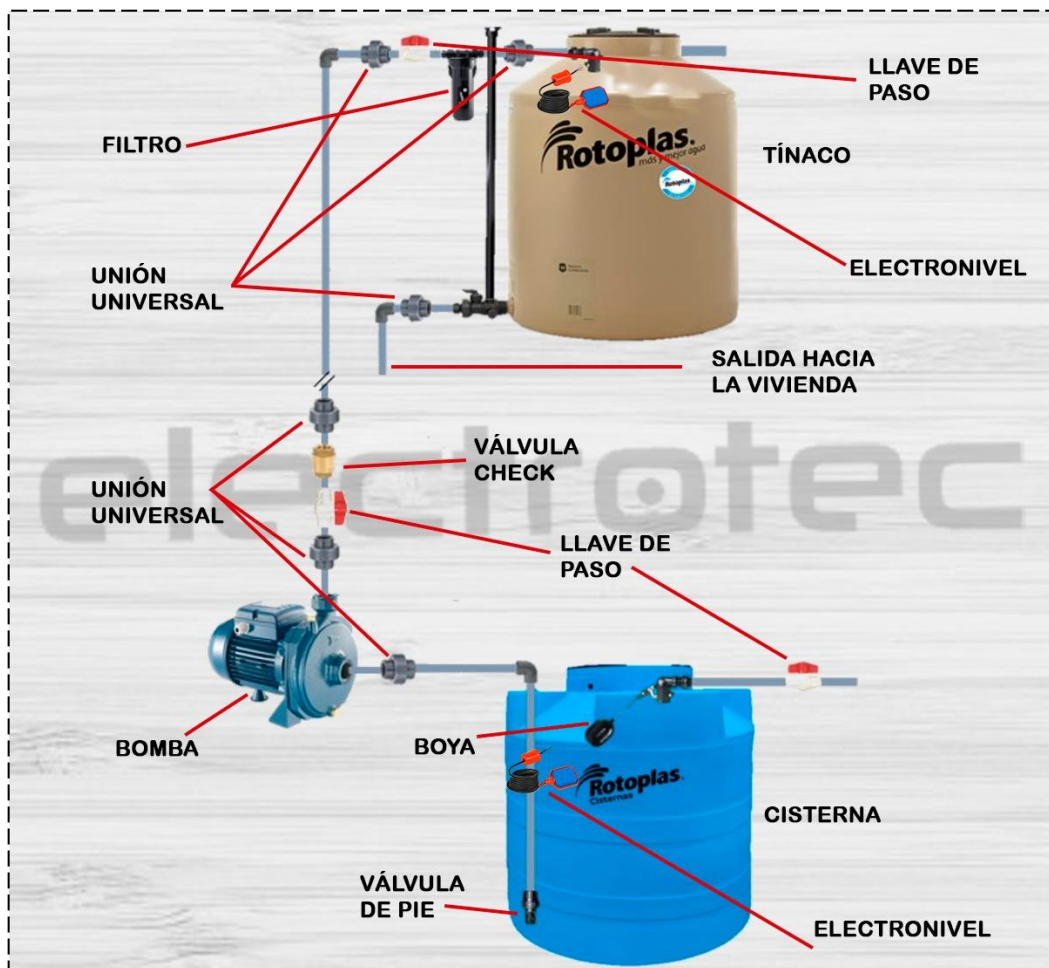


Figura 132. Sistema de bombeo de agua hacia tanque elevado

Fuente: <https://electrotec.pe/>

Es importante saber los *tipos de electrobombas* que deben de usarse en una nave agroindustrial, es así que tenemos una gran variedad (Ver figura 133)



Figura 133: Modelos de electrobombas

Fuente: http://peruwps.com/productos_electrobombas.html

La *electrobomba centrífuga o rotodinámica*, utilizada para complementar la presión e una línea hidráulica, proporcionando así una fuente de presión continua, es decir tiene mayor caudal (cantidad de agua por unidad de tiempo: L/s). muy utilizadas en el sector industrial y mayor vida útil, muy usado en elevar el agua de pozo y regadíos. Estas bombas pueden trabajar 90 litros/minuto hasta 156 litros/minuto y alcanzar hasta 20 m de altura.

La *electrobomba autocebante*, este equipo se recomienda para trabajar fluidos espesos como lodos, que pueden tener una mezcla de líquidos corrosivos o con sólidos en suspensión. Muy utilizado en la industria agroalimentaria por el cabezal de acero inoxidable que tiene, y se debe tener en cuenta que solo bombea un máximo de 7,6 m de altura de succión y hasta un caudal de 130L/min.

La *electrobomba periférica o de turbina*, es la más utilizada en los tanque de elevación y tienen menor caudal y mayor presión, estos bombean el agua a una mayor altura o distancia que las centrífugas, pudiendo llegar hasta 30 metros de elevación y 30 L/min en una de 0.5HP. Estos pueden variar en potencias de 0,5 HP; 0,8 HP; 1 HP; 1,5 HP y 3 HP.

La *electrobomba multirodete*, es una bomba especial de elevado rendimiento pudiendo llegar a 120L/min y hasta una altura manométrica de 105m. el agua que ingresa en esta electrobomba debe ser limpio.

Finalmente la *electrobomba sumergible*, utilizadas para bombear agua subterránea, aguas residuales o para hacer drenar agua, e incluso para descargar espacios inundados.



Capítulo 7

Trazabilidad y Seguridad

Capítulo 7

Trazabilidad y Seguridad



Visión General del Contenido del Capítulo

- ✓ Las etapas de cada operación en la producción deben ser monitoreadas y registradas.
- ✓ La trazabilidad en las líneas de proceso contribuye a la seguridad de la actividad agroindustrial y del producto.



Objetivos

- ✓ Transferir los conocimientos relativos a la trazabilidad e las plantas procesadoras agroindustriales.
- ✓ Analizar e identificar todas las actividades del proceso de una planta agroindustrial para asegurar el normal funcionamiento de la misma.

7.1 TRAZABILIDAD y SENSORES

La trazabilidad consiste en registrar y monitorear todas las etapas de una cadena productiva o actividad económica, la actividad agroindustrial está inmerso a ello.

Para gestionar bien un proceso agroindustrial, toda etapa debe poseer magnitud, y toda etapa medible podrá ser bien gestionado...

La *trazabilidad automatizada*, está basada en tecnologías de la instrumentación industrial, específicamente en los sensores que registran la medida de una magnitud que puede controlarse durante un proceso agroindustrial, es así que podemos medir muchas operaciones, como: la temperatura, la presión manométrica y de vacío, el caudal, el volumen, la concentración de sólidos, el pH, la velocidad, el Voltaje, la intensidad, la potencia, la frecuencia, entre otros eléctrica, etc.

El primer paso de la automatización agroindustrial es la medición (sensor) y después el más importante es el control, como se puede apreciar en la Figura 134, consta de 3 componentes importantes (sensores, controladores y actuadores).

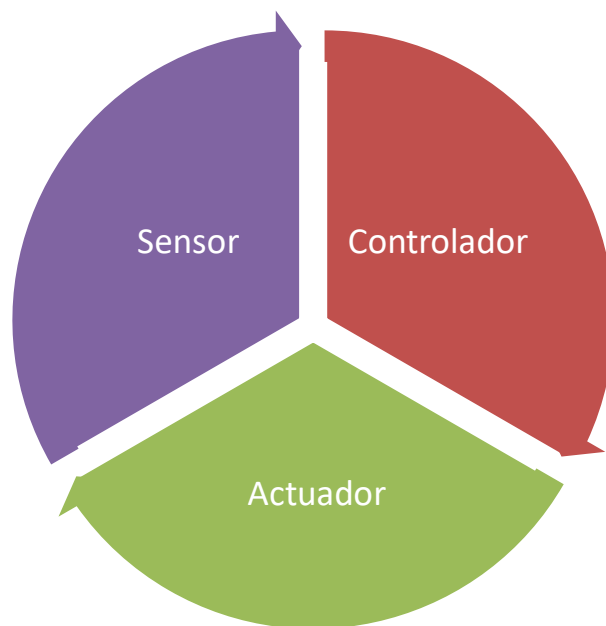


Figura 134. Componentes básicos de la automatización agroindustrial.

Es así que, el control de un proceso agroindustrial, puede optar por dos tipos de sistemas de automatización de lazo cerrado y lazo abierto, en el caso del lazo cerrado medimos con un sensor el parámetro que nos interesa, esta señal se transmite a un sistema (controlador) que previamente programado bajo algoritmo lógico realiza una acción a un tercer componente que es el actuador, como se puede apreciar en la Figura 135.

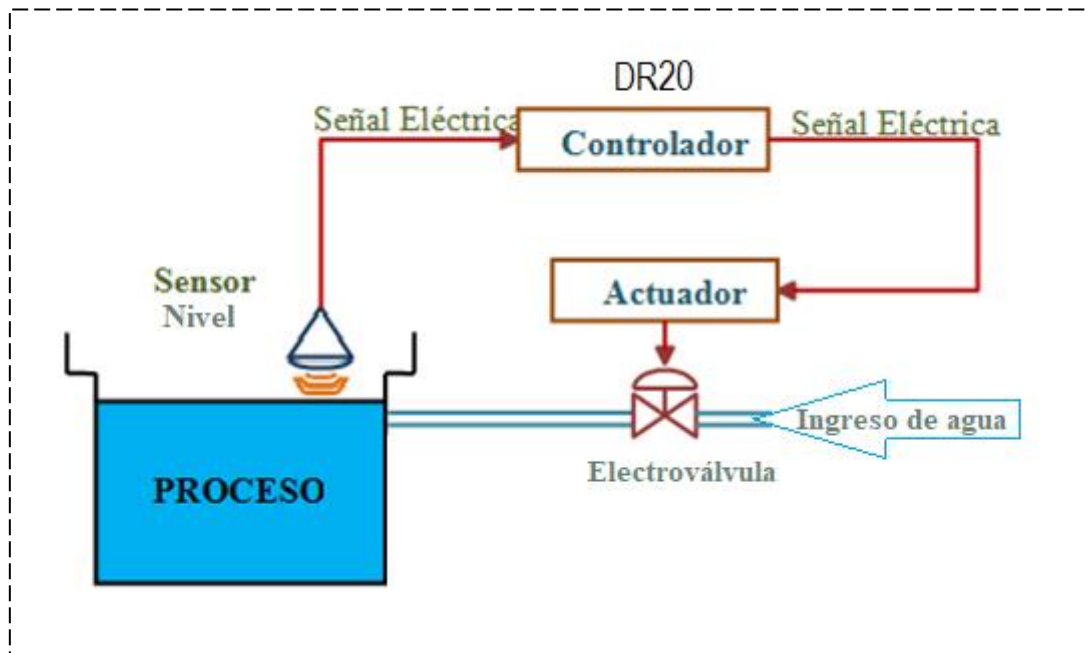


Figura 135. Control de lazo cerrado de llenado de tanque

En el caso del control de proceso en un sistema abierto, normalmente el controlador envía una señal eléctrica al actuador que podría ser por un tiempo programado para una acción determinada como puede ser la descarga de agua como se puede apreciar en la Figura 136.

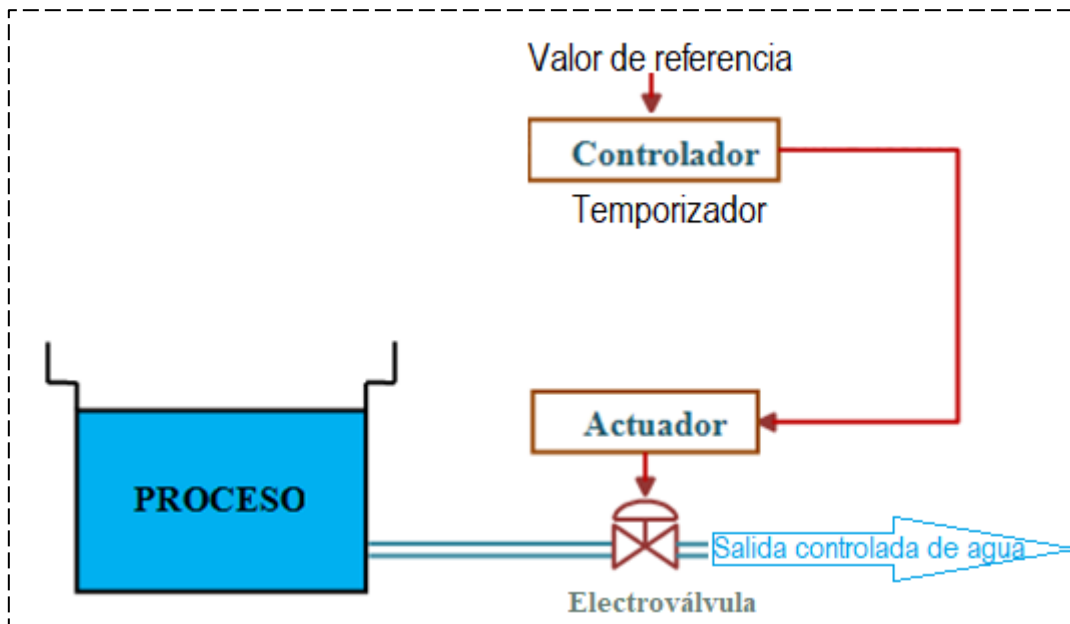


Figura 136. Control de lazo abierto salida de agua de tanque

A partir de estas aclaraciones es importante saber, a que nos referimos con cada componente.

El **Sensor**, es un dispositivo que detecta y/o reacciona frente a un material o energía del medio en el que mide bajo una magnitud específica y emita una señal de salida que se traduce a un parámetro de la operación agroindustrial determinada. Es por eso que, la investigación e innovación agroindustrial en este campo busca el desarrollo de nuevos sensores para medir diferentes magnitudes que ayuden a controlar el proceso productivo agroindustrial, que hasta el momento solo se pueden listar en las siguientes magnitudes de medición:

- Sensores de temperatura
- Sensores de presión
- Sensores de flujo
- Sensores fotoeléctricos
- Sensores de nivel
- Sensores de velocidad
- Sensores de peso
- Sensores de pH
- Sensores de sólidos solubles
- Sensores de ultrasonido
- Sensores de desplazamiento
- Sensores de gases

Luego que el sensor emite la señal, este es recibido por un **Controlador**, este componente de tipo automático compara el valor recibido por un valor de referencia, realizando así una acción de control. Los controladores pueden ser sistemas mecánicos o electrónicos, de programación fija y/o programable, de los cuales podemos citar:

- PLC
- Arduino
- Raspberry Pi
- DCS
- PIC
- CONTROLADORES DE LAZO

Asu vez, es importante diferenciar que un MICROCONTROLADOR tiene acciones limitadas de control y MICROPROCESADOR tiene ventajas de mayor aplicación para control de varios condiciones y magnitudes de trabajo.

Pero cuando hablamos de trazabilidad dentro de los procesos agroindustriales, es decir registrar todas las etapas de la cadena productiva y/o de una línea de procesos, es clave la *Supervisión de control* automatizada en tiempo real para la toma de decisión en la gestión de una planta de procesos, pudiendo ser una buena alternativa la aplicación de sistemas de control SCADA (Sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Datos) pudiendo ser monitoreados desde una PC, y en algunos casos controlar el proceso a través de un operario calificado en planta con una interface de HMI (Human-Machine Interface).

Finalmente, en el control del proceso agroindustrial tenemos a los **Actuadores**, que son los componentes que reciben la señal de salida de los controladores o sistemas de control utilizados para ejecutar la acción predetermina y/o programada que se desea controlar en el proceso agroindustrial, convirtiéndose en energía o potencia mecánica. Hay diferentes tipos de actuadores, los cuales se eligen en función a la acción que se quiere realizar, pudiendo ser un:

- Actuador electrónico
- Actuador hidráulico
- Actuador neumático
- Actuador eléctrico
- Actuador mecánico

La automatización agroindustrial, en realidad está haciéndose necesario para mejorar la gestión de la producción agroindustrial, es así que la nueva tendencia de INDUSTRIA 4.0, en el campo agroindustrial se ha denominado AGROINDUSTRIA 4.0, que como se muestra en la Figura 137, tiene muchos elementos que deben de implementarse para estar a la vanguardia de los adelantos científicos, como se explican a continuación:

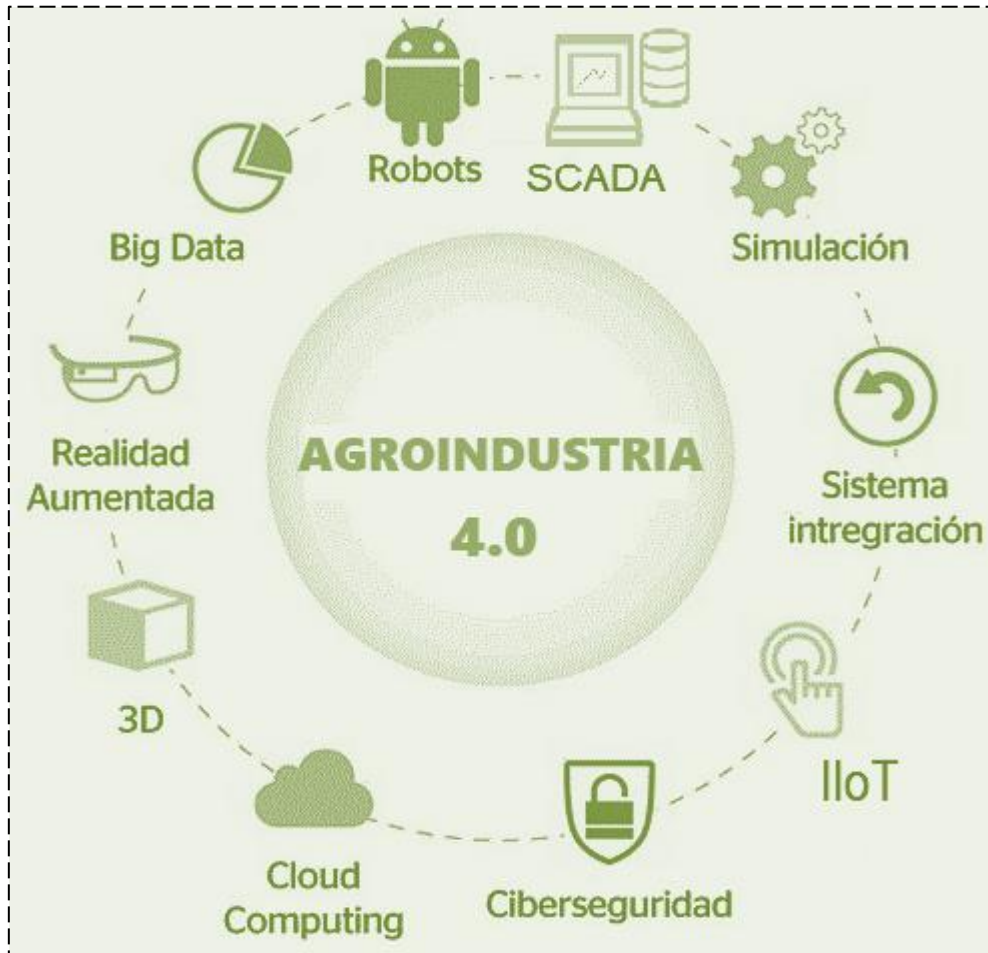


Figura 137. Elementos de la AGROINDUSTRIA 4.0

Simulación y 3D: gemelo digital; consiste en crear un entorno digital tal como funciona la planta de procesos agroindustriales, pudiendo realizar experimentos y/o modificaciones sin alterar la parte física de la planta. Un ejemplo de ello puede ser uso del software Navisworks.

Sistema de integración; puede considerarse al Hardware disponible de diversos fabricantes con protocolos de comunicación estándar que hagan flexibles la comunicación.

Internet Industrial de las cosas (IIoT); es el conjunto de sensores, instrumentos y dispositivos autónomos conectados a través del Internet para aplicaciones industriales.

Ciberseguridad & Cloud computing; estos elementos hacen referencia a la protección de información en la nube con profesionales del área, aplicando el Hacking-ético.

Realidad aumentada; es la presencialidad en realidad virtual en el entorno de la planta de procesos agroindustriales, donde se puede visualizar comportamiento de equipos y de variables de proceso.

Big Data; es el almacenamiento de grandes volúmenes de datos para la toma de decisiones basados en los KPIs (indicadores claves de desempeño) que garantizan la trazabilidad del proceso productivo, y además permite realizar modelamientos predictivos.

Sistemas de SCADA; aplicación que permite supervisar, controlar y adquirir datos del proceso productivo, a través de instrumentación de campo.

Robótica; equipos que tienen inteligencia artificial que le permite tomar decisiones basados en entrenamientos de redes neuronales.

Como han podido apreciar, esta tendencia ya es aplicado en algunos países desarrollados, y una propuesta interesante para de implementación se puede apreciar en la Figura 138.

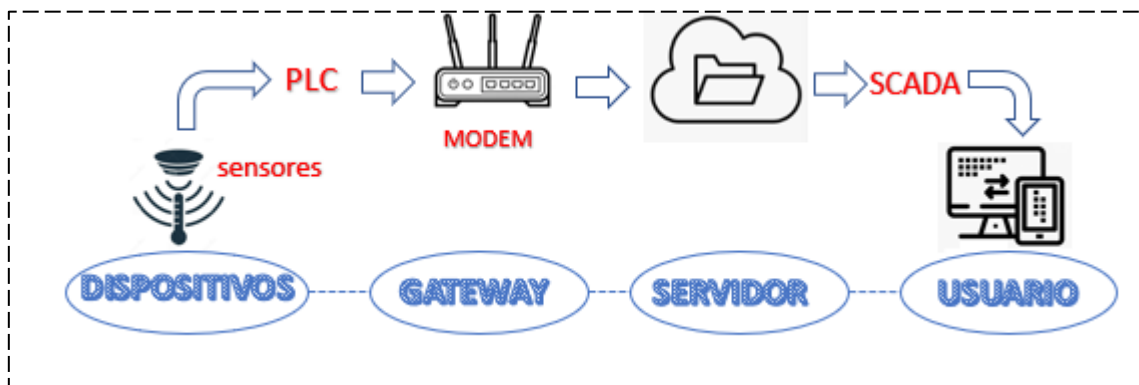


Figura 138. Sistema completo de control agroindustrial en tiempo real.

Siendo así la implementación de la AGROINDUSTRIA 4.0, puede asegurar buenos resultados con respecto a calidad y trazabilidad, alimentos sanos y seguros, menos residuos y eficiencia energética, como se muestra en la Figura 139.

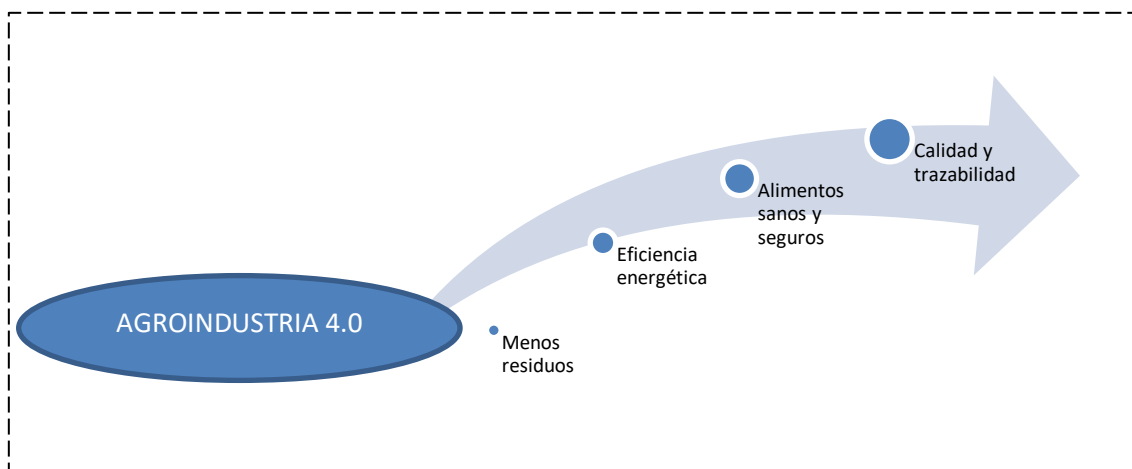


Figura 139. Ventajas de aplicar la Agroindustria 4.0

7.2 SEÑALIZACIÓN Y ROTULADOS

El diseño adecuado de los puestos de trabajo es el primer paso para tratar de optimizar y garantizar la seguridad de los trabajadores.

En general, una *señal* debe entenderse con rapidez, no será válido si sus características son imprecisas; o uno muy sensible será casi inútil porque exigirá mucho tiempo para entenderlo. Normalmente las señalizaciones se utilizan para advertir condiciones específicas en los lugares o puestos de trabajo, pero hay insumos o materiales envasados que deben de advertir su peligro de uso a través de los rótulos.

Por ende, la **señalización** son indicaciones que, condicionan el actuar de la persona que está en un ambiente tanto como operario u visitante, frente a unas circunstancias de riesgos que podrían ocurrir, siendo una señalización de seguridad aquella que proporcione una indicación u obligación relacionada a la seguridad y salud en el trabajo, debiendo de manera obligatoria señalar en los siguientes casos:

- Cuando no es posible eliminar el riesgo o posible peligro.
- Cuando no se puedan adoptar protecciones de grupos colectivas.
- Cuando se implementen medidas complementarias de otras técnicas de seguridad.

Las **SEÑALES GRÁFICAS**, son una forma de implementar las señales de seguridad, este display gráfico se presenta al operario en una gráfica del estado de riesgo que pueda advertir del lugar u operación a ejecutar. Hay que tener cuidado al momento de diseñar un display gráfico, la imagen debe transmitir una situación de lo más realista posible para hacer que el mensaje sea muy útil. En estas señales gráficas siempre el fondo será la parte estática o estacionaria del sistema, mientras que la figura será la parte móvil del mismo. **Las señales gráficas deben usarse:**

- Cuando el ambiente laboral es ruidoso.
- Cuando el mensaje es largo y complicado.
- Cuando sea preciso volver a consultar el mensaje.
- Cuando está sobrecargado el sistema auditivo.
- Cuando el mensaje no exige una respuesta inmediata.

Cabe resaltar también que, las señalizaciones no sustituyen las medidas de protección colectiva y deberán utilizarse cuando no se haya podido eliminar los riesgos o reducirlos a niveles aceptables. Tampoco por ningún motivo puede sustituir la formación e información a los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo. Es así que según INDECOPI (2015), en la NTP 399.010-1, debemos de seguir los criterios para la señalización de seguridad relacionados a la industria, que se pueden adecuar muy bien a las plantas agroindustriales.

Ahora bien las señales de seguridad se caracterizan por el color que predominan en ellos, es así que como se muestra en la Cuadro 29 pueden relacionarse de acuerdo a la situación de: prohibición, peligro y lucha contra incendios (rojo), advertencia (amarillo), obligación (azul), salvamento y situación de seguridad (verde).

Cuadro 29. Colores de seguridad

Color	Color contraste	Significado
Rojo	Blanco	Prohibición
		Equipos contra incendios
Amarillo	Negro	Advertencia o precaución al riesgo de peligro
Azul	Blanco	Obligación
Verde	Blanco	Evacuación y emergencia

Las **señales de Prohibición**: indican lo que no debe hacerse, esta señal tiene un color de fondo: blanco, círculo o anillo con banda diagonal: rojo; símbolo: negro, texto: blanco; la calcomanía en vinil blanco con medidas que van de: 20x30cm para distancias menores a 10m y 30x45cm para distancias mayores a 10m y menores a 15m. Algunos ejemplos de estos, es prohibido fumar, prohibido hacer fuego, y algunos otros que pueden aplicarse a la actividad agroindustrial, como se puede apreciar en la Figura 140.



Figura 140. Señales de prohibición

Las **señales de equipos contra incendios**: indican lo que debe hacerse en caso de incendio, esta señal tiene un color de fondo: rojo; figuras y texto: blanco; puede ser de un material de poliestireno o calcomanía con medidas que van de: 20x30cm para distancias menores a 10m y 30x45cm para distancias mayores a 10m y menores a 15m. Algunos ejemplos de estos, es manguera contra incendio, extintor, y algunos otros que pueden aplicarse a la actividad agroindustrial, como se puede apreciar en la Figura 141.



Figura 141. Señales de equipos contra incendios

Cabe indicar en este aspecto que el uso de extintores en la industria debe ser cuidadosamente elegidos, de acuerdo a los tipos de fuego: A, B, C, D y K, según la NTP 350.021.

Fuego de clase A: son los que contienen materiales orgánicos sólidos y forman brasas. Como la madera, papel, cartón, plásticos, tejidos, etc. Para este tipo de fuego se utilizan extintores de agua pulverizada, a base de espuma, polvo químico o reemplazante de halógenos.

Fuego de clase B: son incendios provocados por líquidos inflamables y sólidos fácilmente licuables como: aguarrás, alcohol, grasa, cera, gasolina, aceite, etc. Impiden la reacción química en cadena, pudiendo utilizar extintores a base de espuma, dióxido de Carbono, los de uso múltiple de químico secos común y de halón

Fuego de clase C: son para incendios provocados por equipos eléctricos. Como los electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles y herramientas eléctricas; asimismo a gases inflamables como el gas natural, el hidrógeno, el propano o el butano. En este caso se pueden utilizar extintores de agua pulverizada, de halón y de químico seco de uso múltiple;

Fuego de clase D: son para incendios que implican metales combustibles de titanio o potasio; a este tipo de incendios no debe agregarse el agua porque puede ocasionar explosiones. Se pueden utilizar de extintores de polvo seco específicos para cada metal. La idea es que enfríen el material por debajo de su temperatura de combustión y creen una costra.

Fuego de clase K: son para incendios producidos por aceites y grasas animales o vegetales dentro de los ambientes de cocina, se recomiendan un extintor apto para restaurantes a base de acetato de potasio, que tiene un efecto de saponificación creando una masa jabonosa al unirse con la grasa.

El importante recordar siempre como se debe de utilizar un extintor, la mayoría de estos tanques posee un seguro detrás del gatillo, estos deben ser retirados, luego se presiona el gatillo apuntando en todo momento a la zona donde se produce el fuego, hasta que se asegure de que el fuego este totalmente extinto, si no pudiera apagarlo, se sugiere que se retire del lugar por salvaguarda. Recuerde que los extintores llevan un reloj manómetro, estos deben estar siempre en la franja verde recomendada para su uso; en su defecto deben de recargarse según el mantenimiento anual del área técnica.

Las **señales de peligro o advertencia**: indican la posibilidad de ocurrencia de un riesgo físico, hay que estar atentos a este tipo de señales, estos carteles son de Color de fondo: blanco; gráfico triangular de fondo: amarillo; borde, símbolos y textos: negro; ; puede ser de un material de poliestireno o calcomanía con medidas que van de: 20x30cm para distancias menores a 10m y 30x45cm para distancias mayores a 10m y menores a 15m. Algunos ejemplos de estos, es riesgo eléctrico, salida de camiones, y algunos otros que pueden aplicarse a la actividad agroindustrial, como se puede apreciar en la Figura 142.



Figura 142. Señales de peligro

Las **señales obligatorias**: indican los deberes que deben cumplir obligatoriamente los operarios o visitantes en una planta agroindustrial, estos carteles son de Color de fondo: blanco; gráfico circular de fondo: azul; símbolos y textos: blanco; puede ser de un material de poliestireno o calcomanía de vinil con medidas que van de: 20x30cm para distancias menores a 10m y 30x45cm para distancias mayores a 10m y menores a 15m. Algunos ejemplos de estos, es del uso obligatorio de mascarilla, es obligatorio lavarse las manos, y algunos otros que pueden aplicarse a la actividad agroindustrial, y se puede apreciar en la Figura 143. Este tipo de señales en la industria agroalimentaria nos ayudan mucho al momento de implementar las Buenas Prácticas de Manipulación (BPM).



Figura 143. Señales obligatorias

Las **señales de evacuación y emergencia**: indican la ruta u opción que deben seguir los ocupantes de un área en específica si es que se presentara un evento en caso de emergencia en una planta agroindustrial, estos carteles son de Color de fondo: verde; símbolos y textos: blanco; puede ser de un material de poliestireno o calcomanía de vinil con medidas que van de: 20x30cm para distancias menores a 10m y 30x45cm para distancias mayores a 10m y menores a 15m. Algunos ejemplos de estos, es salida de emergencia, ducha de emergencia, y algunos otros que pueden aplicarse a la actividad agroindustrial, y se pueden apreciar en la Figura 144.



Figura 144. Señales evacuación y emergencia

Las **franjas de seguridad**: este tipo de señales son cintas que delimitan una condición de acuerdo al tipo de señal (prohibición, advertencia, obligación y emergencia) como se puede apreciar en la Cuadro 30. Estas franjas tienen una inclinación de 45° y proporcionales de acuerdo a las gráficas mostradas.

Cuadro 30. Franjas de seguridad

Color	Gráfica	Significado
Rojo		Prohibición
Amarillo		Equipos contra incendios
Azul		Zona de peligro (muy utilizado como riego de caída)
Verde		Obligación
		Evacuación y emergencia

Para todas estas señales gráficas que van en las paredes la altura ideal es de 1.80cm de altura con respecto a la base de la señal, las que son apropiadas al ángulo visual, además es recomendable la iluminación adicional o el uso de materiales fluorescentes, que además ayudan en condiciones oscuras.

Las **SEÑALES LUMINOSAS**, este tipo de señales no deben provocar deslumbramiento a las personas que ocupan algún área en específica dentro del entorno laboral, el color que se emita debe de ser uniforme o llevar algún símbolo que contraste sobre el aviso que desea transmitir al operario u trabajador. Es así que los más conocidos son el color rojo que puede significar peligro o detener el avance como las luces de un semáforo, como distinguir en la Figura 145.

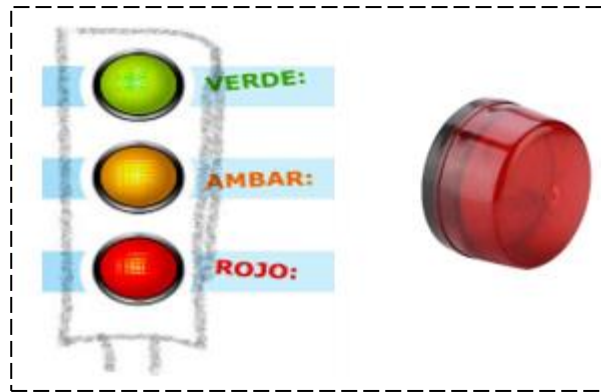


Figura 145. Señales luminosas

Las **SEÑALES ACÚSTICAS**, es un tipo de señal sonora codificada, emitida a través de unos parlantes, no transmite palabras habladas, más el simple sonido advierte del tipo de mensaje que desea transmitir de respuesta inmediata, siendo una ventaja abarcar grandes espacios o grandes grupos de trabajo, que hayan sido instruidos previamente. Es así que, por ejemplo, un timbre puede advertir la hora de descanso, así como un sonido de sirena puede advertir la evacuación de la zona de trabajo o detección de humo, entre otros, con herramientas u accesorios que se muestran en la Figura 146.



Figura 146. Aparatos para señales acústicas

El rotulado de **SUSTANCIAS o MERCANCIAS PELIGROSAS**, es muy importante a la hora de manipular los insumos que representan riesgos y peligros de ciertas sustancias, es así que, basados en la NTP 399.015 (2014) titulada: SÍMBOLOS PICTÓRICOS PARA MANIPULEO DE MERCANCÍA PELIGROSA, debemos saber identificar y rotular estas sustancias según lo dispuesto en la normativa. Es así podemos citar los diferentes tipos de clases (ver Figura 147):

Clase 1: Materias y objetos explosivos.

Clase 2: Gases comprimidos, licuados o disueltos bajo presión.

Clase 3 : Líquidos inflamables.

Clase 4 : Sólidos inflamables, sustancias inflamables espontáneamente y otras sustancias que en contacto con el agua, desprenda gases inflamables.

Clase 5 : Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos.

Clase 6 : Sustancias venenosas y sustancias infecciosas.

Clase 7: Sustancias radioactivas.

Clase 8: Sustancias corrosivas.

Clase 9: Sustancias peligrosas diversas



Figura 147. Símbolos de sustancias peligrosas.

Las etiquetas o rótulos son colocados en sitios visibles de los productos, y además de los ya mencionados podemos citar al rombo NFPA (National Fire Protection Association), como se puede ver en la Figura 148.



Figura 148. Rombo NFPA y significado

Además de los criterios que debemos tener en cuenta como advertencia de un insumo, podemos identificar la numeración de cada color del rombo de acuerdo a la Figura 149.



Figura 149. Significado de la numeración de advertencia del rombo NFPA

Fuente: <https://www.lifeder.com/rombo-de-seguridad/>

Parte de la señalización también es la coloración que tienen las tuberías en una planta agroindustrial, es así que, basados en la NTP 399.012 (2014), se pueden identificar por

colores los tipos de fluidos transportan las tuberías, como los mostramos en la Cuadro 31.

Cuadro 31. Color de tuberías

Color	Gráfica	Significado
Rojo		Contra incendios
Verde		Agua
Gris		Vapor de agua
Aluminio		Petróleo y derivados
Marrón		Aceites vegetales y animales
Amarillo ocre		Gases (gaseosos y colicuidos)
Violeta		Ácidos y álcalis
Azul claro		Aire
Blanco		Sustancias alimenticias
Negro		Aguas negras

Fuente: NTP 399.012 (2014)

Por otro lado, con relación a los tachos que almacenan los residuos también tienen una coloración que los identifica según el tipo de residuo, como nos guía la NTP 900.058 (2019), y se muestra en la Figura 150.



Figura 150. Colores de recipientes según tipo de residuos

7.3 SEGURIDAD EN FUNCIÓN AL RIESGO

Antes de implementar un sistema de gestión en relación a la seguridad y salud en el trabajo relacionado al riesgo que corren los trabajadores, es obligatorio que las plantas de procesamiento industrial o agroindustrial cuenten con un certificado de Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE) relacionada a la Gestión del Riesgo de Desastres en materia del cumplimiento de al Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, luego de esta aprobación la unidad productiva podrá iniciar sus actividades (PCM, 2018). Este expediente sirve para tramitar la licencia de funcionamiento, y debe contener lo siguiente:

EXPEDIENTE TÉCNICO

- ✓ PLAN DE SEGURIDAD desarrollado conforme lo exige el Reglamento, firmado por el representante legal y por el jefe de seguridad.
- ✓ PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION firmado y sellado por arquitecto habilitado, en escala 1/500.
- ✓ PLANOS DE ARQUITECTURA firmados y sellados por arquitecto habilitado, en escala 1/50, 1/100 o 1/200. Los planos deberán reflejar lo físicamente existente (no debe de existir proyecciones de futuras ampliaciones y/o modificaciones).
- ✓ DETALLE DEL CALCULO DE AFORO según formato modelo establecido en el Manual de Inspecciones, firmado y sellado por un arquitecto habilitado.
- ✓ PLANOS DE UBICACION DE TABLEROS ELÉCTRICOS, CUADRO DE CARGAS Y DIGRAMAS UNIFILARES, firmados y sellados por ingeniero electricista o mecánico electricista habilitado, vigente en escala 1/50 o 1/100
- ✓ PLANOS DE SEÑALIZACION, por piso, firmados y sellados por arquitecto habilitado, en escala 1/50, 1/100, 1/200
- ✓ PLANOS DE EVACUACION, por piso, firmados y sellados por arquitecto habilitado, en escala 1/50, 1/100, 1/200

De estos planos podemos notar que, para prevenir los riesgos ante desastres, es de suma importancia la señalización y evacuación (Figura 151) en una planta agroindustrial.

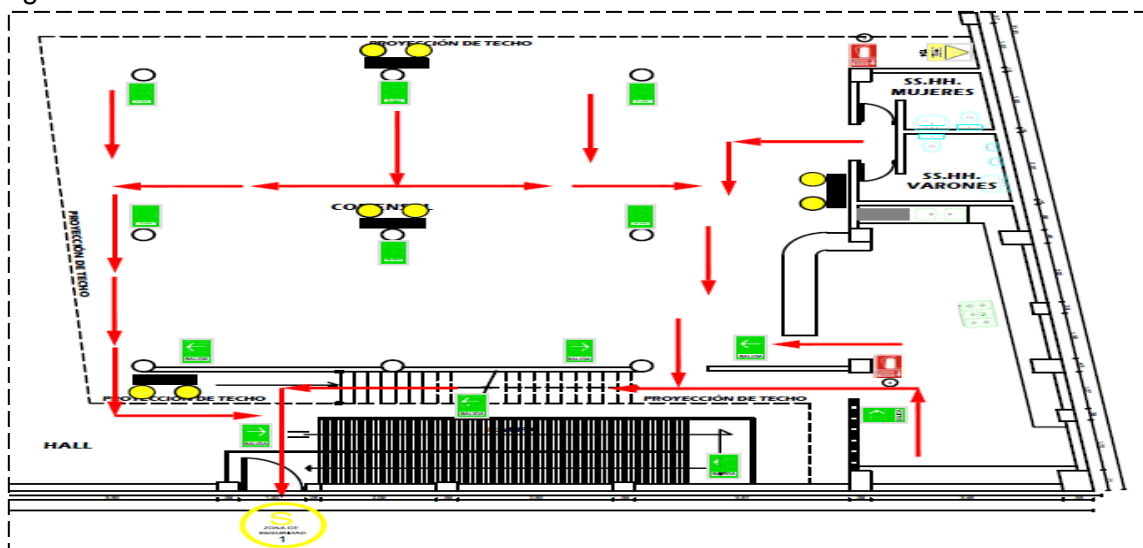


Figura 151. Señalización y evacuación
Cortesía: Eduardo Ruíz Marmanillo

Además, la industria debe cerciorarse de contar con:

- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de luces de emergencia (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero electricista o mecánico electricista.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad del sistema de detección y alarma de incendios, que incluye panel de control, detectores de humo y temperatura, pulsadores manuales, luz y sirena estroboscópica, y sirena general, (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero electrónico o electricista.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de extintores (no mayor a 1 año), que indique fecha de fabricación, tipo y capacidad, así como la fecha de prueba hidrostática de los balones, emitido por el proveedor.
- ✓ Constancia de medición de resistencia de cada pozo a tierra (no mayor a 8 meses), firmado por ingeniero electricista o mecánico electricista.
- ✓ Constancia de capacitación en primeros auxilios, uso de extintores contra incendios y procedimiento de evacuación (no mayor a 1 año), otorgada a los brigadistas y personal con especificación de sus nombre y apellidos, emitido por profesional del rubro o instructor debidamente acreditado.
- ✓ Memoria Descriptiva del Sistema de Detección y Alarma de Incendios (no mayor a 1 año), que justifique el tipo y la cantidad de detectores de humo y/o temperatura considerando su radio de protección, cantidad de pulsadores, sirenas con luces estroboscópicas, y sirena general, firmado por profesional competente.
- ✓ Memoria Descriptiva de Extintores (no mayor a 1 año), que justifique el tipo y la cantidad de extintores considerando su rating de protección, firmado por profesional competente.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de la Red Húmeda (Sistema de Agua contra incendios), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero sanitario habilitado, de corresponder.
- ✓ Memoria Descriptiva de la Red Húmeda (Sistema de Agua contra incendios), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero sanitario habilitado, de corresponder.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad del sistema de rociadores automáticos (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero sanitario, de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y mantenimiento de ascensores, montacargas y escalera mecánicas (no mayor de 1 año), firmado por ingeniero mecánico electricista habilitado, de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y mantenimiento de equipos de carga especial (equipos de aire acondicionado, compresoras, y otros), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero mecánico electricista o mecánico electricista habilitado, de corresponder.
- ✓ ITF (Informe Técnico Favorable) de uso y funcionamiento emitido por OSINERGMIN de tanques de GLP con capacidad superior a 0.45 m³ (118.88 glns), de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y prueba hidrostática de tanque de gas con capacidad menor a 0.45 m³ o balón de gas tipo 10 o 45 Kg, así como tanques de líquidos combustibles con capacidad menor a 1.00 m³ (267.17 glns), debe ser actualizado, de corresponder.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de la red de distribución de GLP (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero mecánico, de corresponder.

- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de la Red Húmeda (Sistema de Agua contra incendios), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero sanitario habilitado, de corresponder.
- ✓ Memoria Descriptiva de la Red Húmeda (Sistema de Agua contra incendios), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero sanitario habilitado, de corresponder.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad del sistema de rociadores automáticos (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero sanitario, de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y mantenimiento de ascensores, montacargas y escalera mecánicas (no mayor de 1 año), firmado por ingeniero mecánico electricista habilitado, de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y mantenimiento de equipos de carga especial (equipos de aire acondicionado, compresoras, y otros), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero mecánico electricista o mecánico electricista habilitado, de corresponder.
- ✓ ITF (Informe Técnico Favorable) de uso y funcionamiento emitido por OSINERGMIN de tanques de GLP con capacidad superior a 0.45 m³ (118.88 glns), de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y prueba hidrostática de tanque de gas con capacidad menor a 0.45 m³ o balón de gas tipo 10 o 45 Kg, así como tanques de líquidos combustibles con capacidad menor a 1.00 m³ (267.17 glns), debe ser actualizado, de corresponder.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de la red de distribución de GLP (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero mecánico, de corresponder.
- ✓ Constancia de operatividad y mantenimiento del sistema de extracción de grasas (campanas y ductos), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero mecánico o mecánico electricista habilitado, de corresponder.
- ✓ Constancia de operación y mantenimiento del concesionario e instalador de gas natural, actualizada emitida por la empresa de servicios, de corresponder.
- ✓ Copia del Libro de Calderas autorizado por el Ministerio de Trabajo, de corresponder.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad de Calderas (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero mecánico, de corresponder.
- ✓ Constancia de mantenimiento y operatividad del sistema de extracción (campanas y ductos), no mayor a 1 año, firmado por ingeniero mecánico o mecánico electricista, de corresponder.
- ✓ Carta de seguridad Estructural por techos de estructuras de metal con cobertura de calamina o PVC u otro material (no mayor a 1 año), firmado por ingeniero civil habilitado, de corresponder.
- ✓ Otros relativos a la actividad industrial y exigidos para objetos de inspección con mayor complejidad.

La gestión de la seguridad es algo imprescindible en todo trabajo, especialmente en las actividades agroindustriales, donde los trabajadores corren el riesgo al manipular los equipos y maquinarias, gases que podrían ser dañinos si no se advierten de la peligrosidad de estos por mala manipulación. La normativa para darle seguridad a un trabajador se basa en la Ley 29783 de Seguridad y salud ocupacional, esto implica que los empresarios industriales o agroindustriales deben informar a sus trabajadores sobre las actividades que supongan un riesgo laboral; además que deban prevenirse para que no sucedan y tomar acciones correctivas si es que se llevaran a cabo. Siendo así, la empresa está obligada a contar con mapas de riesgos, capacitaciones para formar a sus trabajadores, auditorias, velando así por el bienestar de sus empleados y garantizar la protección de la salud física, mental y social de los trabajadores.

Frente a todo esto sería lo mejor implementar un sistema de seguridad y salud en el trabajo, basado en Norma Técnica Peruana NTP-ISO 45001:2018 sobre Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Al respecto se puede apreciar en la Figura 152, como este sistema de gestión debe implementarse a partir del macroproceso.



Figura 152. Ciclo del Sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo.

Fuente: ISO

Según la ISO (2018) es importante entender el Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) para la implementación de este sistema de gestión, porque es ideal para implementar una cultura de calidad basado en la mejora continua. Puede aplicarse a un sistema de gestión y a cada uno de sus elementos individuales, como:

a) Planificar: determinar y evaluar los riesgos para la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), las oportunidades y otros riesgos, los objetivos de la SST y los procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo a las políticas de la SST de la organización;

b) Hacer: implementar los procesos según lo planificado;

c) Verificar: hacer el seguimiento y la medición de las actividades y los procesos respecto a la política y los objetivos de la SST, e informar sobre los resultados;

d) Actuar: tomar acciones para *mejorar continuamente* el desempeño de la SST para alcanzar los resultados previstos.

Un ejemplo de cómo analizar el riesgo de una actividad se puede detallar en la Cuadro 32.

Cuadro 32. Análisis de riesgo

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Riesgo y consecuencia
Estibador terrestre / de almacén	Levantamiento y transporte manual de carga	Carga sin sistema de sujeción	Caída de carga pesada, golpes, heridas, contusiones, fracturas, entre otros.
		Restricción postural u obstáculos	
		Piso resbaloso, sucio, en malas condiciones o con desniveles	
		Distancias largas a recorrer	Trastornos musculoesqueléticos: Lesiones lumbares, lesiones del manguito rotador, hernias, lumbalgia, dorsalgia, entre otros.

Fuente: MTPE (2018)

Para prevenir estos riesgos se deben plantear procedimientos de carga adecuados como parte del entrenamiento al personal, similar a la Figura 153.



Figura 153. Método correcto de levantamiento de carga

Fuente: : MTPE (2018)

Entonces bajo este enfoque el sistema debe implementar dos situaciones, la primera relacionada a las actividades preventivas y la segunda relacionada a las actividades correctivas, como se puede apreciar en la Figura 154.

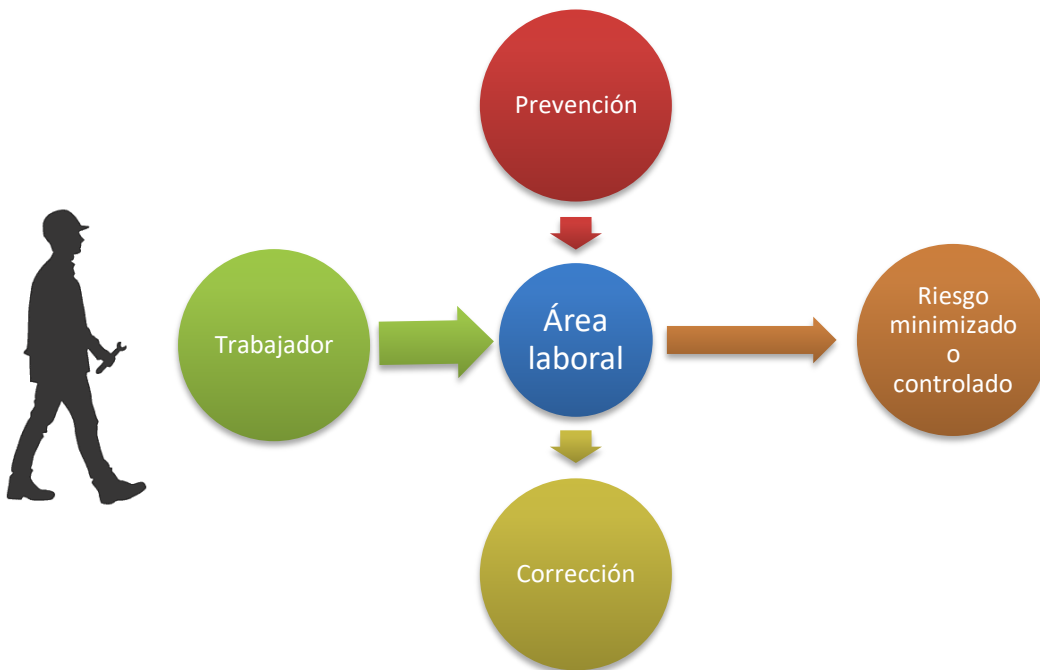


Figura 154. Esquema de análisis de riesgos

La seguridad no solo está ligada a un accidente que puede ocurrirle a un trabajador durante su actividad, sino también se hace referencia a los peligros producidos en caso de sismos o incendios, o que también se necesitan instruir al personal para afrontar la situación de acuerdo al peligro.



Figura 155. Análisis de riesgos no laborales

El mapa de riesgo es muy importante al momento de implementar un sistema de seguridad y salud en el trabajo como se puede ver en la Figura 156.

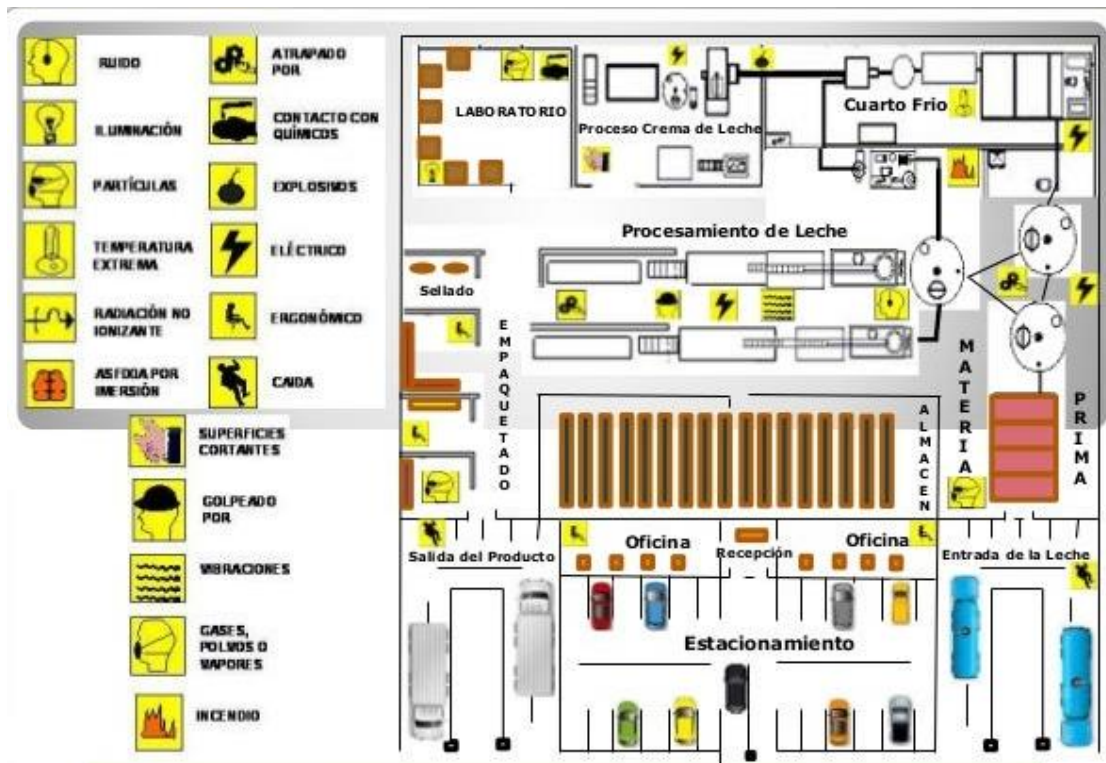


Figura 156. [Mapa de riesgos industria láctea](#)

7.4 SEGURIDAD E HIGIENE EN LA AGROINDUSTRIA

Después de hacer un alcance sobre la seguridad y salud en el trabajo, también la agroindustria incide mucho en la bioseguridad agroindustrial, y la recomendación es que, la empresa debe implementar su [habilitación de planta y el sistema HACCP](#), y si fuese mejor apoyarse en el ISO 22000, es así que de acuerdo a la Figura 157, podemos notar que, implementar este sistema debemos empezar con la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura y los programas requisitos ([Codex Alimentarius, 2011](#)).



Figura 157. Pirámide de implementación de la inocuidad

Asimismo, para implementar un sistema APPCC de acuerdo a la pirámide (Figura 157), es imprescindible centrarse en la inocuidad como fin supremo, relacionando las actividades de planta a la implementación de equipos de higiene y desinfección marcando un hito importante la experiencia poco agradable que nos dejó la pandemia del COVID-19. Es así que tuvimos que aplicar tecnologías que garanticen la eliminación de bacterias y virus, pudiendo utilizar métodos secos, húmedos o mixtos como:

El **Ozono**, molécula de 3 átomos de Oxígeno (O_3) obtenida a partir del oxígeno (O_2) del aire a través de un generador electrónico, el cual tiene la capacidad de oxidar y degradar la membrana que protege a muchos tipos de hongos, bacterias y virus, incluyendo el COVID-19 y la Influenza (Ozonocarbars, 2021). Su potencial oxidativo es de 1.5 veces más fuerte que el cloro y es efectivo sobre un amplio espectro de microorganismos, y lo mejor es que luego de 30 minutos, todo se convierte de nuevo en oxígeno (O_2). Las formas de uso del ozono como desinfectante son: como gas y disuelto en agua, en el primer caso solo basta concentraciones de hasta 6 ppm por un tiempo de 60 minutos, pudiendo aumentar la concentración y disminuir el tiempo de exposición (Figura 158 y 159), y para el segundo caso basta el agua ozonizada a 1ppm el cual tiene edad media

para procesos de lavados por inmersión a temperatura ambiente con su efecto desinfectante hasta por 20 minutos (Xu, 2008). Esta tecnología es importante implementarse como equipos de limpieza y desinfección de productos en la planta agroindustrial.

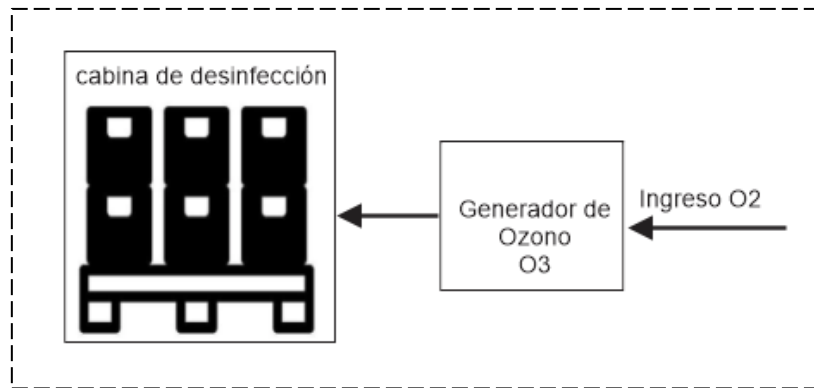


Figura 158. Almacén desinfectado con sistema de ozono

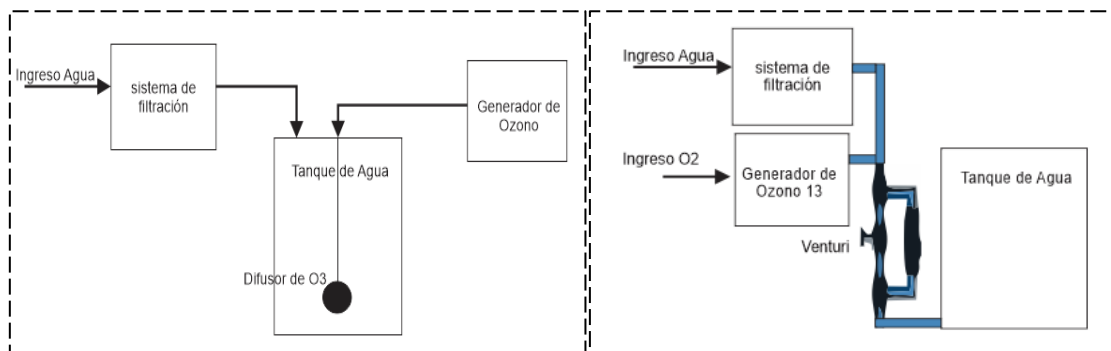


Figura 159. Sistemas de ozonización en el agua

El uso de **ultrasonido y ozono**, garantiza una limpieza y desinfección más profunda, además de su efecto oxidativo del O3 como desinfectante, el ultrasonido hace que las superficies de las materias primas frutas u hortalizas queden totalmente limpias, un esquema sencillo puede ser como el que se ve en la Figura 160.

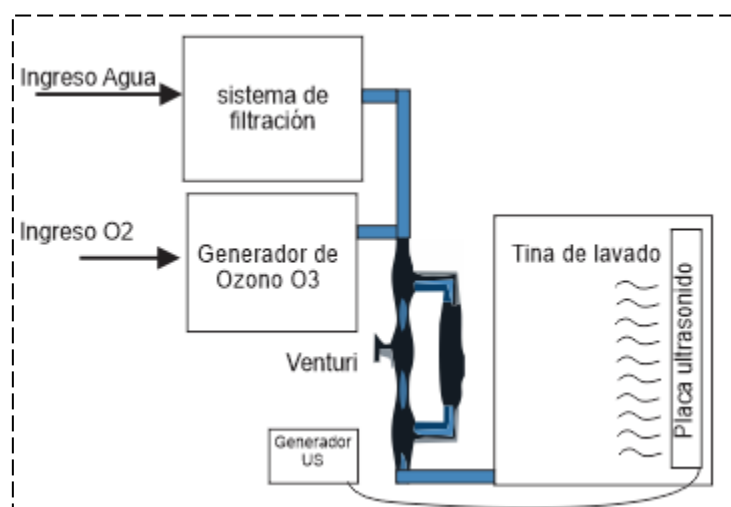


Figura 160. Sistema de combinación de ozono y ultrasonido

Los **rayos UV** son una tecnología que se viene utilizando para bajar la carga microbiana con gran éxito en el agua, además puede ser utilizado para purificar el aire, y algunos productos deshidratados para la desinfección en seco. En el caso del aire se utiliza lámparas el UV-C del rango de 200 Nm a 280 Nm (Philips Lighting, 2022), registrándose que el UV-C 254 Nm, fue el que tuvo resultados alentadores incluso frente a la destrucción del AND del Covid-19, además de bacterias y hongos (Macias et al., 2020). Esto supone que las plantas agroindustriales podrían mejorar los sistemas de ventilación (Figura 161) con aire totalmente limpios en almacenes y salas de procesos.

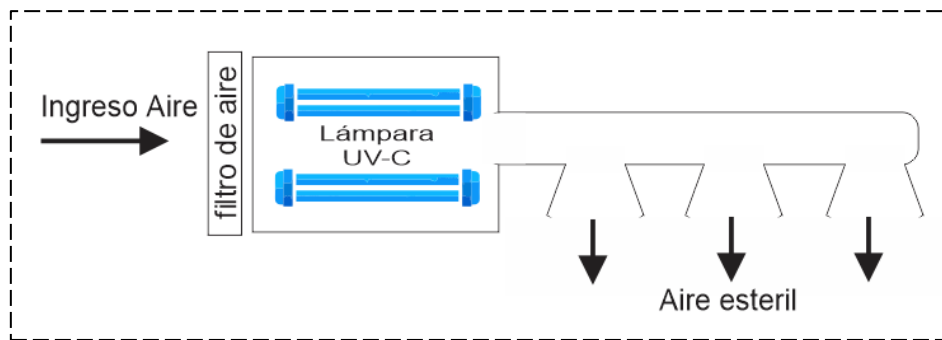


Figura 161. Sistema de esterilización de aire

Además de todas las tecnologías mencionadas, que se atribuyen a la descontaminación de las materias primas y conservación de los productos, debemos también recomendar las técnicas y acciones que deben seguir estrictamente el personal como parte de los procedimientos de desinfección del personal y unidades de transporte antes del ingreso a la planta.

Se han hecho populares las **cabinas de desinfección** tanto para el personal como para las unidades de transporte que ingresan a planta (ver Figura 162 y 163), además de los pedilubios siendo así, se han recomendado sistemas de aspersion, que pueden llevar como agentes desinfectantes como: alcohol etanol al 70%, cloro (hipoclorito 1000 ppm para la desinfección de superficies, dióxido de cloro máximo a 100ppm). Peróxido de hidrógeno al >0,5%. Amonio cuaternario 0.0025%.



Figura 162. cabinas de desinfección para ingreso del personal.



Figura 163. Pediluvios y desinfección para ingreso de vehículos.

Además es importante implementar en el área previo al ingreso de la planta, después del vestuario o indumentaria adecuada (Figura 164), un área (Figura 165) de eliminación de pelusas de las prendas de vestir que garanticen la inocuidad del proceso agroindustrial.



Figura 164. Indumentaria para manipulador de alimentos

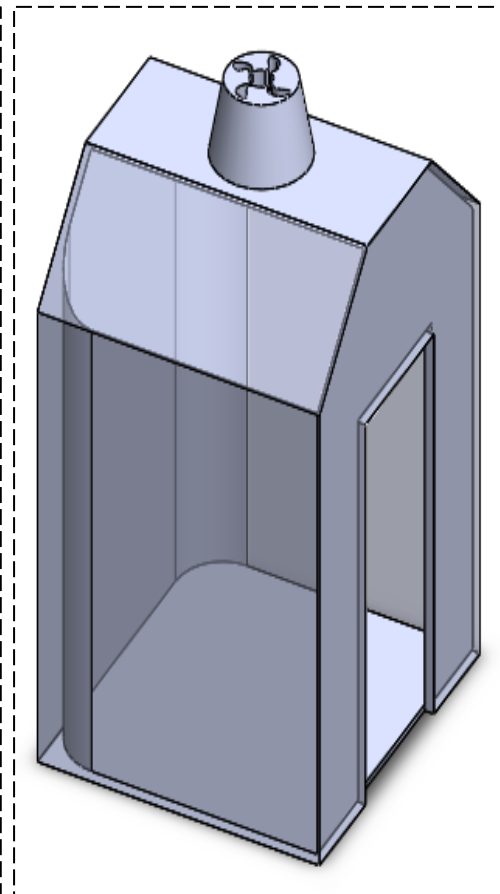


Figura 165. Cabina de eliminación de pelusas, con paredes adhesivas

7.5 MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Es importante en esta etapa que se proponga tecnologías de aprovechamiento de los residuos para minimizar los riesgos del impacto ambiental, estos residuos aprovechables suelen derivar de la línea principal de transformación, los que pueden mejorar la rentabilidad del negocio como subproductos alternativos. En la mayoría de casos, los residuos generados de los procesos agroindustriales suelen ser residuos orgánicos sólidos o líquidos, del cual podemos recuperar compuestos naturales de interés comercial, como se aprecia en la Figura 166.

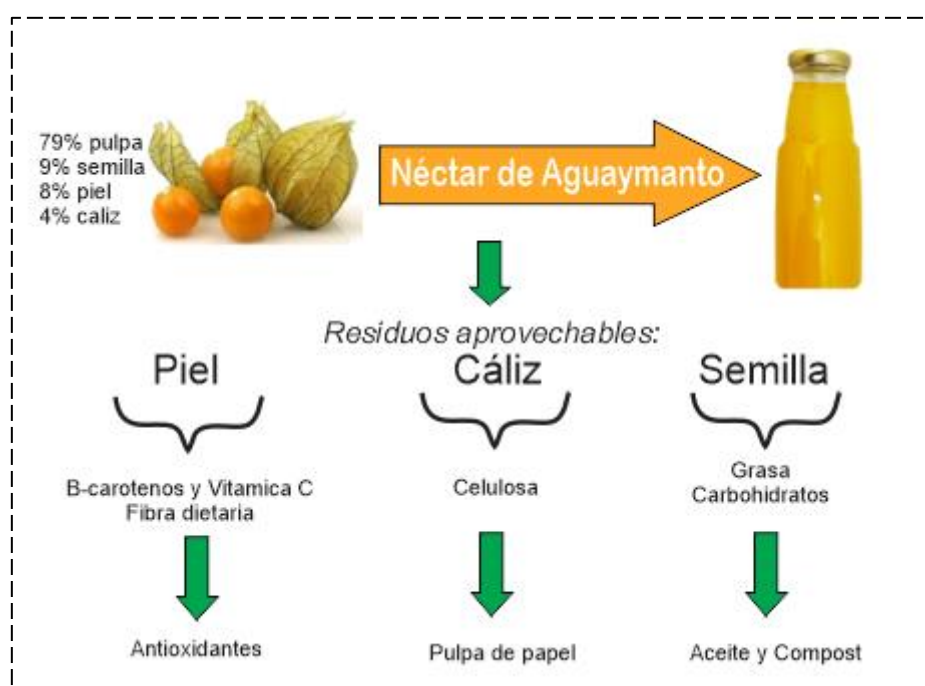


Figura 166. Aprovechamiento de materia prima (aguaymanto).

Ahora bien, debemos proponer las tecnologías adecuadas para aprovechar estos subproductos, es así que a esta tendencia se suma el concepto de *química verde*, la cual es una metodología científica fundamental que protege la salud y el medio ambiente generando beneficios económicos. Estos avances significativos son métodos, como la catálisis, con solventes ambientalmente benignos, y el desarrollo de materias primas renovables. La base de la química verde está orientada a lograr la prosperidad ambiental y económica inherente a un mundo sostenible (Anastas & Kirchhoff, 2002). Además, que es muy conveniente en algunos casos combinar la tecnología emergente (Figura 167) y la convencional para lograr mejores resultados y optimizar los rendimientos. Por ejemplo, una extracción de compuestos bioactivos, mejorarán si se combina con ultrasonido y la tecnología de Fluidos supercríticos.

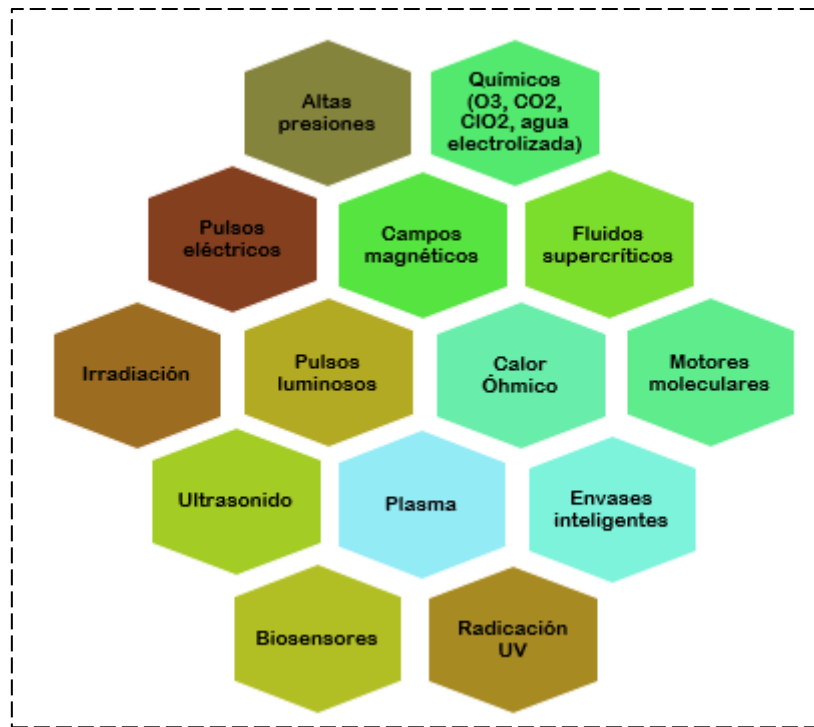


Figura 167. Tecnologías emergentes

En la Figura 168, podemos apreciar que tecnologías se pueden aplicar para el aprovechamiento de subproductos derivados del residuo pulpa de café.

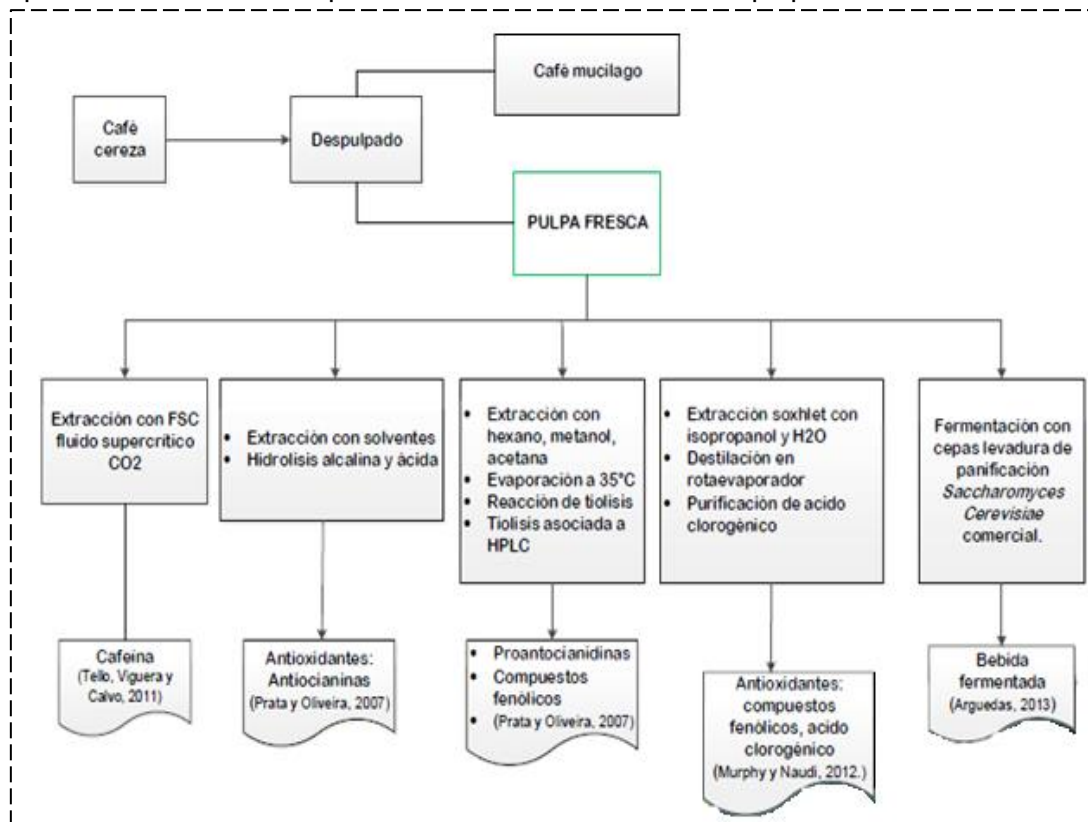


Figura 168. Tecnologías para el aprovechamiento de la pulpa de café

El aprovechamiento de residuos agroindustriales coincide con los principios de la economía circular y los principios de las técnicas de química verde, que buscan:

- Prevenir la creación de residuos
- Diseñar productos y compuestos seguros
- Diseñar síntesis químicas menos peligrosas
- Usar materias primas renovables
- Incrementar la eficiencia energética
- Diseñar productos biodegradables
- Analizar en tiempo real los procesos químicos para evitar la contaminación
- Usar catalizadores de manipuleo seguro
- Evitar derivados químicos
- Usar disolvente y condiciones de reacción seguras
- Maximizar la economía atómica

Ahora bien, después de aprovechar los subproductos de una planta agroindustrial, estos eliminan ciertos residuos de tipo residuo sólido y efluentes líquidos, que debe respetar su evacuación ajustándose a las [normativas](#) que el gobierno dictamina en materia de manejo de contaminantes y sus límites máximos de contaminación.

Es así que, un alcance interesante para este tipo de proceso es el uso de Algunas técnicas uso de agentes oxidantes para tratamiento de efluentes, como son las Tecnologías o procesos avanzados de oxidación (PAOs o TAOs), pudiendo utilizar como ejemplo la remediación y destoxificación de aguas especiales, pudiendo tener alcances no solo a la aplicación de forma líquida, sino al aire y los suelos (Domènech et al., 2001).

En el cuadro siguiente podemos apreciar los procesos no fotoquímicos y los procesos fotoquímicos.

Cuadro 33. Tecnologías avanzadas de oxidación.

Procesos no fotoquímicos	Procesos fotoquímicos
Ozonización en medio alcalino (O_3/OH)	Oxidación en agua sub / y supercrítica
Ozonización con peróxido de hidrógeno (O_3/H_2O_2)	Procesos fotoquímicos
Procesos Fenton (Fe^{2+} / H_2O_2) y relacionados	Fotólisis del agua en el UV de vacío
Oxidación electroquímica	UV /Peróxido de hidrógeno
Radiolisis γ y tratamiento con haces de electrones	UV / O_3
Plasma no térmico	Foto-Fenton y relacionadas
Descarga electrohidráulica - ultrasonido	Fotocatálisis heterogénea

Fuente: Domènech et al. (2001).

BIBLIOGRAFÍA

- Anastas, P. T., & Kirchhoff, M. M. (2002). Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry. *Accounts of Chemical Research*, 35(9), 686-694. <https://doi.org/10.1021/ar010065m>
- Baker, C. G. (Ed.). (2013). Handbook of food factory design (pp. 13-257). New York, NY: Springer.
- Blondet, M. (2005). Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Carrillo, B. P., Carrillo, J. G. S., & Ortega, R. P. (2004). Diseño e instalaciones de fontanería: manual básico e imprescindible. Thomson Paraninfo.
- De Construcción, M. (2001). Evaluación y rehabilitación sismo Resistente de viviendas de mampostería. *Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)*.
- Díaz Garay, B., Jarufe Zedán, B., & Noriega Aranibar, M. T. (2014). Disposición de planta. *Repositorio Institucional - Ulima*. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10852>
- Diego Más, J. A. (2020). Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades [Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/135821/Tesis.pdf?sequence=2>
- Domènech, X., Jardim, W. F., & Litter, M. I. (2001). Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes. *Eliminación de contaminantes por fotocatalisis heterogénea, 2016*, 3-26.
- Dominguez Baldoceca, Abilio José. (2019). Diseño de Plantas Agroindustriales: Diseño Tecnológico experiencias en la región San Martín. San Martín - Perú
- GerdauCorsa. (2019). *MANUAL DE PERFILES ESTRUCTURALES*. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KpdoleE2TX8J:https://www.gerdaucorsa.com.mx/sites/mx_gerdau/files/PDF/Manual_Perfiles_Estructurales_2019_new%2520Validado-min_8.pdf&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe
- Gutiérrez Hinestroza, M. D. V., & Iturralde Kure, S. (2017). Fundamentos básicos de instrumentación y control.
- Hicks, T. G., & D'Alessio, J. T. (1981). Manual práctico de cálculos de ingeniería. Reverté.

- INDECOPI. (2015). *NTP 339.010-1. SEÑALES DE SEGURIDAD*.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:O4D-o74qtawJ:bvpad.indec.gov.pe/doc/pdf/esp/doc709/doc709-8.pdf&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- ISO. (2018). *ISO NORMA INTERNACIONAL. Traducción oficial Official translation Traduction officielle—PDF Descargar libre*. <https://docplayer.es/87507807-Iso-norma-internacional-traduccion-oficial-official-translation-traduction-officielle.html>
- Kobayashi, I. (2020). *20 Claves para mejorar la fica*. Routledge.
- Macias, M. G., Luchetti, C. G., Kitrilakis, A. E., Pelizza, S. A., Laborde, J. M., Ayala, M. Á., & Zubieta, M. (2020). Desarrollo de un esterilizador de aire UV-C para el control de la transmisión aérea del COVID-19. *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social (IDTS)*, 2. <https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS/article/download/10555/9715/>
- Maldonado, C. I. (2011). Determinación del mercado objetivo y la demanda insatisfecha, cuando no se dispone de estadísticas. *Retos*, 1(1), Art. 1. <https://doi.org/10.17163/ret.n1.2011.06>
- Meyerrrs, M. F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Tercera edición ed.
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2018). *Untitled*. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:x9CieucdJbsJ:www.trabajo.gov.pe/archivos/file/CNSST/GUIA_DE%2520_TIBADORES%2520FINAL.pdf&cd=26&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe
- MINSA. (1998). *Decreto Supremo N° 007-98-SA*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256394-007-98-sa>
- Moreno, M. A. (2010, junio 23). *El Punto de Equilibrio del negocio y su importancia estratégica*. El Blog Salmón. <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/el-punto-de-equilibrio-y-su-importancia-estrategica>
- Muther, R. (2014, junio 17). *Systematic Planning Methods | Richard Muther Associates*. Richard Muther Associates | Serving Our Clients since 1992. <https://richardmuther.com/systematic-planning-methods/>
- Meredith, Jack R. (1999). *Administración de las operaciones*. Ed. Limusa, México D.F.
- Moore, James M. (1962). *Plant Layout and Design*. The Macmillan Company. New York-EE.UU.
- Muther, R., & Rabada, C. C. (1981). *Distribución en planta*. Barcelona: Hispano Europea.

- Neufert, E., & Ruskin, J. (2019). Neufert Arte de proyectar en arquitectura. Boletín N.
- Ozonocarbars. (2021). *COVID-19 y OZONO Prevención y atención a pacientes*. Ozono Carbars. <https://www.ozonocarbars.com/covid-19-y-ozono/>
- PCM. (2018). *Decreto Supremo que aprueba el Nuevo Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones-DECRETO SUPREMO-N° 002-2018-PCM*. <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-nuevo-reglamento-de-inspeccio-decreto-supremo-n-002-2018-pcm-1603409-1/>
- Philips Lighting. (2022). *Desinfección mediante UV-C*. Philips. <https://www.lighting.philips.es/productos/uv-c>
- Richard L. Francis, White, J. A., & Leon F.. McGinnis. (1974). Facility layout and location: An analytical approach. Englewood Cliffs, NJ, US: Prentice-Hall.
- Schroeder, R. G., & Olaeta, R. D. L. P. (1992). Administración de operaciones (Vol. 17). México: McGraw-hill.
- Vallhonrat, J. M., Bou, J. M. V., & Corominas, A. (1991). Localización, distribución en planta y manutención (Vol. 48). Marcombo.
- Xu, L. (2008). *Uso de Ozono para Mejorar la Seguridad de Frutas y Vegetales Frescos*. 7.

El sueño de contribuir a mejorar las cadenas productivas agroindustriales en mi región, hace que esta obra tenga un alcance más técnico, a los que anhelamos transformar la realidad del campo. Podemos proponer tecnologías más adecuadas que no se desvinculen de la realidad mundial y hacer que los aprovechamientos de la materia prima se hagan de forma responsable y sostenible con nuestro medio. No debe hacerse complejo el estudio de distribuir la capacidad de una nave agroindustrial, más bien hacerlo más versátil para generar una gran diversidad de productos con calidad reconocida. Además, de cumplir con la normativa nacional, esta obra tiene un sin número de opciones para implementar de antemano todos los requisitos para el bienestar del trabajador y el aprovechamiento de los residuos.

ISBN: 978-612-00-7573-9



9 786120 075739