

PROCESOS DE PRODUCCION

UNIDAD 1

INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

La ingeniería industrial, tal como se le conoce en la industria, comercio y gobiernos de todo el mundo, tal vez sea la más amplia de todas las funciones de la administración moderna. Quizá las personas que se dedican al estudio de tiempos se consideren a sí mismos ingenieros industriales, así como los planificadores de procesos, los analistas de sistemas de fabricación o las personas que determinan las tarifas de pago. Sin duda que todas ellas desempeñan actividades que caen dentro del amplio campo de acción de las actividades que generalmente se consideran parte de las funciones de la ingeniería industrial. De hecho, el campo de acción de las actividades de la ingeniería industrial es tan amplio que un prominente industrial comentó: "La ingeniería industrial consiste en todas las actividades de control de ingeniería y administración que no se pueden designar claramente como funciones de otras ingenierías o de contabilidad".

La ingeniería industrial trata sobre el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos. Requiere de conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales; junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar el resultado que se obtenga de dichos sistemas.

Producciones en bajas, medianas y altas cantidades. Planificación de instalaciones desde el enfoque de los procesos de producción. Procesos en las principales industrias regionales. Materia prima, tipos y aplicaciones.

Máquinas y equipos utilizados en los procesos. Distribución en planta en las principales industrias regionales. Estandarización y comercialización.

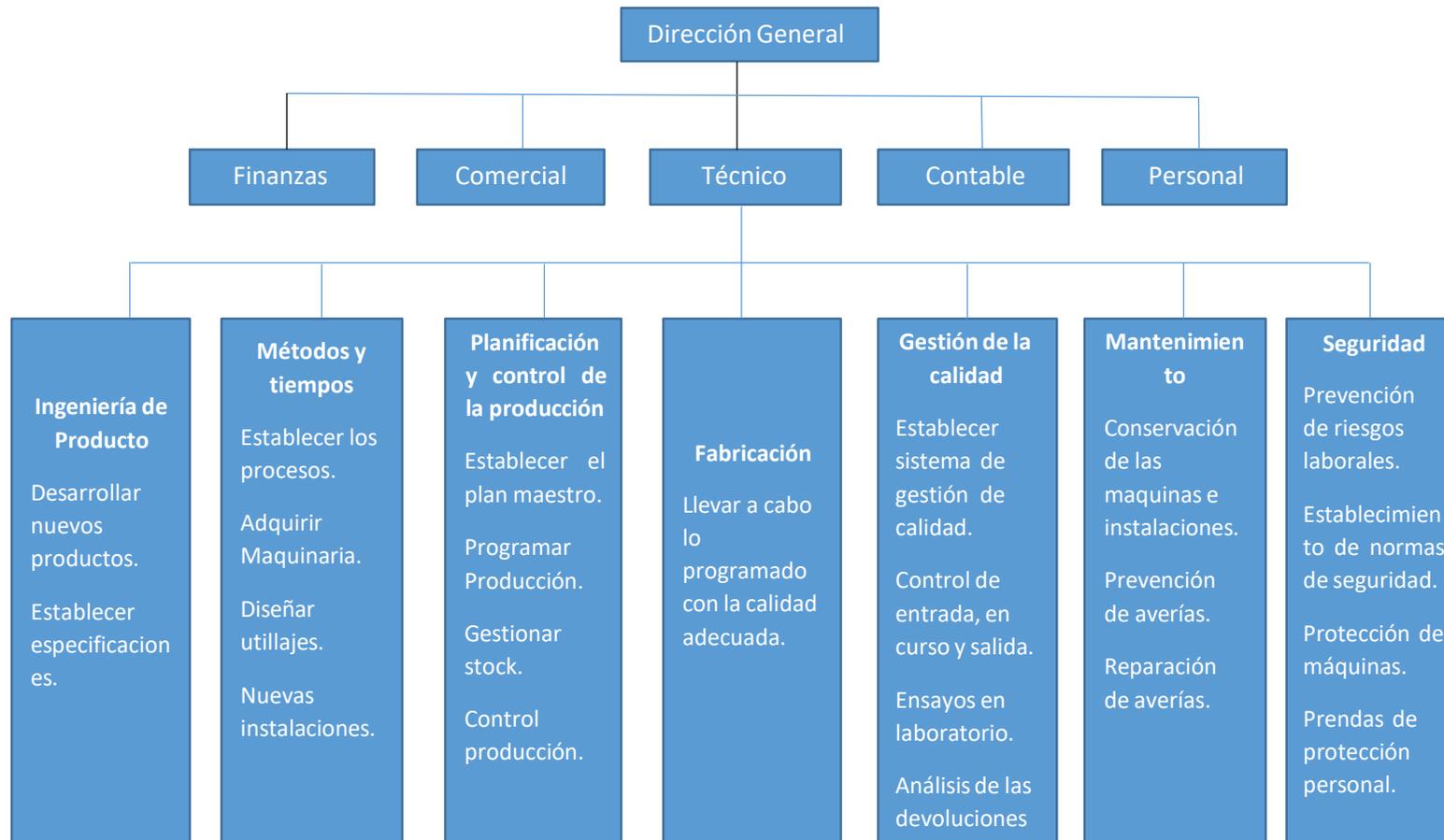
ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

OBJETIVOS DE LA EMPRESA:

- SOCIAL: Bienestar de la sociedad.
- ECONOMICO: Producir bienes y servicios, llevarlos al mercado y

venderlos para generar beneficios
(Sanchez, 2013).

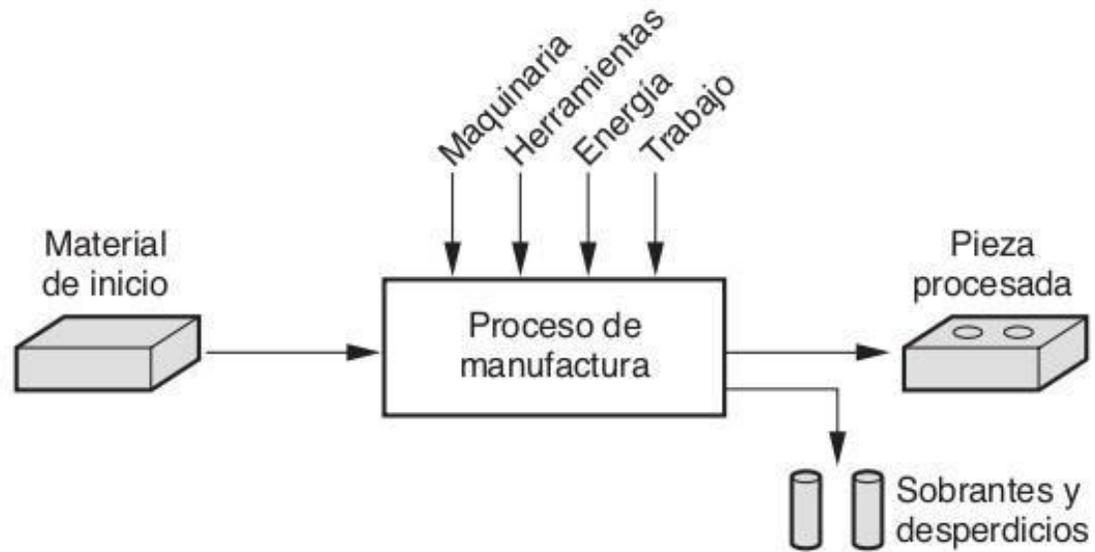
FUNCIONES:



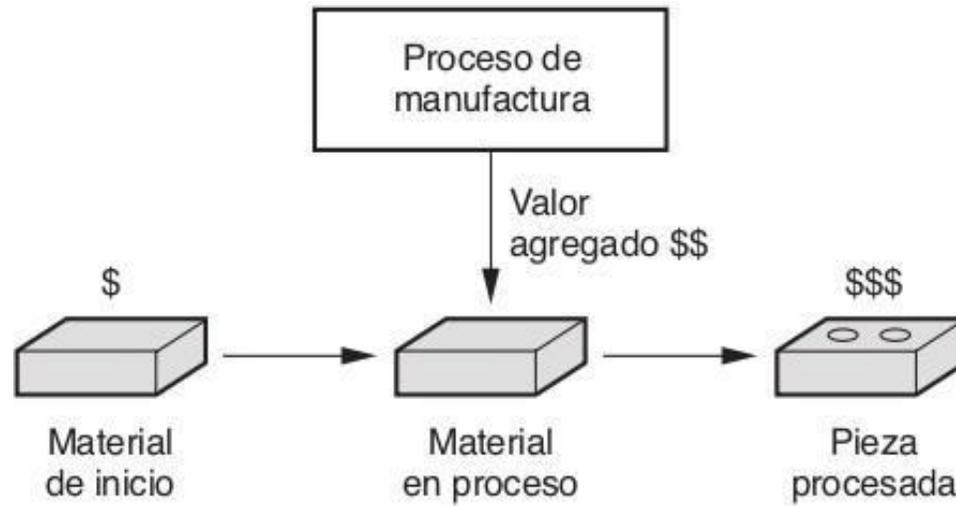
PROCESOS DE PRODUCCION O MANUFACTURA

Sentido tecnológico: aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar piezas o productos; la manufactura también incluye el ensamble de piezas múltiples para fabricar productos. Los procesos para llevar a cabo la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual. Casi siempre, la manufactura se ejecuta como una secuencia de operaciones. Cada una de éstas lleva al material más cerca del estado final que se desea. (Groover, 2007)

Sentido económico: la manufactura es la transformación de los materiales en artículos de valor mayor por medio de uno o más operaciones de procesamiento o ensamblado. La clave es que la manufactura agrega valor al material cambiando su forma o propiedades, o mediante combinaciones de materiales distintos también alterados. El material se habrá hecho más valioso por medio de las operaciones de manufactura ejecutadas en él.



a)



b)

TIPOS DE PROCESOS DE PRODUCCION

Según el proceso realizado:

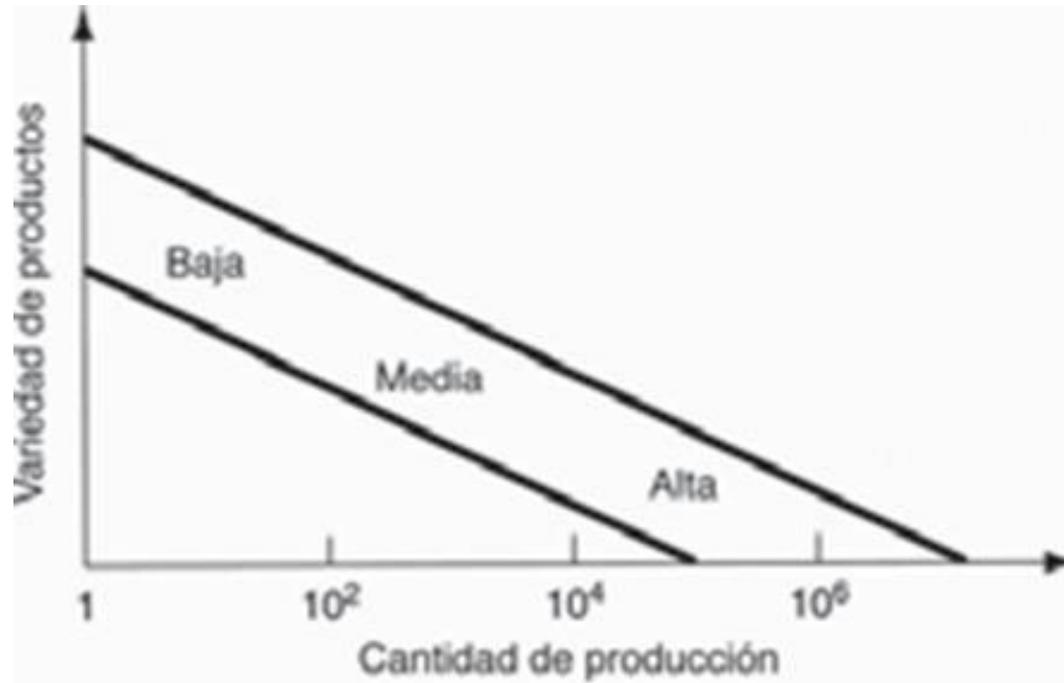
- De obtención: parten de materias primas naturales y por procesos químicos y físicos se transforman en materias primas de otros procesos de otras industrias.
- De transformación: utilizan materias primas secundarias para fabricar piezas.
- De montaje: ensamblan piezas para obtener un producto final.

Según el grado de automatización:

- Manuales: poca maquinaria y mucha mano de obra.
- Semiautomáticos: maquinaria con intervención de personal calificado.
- Automáticas: la intervención del personal es solamente para poner a punto la máquina.

Según la cantidad de Producción (Groover, 2007):

- Baja: 1 a 100 unidades por año.
- Media: 100 a 10.000 unidades anuales.
- Alta: más de 10.000 unidades anuales.



TIPOS DE INDUSTRIA

Primaria	Secundaria		Terciaria (servicios)	
Agricultura	Aeroespacial	Maquinaria pesada	Banca	Legales
Canteras	Alimentos procesados	Materiales para	Bienes raíces	Reparaciones y
Forestal	Aparatos de consumo	construcción Metales	Comercio al mayoreo	mantenimiento
Ganadería	Automotriz	procesados Metalurgia	Comercio al menudeo	Restaurantes
Minería	Bebidas	básica Neumáticos y	Comunicaciones	Salud y cuidados
Pesca	Computadoras	caucho Papel	Educación	médicos
Petróleo	Construcción Editorial	Plásticos (formados)	Entretenimiento	Seguros
	Electrónica Equipos	Productos químicos	Gobierno	Servicios
	Farmacéutica	Refinación de petróleo	Hotel	financieros
	Instalaciones de	Textiles	Información	Transporte
	generación de energía	Vestido		Turismo
	Madera y muebles	Vidrio, cerámicos		

Al planificar un proceso productivo se debe tener en cuenta:

1. Un producto debe satisfacer totalmente los requisitos de diseño, especificaciones y normas.
2. Un producto debe manufacturarse mediante los métodos más económicos y amigables con el medio ambiente.
3. La calidad debe integrarse al producto en cada etapa, desde el diseño hasta el ensamblado, en vez de confiar sólo en las pruebas de calidad después de haberlo manufacturado.
4. En el muy competitivo ambiente actual, los métodos de producción deben ser lo suficientemente flexibles para responder a las cambiantes demandas del mercado, a los tipos de productos y a las capacidades de producción, a fin de asegurar una entrega oportuna al cliente.
5. Los continuos desarrollos en materiales, métodos de producción e integración a las computadoras, tanto de las actividades tecnológicas como de las administrativas en

una organización manufacturera, deben evaluarse constantemente con miras a su implantación apropiada, oportuna y económica.

6. Las actividades de manufactura deben verse como un gran sistema, cuyas partes se relacionan entre sí en grados variables. Estos sistemas se pueden modelar para estudiar el efecto de factores como los cambios en las demandas del mercado, el diseño del producto, los materiales y los métodos de producción tanto en la calidad como en el costo de los productos.

7. El fabricante debe trabajar con el cliente para obtener una retroalimentación oportuna y conseguir así una mejora continua del producto.

8. Una organización manufacturera debe luchar constantemente por obtener mayores niveles de productividad, que se define como el uso óptimo de todos sus recursos: materiales, máquinas, energía, capital, mano de obra y tecnología. Debe maximizarse la producción por empleado por hora en todas las fases (Kalpakjian, 2008).

Selección de los procesos.

Características y propiedades de los materiales de las piezas de trabajo: Algunos materiales se pueden procesar a temperatura ambiente, mientras que otros requieren temperaturas elevadas (y de ahí la necesidad de hornos, herramienta apropiado y diferentes controles). Algunos metales se pueden trabajar con facilidad debido a que son suaves y dúctiles. Otros (que son duros, frágiles y abrasivos) exigen técnicas especiales de procesamiento y herramientas y materiales particulares. Los materiales tienen diferentes características de manufactura, como capacidad para fundirse, capacidad para forjarse, capacidad de trabajo, maquinabilidad y soldabilidad. Pocos materiales poseen características favorables en todas estas categorías importantes. Por ejemplo, un material que se puede fundir o forjar tal vez presente dificultades posteriores en el maquinado, rectificado u operaciones de acabado que se puedan requerir para obtener un acabado superficial, una precisión dimensional (Kalpakjian, 2008)

Rasgos geométricos de la parte: Los rasgos de las partes, como forma, tamaño, espesor, tolerancias dimensionales y requerimientos de acabado superficial, influyen en gran medida en la selección de un proceso o procesos y una calidad aceptable.

Capacidad y cantidad de producción: Estos requerimientos dictan la selección del proceso mediante la productividad de un proceso, una máquina o un sistema.

Consideraciones en la selección de procesos:

¿Tiene que manufacturarse en la planta cada componente del producto? ¿Algunas de las partes se encuentran disponibles comercialmente como artículos estándar?

¿Está disponible en la planta el herramental requerido? ¿Se puede comprar como artículo estándar?

¿Se puede implantar la tecnología de grupos para partes con atributos similares de geometría y manufactura?

¿Se han investigado todos los procesos alternativos de manufactura?

¿Son económicos los métodos seleccionados para el tipo de material, la forma de la parte a producir y la capacidad requerida de producción?

¿Se pueden cumplir consistentemente los requisitos de tolerancias dimensionales, acabado superficial y calidad del producto, o se pueden relajar?

¿Se puede producir la parte hasta alcanzar sus dimensiones finales sin requerir procesamiento adicional?

¿Se han optimizado todos los parámetros de procesamiento?

¿Se genera desperdicio, y si es así, se ha minimizado? ¿Cuál es el valor del desperdicio?

¿Se han analizado todas las posibilidades de automatización y de control por computadora para todas las fases del ciclo total de manufactura?

¿Se están implantando técnicas de inspección automatizada y de control de calidad, en línea, de manera apropiada?

Planificación de instalaciones desde el enfoque de los procesos de producción

Las instalaciones productivas

Una instalación productiva es aquel entorno físico dentro o alrededor del cual se lleva al cabo una actividad productiva, no sólo de manufactura, sino también de generación de servicios tales como: salud, educación, esparcimiento, comercialización, consultoría, etc. La forma en que se ubican y distribuyen las instalaciones en las que se llevan a cabo los procesos productivos

tiene un gran impacto en el desempeño de sus operaciones. Independientemente de que sea una empresa manufacturera o de servicios, sea privada, gubernamental o sin fines de lucro, estas decisiones son de relevancia estratégica. La meta es reflejar las estrategias operativas en ubicaciones óptimas y distribuciones eficientes que permitan alcanzar una ventaja competitiva a las organizaciones (Baca Urbina, 2014).

Diseño de instalaciones:

- Localización de instalaciones
- Distribución de instalaciones
- Sistemas de manejo de materiales
- Diseño arquitectónico

Estos diseños a su vez pueden surgir a partir de nuevas instalaciones o instalaciones existentes.

Objetivos:

- Minimizar los costos del sistema de manejo de materiales.
- Reducir el tiempo de producción.
- Disminuir la inversión en equipo.
- Minimizar la inversión total requerida por la instalación.
- Reducir el tiempo promedio de entregas.
- Minimizar los inventarios promedio.
- Reducir los costos de transporte de materias primas.
- Hacer uso eficiente del espacio.
- Utilizar el equipo en forma más eficiente.
- Aumentar la comodidad de los empleados.
- Incrementar el nivel de seguridad en las instalaciones.

- Mejorar las condiciones de trabajo.
- Facilitar la ejecución del proceso de servicio o manufactura.
- Facilitar los cambios futuros (flexibilidad).
- Adecuar las instalaciones a la estructura organizacional de la empresa.
- Aumentar la rentabilidad futura de una instalación.

Tipos de distribución:

- En puesto fijo: el material no se desplaza.
- Funcional: orientada al proceso, la planta se organiza en secciones especializadas por tipos de máquinas.
- Línea de fabricación: orientada al producto, secciones de fabricación por productos o familia de productos, de manera de conseguir un flujo lo más continuo posible.

El proceso de diseño

En el problema de localización se desea diseñar parte de una red productiva, considerando la relación e interdependencia de las instalaciones con otros puntos o áreas geográficas, en los que aparecen los proveedores, los mercados, las materias

primas, los recursos humanos y entornos sociales distintos. En el caso del problema de distribución de instalaciones, se desea diseñar una red de áreas funcionales considerando su relación e interdependencia, así como las restricciones estructurales y del ambiente inmediato.

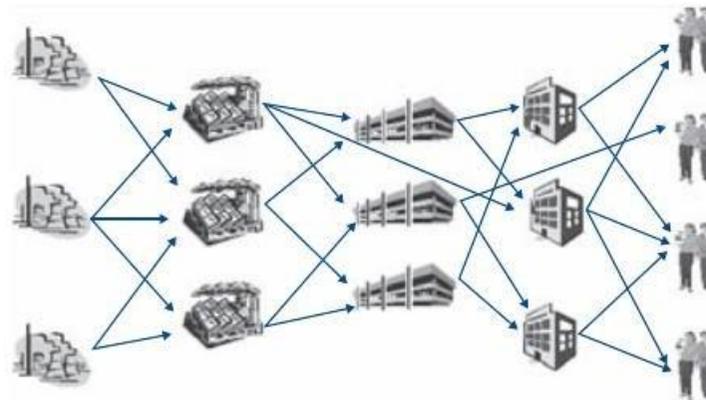
Pasos:

1. Planteamiento del problema.
2. Análisis del problema.
3. Búsqueda de soluciones alternativas.
4. Evaluación de los diseños alternativos.
5. Selección del diseño preferido.

6. Especificación del diseño.

Localización de instalaciones

Localización en la cadena de suministro



El flujo de bienes e información a través de la cadena de suministro va agregando valor a los productos que llegan a los clientes finales. Dicho valor conlleva costos asociados a la obtención, transporte,

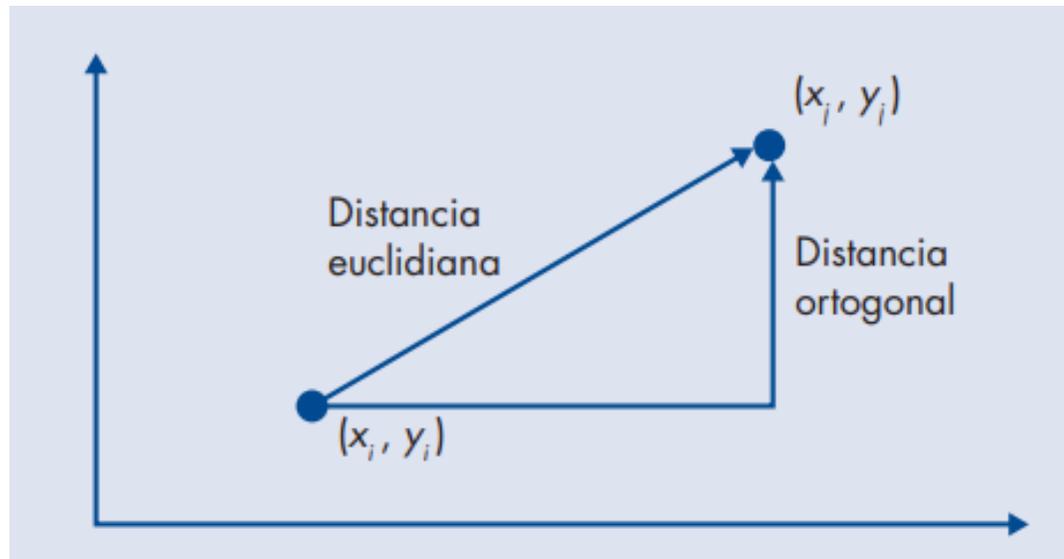
transformación y almacenamiento de los bienes, así como al procesamiento de la información.

Factores que influyen en la localización:

- Infraestructura
- Recursos naturales
- Impuestos y servicios
- Recursos humanos
- Condiciones de la demanda
- Condiciones de los proveedores
- Condiciones de la competencia
- Históricos
- Idiosincrasia
- Normatividad

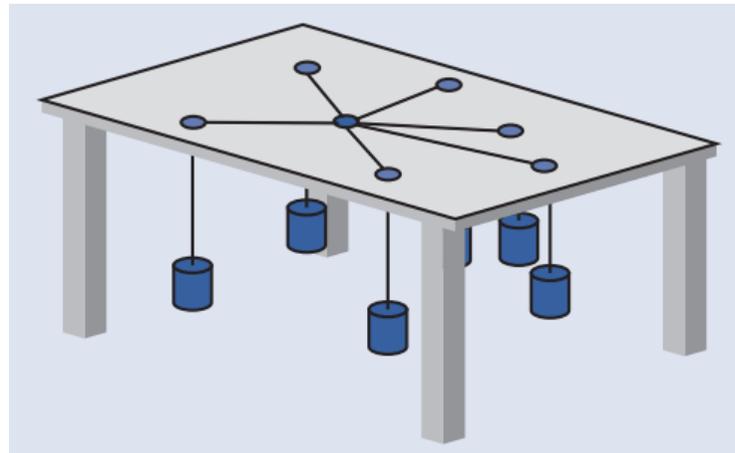
Métodos

Modelación de distancias en el plano



Problema minisum con distancias ortogonales

El nombre minisum se refiere al objetivo del modelo, el cual es precisamente minimizar la suma ponderada de la distancia que exista entre la nueva instalación y las ya existentes. Se aplica en cualquier situación en la que se desea minimizar los costos totales de transporte o empleo de recursos de distribución al encontrar las coordenadas (x, y)



Analogía mecánica del modelo gravitacional.

Distribución de instalaciones o Lay Out

Los sistemas productivos, ya sea de bienes o servicios, pueden dividirse en procesos o grupos de procedimientos que van agregando valor al producto final. Cada uno de estos procesos suele tener necesidades distintas en cuanto al uso de recursos humanos, equipo, materia prima, etc., y requieren de un espacio para ejecutarse.

La distribución final tendrá, entonces, aspectos generados con base en análisis cuantitativos, pero también en aspectos de origen subjetivo, resultado de la creatividad y el estilo del diseñador.

Métodos

Planeación sistemática de la distribución, SLP

Uno de los más usados es el inventado por R. Murther en 1.961, llamado Planeación Sistemática de la Distribución (SLP, por sus siglas en inglés: Systematic Layout Planning).

Videos explicativos recomendados:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vfy5KlGxnDA>

<https://www.youtube.com/watch?v=Qpo0F-FSgZA>

Pasos:

El primer paso del SLP consiste en recopilar información. Para poder crear un buen proyecto de distribución se necesita obtener la información pertinente.

El siguiente paso es describir y analizar los flujos de materiales, productos o personas que se moverán a través de las instalaciones. Es necesario conocer y determinar cuál será la magnitud, velocidad y continuidad de dichos flujos, y con ellos determinar los patrones más adecuados que seguirán dentro de la instalación. Para complementar este análisis es necesario identificar los equipos, las áreas o los departamentos por los cuales los flujos de productos o personas tendrán que pasar para ser procesados. Con base en el diseño del proceso, se integran factores cualitativos que influyen en

la ubicación relativa de cada área o departamento, en términos de conveniencia de su cercanía.

El siguiente paso es traducir la información del producto, proceso, programa y conjunto de actividades en necesidades de operaciones para cada una de las áreas en términos de equipo, recursos humanos y, finalmente, en requerimientos de espacio. Dichos requerimientos suelen ser condiciones ideales, que deberán ajustarse más tarde por las condiciones imperantes de disponibilidad de espacio.

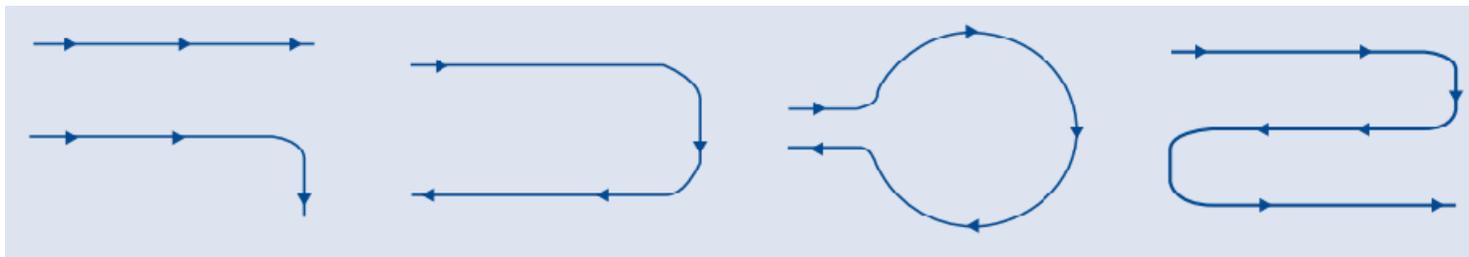
Análisis de flujos

- Las características de los productos.
 - Planos de ingeniería del producto.
 - Planos de ingeniería de las partes.
 - Diagramas en explosivo.
 - Listas de partes.
 - Listas de materiales.
- Las características del proceso.
 - Diagrama de ensamble.
 - Diagrama de flujo de proceso.
 - Diagrama de flujo de multiproductos.
 - Matriz de recorridos.
- Las características del programa de producción.

- Se necesita saber cuánto y cuándo se producirá. Las herramientas principales para conocer las características del programa es la planeación agregada y el plan maestro de producción tentativos. Si no se cuenta aún con estos planes, se necesita recabar y procesar la información suficiente a partir de pronósticos y datos históricos de productos similares. Otro dato mínimo es las metas de producción anuales para cada producto.
- Las características de instalaciones existentes.
 - Se deben conocer las limitaciones y oportunidades que se presentan cuando ya existe el edificio que albergará al sistema productivo. Esto tendrá gran relevancia a la hora de definir la configuración de los flujos de productos, ya que se

verán acotados por la cantidad y geometría del espacio disponible. En el rubro de instalaciones existentes también se debe considerar la infraestructura y las vías de comunicación que serán utilizadas por la instalación, los cuales podrían definir los puntos adecuados para la recepción y el embarque.

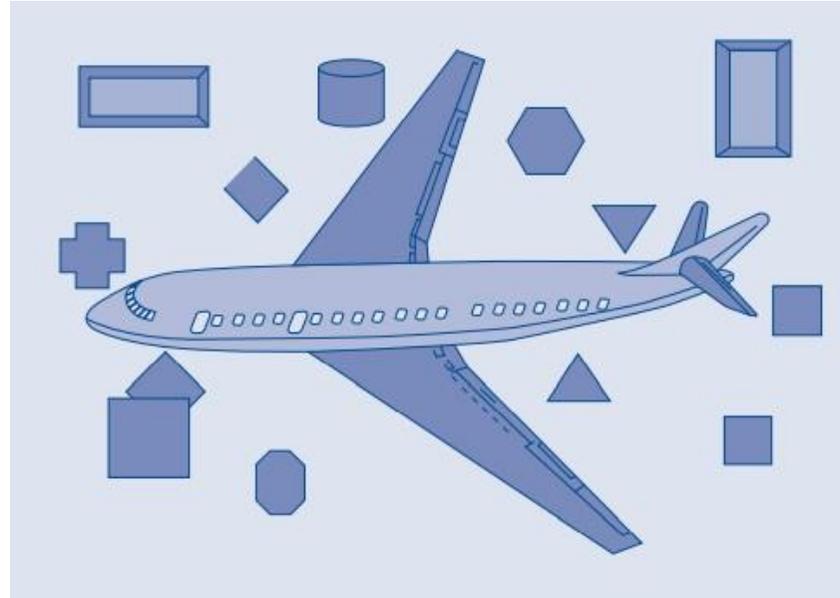
Patrones de flujo



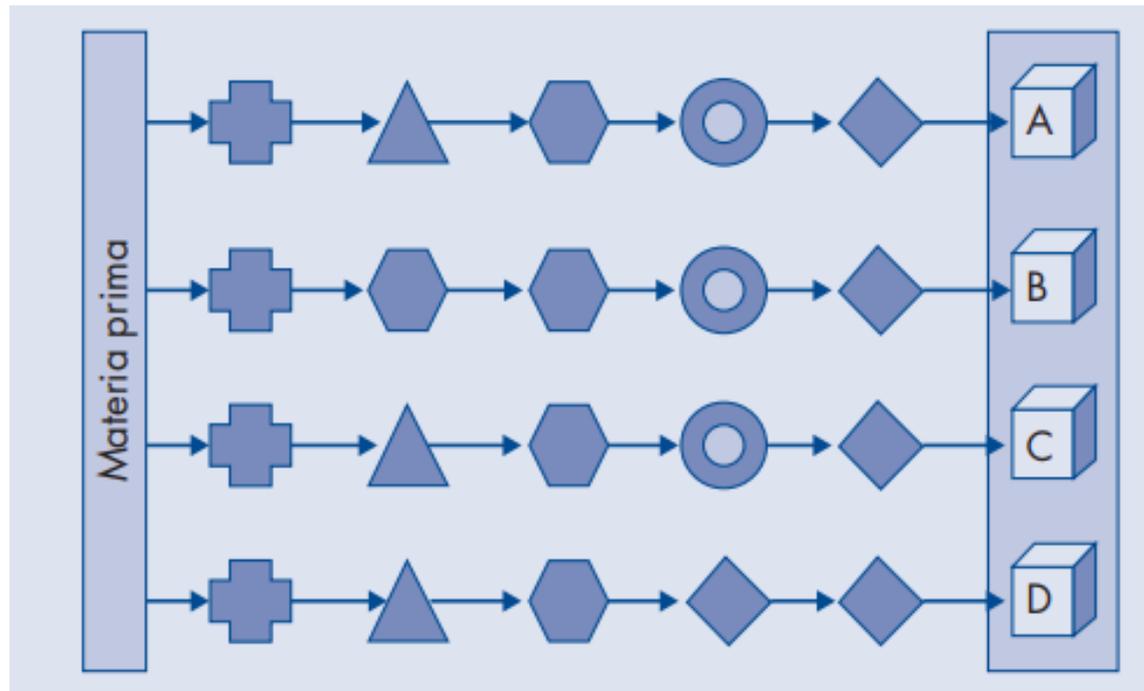
Patrones básicos de flujos horizontales: a) en I, b) en L, c) en U, d) en O, e) en S

Tipos básicos de distribución

Distribución por producto estático

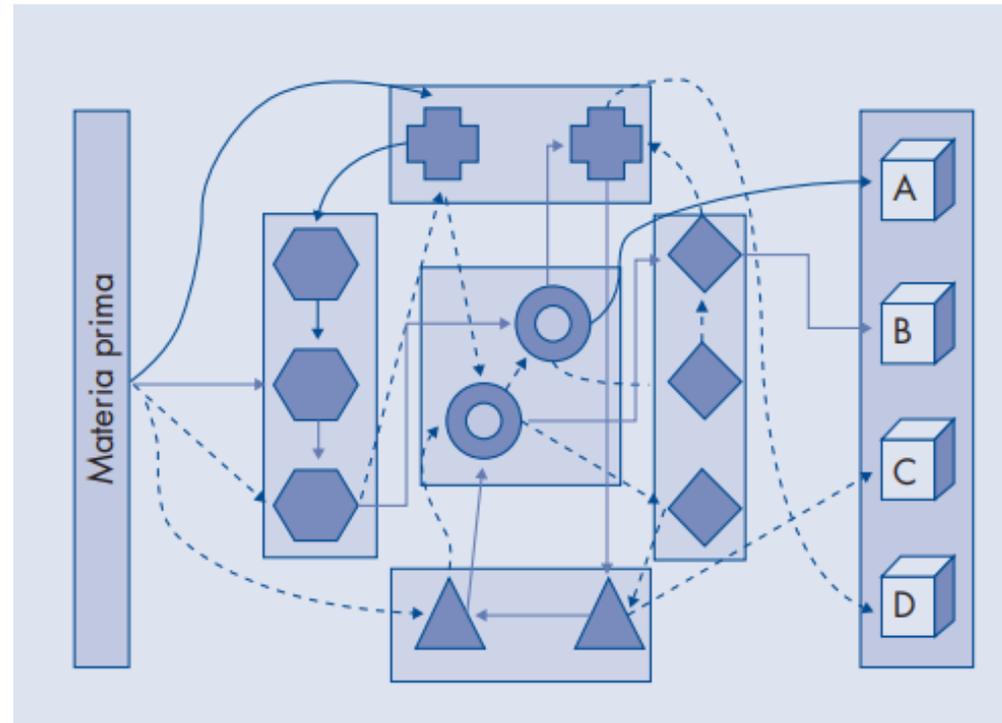


Distribución por producto



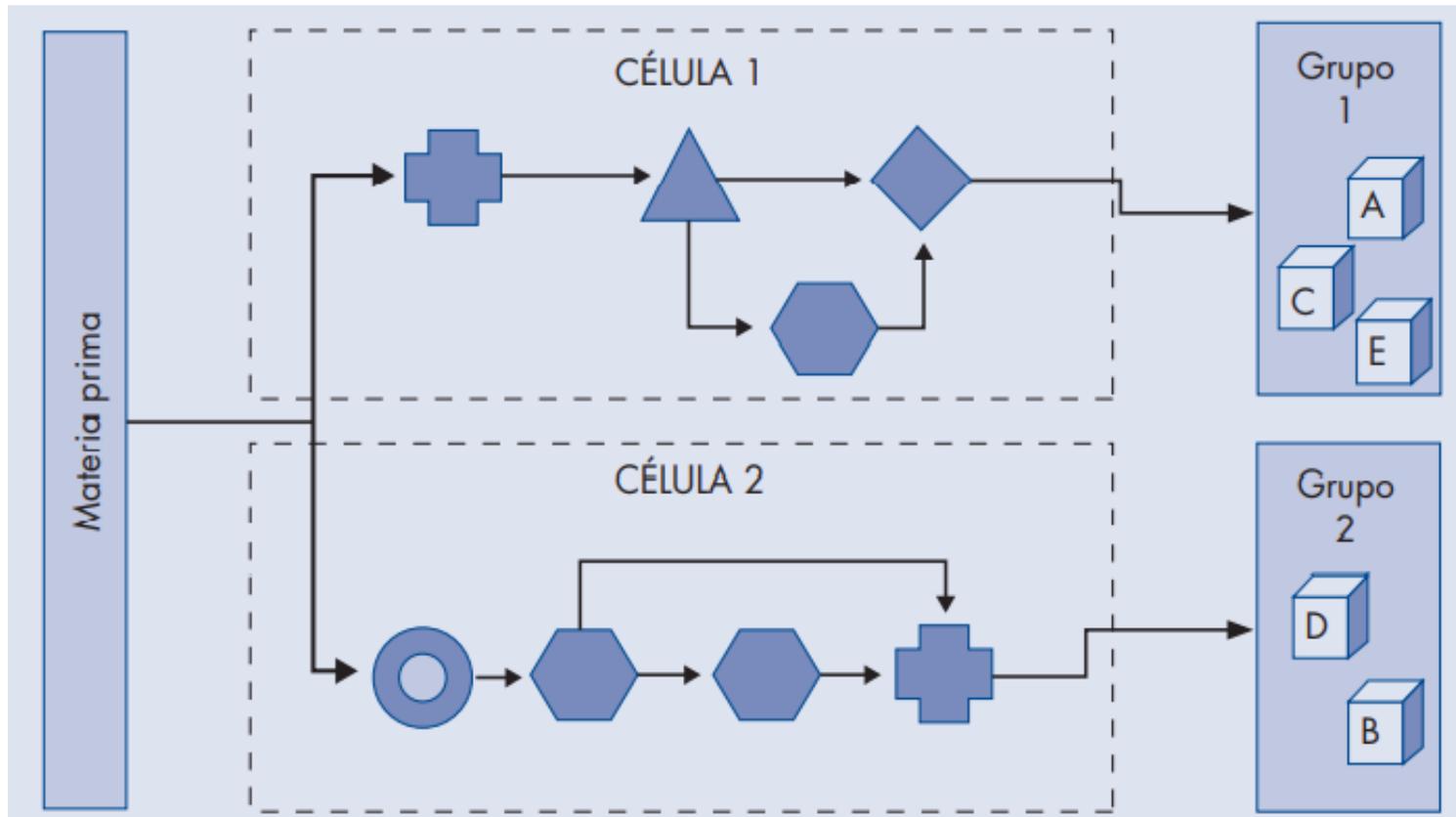
Distribución por producto para los artículos A, B, C y D.

Distribución por Proceso



Distribución por proceso para los artículos A, B, C y D.

Distribución celular

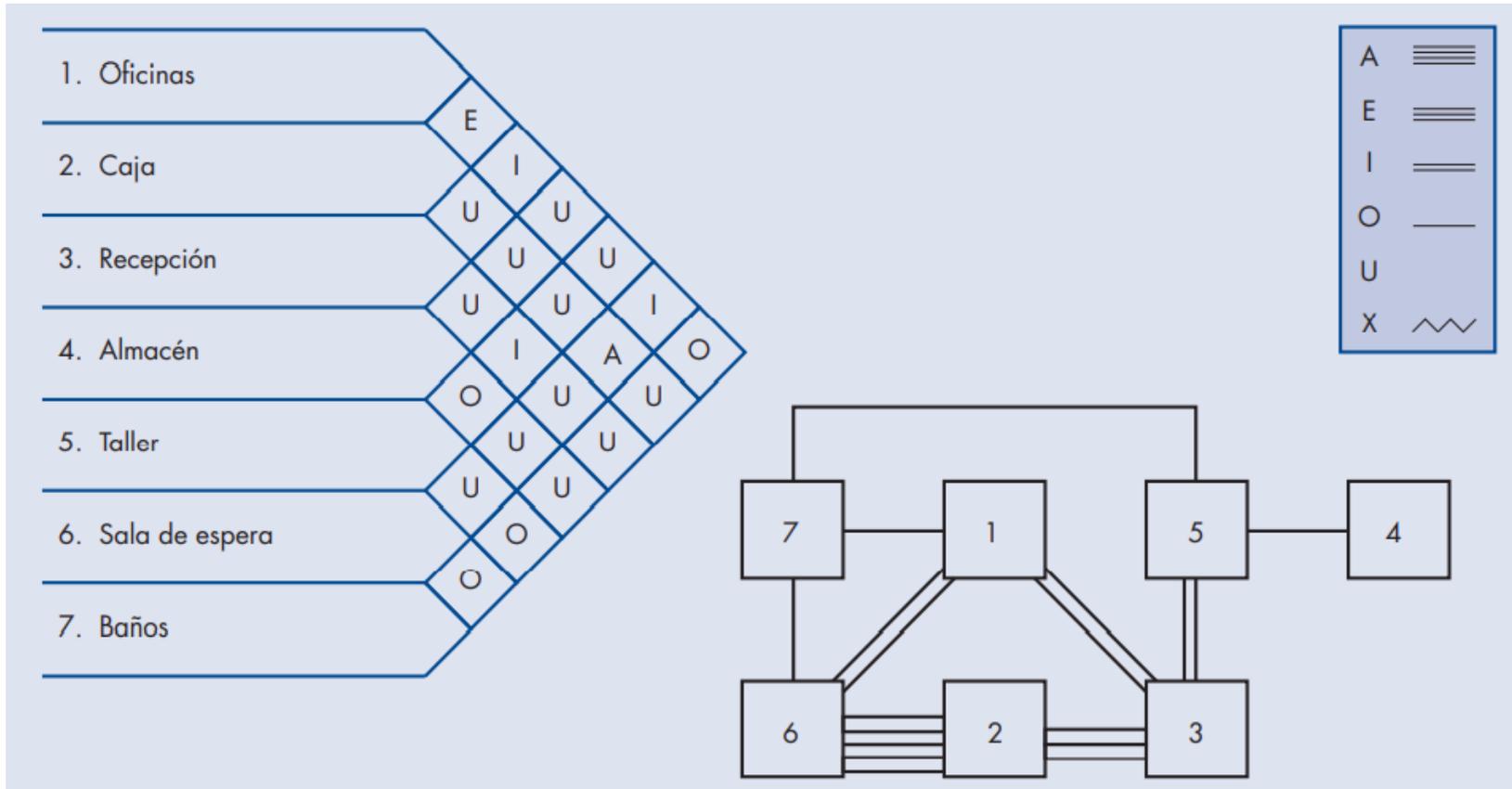


Análisis de relación de actividades

En la columna de la izquierda se listan las áreas o departamentos que están involucrados en la distribución de la instalación. Las calificaciones de cercanía se aplican para cada par de áreas o departamentos, asignando alguna de las letras A, E, I, O, U o X.

La letra A se asigna cuando se considera que es absolutamente necesario que las dos áreas se encuentren cerca. Si se considera, por alguna razón, que es especialmente importante, se asigna la letra E. Una calificación I indica que se considera importante que dichas áreas estén cerca, y una O indica una importancia ordinaria (común). La U no asigna importancia alguna a la

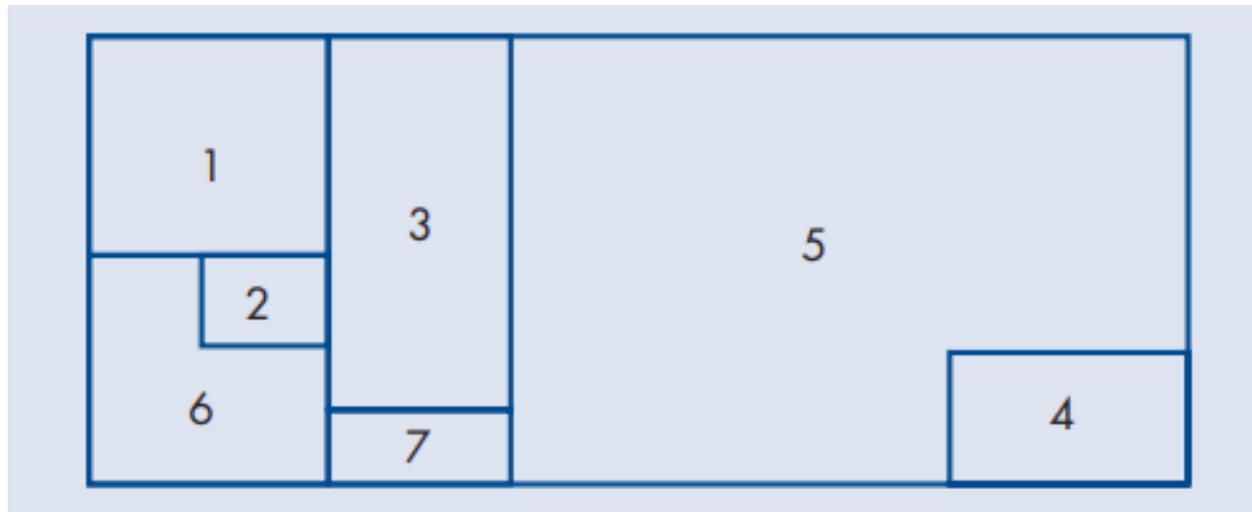
cercanía de las áreas, mientras que con la X se indica que la cercanía de las áreas es indeseable.



Gráfica REL con su correspondiente diagrama de relación estrella.

Plano por bloques y distribución detallada

Con base en la información recopilada sobre las características del producto, proceso y programa de producción, se deben determinar los requerimientos de espacio para cada área o departamento.



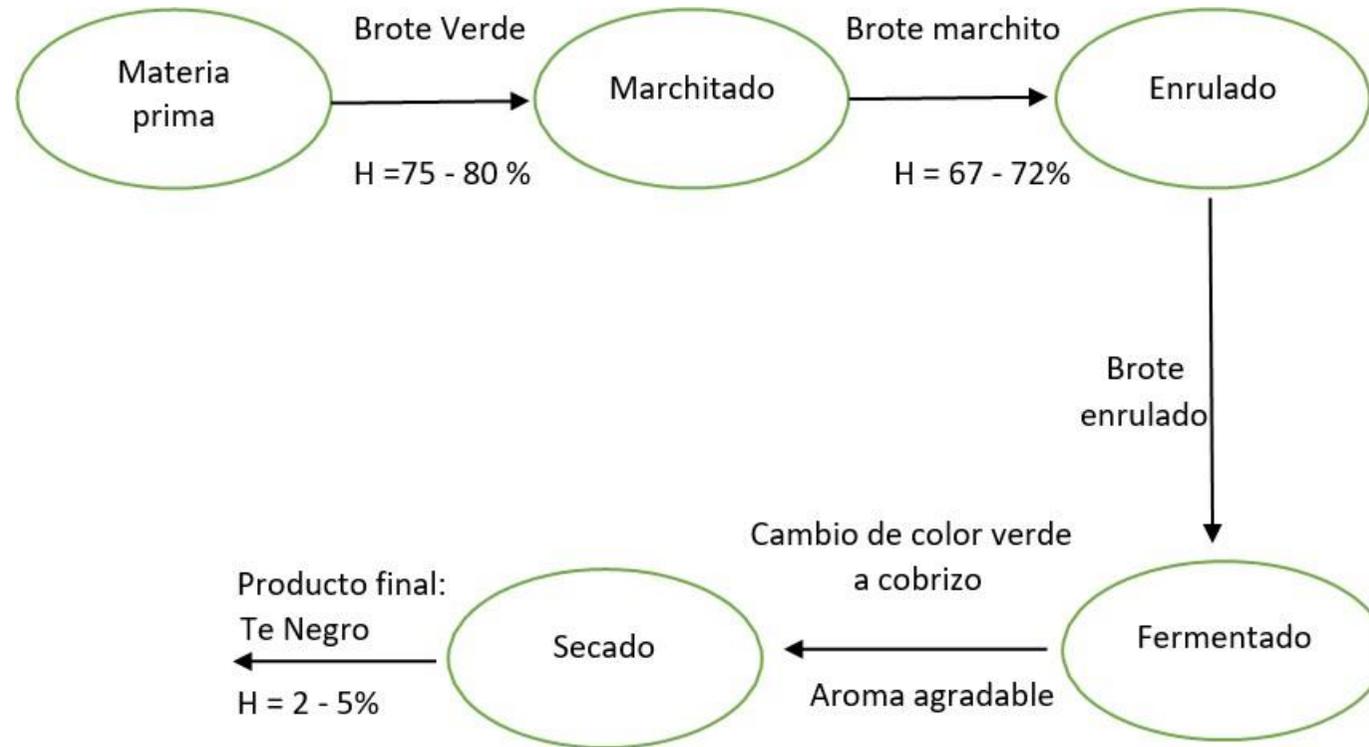
Plano por bloques para la estación de servicio.

PRINCIPALES INDUSTRIAS EN LA ZONA

- **MADERA**
- **YERBA**
- **TE**
- **TABACO**
- **CITRUS**

PROCESO DEL TÉ





Te negro: elaboración en planta piloto INTA Cerro Azul

Variables criticas:

- Temperatura
- Humedad

MARCHITADO

Es la primera operación del proceso que provoca un cambio en la materia prima, tiene como objetivo reducir el contenido de agua de las hojas de té para hacerlas más maleables en el enrollado. Para esto se debe lograr un grado de marchites del 65 a 70 %, que consiste expresar en porcentaje el cociente del peso del brote marchito y el brote verde, es decir que, si se tienen 100 gramos de brote verde,

se debe obtener entre 65 a 70 gramos de brote marchito (Prat Kricun y Fontana, 2014).

Espesor y Peso de la capa de brotes

La capa de brotes sobre la artesa o cinta de marchitado tendrá un espesor de 20-30 cm, con un peso de 30-40 kg/m². Espesores o pesos mayores dificultarán el marchitado.

El aire que se insufla debe tener la temperatura ambiental. Cuando el brote se encuentra con mucha agua en superficie, por lluvia o rocío, se podrá inyectar aire caliente a una temperatura no superior a los 35°C. Esta inyección de aire

caliente se efectuará, hasta que el agua superficial de los brotes se haya evaporado.

Una de las finalidades del marchitado es la reducción del contenido acuoso en el brote. La otra es dar lugar a que ocurran ciertas transformaciones químicas en el interior de las células del brote.

Para que estas dos finalidades se cumplan, el marchitado debe tener una duración de por lo menos 12 horas.



ENRULADO



Esta etapa tiene como objetivo romper las células, lo que permite que los jugos celulares y diferentes componentes

químicos entren en contacto con el oxígeno dando inicio al proceso oxidativo (Prat Kricun y Fontana, 2014).

En la industria tealera de la región se utilizan enruladoras discontinuas u ortodoxa para la elaboración de té en hebras; y para el té molido las enruladoras continuas: rotorvane, LTP (Lawrie Tea Processor) y VSTP (Vertical Sniechowski Tea Processor). En la planta piloto de la experimental se cuenta con una enruladora ortodoxa y un rotorvane ambos a escala (Prat Kricun y Fontana, 2014).

En el enrollado es importante observar ciertas normas, en función del tipo de enrolladora. Si se utiliza la enrolladora ortodoxa, la misma debe cargarse con brotes hasta las $3/4$ partes de su capacidad, a fin de que todo el brote cargado pueda enrollarse satisfactoriamente.

Con la enrolladora continúa rotorvane, LTP o VSTP, la alimentación ha de ser permanente y uniforme, para que el brote en el interior de la máquina, llene todos los espacios. De esta manera se origina una suficiente presión interior, que contribuye a un buen enrollado. La traba en forma de cruz ubicada a la salida de este enrollado, debe estar bien

regulada. Una traba excesiva aumenta demasiado la presión en el interior de la máquina, con el consecuente recalentamiento de la misma y del brote. Por el contrario, una traba muy leve hace que el brote se enrule en forma muy deficiente. (Kricun, 2007)

FERMENTADO

Es la etapa que se encarga de continuar el oxidado que comenzó en la operación anterior, a diferencia, que en esta etapa se acondiciona el ambiente provocando un oxidado más importante. Tiene como resultado un cambio de color en el té, debe llegar a dorado o por lo menos cobrizo, como así también en el aroma debe ser agradable (Prat Kricun y Fontana, 2014).

Para que el fermentado se realice de manera óptima se debe reunir ciertas condiciones que se nombran a continuación: Debe ser una sala separada de las otras

operaciones, se necesita humedad ambiente de 90 a 100%, temperatura entre 25 y 30 °C y un tiempo de residencia de 2 horas aproximadamente (Prat Kricun y Fontana, 2014).

El espesor de la capa de té en las bandejas o en las cintas de fermentado, no deberá sobrepasar los 10 cm. Esta deberá estar uniformemente disgregada y esparcida. La aglomeración de partículas en formas esféricas, dan lugar a un fermentado desuniforme.

La duración media del fermentado deberá ser de 1½ a 2 horas, contadas desde el inicio del enrollado hasta el ingreso del brote en el horno del secado.

Un té bien fermentado debe presentar un color dorado, o por lo menos cobrizo y un aroma agradable, propio del té en fermentación.

Un fermentado de menos de 1 1/2 horas, es insuficiente para el adecuado desarrollo de las cualidades deseadas. Por el contrario, un fermentado de más de 2 horas desvirtúa las buenas cualidades que pudieron haberse desarrollado.

Un té con poco fermentado da como resultado, una bebida con sabor y aroma a verde. A su vez, un té sobrefermentado da un licor que solamente tiene color,

careciendo de aroma y sabor propios de un té bien procesado.





SECADO

Es la etapa que se encarga de detener el fermentado sometiendo el material a un ambiente con aire caliente (100°C) y de esta forma se logra la inactivación de las enzimas oxidativas y además se reduce la humedad del té desde un 65 % (salida del fermentado) hasta un 3 %. Esto permite conservar la calidad del producto durante el almacenamiento y aumentar su vida útil (Prat Kricun y Fontana, 2014; Parra, 2006).

La temperatura de entrada del aire en el horno, no debe sobrepasar los 100°C. Superar este límite, aún por períodos cortos, otorga al té un aroma y un gusto a tostado o hasta quemado. Esta característica, evidentemente, descalifica al té. Igualmente no son aconsejables las temperaturas inferiores a 80° C, pues el té secado en estas condiciones, difícilmente conserva la calidad.

La temperatura de salida del aire en el horno, que coincide con la temperatura de entrada del té, no debe ser inferior a los 52° C. Esta es la temperatura mínima requerida, para que el proceso de fermentado se detenga. El rango térmico más adecuado para la salida del aire, está entre los 52 y los

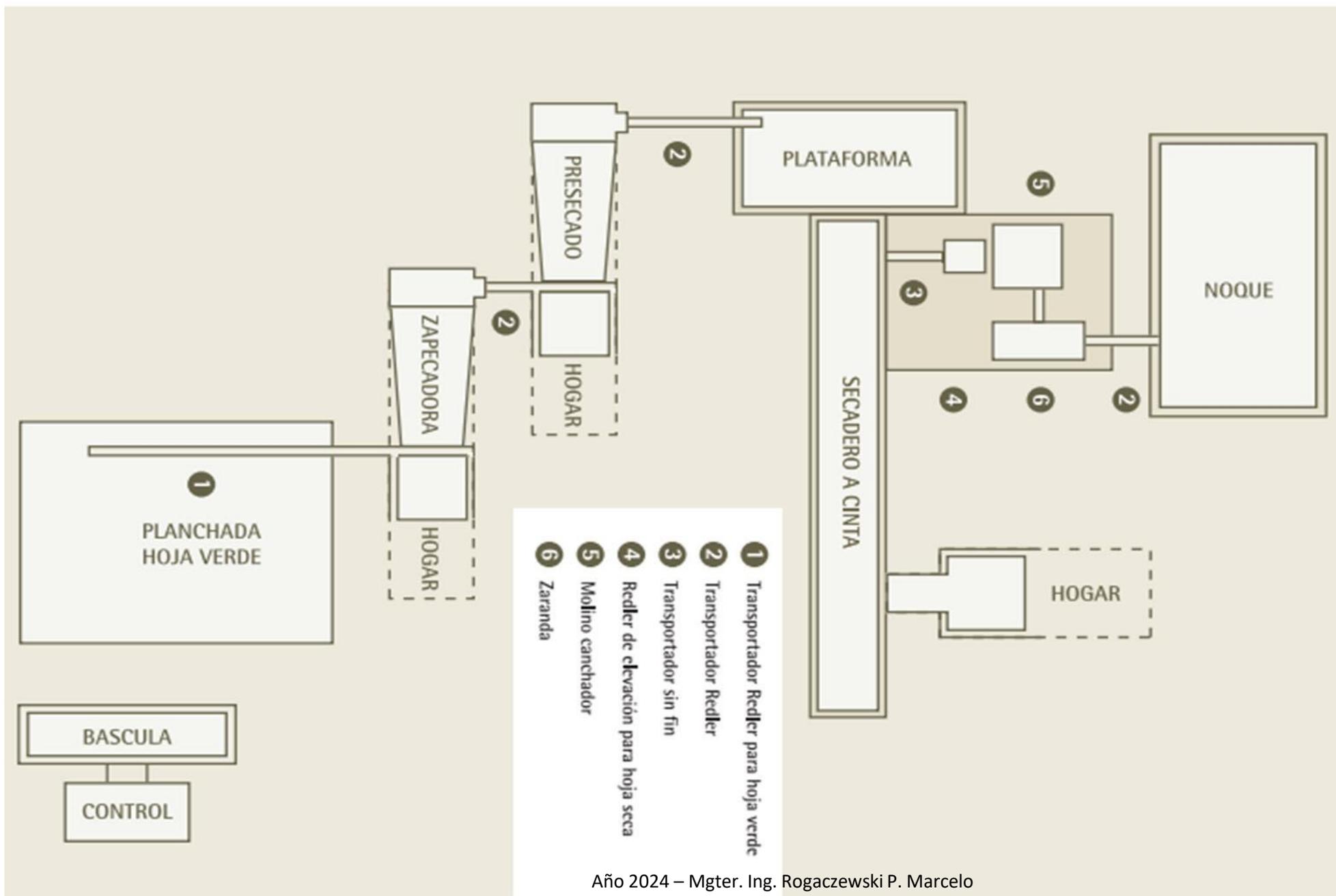
55º C. Su espesor sobre la cinta de secado, no deberá ser superior a 2,5 cm. El té deberá estar uniformemente distribuido a lo ancho de toda la cinta de secado.



TIPIFICADO

			NUMERACIÓN Y LUZ DE LAS MALLAS			
GRADOS			Malla A (1)		Malla B (2)	
	Medidas de las Mallas		Malla N°	Luz mm.	Malla N°	Luz mm.
Primarios	Flowery pekoe	FP	8	2,15	10	1,76
	Pekoe	P	10	1,76	12	1,52
	Flowery Broken Orange Pekoe	FBOP	12	1,52	14	1,22
	Broken Orange Pekoe	BOP	14	1,22	18	0,83
	Broken Orange Pekoe Fannings	BOPF	18	0,83	24	0,67
	Broken Orange Pekoe Dust	BOPD	24	0,67	30	0,46
Secundarios	Broken Mixed	BM	12	1,52	16	1,00
	Pekoe Fannings o Fannings	PF	16	1,00	24	0,67
	Pekoe Dust	PD	24	0,67	30	0,46
	Fine Dust	FD	30	0,46	--	----

PROCESO DE ELABORACION DE YERBA MATE



En el proceso de elaboración, el secado se encuentra dentro de una etapa conocida como transformación primaria. Dicho proceso comprende una serie de pasos secuenciados, en su mayoría térmicos, que comienzan con el zapecado, seguido por el secado, canchado (una molienda gruesa que reduce el volumen del producto) y finaliza con el embolsado y almacenamiento en los noques o cámaras de estacionamiento. En algunos casos, antes del secado, se realiza un proceso intermedio denominado pre-secado (Känzig, 1996; Sarasola, 1998; Prat Kricun, 2006).

SAPECADO

Tiempo: 30 segundos

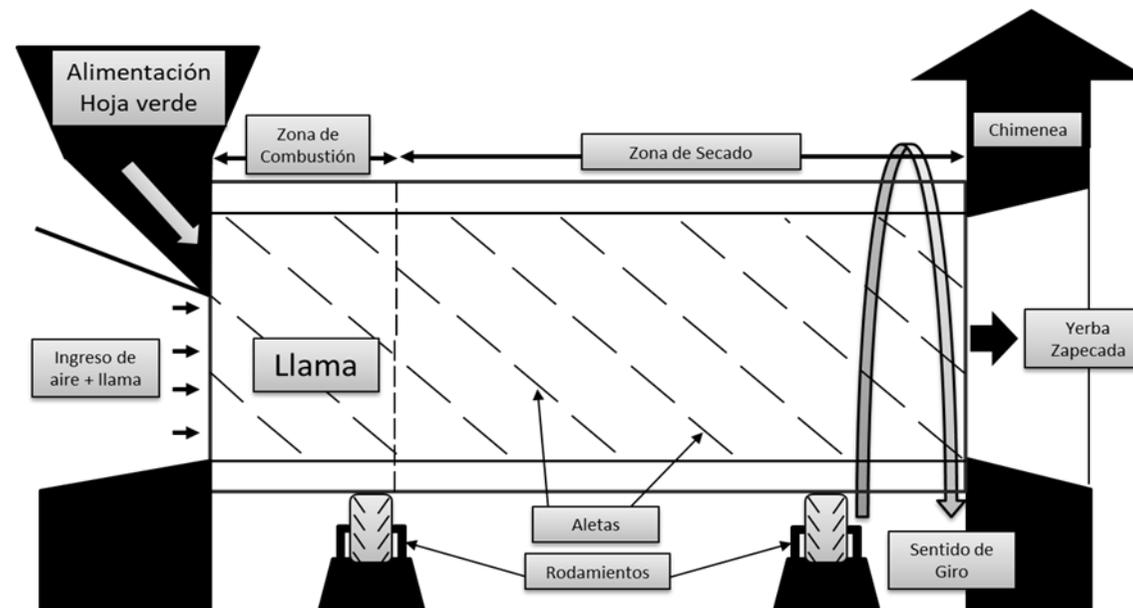
Temperatura: a fuego directo 450°C a 550°C





Durante el zapecado se forma vapor de agua en el parénquima foliar, lo que produce la muerte del protoplasma y destruye los fermentos (inactivación de las enzimas). Esto impide que se produzca la oxidación de los

polifenoles que se encuentran en la hoja, asegurando la conservación del color verde y aroma característico (Frankel, 1983; Känzig, 1996).



El zapecador consiste de un horno rotativo cilíndrico de metal (Tambor), cuyas dimensiones oscilan entre 2-2,5 m

de diámetro y entre 6-9 m de largo, lo cual permite una capacidad de secado de entre 3-5 tn hoja verde/h. En su interior existen aletas que facilitan el transporte del material vegetal a lo largo del cilindro, el cual se encuentra montado sobre unos rodamientos y gira a bajas revoluciones mediante un motor de alta potencia unido a un juego de correas (Frankel, 1983; Känzig, 1996)

PRE-SECADO

Es una etapa intermedia entre el zapecado y el secado que puede estar o no presente, dependiendo del tipo de secadero. Existen distintos sistemas de pre-secado. El objetivo de esta etapa es estabilizar, uniformar y acondicionar la materia prima en el caso de que el zapecado no haya sido lo suficientemente adecuado. A su vez permite realizar la etapa previa del zapecado a menor temperatura, disminuyendo los riesgos de quemado de hoja. Este proceso puede ser realizado con un sistema similar al paso anterior, con un tambor de metal, cuyas medidas más comunes oscilan entre 2-2,5 m de diámetro y

6-7 m de longitud. Este sistema cuenta con un hogar donde se realiza el fuego mediante el uso de leña o chip, montado por lo general en forma paralela al zapecador, y trabajando con una temperatura inferior al ingreso del tambor que varía entre 100-250°C. (Arndt, 2018)

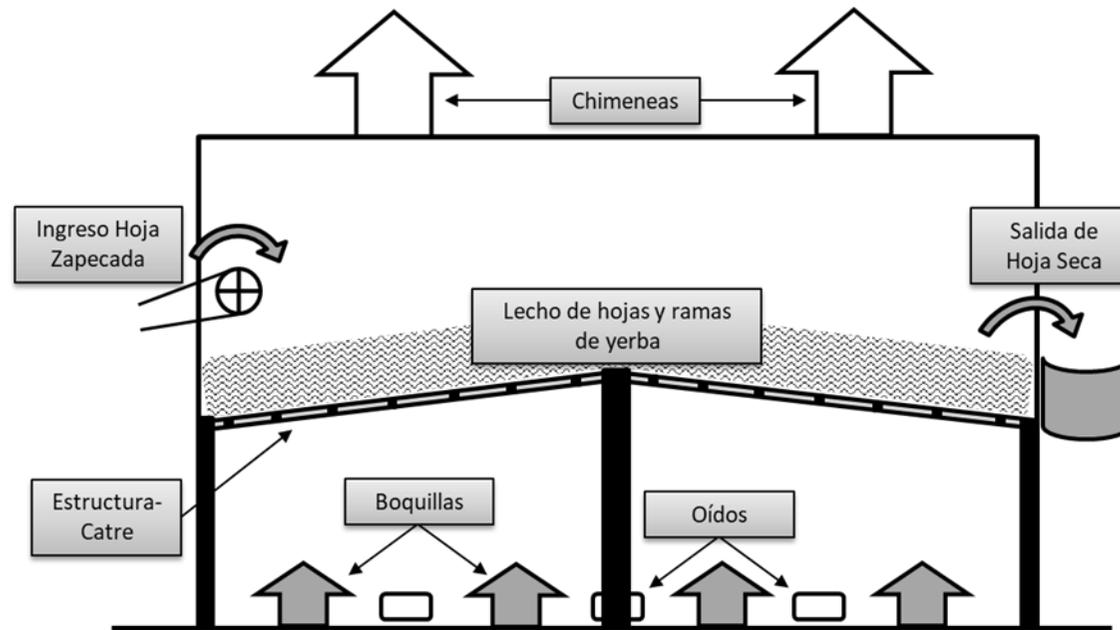
SECADO

Luego del zapecado (o pre-secado si corresponde), el material se dirige a la siguiente etapa, que es el secado propiamente dicho. En este proceso es donde se encuentran las mayores diferencias en cuanto a los sistemas que se utilizan, la forma de operarlos y los tiempos de tratamiento. Sin embargo Núñez y Känzig (1995), determinaron que el contenido de humedad del producto a la salida es bastante uniforme, encontrándose valores entre el 2-4% (bh).

Känzig (1996), propuso como criterio de clasificación el “tiempo de duración del secado”, según el cual existen tres tipos de secaderos:

Tiempo de secado	Duración de secado	Tecnología
Secado Largo	6-12 h	Barbacuá
Secado Medio	3-6 h	A cintas
Secado Corto o Rápido	15 min-1h	Rotativo

Secadero tipo Barbacué-Catre



Esquema de un secadero de Yerba Mate tipo Barbacué-Catre - Arndt, Guillermo

Este tipo de secadero, está construido con paredes de mampostería. Pueden ser cuadrados o circulares. Las medidas son variables, pero de manera general promedian

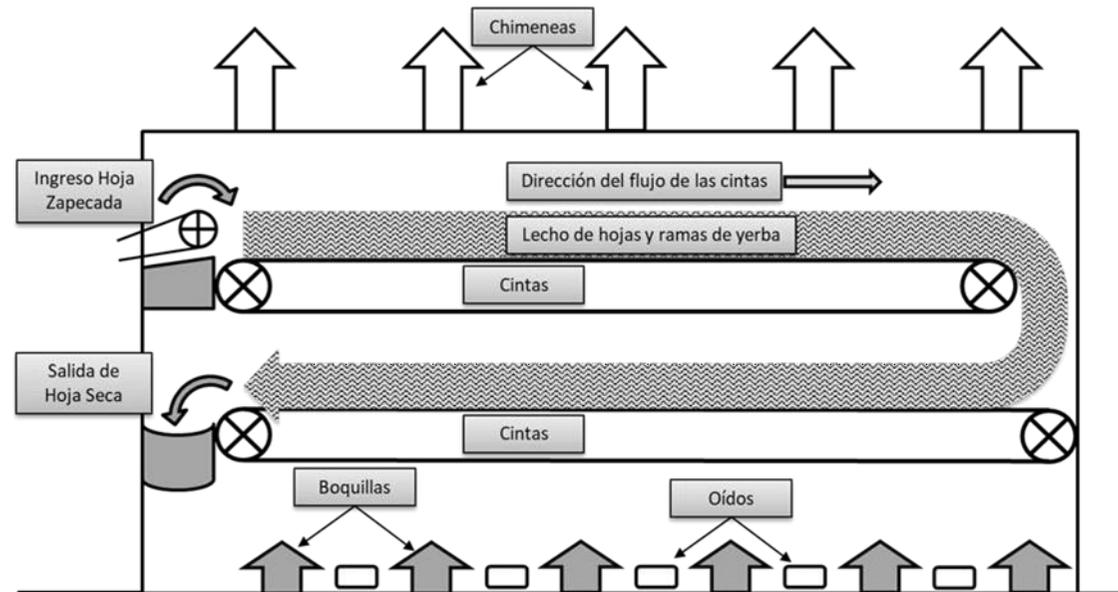
los 13 m de lado y 3 m de altura en el catre cuadrado, y 10 m de diámetro por 3 m de altura en el circular. El techo puede ser de chapa metálica o de cartón (CRYM, 1971).

En el interior, los pisos son de cemento. Por lo general cuenta con dos o más boquillas estratégicamente ubicadas para permitir una distribución homogénea del calor proveniente de la hornalla, alcanzando entre 80-110°C (Känzig, 1996). A unos 2 m del nivel del piso se encuentra el “catre” propiamente dicho, que consiste en una parrilla horizontal plana construida con “listones” o “ripas” de madera o bien una malla metálica. Todo esto a su vez se

encuentra montado sobre una estructura de madera más gruesa (Känzig, 1996).

Este sistema de secado funciona de forma discontinua o por lotes y tiene capacidad para secar entre 15-20 tn hoja verde/lote. (Arndt, 2018)

Secadero a Cintas:



Esquema de un secadero de Yerba Mate de dos cintas superpuestas.- Arndt, Guillermo

Este tipo de secadero es el de mayor difusión en toda la zona yerbatera, y a diferencia de los anteriores, este trabaja en régimen continuo con mayor capacidad de procesamiento por unidad de tiempo.

Los secaderos a cintas son construcciones de mampostería de aproximadamente 7-10 m de altura (dependiendo del número de cintas) por 4 m de ancho y 25-30 m de longitud. Están cubiertos por techos de chapa metálica, en donde a lo largo del techo se encuentran distribuidas chimeneas que ayudan con la circulación del calor en el interior del secadero y

a la eliminación de los gases. El tiro puede ser natural o inducido, utilizándose en este caso, ventiladores ubicados a

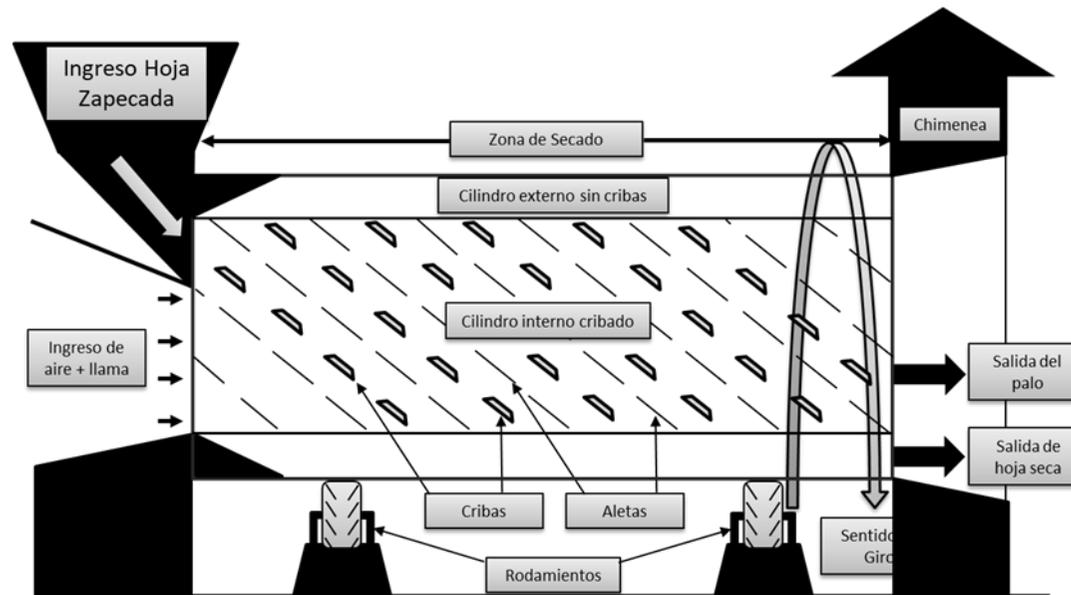
la salida, y el tiempo de residencia varía de 3-6 h (Schmalko, 2005).

La mayoría de los secaderos están equipados con dos y en algunos casos con tres cintas transportadoras. Estas son mallas metálicas que se extienden a lo largo y ancho del interior del secadero y sobre las que se deposita mecánicamente las ramas de yerba mate formando un lecho entre 0,80-1 m de espesor. Las hojas ingresan al secadero con una humedad de 25- 30% cuando provienen del zapecado y con 18-25% cuando proviene de zapecado y pre- secado.

El material que ingresa a la cinta superior se seca con gases provenientes de la cinta inferior, con temperaturas de entre 70-100°C. En el extremo final de la primera cinta, las ramas se vuelcan sobre la cinta inferior por acción de rodillos dentados que modifican la disposición de las ramas, de tal manera que el lecho fijo de yerba mate invierte su posición. De esta manera las ramas dispuestas en las zonas superiores del lecho en la primera cinta (sometidas a menor temperatura) se mueven hacia las zonas de mayor temperatura en la segunda cinta. En la parte inferior del secadero la temperatura oscila entre 110-130°C, dependiendo de la capacidad de procesamiento de cada

secadero (en general un establecimiento procesa de 3-5 tn hoja verde/h). Las humedades finales del producto en la descarga del secadero son menores al 3% en la mayoría de los casos. Esto asegura la estabilidad del producto en las etapas posteriores de estacionamiento y envasado. (Arndt, 2018)

Secadero Rotativo



Esquema de un secadero de Yerba Mate tipo Rotativo - Arndt, Guillermo

Este tipo de secadero se compone por un tambor rotatorio metálico similar al utilizado en el zapecado, en cuyo interior se encuentra un cilindro cribado de menor diámetro. Las medidas del tambor exterior son de 3,50 m de diámetro por

9 m de longitud, mientras que el tubo cribado interno tiene 2,50 m de diámetro y 9 m de longitud.

El tambor está unido a un hogar construido en mampostería en donde se produce el calor (cercano a los 120°C), para el secado mediante la combustión de chip, leña, etc.

El material proveniente del zapecado y/o pre-secado, ingresa al cilindro cribado y a medida que va avanzando, las hojas más finas van pasando por las cribas y quedan en el cilindro externo, mientras que el palo queda dentro del cilindro cribado.

Luego de 3 minutos las hojas llegan al otro extremo y son llevadas a la canchadora. En cambio los palos, tardan en llegar al extremo de salida unos 10 minutos y se dirigen a un tambor rotatorio de menor dimensión que se utiliza para secar los palos. Allí el palo termina su proceso de secado y se dirige a la canchadora, que mezcla la hoja y el palo, pasando luego por un sistema de zarandas de enfriamiento. Los establecimientos con este sistema de secado, procesan entre 5-6 tn hoja verde/h. (Arndt, 2018).

CANCHADO

Molido: reduccion de tamaño a 1cm^2



El canchado es una etapa de acondicionamiento de la yerba seca, que se realiza con dos fines específicos que son, en primer lugar disminuir el volumen del material seco para mejorar su envasado y movilidad y, en segundo lugar, aumentar la superficie en contacto con la atmósfera. Este último posibilita que se lleven a cabo numerosas reacciones químicas durante el estacionamiento, ya sea natural o acelerado, y que le confieren todas sus características organolépticas propias (sabor, color y aroma) (Frankel, 1983; Känzig, 1996).

Esta molienda gruesa se lleva a cabo mediante un sistema de molino de martillos, que son movilizadas por un motor

de alta potencia (Figura II-8). Una criba permite el paso del material molido (Känzig, 1996), que se eleva a través de una noria hacia un sistema de zarandas, que separan el palo de la hoja y de esta manera se reduce el contenido de palo en la yerba mate canchada (1-10 % del material de entrada).

La yerba canchada es fraccionada en bolsas de arpillera o de polietileno de entre 40-50 kg. (Arndt, 2018)

ESTACIONAMIENTO

Estacionamiento Natural

Los depósitos o noques son galpones con techos de chapa metálica y paredes de mampostería o chapa. Las bolsas con yerba canchada son estibadas sobre tarimas, permitiendo separar el material del suelo y alejadas de las paredes para evitar que tomen contacto con la humedad. La yerba mate canchada es almacenada en estos depósitos por un tiempo aproximado de 6-24 meses y durante este tiempo, el único

control de las condiciones ambientales que se realiza, consiste en abrir los portones de forma esporádica para lograr una aireación (generalmente en los días cálidos, secos y soleados), ya que el resto del tiempo las puertas y ventanas se mantienen cerradas para evitar el ingreso de plagas y polvo durante varios meses (Schmalko, 2005).

Estacionamiento acelerado (Camara)

La yerba canchada es almacenada por un período de 30-60 días, en cámaras donde se controla la temperatura (50-60°C) y la humedad relativa (hasta el 60%). Las cámaras

están provistas de un sistema de circulación de aire para que el oxígeno, el vapor de agua y el calor lleguen al material, por lo que las bolsas deben ser estibadas para permitir que esto se realice adecuadamente. La circulación del aire se realiza en forma forzada con ventiladores. En algunos establecimientos se añaden, en algunas ocasiones, otros compuestos (ej. anhídrido carbónico, etileno, etc.). La yerba estibada en estos depósitos adquiere las características de sabor y color similares al estacionamiento natural en un menor tiempo (Holowaty, 2017).

INDUSTRIA DE LA MADERA MACIZA



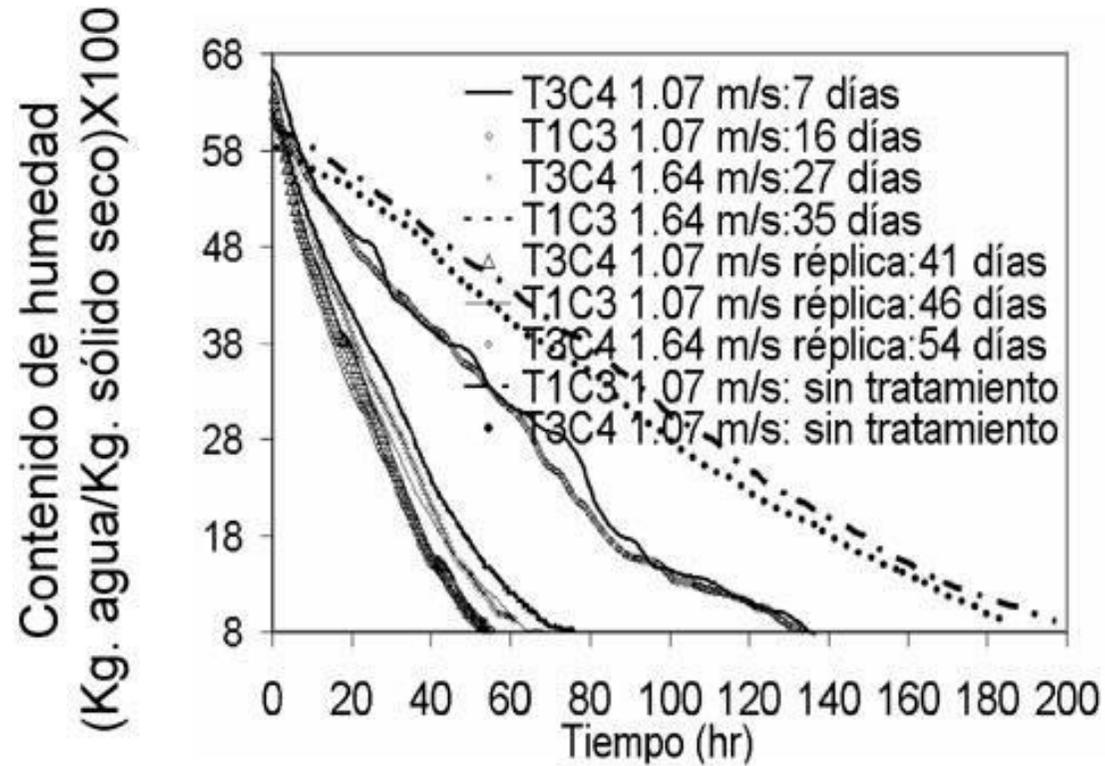


Fig.1: Programas y tiempo de inmersión.

INDUSTRIA METALURGICA

PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN DE PIEZAS MECÁNICAS

Con Arranque de Viruta: La conformación de piezas se realiza mediante máquinas y herramientas de corte, que permiten dar la forma del material de partida como consecuencia del arranque de viruta que se produce durante el proceso. Este proceso

recibe el nombre de Mecanizado, (Desbaste, acabado, rectificado, pulido etc).

Las máquinas-herramientas pueden ser:

- **Tornos, Fresadoras, Mandrinadoras.**
- **Limadoras, Rectificadoras.**
- **Brochadoras, Centros de mecanizado, etc.**

También existen métodos especiales dentro de este sistema, tales como:

- **Electroerosión**
- **Láser**
- **Mecanizado electroquímico**

Sin Arranque de Viruta:

Por deformación plástica:

- **Laminado en frío y laminado en caliente**
- **Forja**
- **Trafilado**
- **Estampado en frío y en caliente**
- **Extrusión, etc**

Por Fundición y Moldeo:

- **Moldeo en Arena**
- **Moldeo en coquilla**
- **Moldeo a la cera perdida, etc.**

MATERIA PRIMA

Propiedades de los metales:

Se deben tener en cuenta todas aquellas características a partir de las cuáles depende su utilidad en el proceso de producción y como producto final terminado. Entre estas características, tenemos:

Propiedades físicas:

- **Extensión: Propiedad de ocupar un cierto espacio**
- **Impenetrabilidad: Su espacio no puede ser ocupado simultáneamente por otro cuerpo.**
- **Gravidez: Todos los cuerpos están sometidos a la acción de la fuerza gravitatoria.**

- **Calor específico: Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de un cuerpo en un grado Celsius.**
- **Calor latente de fusión: Cantidad de calor que absorbe la unidad de masa de un metal al pasar del estado sólido al líquido.**
- **Conductibilidad térmica: Aptitud que posee un material para conducir calor a través del**

mismo.

- **Dilatación: Aumento de volumen frente a aumentos de temperatura.**

Propiedades químicas:

- **Oxidación: Efecto producido por el oxígeno sobre la superficie del metal**

- **Corrosión: Deterioro lento y progresivo de un metal por un agente exterior.**

Propiedades Tecnológicas:

Son las relativas al grado de adaptación del material frente a los distintos procesos de conformado al que puede estar sometido. Las más importantes son:

- Maquinabilidad: Mayor o menor aptitud para ser mecanizado por corte.**

- **Colabilidad:** Mayor o menor facilidad para llenar moldes cuando está en estado líquido.
- **Soldabilidad:** Aptitud que posee el material para ser unido a otro mediante procesos de soldadura
- **Ductilidad:** Aptitud que posee el material a ser deformado en forma de hilo.
- **Maleabilidad:** Capacidad que posee un material para ser deformado en láminas.

- **Templabilidad: Aptitud que tienen los cuerpos para endurecerse.**

Grado de penetración por temple.

- **Fusibilidad: Propiedad de fundirse bajo la acción del calor.**

Propiedades Mecánicas:

Resistencia: Capacidad de soportar carga externa, determinándose un valor de rotura para cada esfuerzo como tracción, compresión, corte, etc.

Dureza: Propiedad que expresa al grado de deformación permanente que sufre un material bajo la acción directa de un esfuerzo. Se lo valora en función de los resultados

obtenidos en los ensayos de rayado, penetración, y choque.

Elasticidad: Es la capacidad que posee un material de recobrar su forma al cesar la causa que lo ha deformado. El límite elástico se le llama a la carga máxima que puede soportar un metal sin sufrir deformación permanente

Plasticidad: Capacidad de deformación (más allá del límite elástico) que presentan los

materiales sin romperse. Por tracción se determina la ductilidad del material y por compresión la maleabilidad

Fragilidad: Falta de plasticidad. Rotura en el límite elástico

Resilencia: Es la capacidad de almacenar energía en el periodo elástico. Se mide a través de un ensayo de Charpy.

Tenacidad: Es la energía de deformación total que es capaz de absorber o acumular un material antes de alcanzar la rotura. La tenacidad puede medirse a través de un ensayo de tracción cuasi-estático.

Fluencia: Es la deformación irre recuperable de un material a partir de la cual solo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica,

quedando una deformación irreversible.

Durante la cedencia del material se produce un alargamiento muy rápido sin que varíe la tensión aplicada.

Fatiga: Resistencia a la rotura que presenta un material bajo carga cíclicas ya sean alternativas o bien intermitentes.

Bibliografía

- Arndt, G. (2018). *EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE SECADO Y CALIDAD DEL PRODUCTO ELABORADO EN TRES SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE YERBA MATE*. Posadas, Misiones.
- Baca Urbina, G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. D.F. Mexico: MC Graw-Hill.
- Guillermo, A. (2018). *EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE SECADO Y CALIDAD DEL PRODUCTO ELABORADO EN TRES SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE YERBA MATE*. Posadas, Misiones.
- Guillermo, A. (2018). *EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE SECADO Y CALIDAD DEL PRODUCTO ELABORADO EN TRES SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE YERBA MATE*. Posadas-Misiones.
- Kalpakjian, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. D.F. Mexico: Pearson .
- Kricun, S. D. (2007). *Té Negro Técnicas de cultivo y elaboración . INTA Estacion experimental Cerro Azul*.
- Sanchez, J. V. (2013). *Organizacion de la produccion*. Madrid: Ediciones Piramide.