

**INSTITUTO
NACIONAL
DE
PESCA**

**INFORME
TECNICO
N° 24
JULIO 1981**

**MONTEVIDEO
URUGUAY**

**MANUAL
SOBRE**

**METODOS
E
INVESTIGACIONES
ECONOMICAS
EN LA
INDUSTRIA
PESQUERA**

0024

AGRADECIMIENTOS

Este informe es el resultado del entrenamiento brindado a tres profesionales de INAPE y de investigaciones llevadas a cabo en una de las mayores plantas pesqueras del Uruguay.

Todas las investigaciones se hicieron con la colaboración de la Gerencia de la planta y el consultor desea expresar su agradecimiento al Gerente, al Jefe de Producción y al Jefe de Control de Calidad.

El consultor también desea expresar su gratitud al Director General del Instituto Nacional de Pesca, Capitán de Navío (R) Ulises W. Pérez, por su interés personal en el trabajo del consultor. También agradece al Sub-Director General del INAPE, Capitán de Fragata (CG) J. Valdez; al Oficial Adjunto a la Dirección, Capitán de Corbeta (CG) J.J. Núñez, y al Director de la División de Industrias Pesqueras, Ingeniero L. Salvatore Puente, por su interés y respaldo en el trabajo.

En especial, el consultor desea expresar su agradecimiento al Jefe del Departamento de Tecnología Industrial, Ingeniero J. Rivero y al Jefe del Departamento de Contralor Higiénico-Sanitario, Dr. A. Ripoll y a los tres contrapartes del consultor, Dr. E. Mujica, Dr. R. Belloni y Dr. C. Malán, por su interés y leal apoyo en el trabajo.

Finalmente, pero no por eso menos importante, el consultor agradece al Sr. J. Aagaard, Experto Principal del Proyecto FAO/INAPE URU/78/005 "Asistencia al INAPE" por su apoyo en el trabajo.

También, su sincero agradecimiento al personal del Proyecto de FAO por su agradable colaboración en el trabajo del consultor.

MANUAL
sobre
MÉTODOS E INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
EN LA INDUSTRIA PESQUERA

Preparado por

Svend Kelsen
Proyecto FAO/PNUD/URU/78/005
"Asistencia al INAPE"

Dr. Eduardo Mujica
Dr. Roberto Belloni
Dr. Carlos Malán
Instituto Nacional de Pesca

Montevideo julio de 1981

<u>INDICE</u>	<u>Pág.</u>
AGRADECIMIENTOS	
INTRODUCCION	1
1.0 SITUACION ACTUAL	2
2.0 METODOS DE ANALISIS DE CALIDAD	5
3.0 RENDIMIENTO	12
3.1 Recomendaciones	15
3.2 Métodos de control estadísticos	18
4.0 CONSUMO DE HORAS-HOMBRE POR TONELADA DE PRODUCTO FINAL	54
4.1 Análisis operacional (GTT)	58
4.2 Estudio de frecuencia (ESF)	77
5.0 ASPECTOS ECONOMICOS	87
5.1 Cálculo estándar	87
5.2 Composición de la producción	95
6.0 RETORNO DE LA INVERSION	97
6.1 Ejemplo	97
6.2 Depreciación	103
7.0 PUNTO DE EQUILIBRIO	107
8.0 ADMINISTRACION	111
9.0 SISTEMAS DE REGISTRO	112
10.0 ANALISIS BREVE DE ECONOMIA DE LA INDUSTRIA PESQUERA URUGUAYA - MERLUZA (<u>Merluccius m. hubbsi</u>)	117
BIBLIOGRAFIA	120

INTRODUCCION

Este manual presenta varias ideas, métodos y herramientas que pueden ser utilizados con el fin de optimizar la administración y control de la economía de producción en una planta pesquera.

El principio básico de la administración sugerida es de utilizar los métodos con el fin de determinar estándares ideales para:

- La Calidad;
- El Rendimiento;
- El Consumo de Horas-Hombre;
- El Nivel de Aprovechamiento de la Capacidad;
- La Composición de los Productos a producirse; y
- El Retorno de la Inversión.

Una vez determinados estos estándares ideales se los compara correctamente con la realidad de la producción de la planta para determinar diariamente los problemas que se encuentren en la misma.

El propósito de este ejercicio es de estar siempre trabajando a fin de disminuir la distancia entre la realidad de la producción y los estándares ideales para ésta.

La utilización correcta de este método de administración mejorará la economía de la producción de la planta y lo hará en un plazo relativamente corto.

Es importante recordar que el cumplimiento de las siguientes reglas es esencial para el éxito del método de administración sugerido:

- Es necesario entender por completo todos los problemas;
- Se necesita un alto grado de seguridad estadística de los estudios;
- La base de decisiones deben ser hechos y no suposiciones;
- Un método solamente es una herramienta que se puede utilizar en la búsqueda de una solución de un problema. No es la solución misma.

1.0 SITUACION ACTUAL

La finalidad de la presente información es encarar, desde el punto de vista económico el procesamiento, dejando de lado la economía de la administración y de la comercialización. Con vistas a mejorar la rentabilidad del sector.

Serán tomados en cuenta los siguientes aspectos:

- calidad de la materia prima y productos;
- rendimiento de materia prima;
- consumo de horas hombre;
- utilización de la capacidad de la planta.

1.1 PLAN DE TRABAJO

Se realiza una investigación de la situación actual considerando los costos directos de producción que incluye costos de materia prima, desperdicios, mano de obra, congelación, empaque, transporte, costos financieros y el precio de venta FOB Montevideo.

Se analiza la situación actual con respecto a:

- ganancia bruta/kg de producto final;
- ganancia bruta/kg de materia prima;
- ganancia bruta/horas hombre;
- ganancia bruta/turno.

1.2 SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA DONDE SE REALIZA EL ESTUDIO

Se está procesando merluza, pescadilla calada y corvina con destino a Europa, USA, Nigeria y Brasil.

1.3 CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

En el interior de la cámara de 0° la materia prima tuvo una temperatura promedio de 2,8°C. A menudo el pescado llegaba

a la planta con poco hielo. Generalmente las cajas estaban sobrelledadas, el pescado no estaba orientado en su interior, ni correctamente lavado. Se encontró merluza menor de 30 cm, la que era descartada o destinada para la elaboración de otros productos. No se conocía el día de captura.

Recomendaciones

- El pescado a bordo debe lavarse, clasificarse y colocarse en bandejas plásticas orientado y enhielarse correctamente. Asimismo, el peso por caja no debe exceder los 26 kg de merluza.
- Se debería identificar las partidas por fecha de captura.
- Se debería introducir una diferenciación en el sistema de precios de compra que incluyera los factores de calidad, y tal vez, también, tamaño del pescado.

1.4 CALIDAD DURANTE EL PROCESAMIENTO

Se observó un manejo aceptable de la materia prima a su llegada a planta, siendo enhielada cuando era necesario. El stock era generalmente reducido con respecto a la capacidad de la planta.

El peso de la materia prima ingresada a planta, era estimado por el peso promedio en la descarga.

El pescado no era lavado ni clasificado antes de su ingreso en línea, operación realizada por los fileteros en su lugar de trabajo, lo que disminuía su eficiencia.

Asimismo, el hecho de no saber exactamente el peso de la materia prima cortada, impedía tener una idea exacta del rendimiento individual y por turno del sector corte.

El flujo durante el proceso, dependía de la cantidad de materia prima, siendo ágil y continua cuando ésta era reducida y muy lento en caso contrario, con una incidencia negativa en la calidad del producto final.

Recomendaciones

- Debería realizarse una clasificación y lavado de toda la materia prima y acondicionar en bandejas limpias con un peso conocido las que son llevadas a línea.
- Se debería establecer que el producto obtenido de cada bandeja de materia prima sea colocado en un solo recipiente para el control del rendimiento y calidad de cada operario.
- Debería llenarse una planilla en la que se registren los kg salidos de cámara de fresco, kg de materia prima apta para proceso y kg de materia prima para reducción (especies no comercializables, pescados aplastados, alterados, chicos, etc.).
- Si bien el flujo es correcto, existen pérdidas cuantiosas en horas reales de trabajo del filetero por fallas en el transporte de producto terminado a zona de pesado, ya que no funciona la cinta transportadora, lo que fue corregido en el curso del estudio.
- Luego del pesado (control kg/operario) es frecuente observar acumulaciones de productos (filetes previo moldeo, H y G previo cepillado), por lo tanto el supervisor deberá distribuir mejor el personal afectado a cada sección.
- En todos los lugares donde hay acumulación (línea, moldeo, etc.) el primer pescado que entra no es el primero en salir, con pérdidas de calidad en el producto final.

2.0 METODOS DE ANALISIS DE CALIDAD

Frente a la situación de una planta, se observan una serie de problemas comunes a la industria pesquera uruguaya.

Se presentan a continuación una serie de métodos de análisis de la situación actual, de valoración económica de los problemas observados, y por último, sugerencias para su solución.

2.1 Medida del tiempo y temperatura

El estudio de estos parámetros permite conocer en qué etapa del procedimiento el tiempo es excesivo y susceptible de mejorarse, y la temperatura de aquel sector donde la calidad sufre mayores pérdidas.

Procedimiento

Se delimita cada etapa del procedimiento, para cada línea de producción.

Posteriormente se estima el tiempo promedio de cada una de las etapas, para lo cual se toman como mínimo diez mediciones de un número de operarios representativos del sector.

Ejemplo: H y G de corvina

Para establecer el tiempo de corte por bandeja se registra el tiempo insumido en dicha operación entre que se toma una bandeja y se toma la siguiente, se promedian estos valores y se obtiene el tiempo promedio de dicha operación.

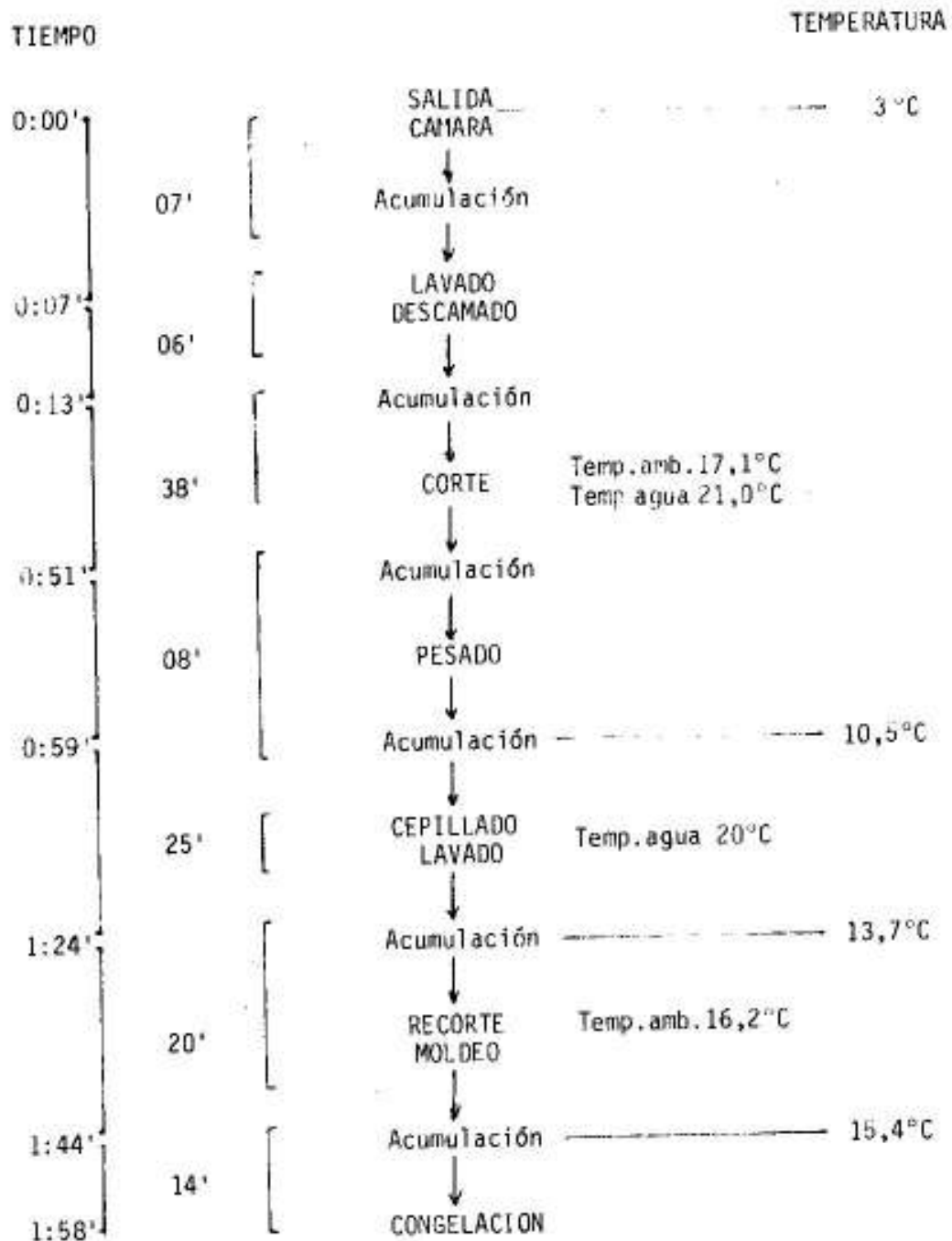
Entre las distintas etapas del proceso, existe un tiempo de acumulación de producto semi-elaborado que se estima, para el caso de la acumulación entre lavado-descamado y corte, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de acumulación} = \text{Tiempo promedio de cada bandeja} \times \frac{\text{N}^\circ \text{de bandejas}}{\text{N}^\circ \text{de operarios}}$$

CUADRO 1

CORVINA H/G - 14/4 - TURNO 1

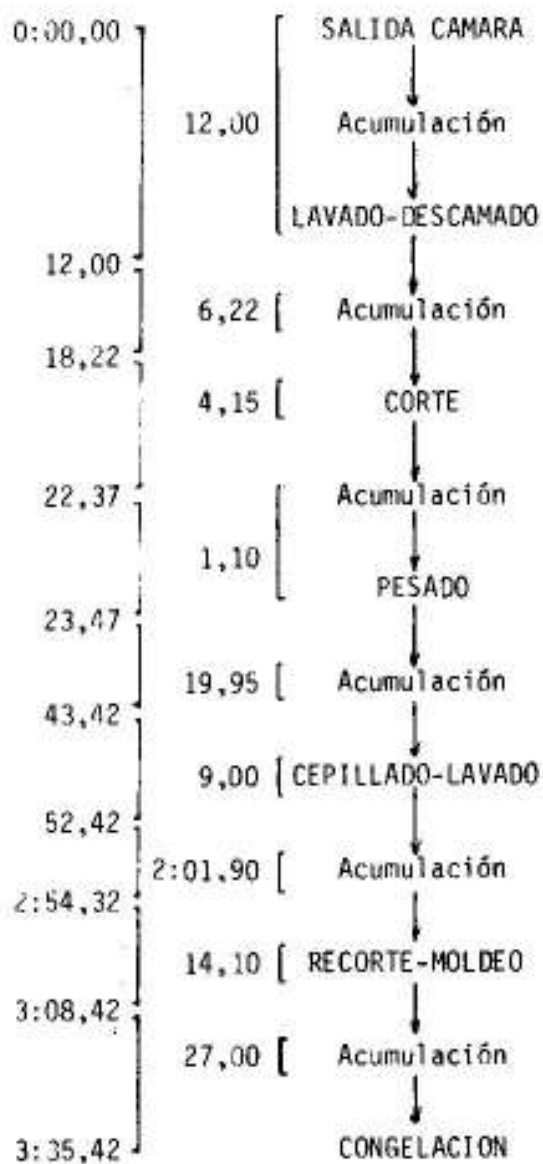
Temperatura ambiente exterior: 21°C



CUADRO 2

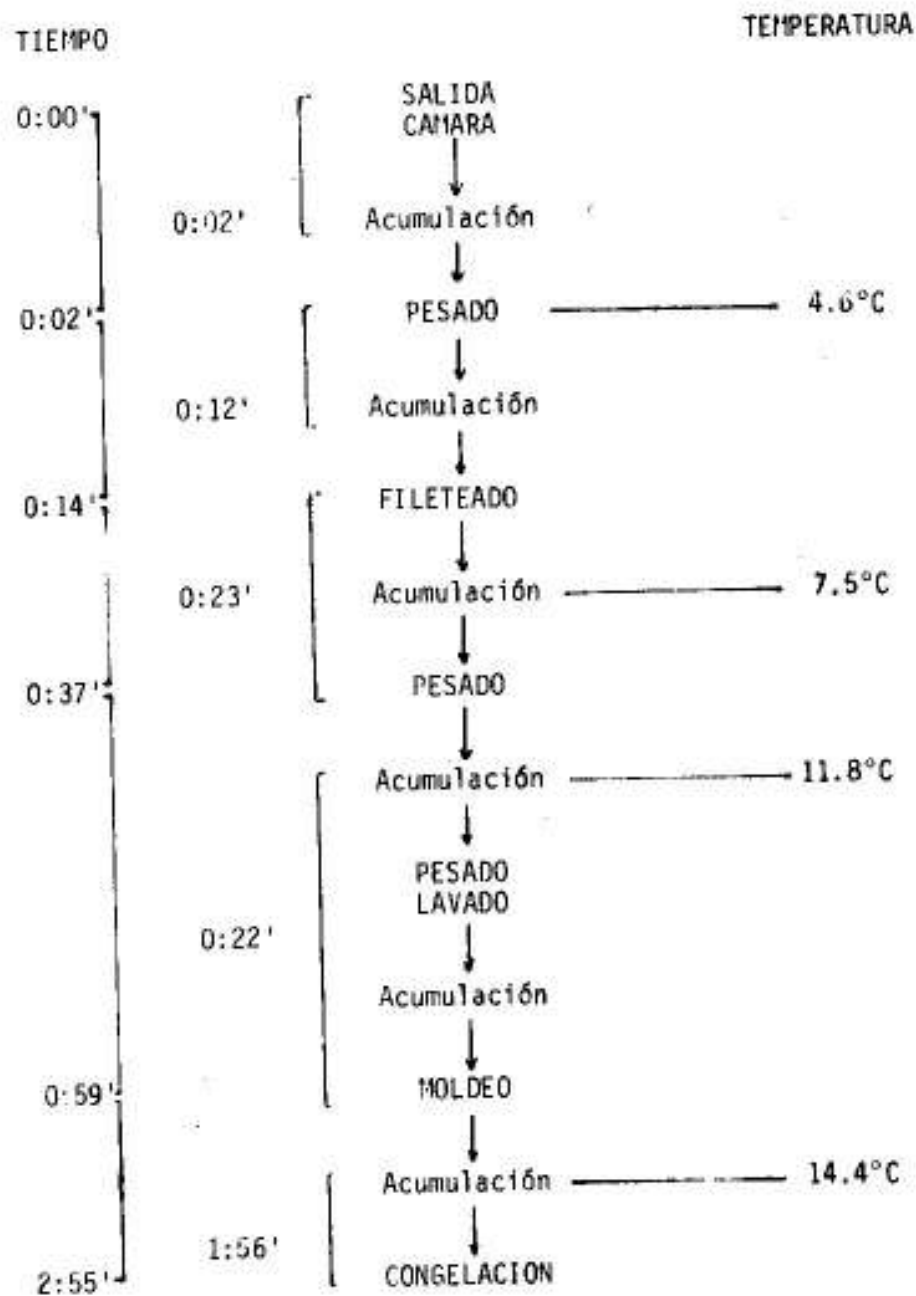
CORVINA H/G - 11/5 - TURNO 2

TIEMPO



CUADRO 3

PESCADILLA - Filetes s/p Interf. en 5 kg - 14/4 - TURNO 1



CUADRO 4

CORVINA ENTERA - 28/4 - TURNO 2

TIEMPO		TEMPERATURA
0'00"	[SALIDA CAMARA ————— 2,9°C
9'48"		Acumulación
9'48"	[PESADO
10'00"		Acumulación ————— 4,3°C
16'45"	[LAVADO Temp. agua 2,5°C
17'12"		MOLDEO ————— 4,4°C
17'55"	[Acumulación ————— 5,2°C
27'40"		CARGAR TUNEL
27'45"	[

Esto es aplicable para aquellos casos en que el pescado se procesa en sus diversas etapas en el mismo orden en que llega a cada sector.

En caso contrario, el tiempo de acumulación estará dado por el tiempo promedio mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo promedio de acumulación} = \frac{\text{Tiempo prom. de c/band.} \times \frac{\text{N}^\circ \text{ de bandejas}}{\text{N}^\circ \text{ de operarios}}}{2}$$

Los datos obtenidos se detallan en los cuadros precedentes (ido. 1 al No. 4) donde el tiempo de acumulación fue calculado por la segunda fórmula.

Para los cuadros No. 1 y No. 2, correspondientes a H y G de corvina, se destaca que para el No. 2 el tiempo total de procesamiento es de 3 horas 35 minutos y para el No. 1 de 1 hora 58 minutos. La causa de esta diferencia está en la acumulación previa de recorte y moldeo donde había una falta de operarios.

En el cuadro No. 3 se observa un tiempo elevado entre el moldeo y la congelación, con una temperatura también elevada del producto. Este tiempo fue excesivo pues no se planificó el volumen a ser cortado, acorde a la capacidad de congelación.

Es importante procesar el pescado rápidamente y mantener la temperatura de la carne durante el procesamiento tan baja como sea posible. No se debería emplear más de 2-3 horas en el procesamiento y la temperatura del producto en proceso no debería subir a más de 10°C.

- 2.2 Una investigación sobre temperatura y contaminación que llevó a cabo INAPE en una planta en enero/abril 1980, demostró la importancia de este aspecto. En esta planta, que tenía un flujo de materia prima y productos lento y además tenía problemas higiénicos, la temperatura de los filetes durante el procesamiento era de 14 a 19°C, y su carga bacteriana de:

1,2 - 2,5 x 10⁶ gérmenes/gramo (incubación: 20°C)

2.3 Sistemas de control en relación a los requisitos del mercado

Para procesar filetes que sólo tengan la cantidad mínima de espinas, parásitos, etc., se recomienda controlar el procesamiento y registrar los resultados del control. En el "Informe sobre Investigaciones Económicas en la Industria Pesquera en el Uruguay", Junio de 1980, página 13 aparece un sistema que se podría utilizar.

3.0 RENDIMIENTO (OPERACION FILETEO-RECORTE)

Se considera el rendimiento real de la materia prima como un elemento básico para los cálculos económicos en la industria pesquera.

La materia prima tiene mermas de calidad y peso a bordo del barco y en cámara de 0°C, las que varían de acuerdo al tiempo, la temperatura y el manejo.

Asimismo, durante el procesamiento hay que considerar aquellas mermas de peso que ocurren en clasificación, descamado, lavado, hábitos de corte, retoque, recorte y moldeo.

A los efectos de cálculos de rendimiento real, tomamos a modo de ejemplo el caso de filetes de merluza sin piel, poca espina, interfoliados en 5 kg.

Se debe registrar el peso de materia prima, desperdicio y producto final en cada sector del procesamiento.

La materia prima almacenada es lavada, clasificada y acondicionada en bandejas de peso conocido. De esta manera ya se conoce la cantidad de materia prima que ingresa en línea y el porcentaje de descarte en clasificación.

En línea de corte necesitamos saber el rendimiento global de la línea, individual de cada operario, y éste debe ser instruido para que acondicione los filetes obtenidos de cada bandeja y los pese bandeja a bandeja.

Para el sector retoque y recorte, debe registrarse el peso del desperdicio y del producto semi-elaborado que sigue en proceso.

Para moldeo hay que tomar en cuenta el peso excesivo de las porciones de filetes pesadas y registrarlos, éste resulta de la diferencia entre la cantidad de kilos ingresados al sector y los moldes obtenidos por el kilaje declarado (ej.: 5 Kg).

Con los datos logrados se confeccionan los cuadros 5 y 6.

Se destaca que en el caso del cuadro No. 5, la materia prima es de buena calidad, existiendo un recorte del 1.7%, con respecto al caso 6, donde el recorte fue del 8.6%.

Se observa también la influencia de los hábitos de corte de los operarios del caso 5, que obtuvieron un 37.3% de rendimiento, mientras que los del caso 6 obtuvieron un 42.3%, siendo el rendimiento final de cada turno, del 35.4% y del 37.2% respectivamente.

CUADRO 5

1.5% ←	MATERIA PRIMA EN CAMARA DE 0° (desperdicio de clasificación)	0.985	36.7%	35.4%
	MATERIA PRIMA EN PRODUCCION	0.373		
	FILETES SIN PIEL	0.983		
2.0% ←	FILETES RECORTADOS (algunos PINBONES) (peso excesivo)	0.980		
	BLOQUES INTERFOLIADOS de 5 kg			

CUADRO 6

1.7% ←	MATERIA PRIMA EN CAMARA DE 0° (desperdicios de clasificación)	0.983	38.7%	37.2%
	MATERIA PRIMA EN PRODUCCION	0.423		
	FILETES SIN PIEL	0.914		
2.0% ←	FILETES RECORTADOS (algunos PINBONES) (peso excesivo)	0.980		
	BLOQUES INTERFOLIADOS de 5 kg			

Rendimiento Ideal: 40%

Si manejamos estas dos variables: calidad de materia prima (buena y mediana) y rendimiento en línea de fileteado (bueno y mediano), obtenemos el cuadro 7, donde se aprecia la diferencia en los rendimientos totales y la cantidad de producto final por turno cuando se procesan 10 toneladas de materia prima.

CUADRO 7

RENDIMIENTO

Bloques de merluza interfoliados en 5 kg

Rendimiento en relación a:

	I	II	III	IV
MATERIA PRIMA	Buena	Buena	Mediana	Mediana
OPERADORES	Bueno	Mediano	Bueno	Mediano
Mat.prima en cámara 0°	0.985	0.985	0.983	0.983
Mat.prima en producción	0.423	0.373	0.423	0.373
Filetes sin piel	0.983	0.983	0.914	0.914
Filetes recortados				
Drenaje/peso excesivo	0.96	0.96	0.96	0.96
Bloques interfoliados				
RENDIMIENTO TOTAL	39.3%	34.7%	36.5%	32.2%

Cuando hay 10.000 kg de materia prima, la cantidad de producto final es:

3930kg 3470kg 3650kg 3220kg

Mejora en % de IV

22% 8% 13%

A modo de ejemplo se ha estudiado un rendimiento estándar de HG de corvina en los cuadros 8 y 9 (ver páginas 15 y 17).

Se constata que difieren en una clasificación previa; en el cuadro 8 se obtiene un porcentaje de recorte menor, frente al cuadro 9, en el que el recorte manifiesta un alto índice de 11%.

El producto no clasificado luego de pasar por todas las etapas de elaboración, se ve descartado por problemas de frescura, etc. en recorte, encareciendo el producto final obtenido.

3.1 Recomendaciones para mejorar los rendimientos

Del cálculo estándar aparece el precio de la materia prima expresado en US\$ por kg de producto final como el 60-70% del costo directo total indicando así la gran importancia del precio de la materia prima y el rendimiento del procesamiento (ver página 88).

Entonces se recomienda entrenar e instruir cuidadosamente a los operarios por medio de un instructor, quien deberá dirigir o concentrar su esfuerzo en el entrenamiento y control de la mitad menos eficiente de los operarios.

Se debería colocar 25 kg de pescado por cada caja y controlar el rendimiento operario por operario y caja por caja.

Se debería introducir registros diarios de los rendimientos obtenidos en las distintas operaciones.

En general, debería ser posible aumentar el rendimiento de los productos de filetes de merluza en

$$3\% + 4\% = 7\%$$

de acuerdo a lo que se desprende del cuadro No. 7 (3% mediante la utilización de materia prima de buena calidad y 4% a través del entrenamiento e instrucción de los operarios).

CUADRO 8

RENDIMIENTO ESTANDAR

CORVINA - HG - IQF - 29/4 - TURNO 1

MATERIA PRIMA EN CAMARA 0°	}	0.970
3% ← (desperdicio de clasificación)		
MATERIA PRIMA EN PRODUCCION	}	0.513
HG cortado		0.969
HG cepillado		0.955
HG recortado		1.05
Glaseado		
TOTAL		48%

En sector recorte existe un 4,5% de desperdicio referido a kg de HG cepillado, correspondiéndole un 2,9% al recorte y un 1,6% al HG entero.

NOTA: Rendimiento ideal: 50-55%

CUADRO 9

RENDIMIENTO ESTANDAR

CORVINA - HG - IQF - 11/5 - TURNO 2

No hubo clasificación	MATERIA PRIMA EN CAMARA DE 0°	}	1.000
	←(desperdicio de clasificación)		
	MATERIA PRIMA EN PRODUCCION	}	0.513
	HG cortado		
	HG cepillado		
	HG recortado	}	0.890
RENDIMIENTO EN % (sin glaseado)	44.3%		

En sector recorte existe un 11,0% de desperdicio referido a kg de HG cepillado, correspondiéndole un 7,1% al recorte y un 3,9% al HG entero.

3.2 Métodos de Control Estadísticos de Rendimiento en Pesaje

Dentro del estudio del rendimiento, pueden haber áreas controlables y susceptibles de ser mejoradas, como ser:

- Peso excesivo en sector moldeo;
- Exactitud de las balanzas;
- Merma por goteo en trastornos del flujo;
- Tiempos en el proceso de congelación.

Control de peso excesivo

A continuación se detallan dos ejemplos, para el caso de filetes de merluza interfoliados en 5kg, previo a moldeo y previo a empaque.

Los métodos aplicados son:

- Investigación del peso promedio (\bar{x}) en aproximadamente 100 pesadas (n).
- Cálculo de la desviación estándar (δ).
- Cálculo del porcentaje (P_x) de bloques con peso (x) inferior a 5.000gr mediante la siguiente fórmula:

$$P_x(x \leq 5.000\text{gr}) = 1 - Q_z$$

$$\text{donde } z = \frac{5.000 - \bar{x}}{\delta}$$

El valor del área Q_z aparece en la tabla No. 15 (pagina 30).

Este cálculo aparece en las figuras 11 y 13 (páginas 23 y 28).

3.2.1 EJEMPLO A: Pesos tomados en producto fresco previo moldeo

5.090	.120	.120	.110	.100
.070	.080	.100	.090	.130
.130	.110	.100	.080	.130
.070	.090	.140	.080	.120
.100	.090	.120	.040	.090
.100	.140	.110	.110	.090
.070	.060	.140	.090	.100
.110	.110	.130	.100	.120
.070	.110	.110	.100	.110
.110	.090	.100	.060	.110
.100	.110	.070	.100	.130
.100	.090	.100	.120	.140
.080	.090	.110	.100	.110
.130	.090	.120	.110	.090
.090	.110	.120	.120	.080
.090	.070	.070	.100	.110
.120	.140	.130	.090	.100
.090	.100	.110	.090	.100
.090	.100	.090	.120	.130
.090	.040	.090	.110	.120
.110	.140	.110	.090	.090
.110	.150	.100	.090	.080
.110	.070	.090	.110	.110
.140	.090	.110	.090	.110
.110	.110	.100	.090	.100

NOTA: El valor promedio fue corregido, en virtud de un error por defecto de la balanza de 15 gr.

Los valores obtenidos fueron los siguientes:

$$n = 125; \quad \bar{x} = 5117 \text{ gr}; \quad s = 20,36 \text{ gr}$$

Posteriormente se procedió a agrupar los pesos obtenidos en clases de 10 gr.

<u>Clases</u>	<u>No. de observaciones</u>	<u>%</u>
5055 - 5064	2	1.6
5065 - 5074	0	0
5075 - 5084	2	1.6
5085 - 5094	8	6.4
5095 - 5104	6	4.8
5105 - 5114	28	22.4
5115 - 5124	22	17.6
5125 - 5134	30	24.4
5135 - 5144	11	8.8
5145 - 5154	8	6.4
5155 - 5164	7	5.6
5165 - 5174	1	0.8
	125	

Con estos valores se realiza un histograma, que fue ajustado a una curva de distribución, mediante el procedimiento que se detalla:

Ajuste del histograma

La secuencia del cálculo de las ordenadas, es el siguiente:

- Cálculo de $U = \frac{x - \bar{x}}{\delta}$ (para cada clase)
- Con los valores U obtenidos se va a la tabla de Ordenadas de la Curva Normal (tabla No. 14, página 29) para obtener z.
- Multiplicar los valores obtenidos por $\frac{b \cdot n}{\delta}$ para obtener y'

$$y' = z \times \frac{b \cdot n}{\delta}$$

donde b = rango de las clases.

Se debe señalar que se toman como x , los límites inferiores de clase hasta llegar a la media y luego los superiores. En la clase que contiene la media, se toman 3 puntos x : límite inferior, superior y el punto medio.

Ejemplo:

para $\bar{x} = 5.117$ gramos y $\delta = 20,36$ gramos

$b = 10$ y $n = 125$

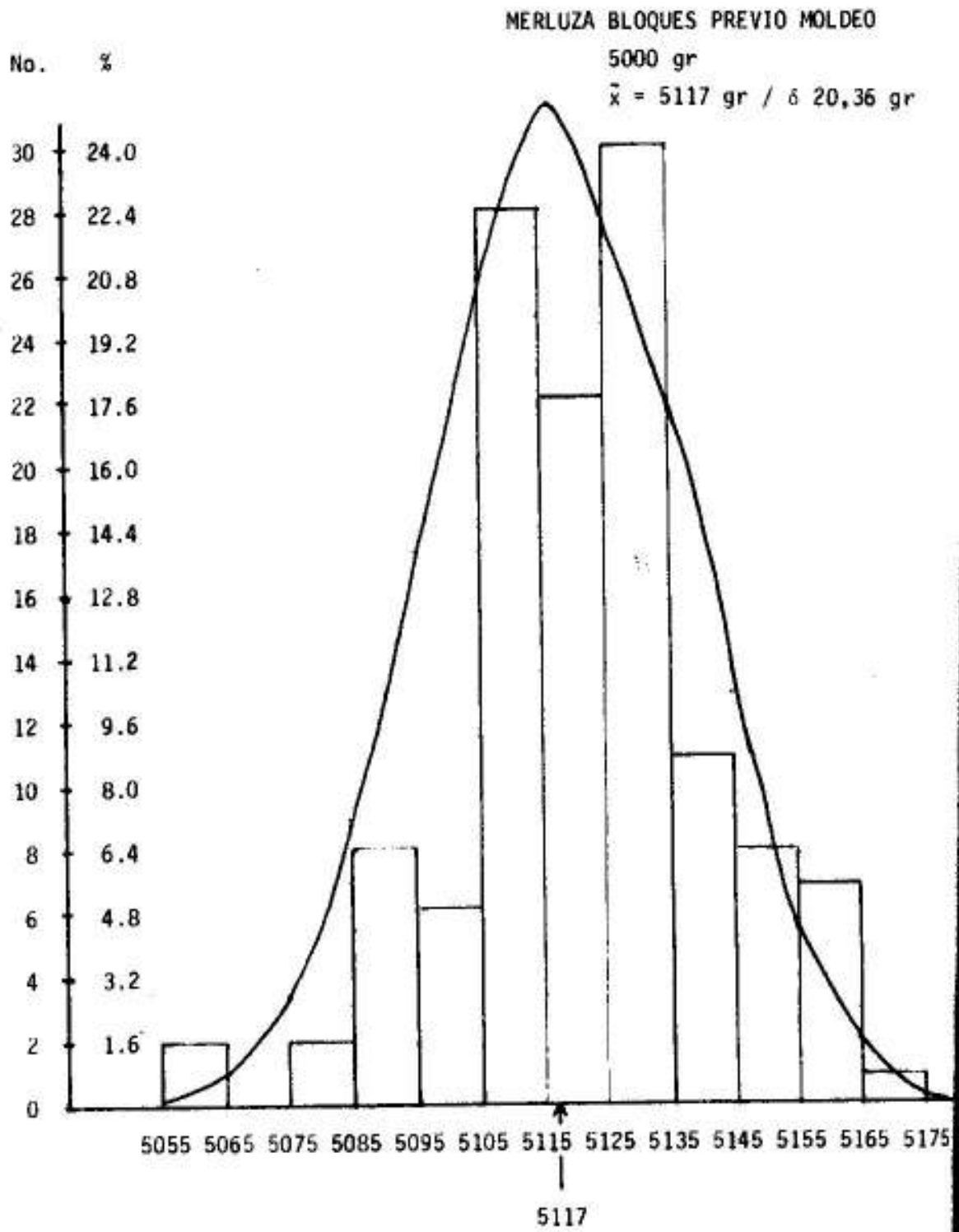
$$\frac{b \cdot n}{\delta} = \frac{10 \times 125}{20,36} = 61,39$$

Datos para la confección de la curva normal del ejemplo A: Pesos previo moldeo

x_1	n_1	x	$(x - \bar{x})$	U	Z	y'
5055 - 5064	2	5055	62	3.05	0.003	0.18
5065 - 5074	0	5065	52	2.56	0.015	0.92
5075 - 5084	2	5075	42	2.06	0.048	2.94
5085 - 5094	8	5085	32	1.57	0.116	7.12
5095 - 5104	6	5095	22	1.08	0.223	13.68
5105 - 5114	28	5105	12	0.59	0.335	20.56
5115 - 5124	22	5115	2	0.10	0.397	24.37
		5117	0	0.00	0.399	24.49
		5124	7	0.34	0.362	22.22
5125 - 5134	30	5134	17	0.83	0.282	17.31
5135 - 5144	11	5144	27	1.32	0.167	10.25
5145 - 5154	8	5154	37	1.82	0.076	4.66
5155 - 5164	7	5164	47	2.31	0.027	1.65
5165 - 5174	1	5174	57	2.80	0.008	0.49

FIGURA 10

DISTRIBUCION A



CALCULO DE PROBABILIDADES DE PORCIONES MENORES DE 5000 GR EN PRODUCTO FRESCO

$$\bar{x} = 5117 \text{ gr}$$

$$\delta = 20,36 \text{ gr}$$

$$P_x (x \leq 5000) = 1 - Q_z$$

$$= 1 - Q \left(\frac{5000 - 5117}{20,36} \right)$$

$$= 1 - Q (-5,75)$$

$$= 1 - 1$$

$$= 0,0\%$$

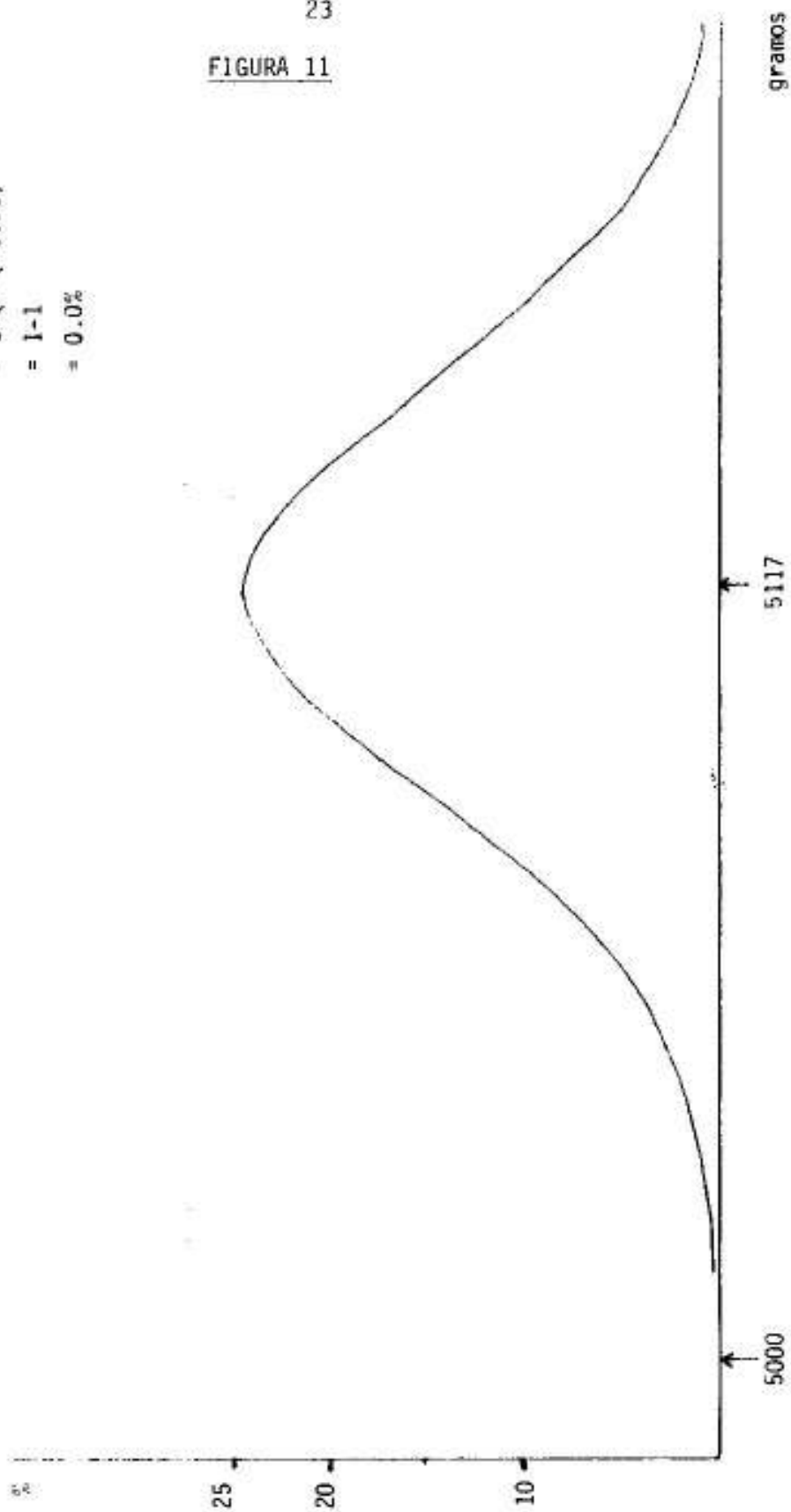


FIGURA 11

En este ejemplo es posible disminuir el peso 5117 hasta ~ 5070 gr sin probabilidad de bloques con peso inferior a 5000 gr.

$$P_x (x \leq 5.000 \text{ gr}) = 0 \text{ cuando } Q_z = 1 \sim z = 3,5 = \frac{5.000 - \bar{x}}{\delta}$$

3.2.2 EJEMPLO B: Pesos tomados en producto congelado

5.260	.400	.260	.280	.100
.270	.390	.040	.340	.340
.250	.140	.160	.250	.250
.150	.000	.260	.200	.250
.150	.200	.160	.210	.110
.240	.260	.200	.250	.190
.180	.250	.200	.250	.270
.200	.200	.120	.250	
.260	.160	.230	.110	
.200	.210	.110	.160	
.270	.160	.300	.130	
.160	.140	.030	.180	
.250	.140	.160	.260	
.230	.260	.140	.280	
.360	.360	.100	.210	
.200	4.950	.180	.350	
.180	5.260	.030	.250	
.200	.130	.100	.250	
.150	.210	.100	.210	
.160	.140	.000	.100	
.300	.250	.280	.170	
.170	.250	.160	.100	
.180	.220	.210	.280	
.100	.140	.040	.210	
.110	.200	.110	.140	

NOTA: El valor promedio fue corregido, en virtud de un error por defecto de la balanza de 30 gr y del peso del nylon empleado en el moldeo (75 gr).

Los valores obtenidos fueron los siguientes:

$$\begin{aligned}n &= 107 \\ \bar{x} &= 5.148,5 \text{ gr} \\ \delta &= 83,45\text{gr}\end{aligned}$$

Posteriormente se procedió a agrupar los pesos obtenidos en clases de 50 gr.

<u>Clases</u>	<u>No. de observaciones</u>	<u>%</u>
4880 - 4929	1	0.9
4930 - 4979	2	1.9
4980 - 5029	4	3.7
5030 - 5079	13	12.1
5080 - 5129	24	22.4
5130 - 5179	24	22.4
5180 - 5229	25	23.4
5230 - 5279	7	6.5
5280 - 5329	5	4.7
5330 - 5379	2	1.9
	<u>107</u>	

Con estos valores se realiza un histograma que es ajustado a una curva de distribución normal.

para $\bar{x} = 5.148,5$ gramos y $\delta = 83,45$ gramos

$$b = 50 \quad \text{y} \quad n = 107$$

$$\frac{b \cdot n}{\delta} = \frac{50 \times 107}{83,45} = 64,11$$

Datos para la confección de la curva normal del ejemplo B:
Pesos de producto congelado

x_1	n_1	x	$(x-\bar{x})$	U	Z	y'
4880 - 4929	1	4880	268,5	3.22	0.003	0,19
4930 - 4979	2	4930	218,5	2.62	0.013	0,83
4980 - 5029	4	4980	168,5	2.02	0.052	3,33
5030 - 5079	13	5030	118,5	1.42	0.146	9,36
5080 - 5129	24	5080	68,5	0.82	0.285	18,27
		5130	18,5	0.22	0.389	24,94
5130 - 5179	24	5148,5	0,0	0.00	0.399	25,57
		5179	30,5	0.36	0.374	23,98
5180 - 5229	25	5229	80,5	0.96	0.252	16,15
5230 - 5279	7	5279	130,5	1.56	0.118	7,56
5280 - 5329	5	5329	180,5	2.16	0.039	2,50
5330 - 5379	2	5379	230,5	2.76	0.009	0,58

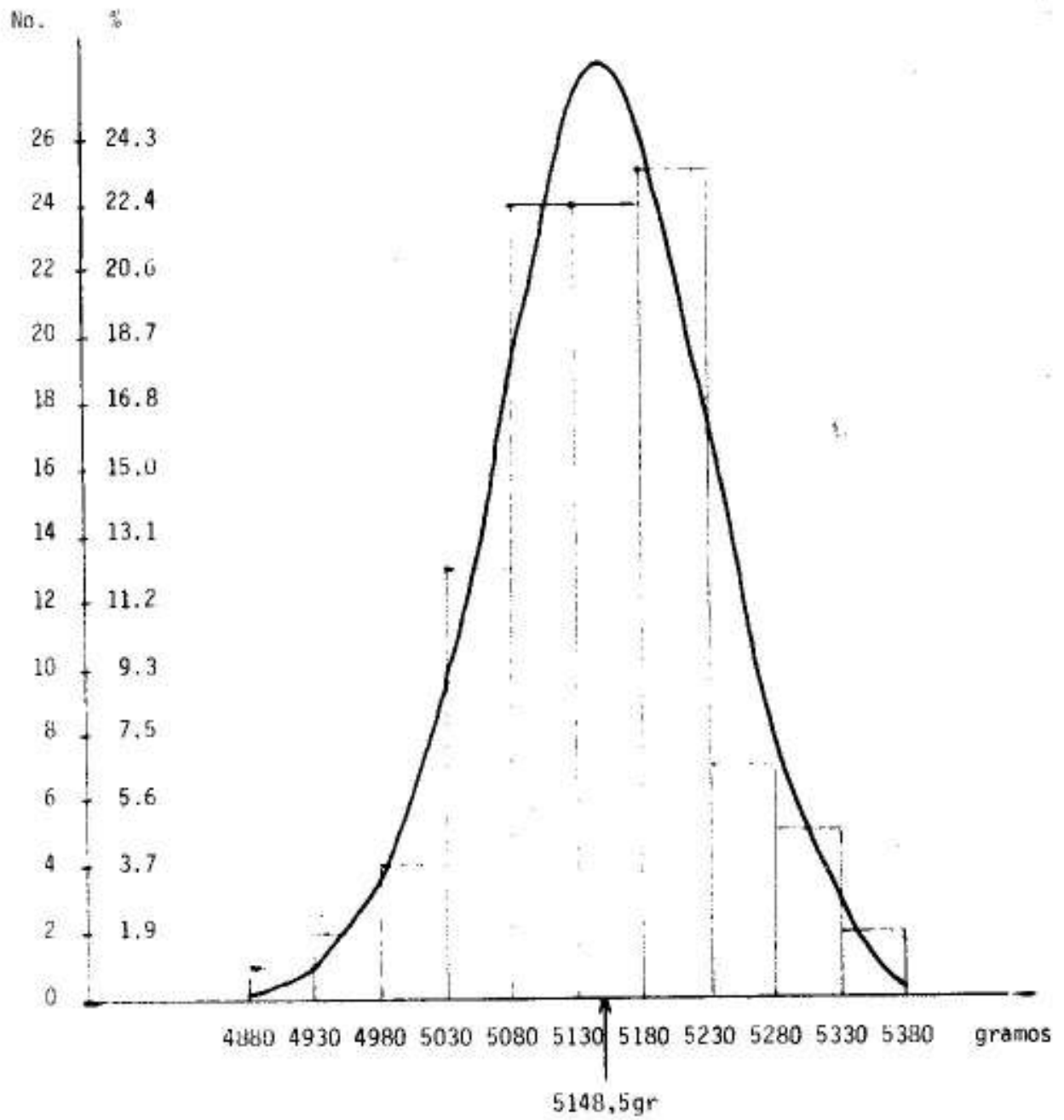
FIGURA 12

DISTRIBUCION "B"

MERLUZA BLOQUES CONGELADOS

$$\bar{x} = 5148,5 \text{ gr}$$

$$\delta = 83,45 \text{ gr}$$



CALCULO DE PROBABILIDAD DE HALLAR PORCIONES MENORES DE 5000 GR EN PRODUCTO CONGELADO

$$\bar{x} = 5148,5 \text{ gr}$$

$$\delta = 83,45 \text{ gr}$$

$$P_x (x \leq 5000) = 1 - Q_z$$

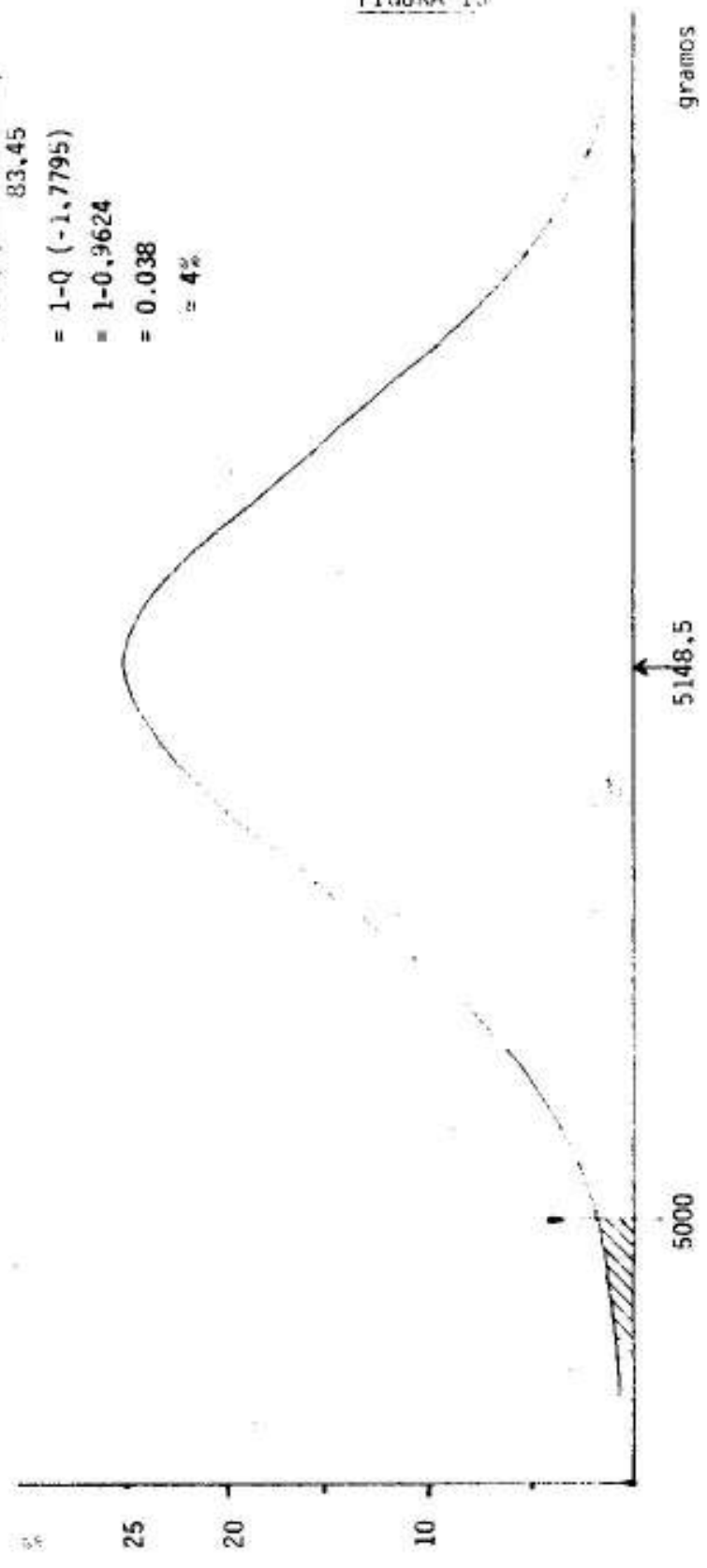
$$= 1 - Q \left(\frac{5000 - 5148,5}{83,45} \right)$$

$$= 1 - Q (-1,7795)$$

$$= 1 - 0,9624$$

$$= 0,038$$

$$= 4\%$$



En este ejemplo es necesario disminuir el "δ": 83,45 gr hasta 42 gr para obtener una probabilidad de bloques con peso inferior de 5000 gr a 0%.

$$P_x (x \leq 5.000\text{gr}) = 0 \text{ cuando } Q_z = 1 \text{ y } z = 3,5$$

$$z = 3,5 = \frac{5.000 - \bar{x}}{\delta} \text{ , } \delta = \frac{148,5}{3,5} = 42 \text{ gr}$$

$$z = 3,5 = \frac{5.000 - \bar{x}}{\delta} \quad , \quad \delta = \frac{148,5}{3,5} = 42 \text{ gr}$$

TABLAS DE AREAS DE LA CURVA NORMAL

TABLAS DE ORDENADAS DE LA CURVA NORMAL

U	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	U	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08
0.0	0.399	0.399	0.398	0.398	0.398	0.0	0.500	0.508	0.516	0.524	0.532
0.1	0.397	0.396	0.395	0.394	0.393	0.1	0.540	0.548	0.556	0.564	0.571
0.2	0.391	0.389	0.388	0.386	0.384	0.2	0.579	0.587	0.595	0.603	0.610
0.3	0.381	0.379	0.376	0.374	0.371	0.3	0.618	0.626	0.633	0.641	0.648
0.4	0.368	0.365	0.362	0.359	0.355	0.4	0.655	0.663	0.670	0.677	0.684
0.5	0.352	0.348	0.345	0.341	0.337	0.5	0.691	0.698	0.705	0.712	0.719
0.6	0.333	0.329	0.325	0.321	0.317	0.6	0.726	0.732	0.739	0.745	0.752
0.7	0.312	0.308	0.303	0.299	0.294	0.7	0.758	0.764	0.770	0.776	0.782
0.8	0.290	0.285	0.280	0.276	0.271	0.8	0.788	0.794	0.800	0.805	0.811
0.9	0.266	0.261	0.256	0.252	0.247	0.9	0.816	0.821	0.826	0.831	0.836
1.0	0.242	0.237	0.232	0.227	0.223	1.0	0.841	0.846	0.851	0.855	0.860
1.1	0.218	0.213	0.208	0.204	0.199	1.1	0.864	0.869	0.873	0.877	0.881
1.2	0.194	0.190	0.185	0.180	0.176	1.2	0.885	0.889	0.892	0.896	0.900
1.3	0.171	0.167	0.163	0.158	0.154	1.3	0.903	0.907	0.910	0.913	0.916
1.4	0.150	0.146	0.142	0.138	0.133	1.4	0.919	0.922	0.925	0.928	0.931
1.5	0.130	0.126	0.122	0.118	0.114	1.5	0.933	0.936	0.938	0.941	0.943
1.6	0.111	0.107	0.104	0.101	0.097	1.6	0.945	0.947	0.950	0.952	0.954
1.7	0.094	0.091	0.089	0.085	0.082	1.7	0.955	0.957	0.959	0.961	0.963
1.8	0.079	0.076	0.073	0.071	0.068	1.8	0.964	0.966	0.968	0.969	0.970
1.9	0.066	0.063	0.061	0.058	0.056	1.9	0.971	0.973	0.974	0.975	0.976
2.0	0.054	0.052	0.050	0.048	0.046	2.0	0.977	0.978	0.979	0.980	0.981
2.1	0.044	0.042	0.040	0.039	0.037	2.1	0.982	0.983	0.984	0.985	0.985
2.2	0.036	0.034	0.032	0.031	0.030	2.2	0.986	0.987	0.987	0.988	0.989
2.4	0.024	0.021	0.020	0.019	0.018	2.4	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993
2.6	0.014	0.013	0.012	0.012	0.011	2.6	0.995	0.996	0.996	0.996	0.996
2.8	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	2.8	0.997	0.998	0.998	0.998	0.998
3.0	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	3.0	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999

TABLA 14

3.3 \bar{x} - R Planilla de Control

En el proceso de elaboración de una Planta Pesquera existen variaciones particulares en las distintas etapas (rendimiento del corte de una máquina desolladora, porciones pesadas de filetes, etc.).

A veces no es fácil saber con qué frecuencia aparece el problema. Entonces, es necesario saber si esta operación está dentro de los límites superior e inferior de un proceso bajo control normal. En este caso, utilizamos la planilla de control \bar{x} - R.

El gráfico control \bar{x} - R está constituido por dos gráficos, el \bar{x} y el R conjuntamente, que necesariamente tienen que ir uno junto a otro.

El gráfico \bar{x} es la representación gráfica de la variabilidad de un proceso de producción utilizando la media aritmética \bar{x} de los valores obtenidos en la inspección por variables de una característica de calidad a través de varias muestras.

El gráfico R es la representación gráfica de la variabilidad de un proceso de producción utilizando como medida de dispersión el rango R de los valores obtenidos en la inspección por variables en las mismas muestras analizadas en el gráfico \bar{x} .

3.3.1 Etapas en la construcción del gráfico

Cálculo del \bar{x} y del R de cada muestra

Una vez obtenidos los valores de las características de calidad (ej. peso) de cada una de las muestras, se tabulan de 5 en 5 en columnas por orden correlativo del 1 al 20 como mínimo:

No.	1	3	5	Luego se procede al cálculo de \bar{x} y R
x_1	90	100	..	de cada muestra (1; 3; 5; ...)
x_2	70	100	..	$\bar{x}_1 = 460:5 = 92$
x_3	130	80	..	$\bar{x}_3 = 500:5 = 100$
x_4	70	130	..	El rango es la diferencia entre los
x_5	100	90	..	valores extremos de la muestra:
sum.	460	500	..	$R_1 = 130 - 70 = 60$
\bar{x}				$R_3 = 130 - 80 = 50$
R				

y así sucesivamente

Cálculo del Rango Promedio \bar{R}

El rango promedio \bar{R} , que constituye la línea central del gráfico R se obtiene haciendo el promedio de los valores de R de cada muestra:

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{m}$$

R_i = rango de cada muestra
 m = cantidad de muestras.

Cálculo de los límites de control de R

Los límites de control se establecen a una distancia igual a los δ de R con respecto a la línea central (3δ para cada lado). Para simplificar los cálculos se utilizan los valores de D_3 y D_4 de la tabla No. 16 que varían en función del tamaño de la muestra (N).

$$L.C.S.R = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$L.C.I.R = D_3 \cdot \bar{R}$$

Representación gráfica de la línea central y de los límites de control

La representación gráfica se hace graficando R en el eje de las ordenadas y el número de muestras en las abcisas. La línea central es el promedio de los rangos.

Los límites de control, L.C.S.R y L.C.I.R se dibujan a ambos lados de la línea central.

Cálculo del promedio ($\bar{\bar{x}}$) de los promedios obtenidos (\bar{x})

El promedio de los promedios obtenidos constituye la línea central del gráfico \bar{x} y se obtiene haciendo el promedio de los valores de \bar{x} de cada una de las muestras:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{m}$$

x_i = peso promedio de cada muestra

m = cantidad de muestras

Cálculo de los límites de control de \bar{x}

Los límites de control se fijan a una distancia igual a 3σ de \bar{x} con respecto a la línea central $\bar{\bar{x}}$.

El cálculo es muy sencillo si se utiliza el valor de A_2 que se obtiene en función del tamaño de la muestra de la tabla No. 16.

$$\text{L.C.S. } \bar{x} = \bar{\bar{x}} + A_2 \cdot \bar{R}$$

$$\text{L.C.I. } \bar{x} = \bar{\bar{x}} - A_2 \cdot \bar{R}$$

donde:

$\bar{\bar{x}}$ = promedio de \bar{x}

A_2 = se obtiene de tabla No. 16

\bar{R} = promedio de R

Representación gráfica de la línea central y límites de control

Representado \bar{x} en eje de las ordenadas y el número de muestras en el eje de abscisas se dibuja la línea central y los límites de control.

Representación gráfica de los valores de \bar{x} y R

El último paso consiste en la representación gráfica de los valores de \bar{x} y R de cada muestra en los correspondientes gráficos. Dichos puntos se unen mediante trazos rectilíneos.

TABLA 16

No. observaciones en el sub-grupo	Factor para el gráfico \bar{x}	Factores para el gráfico R	
		LCI	LCS
n	A_2	D_3	D_4
5	0,577	0	2,115

A título de ejemplo se presentan cuatro gráficos de control \bar{x} - R de porciones de filetes pesados previo al moldeo y luego de congeladas previo al empaque. Se realizaron 100 mediciones en cada caso, las que fueron agrupadas correlativamente en 20 grupos de 5.

Finalmente, con los datos obtenidos y graficados, se procede mediante la siguiente fórmula a calcular el porcentaje de incertidumbre del valor \bar{x} :

$$b = \frac{429 \cdot \Sigma R}{\sqrt{N} \cdot \Sigma X}$$

donde:

b = porcentaje de incertidumbre del valor \bar{x}

429 = es un valor obtenido de tablas y utilizado en estos cálculos

N = número de muestras

Con valores obtenidos menores de 5%, decimos que la incertidumbre es aceptable.

Planilla de control \bar{x} - R No. 17 (Pág. 37)

Si observamos la curva R vemos un solo punto cercano al límite superior de control (LSC) estando los demás puntos distribuidos al azar.

En la curva de \bar{x} se observan todos los puntos dentro de los límites de control y distribuidos al azar.

Esto coincide con el porcentaje de incertidumbre de \bar{x} del 4%. Por lo tanto, el proceso de pesado previo moldeo está bajo control normal.

Planilla de control \bar{x} - R No. 18 (pág. 38)

La curva R aparece con un valor de \bar{R} casi cuatro veces más grande que el ejemplo 17 y también existe un punto por encima del LCS.

Se aprecia además una tendencia en aumento.

La curva \bar{x} tiene una tendencia muy clara (dentro de la prueba 1 a 15) de disminuir, existiendo un punto por debajo del límite de control inferior. Entonces, no tiene distribución al azar normal. Asimismo el porcentaje de incertidumbre del \bar{x} es demasiado grande, 8,2%. Por lo tanto, el peso de producto final congelado no está bajo control.

Planilla de control \bar{x} - R No. 19 (pág. 39)

En la curva R se observa que los puntos están distribuidos al azar con una muy leve tendencia declinatoria. En la curva \bar{x} los puntos están distribuidos al azar, no obstante hay una leve tendencia ascendente. Se encuentra en ambas curvas todos los puntos dentro de los límites de control y el porcentaje de incertidumbre del valor \bar{x} es de un 4%, todo lo que indica que se trata de un proceso bajo control normal.

Planilla de control \bar{x} - R No. 20 (pág. 40)

La curva R aparece con un valor de \bar{R} casi 4 veces mayor que en el ejemplo número 19, existiendo un punto cercano al límite de control superior; se observa además, una tendencia a disminuir.

En la curva \bar{x} existe un punto por debajo de la línea de control inferior, notándose una marcada tendencia ascendente hacia el límite de control superior. Asimismo, el porcentaje de incertidumbre del valor \bar{x} es del

12.2%. Todo lo cual reafirma que como en la planilla de control $\bar{x} - R$ No. 18, es un proceso que no está bajo control normal.

Si comparamos la planilla de control $\bar{x} - R$ No. 18 y la No. 20, observamos que tanto para \bar{R} y \bar{x} se dan tendencias ascendentes y luego descendentes. Esto podría estar motivado por la presencia variable de agua dada por el tiempo de espera por ser cargado el armario.

3.3.2 La planilla de control $\bar{x} - R$ tiene múltiples aplicaciones en la industria pesquera. A título de ejemplo, en aquellas actividades donde hay:

- Cantidades de diferentes cosas;
- Pesos de varios tipos;
- Tamaños diversos;
- Consumos diferentes.

Como podría ser: en empaque, donde es normal una pérdida de envases o de producto elaborado por diversas causas; siendo de interés saber si esos problemas están dentro de los límites de tolerancia para esa actividad. Este criterio de control puede aplicarse por ejemplo a la operación de desmoldeado donde por factores humanos o de las máquinas hay pérdidas.

Así también en la línea de corte el estudio de rendimiento puede ser sometido a esta planilla de control $\bar{x} - R$ para saber si las variaciones están dentro de límites de tolerancia.

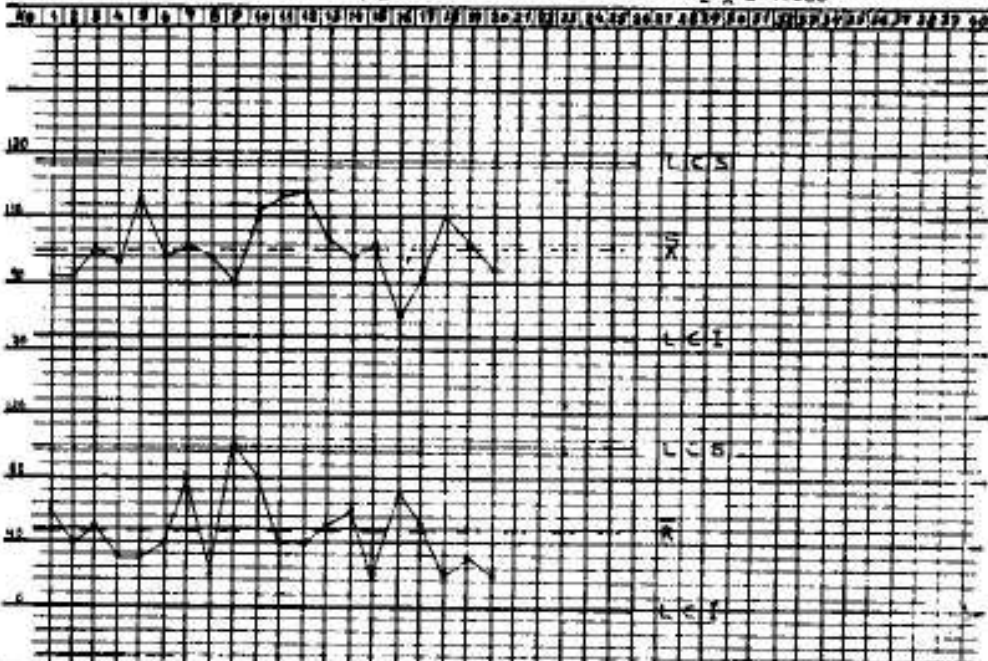
A nivel de barcos pesqueros se puede registrar la calidad de la captura según los índices de descarte, y considerar de acuerdo a la calidad la aplicación de un precio diferencial.

$\bar{X}-R$

Producto	Harina	Zona	Moldeo	Fecha	21/4
Máquina	Balanza	Unidad de control	al azar 5	Intervalo de control	al Azar Cada congelación
Especificación	11.5/1.5 P/E I.F. LTS, LTI			LCS, LCI	
Medida	Bloques 5 kg		Análisis	Supervisor	

$\Sigma R = 930$

$\Sigma X = 10060$



No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	37
\bar{X}	92	100	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
R	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

No.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
\bar{X}	100	90	120	110	140	110	90	110	100	90										
R	40	30	40	20	80	40	60	70	20	20										

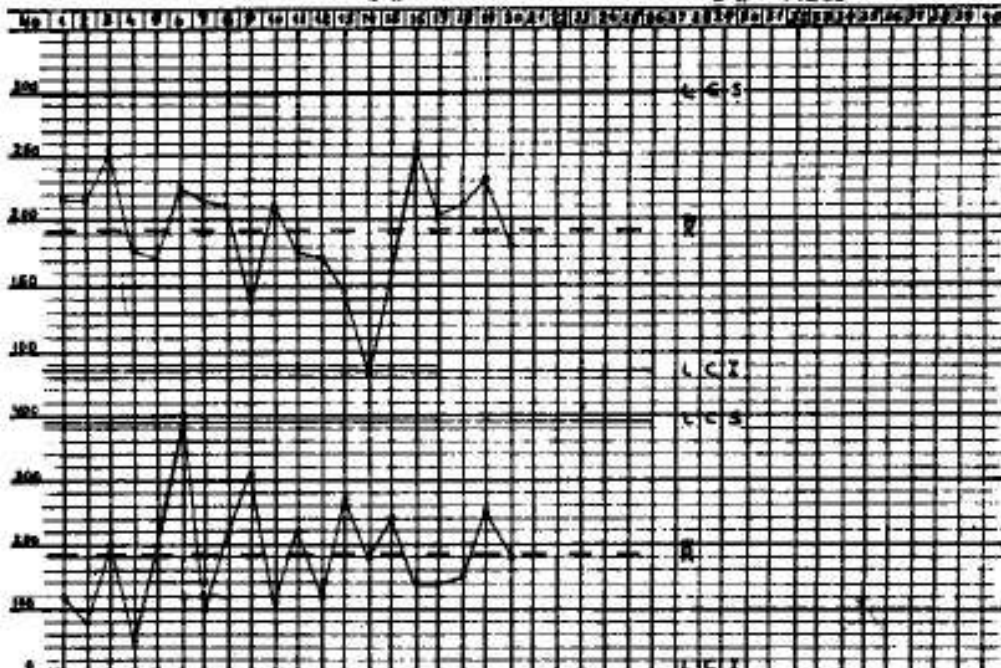
$LCSR = \bar{X} + D_4 \times R = 100.6 + 2.115 \times 46.5 = 148.3$
 $LCIR = \bar{X} - D_3 \times R = 100.6 - 0 \times 46.5 = 100.6$
 $LCS\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} = 100.6 + 0.577 \times 46.5 = 127.4$
 $LCI\bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} = 100.6 - 0.577 \times 46.5 = 73.8$
 $b = \frac{429 \times \Sigma R}{\sqrt{N} \times \Sigma X} = \frac{429 \times 930}{\sqrt{100} \times 10060} = 4.0\%$



Producto	Merluza	Zona	Espaque	Fecha	21/4
Máquina	Balanza	Cada 5 al azar		Intervalo de control	5
Especificación	Fil.S/P P/E I.F.LTS, LTI			LCS, LCI	Cada congelación
Medida	Bloques 5 kg	Análisis		Supervisor	

$\Sigma R = 3680$

$\Sigma X = 19300$



No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
\bar{X}	260	270	300	260	250	240	260	300	280	250	350																														
X_s	270	160	170	250	260	040	030	160	250	250																															
X_a	250	250	180	240	130	160	160	210	250	250																															
X_b	150	230	100	160	210	260	140	090	110	210																															
X_c	150	360	110	210	140	160	100	110	160	100																															
Σ	1000	1270	860	1000	690	800	730	800	1020	1160																															
\bar{X}	216	254	172	216	138	176	146	160	204	232																															
R	120	200	200	100	310	220	270	240	140	250																															

No	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
\bar{X}																				
X_s	240	200	400	160	250	200	180	280	130	130										
X_a	180	180	300	140	250	200	030	300	180	100										
X_b	200	200	140	140	220	120	100	350	260	280										
X_c	260	150	000	260	140	230	100	200	290	210										
X_d	200	160	200	340	200	110	060	210	210	140										
Σ	1000	810	1130	1060	1060	860	410	1280	1060	900										
\bar{X}	216	178	222	212	212	172	82	256	212	180										
R	80	50	400	220	110	120	180	140	150	180										

$LCSR = R \times D_4 = 184 \times 2.115 = 389.2$
 $LCIR = R \times D_3 = 184 \times 0 = 0$
 $LCS\bar{X} = \bar{X} + A_2 \times R = 193 + 0.577 \times 184 = 299.2$
 $LCI\bar{X} = \bar{X} - A_2 \times R = 193 - 0.577 \times 184 = 86.8$
 $b = \frac{429 \times \Sigma R}{\sqrt{N} \times \Sigma X} = \frac{429 \times 3680}{\sqrt{100} \times 19300} = 8.2\%$

$\bar{X}-R$

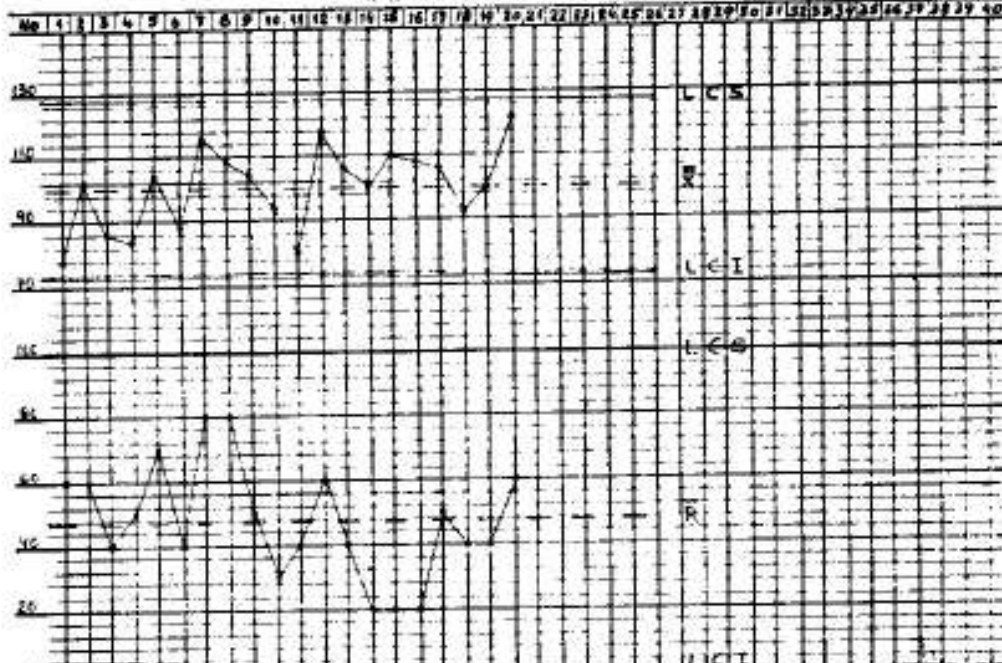
39

FANILLA DE CONTROL N°19

Producto	Harlusa	Zona	Maldeo	Fecha	22/4
Máquina	Balanza	Control	al azar 5	Intervalo de control	al azar
Especificación	F11, S/P/P/E L.F.	LTS, LTI		LCS, LCI	
Medida	Bloques 5 kg	Amplia		Supervisor	

R = 950

Σx = 10030



No	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
\bar{X}	80	90	60	100	100	90	100	120	100	120										
X_s	50	60	130	130	90	80	110	100	130	120										
X_n	40	100	110	60	90	60	150	100	80	100										
X_e	110	100	120	120	140	70	90	110	120	80										
X_g	90	80	90	130	100	100	100	120	100	50										
Sum	310	930	520	580	620	400	590	550	530	570										
\bar{X}	78	86	104	116	104	80	106	110	116	100										
R	40	40	70	80	50	40	40	20	50	40										

No	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
\bar{X}																				
X_s	80	100	100	90	100	100	120	80	110											
X_n	70	40	110	120	100	110	90	110	110	120										
X_n	130	90	90	150	80	90	100	100	70	90										
X_e	100	60	90	70	110	140	100	100	100	150										
X_g	130	110	60	110	80	150	110	110	140	190										
Sum	510	420	440	540	470	590	500	540	460	610										
\bar{X}	102	84	88	108	94	118	100	108	92	122										
R	40	60	40	80	30	60	30	30	40	60										

$$LCSR = \bar{R} \times D_4 = 47.5 \times 2.115 = 100.5$$

$$LCIR = \bar{R} \times D_3 = 47.5 \times 0 = 0$$

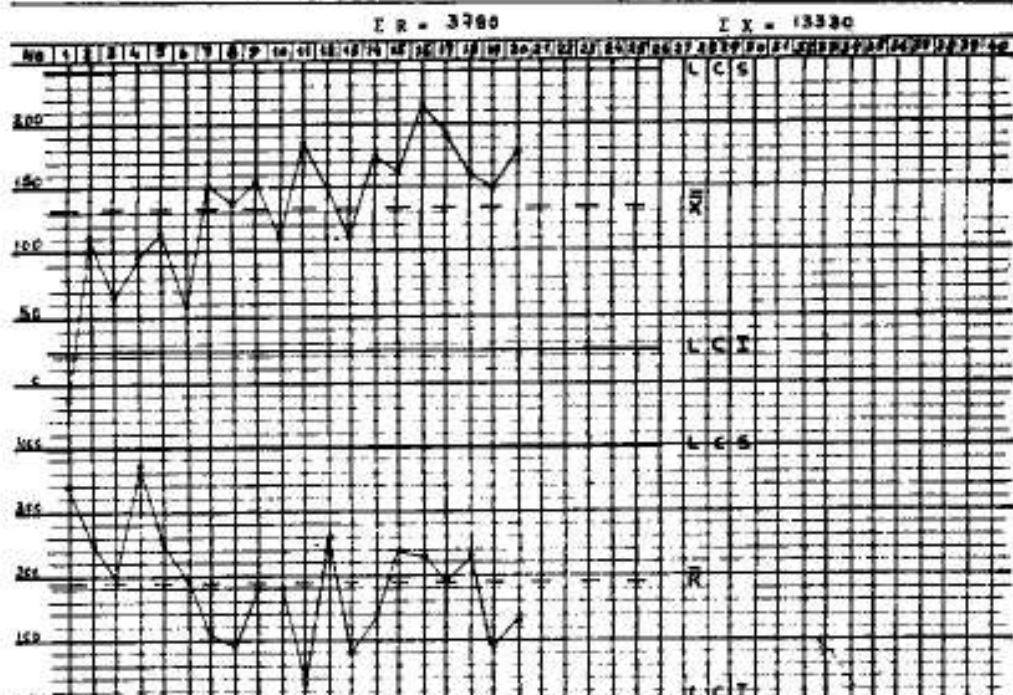
$$LCS\bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} = 100.3 - 0.577 \times 47.5 = 127.7$$

$$LCI\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} = 100.3 + 0.577 \times 47.5 = 72.9$$

$$b = \frac{429 \times \bar{R}}{\sqrt{N} \times \Sigma x} = \frac{429 \times 950}{\sqrt{100} \times 10030} = 4\%$$

40
X-R PLANILLA DE CONTROL N° 20

Producto	Merluza	Zona	Empaque	Fecha	22/4
Máquina	Balanza	Lotes de 5 kg	al azar 5	Intervalo de control	al azar
Especificación	Fil. S/P P/E I. F. LTS, LTI			LCS, LCI	Lada congelación
Medida	Bloques 5 kg	Análisis	Supervisor		



No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
Σ																								
X_1	-230	-20	260	170	220	200	70	40	210	180														
X_2	20	0	320	90	70	200	100	100	310	150														
X_3	-20	100	-20	100	240	180	150	200	120	150														
X_4	40	60	120	200	160	170	90	280	190	90														
X_5	120	180	40	200	40	180	150	190	180	170														
Sum	-60	320	530	790	770	990	660	810	990	790														
\bar{X}	-12	64	174	152	154	182	112	162	192	148														
R	340	200	250	110	180	30	80	240	190	90														

No	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
Σ																					
X_1	20	-20	30	170	90	260	230	220	50	160											
X_2	240	110	40	140	210	110	110	90	200	240											
X_3	210	80	-50	80	80	140	250	140	280	180											
X_4	-10	240	130	140	140	0	160	210	120	110											
X_5	160	-30	140	160	30	240	130	370	160	200											
Sum	560	490	290	670	550	750	880	1080	820	940											
\bar{X}	112	94	58	138	110	150	176	216	160	178											
R	250	370	190	90	180	260	140	230	230	130											

$LCSR = \bar{R} \times D_4 = 189 \times 2.115 = 399.7$

$LCIR = \bar{R} \times D_3 = 189 \times 0 = 0$

$LCS\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} = 133.3 + 0.577 \times 189 = 242.4$

$LCI\bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} = 133.3 - 0.577 \times 189 = 24.2$

$b = \frac{429 \times \bar{R}}{\sqrt{N} \times \bar{C}_x} = \frac{429 \times 3780}{\sqrt{100} \times 13330} = 12.22$

3.4 Método de comparación de velocidad/rendimiento/tamaño en la operación de fileteo de merluza

Las etapas son:

- Clasificar la materia prima en tres o más tamaños;
- Acondicionar el pescado según tamaño en bandejas de peso conocido y fijo;
- Se identifica cada bandeja con una tarjeta donde conste: número de bandeja, número de piezas y peso promedio, siendo distribuidas equitativamente entre los operarios intervinientes;
- Los operarios dos o más con buen entrenamiento cortarán las piezas de cada bandeja y los filetes serán colocados en una bandeja donde constará el número de bandeja y la cantidad de filetes que cortó y su peso;
- Descripción de la metodología de corte;
- Descripción de la materia prima;
- Los datos obtenidos se registraron en los Cuadros 21 y 22 (páginas 48-49). Con respecto al tiempo, se consideró como tiempo inicial cuando se toma el primer pescado de la bandeja, y como tiempo final cuando se toma el primer pescado de la siguiente bandeja. Si ocurre un intervalo durante la operación se contabiliza y se resta al tiempo de esa bandeja. Lo que interesa es el valor del tiempo real de corte: bandeja por bandeja y el rendimiento bandeja por bandeja;
- Evaluación de los datos.

3.4.1 Objetivos

Esta prueba es válida para establecer el grado de correlación entre los siguientes parámetros:

- Relación entre el peso del pescado y el número de pescados cortados por hora;

- Relación entre el peso del pescado y el rendimiento;
- Relación entre el rendimiento y el pescado cortado por hora;
- Relación entre el peso del pescado y los kg de filetes cortados por hora.

3.4.2 Ejemplo

Prueba realizada el 2 de mayo de 1981 sobre filetes de merluza sin piel, poca espina:

Se clasificó la materia prima de acuerdo a su peso en tres grupos:

- menor de 400 gr
- de 400 a 500 gr
- mayor de 500 gr

Estos tres grupos fueron acondicionados en bandejas plásticas de 20 kg en cada una. En dos bandejas, No. 9 y No. 18, por motivos ajenos a la prueba, el peso fue menor.

Los operarios A y B tenían modalidades diferentes de corte:

- A: Procedió a cortar la cabeza oblicuamente de arriba abajo por detrás del opérculo, aleta pectoral y ventral anterior. Luego obtenía los filetes cortando a lo largo de la espina, dejando tejido muscular a nivel de cabeza y columna vertebral. Posteriormente desollaba dejando restos de tejido muscular en la porción caudal del filet.
- B: Procedía a cortar ambos filetes del pescado entero, sin cortar la cabeza dejando menos tejido muscular a nivel óseo y de la nuca. Asimismo había una acumulación de filetes cortados, la que era desollada posteriormente.

El promedio de rendimiento de corte de cada uno fue del 43,1% para A y del 44,8% para B, lo que coincide con las diferentes modalidades de corte.

Descripción de la materia prima

Se desconocía la fecha de captura, tenía dos días de almacenamiento en cámara de 0°C, estando la materia prima correctamente acondicionada en bandejas plásticas con suficiente hielo.

3.4.3 Evaluación de los resultados obtenidos

Con los datos de las tablas se traza una línea de regresión según la siguiente fórmula:

$$y = mx + b$$

donde:

$$m = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} = \text{pendiente de la recta}$$

$$b = \frac{\sum y - m \cdot \sum x}{N} = \text{punto de intersección del eje y}$$

N = número de mediciones

x = variable independiente

y = variable dependiente

Para determinar la validez de las relaciones, se deben calcular los coeficientes de correlación (R) y de determinación (R²).

$$R = \frac{m \cdot \delta x}{\delta y} = \text{coeficiente de correlación}$$

donde: δx = desvío estándar de x

δy = desvío estándar de y

R² = coeficiente de determinación

Normalmente se considera que hay una correlación fuerte cuando el coeficiente de determinación supera el 80%; cuando es inferior a 80% existe una correlación de carácter débil o no hay correlación.

Ejemplo

En el caso de que R^2 sea igual a 0.85, el 85% de la variación está explicado por la línea de regresión y sólo el 15% de la variación está explicado por otra causa.

Este es un criterio práctico para determinar el grado de correlación, existiendo una prueba para determinar si existe o no correlación.

Este método se verá ilustrado mediante dos ejemplos:

1. Relación entre el rendimiento y número de pescados cortados por hora.
2. Relación entre pesos de cada pescado y kg de filetes cortados por hora.

Ejemplo 1

RENDIMIENTO %	42.8	42.5	44.5	44.0	43.0	43.5
PESC. CORT./H	123.8	124.1	117.3	116.7	135.3	147.6

RENDIMIENTO%	44.0	40.0	44.0	42.5	43.0	43.0
PESC. CORT./H	125.7	139.5	125.1	112.5	105.4	102.0

Coefficiente de correlación : - 0.248

Coefficiente de determinación : 0.0614

DEBEMOS PREGUNTARNOS: ¿EXISTE O NO CORRELACION?

Existe correlación cuando el valor de (t) en "t" estadístico es mayor que el valor de (t) en la tabla No. 23 (página 50).

El valor en (t) en "t" estadístico se calcula por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{R}{\sqrt{1 - R^2}} \cdot \sqrt{n}$$

donde:

$f = \text{grado de libertad} = n - 2$; para nuestro caso = 10

$R = 0.248$

$R^2 = 0.061$

$$t = \frac{0.248}{\sqrt{1 - 0.061}} \cdot \sqrt{10}$$

$t = 0.809$

En la tabla No. 23 para el nivel de probabilidad de 97,5% y un grado de libertad de 10: $t = 2.228$, por lo tanto, no existe correlación entre el rendimiento y pescados cortados/hora.

Ejemplo 2

PESO PESC.	297	328	345	345	400	400
KG FILET/H	15.750	17.288	17.998	17.700	23.275	25.676

PESO PESC.	456	465	488	500	556	625
KG FILET/H	25.143	25.946	26.843	23.910	25.170	27.403

Coefficiente de correlación : 0.849

Coefficiente de determinación : 0.722

$$t = \frac{0.849}{\sqrt{1 - 0.722}} \cdot \sqrt{10}$$

$t = 5.09$ (Valor de t en tabla: $t = 2.228$)

Se concluye que existe una correlación entre los kg de filetes cortados/hora y el peso de pescado.

Análisis de cuatro posibilidades de relaciones de esta investigación

1. Relación peso de pescado: número de pescados cortados por hora

Operario A	Operario B
Correlación - 0.44	Correlación 0.6
Determinación 0.1977	Determinación 0.36

2. Relación entre rendimiento y peso de pescado

Operario A	Operario B
Correlación - 0.164	Correlación 0.199
Determinación 0.0269	Determinación 0.0396

3. Relación entre rendimiento y pescado cortado por hora

Operario A	Operario B
Correlación - 0.248	Correlación 0.189
Determinación 0.0614	Determinación 0.0358

4. Relación entre peso de pescado y kg de filetes cortados por hora

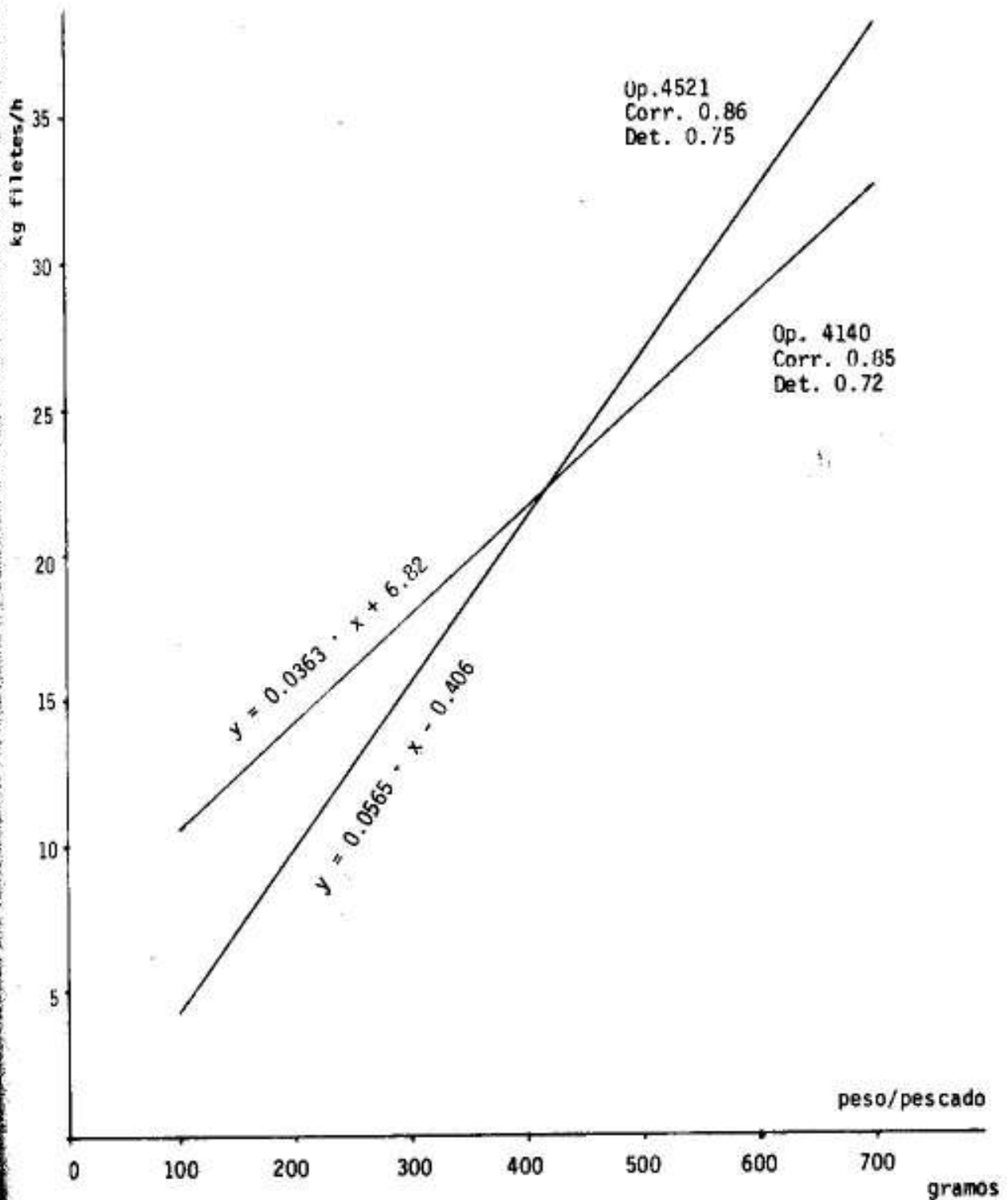
Operario A	Operario B
Correlación 0.85	Correlación 0.86
Determinación 0.72	Determinación 0.75

Análisis

1. Existe un muy débil grado de correlación en ambos operarios, siendo algo más fuerte en la operaria B.
- 2 y 3. No existe correlación entre el rendimiento y el peso de pescado ni con el pescado cortado por hora, lo que indica que puede ser mejorado el rendimiento sin afectar la cantidad de pescado cortado/hora.
4. Hay una correlación medianamente fuerte entre el peso de pescado y los kg de filetes cortados por hora. Aparece en la curva siguiente.

Queda claro que a mayor peso de la materia prima se lograrán más kg de filetes por hora. Por lo tanto, el pescado de menor peso resulta más costoso emplearlo para esta línea de producción.

RELACION ENTRE PESO DEL PESCADO Y KG DE FILETES CORTADOS POR HORA



CUADRO 21

REGISTRO DE VALORES DE VELOCIDAD/RENDIMIENTO/TAMARO EN LA OPERACION DE FILLETEADO DE MERLUZA

OP. No. 4621 "g"

Randeja No.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Kg de materia prima	20	20	20	20	20	20	20	20	18.915	20	20	20
Cantidad de pescado	41	39	49	47	54	42	46	37	56	60	43	60
Kg filete	9.000	9.100	8.700	9.500	8.700	9.000	9.100	8.600	8.000	8.800	9.400	9.200
Rendimiento %	45.0%	45.5%	43.5%	47.5%	43.5%	45.0%	45.5%	43.0%	42.3%	44.0%	47.0%	46.0%
Tiempo minutos y segundos	inicial	7 03'20"	7 26'10"	7 47'30"	8 13'20"	8 37'40"	9 56'30"	10 20'20"	10 39'00"	11 11'10"	12 27'30"	12 51'00"
	final	7 23'10"	7 46'10"	8 13'20"	8 37'40"	9 35'00"	9 56'30"	10 39'00"	11 11'10"	12 27'30"	12 51'30"	13 20'10"
	descanso					0 27'50"			0 00'50"	0 45'00"		
Tiempo real en minutos y centésimas	19,83	20,00	25,83	24,33	29,50	21,50	23,63	18,66	31,33	31,33	23,50	29,17

PROBABILIDAD EN %

f \ P	70	80	90	97,5	99	99,5	99,9
1	0,727	3,078	6,314	12,71	21,82	63,66	218,3
2	0,617	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33
3	0,584	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22
4	0,569	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173
5	0,559	1,476	2,015	2,571	3,345	4,032	5,893
6	0,553	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208
7	0,549	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785
8	0,546	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501
9	0,543	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297
10	0,542	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144
11	0,540	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025
12	0,538	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930
13	0,538	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852
14	0,537	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787
15	0,536	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733
16	0,535	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686
17	0,534	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646
18	0,534	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611
19	0,533	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579
20	0,533	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552
21	0,532	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527
22	0,532	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505
23	0,532	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485
24	0,531	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467
25	0,531	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450
26	0,531	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435
27	0,531	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421
28	0,530	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408
29	0,530	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396
30	0,530	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385
40	0,529	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,307
50	0,528	1,298	1,676	2,009	2,403	2,678	3,262
60	0,527	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232
∞	0,524	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090
2(1-P)	60	20	10	5	2	1	0,2

GRADOS LIBERTAD

Eksempel: $P(t < 2,228) = 97,5$ pct. for $f = 10$

$P(|t| > t_p) = 2(1 - P)$. $P(|t| > 2,228) = 5$ pct. for $f = 10$

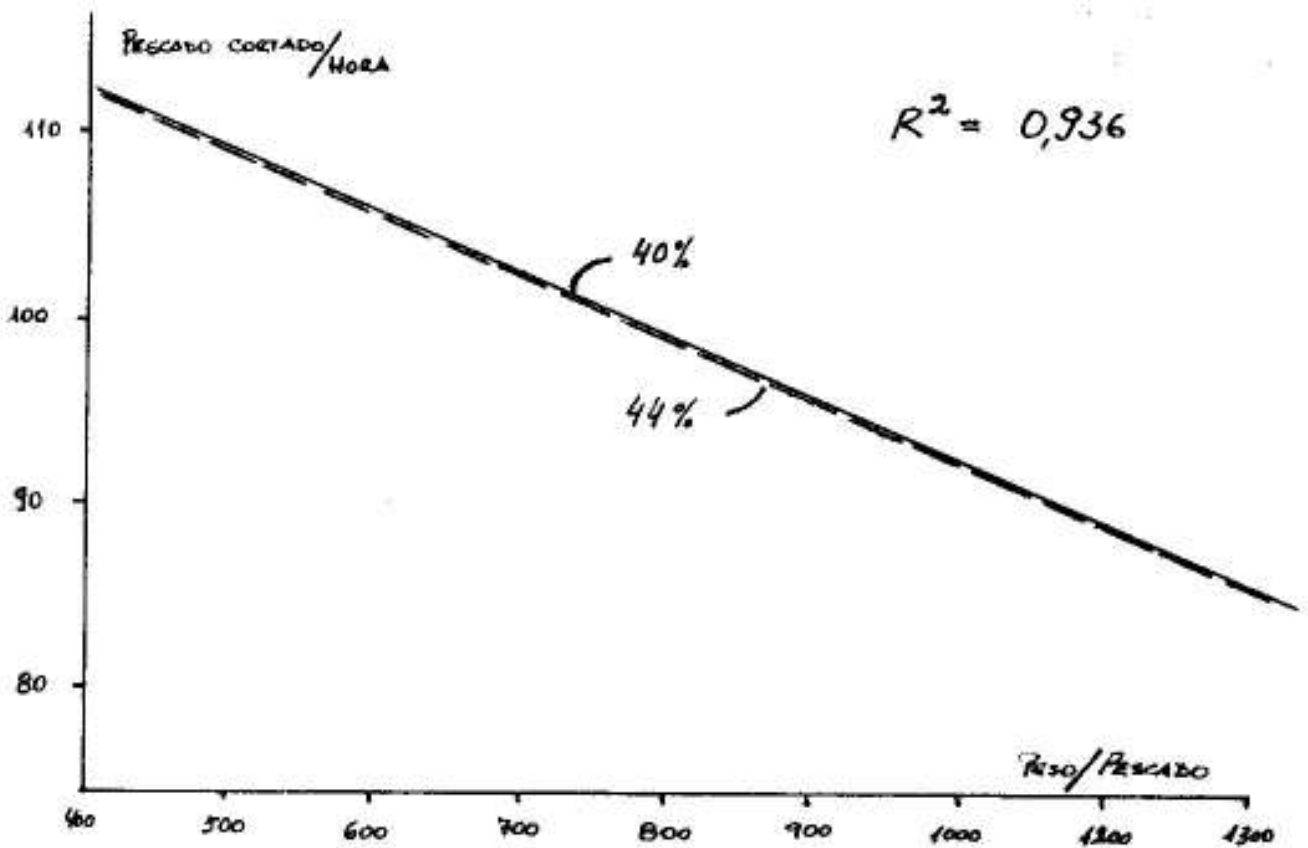
3.4.4 Línea de regresión con 3 variables

En la operación de fileteado, desollado y corte "V" de filete de merluza, un buen operario presenta los siguientes datos:

x = Peso/pescado	455	536	577	625	775	882	1409	1455	1570	gr
y = Rendimiento	45.3	44.7	42.0	45.3	42.6	42.7	44.5	43.8	41.4	%
z = Pesc.cort/h	113.8	108.4	102.3	106.9	101.4	95.6	71	79.5	77.9	N°

$$z = a + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y = 132.11 - 0.03395x - 0.12984y$$

Relación de : TAMAÑO/RENDIMIENTO/VELOCIDAD



Interesante resulta observar que la gráfica no presenta diferencias dentro de los rendimientos de 40 hasta 44%.

Resulta muy interesante observar que la cantidad de pescado cortado por hora disminuye si el peso por pescado aumenta.

La prueba fue demasiado pequeña como para verificar esta relación.

3.4.5 Relación largo/peso de merluza entera

En la figura No. 24 aparece una curva de relación de longitud de pescado en cm y de peso en gr.

3.4.6 Conclusión

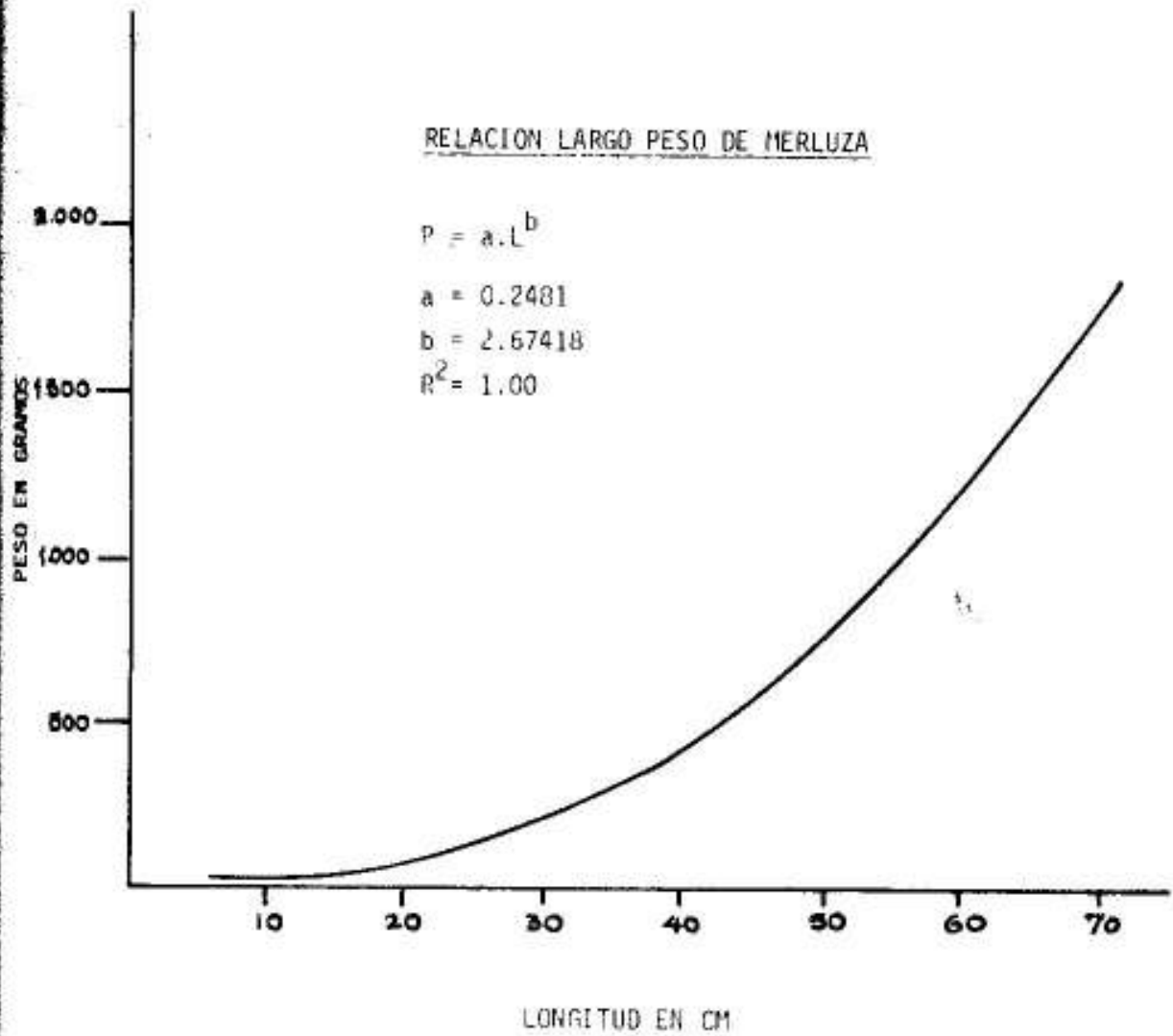
La tabla de correlación entre el rendimiento y la velocidad coincide con las investigaciones previas realizadas en Uruguay e indican la posibilidad de aumentar el rendimiento sin pérdida de velocidad (con operarios bien entrenados).

Se recomienda estudiar en las plantas dichas relaciones más profundamente a fin de verificar la falta de este tipo de correlación.

PESO EN GRAMOS

DECO L.M. COMARTE

FIGURA 24



1000
1500
2000

10
20
30
40
50
60
70

4.0 CONSUMO DE HORAS/HOMBRE POR TONELADA DE PRODUCTO FINAL

A pesar de que el costo directo de la mano de obra por kilo de producto final es sólo el 14-18% de los costos directos del cálculo estándar, una mejor utilización de la mano de obra es importante para aumentar la capacidad y así mejorar las ganancias brutas totales.

Para lograr esta mejor utilización es necesario registrar turno a turno, el consumo de horas/hombre de cada sector, relacionándolo con su producción. La suma final nos dará, llevado a una tonelada de producto final, la cantidad de horas/hombre de cada línea de producción.

Este cálculo nos permite detectar obstáculos en la línea de procesamiento, como ser falta de balance entre las capacidades de distintos sectores o dentro de un mismo sector, lo que es motivado por varias causas, entre ellas la mala distribución del personal, de los equipos instalados, traslados inútiles, falta de entrenamiento de los operarios, etc.

El procedimiento a seguir es el siguiente.

4.0.1 Método

Se contabiliza el personal que trabaja en un sector, se multiplica por las horas de trabajo y nos da la cantidad de horas trabajadas referidas a las toneladas producidas en ese tiempo. Finalmente, se lleva el valor a una tonelada de producto final y así sucesivamente con los distintos sectores de una línea de producción, que sumadas da el total de horas/hombre por tonelada de producto final.

Si consideramos aquella situación donde la calidad de materia prima es buena, la planificación es correcta, no hay obstáculo en la línea de producción, obtenemos valores de HH/T.P.F. ideales que sirven de referencia para las reales.

En el cuadro N°25 aparece un ejemplo de una planta ideal de filetes de merluza.

En los cuadros No. 26 y 27 aparecen ejemplos de corvina.

CUADRO 25Consumo de horas/hombre por tonelada de producto final

MERLUZA, FILETES S/P P/E 5 x 1 KG

Ejemplo de situación ideal

Operación	Horas/ton. producto final
Recepción de materia prima	6
Pesado y transporte de materia prima	5
Fileteado manual de merluza (700g/pesc.)	40-45
Transporte, registro y pesado	4
Control de filetes (P/PB permitido)	2
Transporte	2
Pesado de fracciones	16
Lavado y enfriado	
Moldeado 5 x 1	
Registro	
Transporte y otros	
Transporte y congelado	2
Empaque final	4-5'
Almacenamiento en frío	8
Lavado y limpieza	2
TOTAL	91-97

CUADRO 26Consumo de horas/hombre por tonelada de producto final

CORVINA H Y G (RENDIMIENTO 55%)

Ejemplo de situación ideal

No. Operarios	Operación	HH/ton. prod. final
6	Recepción de materia prima	4
2-4	Transporte de materia prima	1
6	Corte de aletas a máquina	13.3
2	Lavado y descamado	
11	Descabezado B417	12.3
8	Eviscerado	
4-5	Lavado y cepillado	
0-2	Pesado de porciones	0.5
1	Transporte y lavado	5.1
2	Colocación de 18-19 pescados/bandeja	
2	Colocación de bandeja en rieles	
1	Recepción de pescado congelado	18.8
3	Glaseado pescado congelado	
6	Empaque de 4 pescados en bolsa y sellado	
4	Empaque en masters 20 kg neto	
0-2	Transporte a almacenamiento en frío	
58-65	TOTAL	55.0

CUADRO 27

Consumo de horas/hombre por tonelada de producto final

CORVINA ENTERA (RENDIMIENTO 97%)

Ejemplo de situación ideal

No. Operarios	Operación	HH/ton. prod. final
6	Recepción de materia prima	2
2-4	Transporte de materia prima en planta	13.6
1	Pesado de porciones de 5.1 kg	
1	Transporte de porciones	
6	Moldeado	
1	Congelado	
3	Vaciado congelador de placas	6.8
1	Transporte de bloques	
1-2	Empacado 4 bloques/bolsa	
1-2	Empaque de bolsas en masters	
0-1	Master de 20 kg neto	
0-2	Transporte y almacenamiento en frío	
23-30	TOTAL	~ 23

4.0.2 De igual manera puede calcularse el consumo de horas/hombre de otros productos:

- Filetes de merluza de 16.5 lbs desgrasado: 110 HH/T.P.F.*
 - Filetes de merluza de 10 lbs estándar interfoliado: 112 HH/T.P.F.*
 - Filetes de merluza con piel 5 lbs interfoliado: 95 HH/T.P.F.
 - Filetes de pescadilla c/piel IQF (40% rendimiento): 105 HH/T.P.F.
- (*) Fileteado mecánico.

El alcanzar las cifras indicadas sobre consumo estándar de horas/hombre por tonelada de producto final deberá tomarse como una meta a largo plazo en la cual deberá ponerse mucho esfuerzo.

Hay métodos para estudiar una cierta parte del procesamiento. Entonces, será posible visualizar qué detalle de la operación funciona bien y al mismo tiempo visualizar qué parte de la operación es posible mejorar. A continuación se detallan dos métodos aplicables en estos estudios.

4.1 Análisis operacional

Cuando en una determinada operación queremos saber el porcentaje de tiempo que insume cada una de sus etapas, podemos emplear diferentes sistemas según la cantidad de operarios intervinientes.

Cantidad de operarios	Sistema	Intervalo de observaciones en minutos
1	GTT	≤ 0,2
2	GTT	0,2 - 0,25
3-4	GTT	0,5 - 1,0
5-7	GTT	1,0 - 1,5
8-10	GTT	1,5 - 2,0
11-15	GTT	2,0
16	frecuencia	al azar

4.1.1 Descripción de método GTT (Grupo, tiempo, técnico)

Este tipo de sistema sirve para estudiar:

- Tiempo estándar de las operaciones;
- Verificación del uso de la capacidad en porcentaje de la capacidad teórica;
- Verificación del tiempo ocioso;
- Análisis operacional de control, organización y métodos.

Fórmulas aplicables

La cantidad de observaciones necesarias para obtener una exactitud presupuesta del 95%, por ejemplo, es la siguiente:

$$N = \frac{6400}{R_T^2} \cdot \frac{i}{t}$$

donde:

N = cantidad total de observaciones necesarias

R_T = error permitido ($\leq 5\%$)

i = intervalo de observaciones en minutos

t = tiempo completo de un ciclo de operaciones

Ejemplo:

Para un R_T del 2%, una i = 0.5 minutos y t = 0.5 minutos, es necesario:

$$N = \frac{6400}{2^2} \cdot \frac{0.5}{0.5} = 1600 \text{ observ. en aprox. 13 horas}$$

Para un R_T del 2%, una $i = 0.2$ minutos y $t = 0.5$ minutos, tendremos:

$$N = \frac{6400}{2^2} \cdot \frac{0.2}{0.5} = 640 \text{ observ. en aprox. 2 horas.}$$

La exactitud del estudio se verifica por las siguientes fórmulas:

Para saber si todas las observaciones fueron registradas de manera correcta, aplicamos:

$$T_A = N_A \cdot i$$

donde T_A = tiempo total de todas las operaciones de una cierta actividad.

N_A = cantidad de observaciones en total

i = intervalo considerado para las observaciones

La validez del resultado del estudio estará dado por un R_T cuyo valor será igual o menor al R_T fijado previamente.

$$R_T = \frac{80 \sqrt{C_A}}{N_A} \%$$

donde

C_A = cantidad de observaciones de una cierta actividad

N_A = cantidad de observaciones de todas las actividades

R_T = desviación en porcentaje del tiempo de una cierta actividad.

- 4.1.2 De acuerdo a estas bases se analiza la operación de fileteado. Los objetivos del estudio son saber qué distribución porcentual tiene cada etapa dentro de la operación.

Planificación de la actividad

Lo más importante es establecer los límites de cada etapa de la operación. Por lo que fue necesario observarla detenidamente para construir una planilla de registro conveniente (ver página siguiente).

Información de los operarios

Con respecto a que mantengan sus hábitos de trabajo habituales.

Una vez realizado el estudio:

Se evalúan los resultados, para ver si está bien, es modificable o se hace otro.

4.1.3 Ejemplo

Para la operación de fileteado, corte abdominal, recorte y desollado en dos operarios A y B.

Ambos operarios trabajaron con 100 kg de pescado, 223 y 221 fue la cantidad de pescado respectivo. El producto obtenido de cada bandeja fue pesado para saber el rendimiento individual.

Con los datos obtenidos, se confecciona el cuadro 28 (pág. 64).

En el cuadro de la página 63 aparecen los resultados del estudio, donde se puede visualizar la distribución porcentual de cada actividad dentro de la operación y establecer una comparación entre ambos operarios.

PLANILLA DE REGISTRO PARA UN ESTUDIO GTT

FECHA

Operario

Operación No. de pescados Kg:

Tiempo

Intervalo Rendimiento

Actividad	Observaciones	No. Observ.	%	Minutos
Tomar el pescado de las bandejas en el suelo				
Tomar el pescado del recipiente				
Filetear el pescado				
Recorte y corte abdominal				
Desollado del filete				
Colocar el filete en la bandeja				
Hablar, afilar, limpiar la mesa, y otros				
Colocar bandeja en cinta transportadora				
TOTAL				

ESTUDIO GTTOPERACION DE FILETEADO, DESOLLADO, CORTE ABDOMINAL Y RECORTE

Intervalo 0,2 min.

	Operario A: (2851) N° de pescados: 223 Kg de pescado: 100 Tiempo: 112.70			Operario B: (4038) N° de pescados: 221 Kg de pescado: 100 Tiempo: 119.11		
Actividad	No. de Obs.	%	min.	No. de Obs.	%	min.
Tomar el pescado de las bandejas en el suelo	18	3.20	3.61	18	3.03	3,61
Tomar el pescado del recipiente	30	5.33	6.01	21	3.54	4.22
Filetear el pescado	237	42.10	47.45	239	40.24	47.93
Recorte y corte abdominal	84	14.92	16.81	77	12.96	15.44
Desollado del filete	156	27.71	31.23	158	26.60	31.68
Colocar el filete en la bandeja	18	3.20	3.61	35	5.89	7.02
Hablar, apilar, limpiar la mesa y otros	19	3.37	3.80	43	7.24	8.62
Colocar bandeja en cinta transportadora	1	0.18	0.20	3	0.51	0.61
TOTAL	563	100.01	112.72	594	100.01	119.13

Finalmente, se confecciona el siguiente cuadro:

CUADRO 28

Estudio de la producción de filetes de merluza S/P P/E I.F. en 5 kg

	Rendimiento	Kg MP/kg PF	Kg PF/hora	Kg MP/hora	Pesc/hora
Operario A	42.5%	2,353	22,626	53,239	119
Operario B	45.3%	2,208	22,819	50,374	111

Por los registros logrados, concluimos que:

- El operario A trabaja con mayor velocidad y menor rendimiento y logra menores kg PF/hora utilizando mayor volumen de kg de MP/hora; debe realizarse una instrucción al operario A para lograr mejores puntuaciones sin afectar su velocidad.

4.1.4 Si suponemos dos turnos A y B con las modalidades de trabajo estudiadas, y que procesan 10 toneladas de materia prima cada uno, realizamos el cálculo estándar en US\$ por kg de producto final (Cuadro 29).

CUADRO 29

Cálculos estándar en U\$S para filetes de merluza S/P P/E I.F. en 5 kg

	TURNO A	TURNO B
Materia prima (250U\$S/T)	0.588	0.552
Desperdicios	- 0.040	- 0.034
Mano de obra directa	0.145	0.145
Material de empaque	0.040	0.040
Gastos de congelado	0.100	0.100
Transporte	0.030	0.030
Gastos financieros	0.030	0.030
Costos directos	0.893	0.863
Ventas FOB	1.02	1.02
Reintegro	0.16	0.16
TOTAL	1.18	1.18
Ganancia bruta/kg PF	0.287	0.317
Mejora porcentual de la G.B./kg P.F.	-----	10%
Ganancia bruta/kg MP	0.122	0.144
Ganancia bruta/turno (10000 kg MP)	1220	1440
Mejora porcentual de la G.B./turno	-----	18%

En el cuadro 29 se destaca que el turno B tiene una ganancia bruta por kg de producto final 10% mayor que el turno A.

Asimismo la ganancia bruta para el turno B es un 18% mayor que para el turno A.

De acuerdo a los registros individuales obtenidos en el estudio GTT (ver página 63) se consideraron aquellas actividades mejorables porcentualmente y que determinarían un mayor número de pescados procesados por hora y por ende más kilos de producto final.

Recuadrados en las dos columnas centrales (ver cuadro 30, página 67) tenemos aquellas actividades mejorables.

La toma de pescado del piso a la mesa es una cuestión de manejo del personal que alimenta la línea o de diseño de mesa, que permitirá reducir en 1/6 dicha actividad.

Con respecto a la actividad de limpiar la mesa, afilar, hablar y otras, podría reducirse a un 3%.

La actividad de colocar la bandeja en la cinta transportadora fue reducida al 0.2% para el operario B, ya que el operario A lo hacía correctamente en ese tiempo.

Pasamos a recalcular con las mejoras sugeridas los porcentajes de las demás actividades, lo que determina un mayor aprovechamiento del tiempo útil disponible (de acuerdo al cuadro 30):

$$\text{para el operario A : } \frac{(2.7 + 0.4) \cdot 100}{100 - (2.7 + 0.4)} = 3.2\%$$

$$\text{para el operario B : } \frac{(2.5 + 4.2 + 0.3) \cdot 100}{100 - (2.5 + 4.2 + 0.3)} = 7.5\%$$

CUADRO 30

Estudio GTT en el Sector Corte (fileteado, recorte, desollado)

Actividad	OPERARIO A		OPERARIO B	
	Medido	Nuevo	Nuevo	Medido
Tomar pescados del piso a la mesa	3.2%	<u>0.5%</u>	<u>0.5%</u>	3.0%
Tomar el pescado del recipiente	5.3%	5.5%	3.8%	3.5%
Filetear el pescado	42.1%	43.4	43.2	40.2%
Recorte y corte abdominal	14.9%	15.4	14.0	13.0%
Desollar el filete	27.7%	28.6	28.6	26.6%
Colocar el filete en bandeja	3.2%	3.3	6.3	5.9%
Limpiar la mesa, afilar, hablar, otros	3.4%	<u>3.0</u>	<u>3.0</u>	7.2%
Colocar la bandeja en cinta transportadora	0.2%	0.2	<u>0.2</u>	0.5%
Velocidad Pescados/hora	119 pesc/H	122.8	119.3	111 pesc./H
Mejora porcentual de la eficiencia	----	3.2%	7.5%	----

Considerando estos aumentos porcentuales de la eficiencia en ambos operarios, los transportamos a ambos turnos (A y B) y tenemos las siguientes ganancias brutas por turno:

G.B./turno según cuadro 29
 G.B./turno mejorando la eficiencia
 Mejora porcentual de la G.B.

Turno A Turno B

1220	1440
1259	1548
----	23%

4.1.5 Estudio GTT de comparación de operarios

Para aclarar la operación de fileteado, desollado, corte abdominal y recorte, se realiza un nuevo estudio en el cual se compara un operario rápido con un operario medio a fin de visualizar la diferencia en la utilización del tiempo disponible. Así tenemos:

Estudio GTT en Sector Corte (fileteado, recorte, desollado)

	% en total de tiempo observado	
	Operario rápido	Operario medio
Tomar el pescado del recipiente	4.5	3.4
Filetear el pescado	39.5	49.0
Recorte y corte abdominal	16.8	11.4
Desollado del filete	15.0	14.1
Colocar el filete en la bandeja	7.7	10.7
Transporte de los filetes para registrarlos	10.5	0
Tomar el pescado de las bandejas en el suelo	5.0	6.0
Espera, otros	1.0	5.4
VELOCIDAD : Pesc/H	145-150 P/H	100-105 P/H
RENDIMIENTO	42,8%	38%

Observaciones

Algunos operarios necesitaban instrucción y entrenamiento. Como se puede observar en la tabla, especialmente la operación de fileteado es difícil para el operario medio.

Algunos operarios llevaban personalmente los filetes recortados por ellos a la zona de registro, lo que consumía un 10% del tiempo disponible reduciendo así, de la misma manera, la capacidad.

De la tabla también se deduce que de un 5 a un 6% del tiempo disponible se utiliza en levantar la materia prima de las cajas colocadas sobre el suelo o cerca de él.

Instrucción, entrenamiento y suficientes y adecuados tipos de mesas de fileteado, son la solución para dicho tiempo perdido.

4.1.6 El estudio de GTT fue realizado en el sector moldeo con el fin de analizar los tiempos perdidos. En este sector se pueden separar tres tipos definidos de manipulaciones:

- Pesado de porciones y selección	(3 personas)*
- Lavado y enfriado de porciones	(1 persona)
- Moldeo propiamente dicho	(15 personas)
Además trabajan en el sector:	1 encargada
	1 planillera
	<u>4 peones</u>
	<u>Total 25 personas</u>

* Debemos hacer notar que en la operación "pesado de porciones y selección" de las tres personas destacadas, una no realizaba la tarea en forma permanente, lo que determina por exactitud de cálculos (2,38) personas.

- Tiempo de estudio : 80 minutos
- Intervalo de observación : 0.5 minutos

En el cuadro 31 aparecen los resultados del estudio.

Por los registros obtenidos (ver cuadro 31) se verifican tiempos excesivos de transporte (lleno, vacío) en 33.5 %, en sección pesado. Este transporte no es propio de la manipulación principal (pesar y seleccionar) por lo que consideramos inapropiada la utilización del tiempo disponible. Asimismo, consideramos que la operación de selección de filetes deberá ser realizada por operarios diferentes programando así mejor utilización del tiempo disponible de la pesadora y determinando calidad superior en el producto final. También son mejorables los tiempos del moldeo en lo que corresponde a esperas de pescado y otras esperas.

De acuerdo a las premisas establecidas se confecciona el cuadro 32 donde aparecen recuadradas las actividades modificadas. El porcentaje del resto de las actividades fue recalculado, obteniéndose finalmente las mejoras porcentuales en los tres tipos de manipulación en sector moldeo.

En el análisis operacional del sector se observa que se puede lograr una mejora en el aprovechamiento de HH/Ton Producto Final, que pasa de 26.5 a 23.7 HH/Ton P.F.

En el cuadro 32 aparece una idea para la modificación de los 3 grupos.

CUADRO 31

Estudio GTT en Sector Moldeo

(pesado y selección; lavado y enfriado; moldeo)

		NºOBSERV.	%	MINUTOS
S E L E C C I O N	TRANSP. VACIO	68	17.8	33.9
	TRANSP. LLENO	60	15.7	29.9
	SELECCION	85	22.3	42.5
	PESADA	164	43.0	81.9
	DESCANSO	4	1.0	1.9
	<u>TOTAL</u>	<u>381</u>	<u>99.8</u>	<u>190.1</u>
E L N A F R A I D O	TRABAJO	117	75.5	60.4
	ESP. PESCADO	15	9.7	7.8
	OTRAS ESPERAS	23	14.8	11.8
	<u>TOTAL</u>	<u>155</u>	<u>100.0</u>	<u>80.0</u>
M O L D E O	TRABAJO	2108	87.8	70.4
	ESPERA PESC.	228	9.5	7.6
	OTRAS ESPERAS	64	2.7	2.2
	<u>TOTAL</u>	<u>2400</u>	<u>100.0</u>	<u>80.2</u>

CUADRO 32

Modificación del Sector Moldeo y Porcentajes de Mejoras

Actividades	% Actual	% Modificado	% Disminuido	% Mejora/Sector Capacidad
S E L E C C I O N	Trans.vacío	17.8	5.0	12.8
	Trans.lleno	15.7	5.0	10.7
	Selección	22.3	10.0	12.3
	Pesada	43.0	79.0	
	Descanso	1.0	1.0	
	TOTAL	99.8	100.0	35.8
E L A F A I D O	Trabaja	75.5	95.0	
	Espera pesc.	9.7	0.0	9.7
	Otras esp.	14.8	5.0	9.8
	TOTAL	100.0	100.0	19.5
M O L D E O	Trabaja	87.8	97.0	
	Espera pesc.	9.5	0.0	9.5
	Otras esp.	2.7	3.0	
	TOTAL	100.0	100.0	9.5
	HH/Ton P.F.	26.5	23.7	
	KG/hora	945	1044	
	KG/Turno	6615	7310	
				25 personas en el sector.

También se realizó un análisis operacional en sector moldeo, mediante el estudio GTT en la operación moldeo.

Se consideraron cuatro operarios, dos de buena eficiencia y dos de mediana eficiencia.

En los cuadros No. 33 y 34 se detallan las actividades observadas y el tiempo porcentual de cada una de ellas. Donde se destaca que el porcentaje de espera es 10.3% y 11.9%, debido a una falla de planificación, existía un cuello de botella en pesado de porciones. Si no hubiera existido, el flujo sería continuo.

Asimismo, el trabajo con el nylon insumía un 29.7% y 30.9% del tiempo disponible, debido al tamaño del nylon y a su ubicación en el área de trabajo. Corrigiendo esto se estimó que este trabajo insumiría un 10%.

De igual forma que en el ejemplo anterior se recalcularon los datos para estas actividades.

En suma, se obtiene un porcentaje de mejora en el sector de 51.4% y 58.8%, lo que significa una mejora en los valores de horas hombre por tonelada de producto final. Para el caso de los operarios de buena eficiencia pasó de 11.3 a 7.1 HH/ton P.F. y para los de mediana eficiencia pasó de 16.5 a 10.9 HH/ton P.F.

En los cuadros No. 33 y 34 aparece una idea de modificación de operación moldeo.

Usando la figura de mejoramiento de 51.4% del cuadro No. 33 y en el mismo tiempo operando con mayor armonía dentro de los 3 grupos es posible mejorar la ganancia bruta en un:

120% por turno

En el cuadro No. 35 aparece una idea de dicha modificación.

or

3.7

25.8

10.5

ctor.

CUADRO 33

Estudio GTT en Sector Moldeo *

Actividad	% Actual	% Modificado	% Disminuido	% Mejora/sector Capacidad
Tomar molde	1.7	2.6		
Tomar nylon	9.1	5.0	4.1	
Tomar molde lleno	1.2	1.8		
Espera	10.3	0.0	10.3	
Moldea	46.9	71.0		
Recorta	0.5	0.8		
Cambia restos	2.9	4.4		
Cierra	4.5	6.8		
Ponen en cinta	1.0	1.5		
Pliega nylon	20.6	5.0	15.6	
Identifica	0.7	1.1		
	99.4	100.0	30.0	51.4%
HH/Ton P.F.	16.5	10.9		
KG/Hr./Hombre	60.7	91.9		

* Dos operarios de mediana eficiencia.

CUADRO 34

Estudio GTT en Sector Moldeo *

Actividad	% Actual	% Modificado	% Disminuido	% Mejora/sector Capacidad
Tomar molde	1.0	1.6		
Tomar nylon	7.4	5.0	2.4	
Tomar molde lleno	2.7	4.3		
Espera	11.9	0.0	11.9	
Moldea	43.0	68.3		
Recorta	0.7	1.1		
Cambia restos	1.2	1.9		
Cierra	4.4	7.0		
Pone en cinta	1.5	2.4		
Pliega nylon	23.5	5.0	18.5	
Identifica	2.0	3.2		
	99.3	99.8	32.8	58.8%
HH/T.Prod.Final	11.3	7.1		
KG/Hr/hombre	88.2	140.1		

* Dos operarios de buena eficiencia.

CUADRO 35

Comparación de Situación Actual y Mejorada en Sector Moldeo

SITUACION ACTUAL				SITUACION MEJORADA			
Kg/hora	No.Op.	H.Trab.	Kg/turno	Kg/hora	No.Op.	H.Trab.	Kg/Turno
397	x 2.38	x 7	= 6.614kg	729	x 3	x 7	= ~15.000kg
				B A L A N Z A			
945	x 1	x 7	= 6.615kg	1189	x 2	x 7	← 16.600kg
				P I L E T A			
63	x 15	x 7	= 6.615kg	95	x 22	x 7	= 14.600kg
				M O L D E O			

TURNO ACTUAL	TURNO TEORICO
19 operarios	27 operarios
26 HH/Ton.P.Final	15.3 HH/Ton.P.Final
6615 kg/turno	14600 kg/turno
GB/Kg P.F. = US\$ 0.230	
1521 US\$	3358 US\$
Mejoramiento en %	~ 120%

4.2 Estudio de la frecuencia (ESF)

¿Cuándo usamos este tipo de estudio?

- Cuando existen más de 15 operarios;
- Cuando los operarios (a veces menos de 15) están en lugares diferentes y no es posible ver todos los operarios en el mismo tiempo.

Este tipo de sistema sirve para estudiar:

- Uso de la capacidad en porcentaje de la Capacidad Teórica;
- Verificación de tiempos perdidos;
- Estudio de la organización y control;
- Estudio de transportes y distribuciones;
- Consumo de varias cosas.

4.2.1 Normalmente el estudio de frecuencia (ESF) exige más tiempo y mayor número de observaciones que el estudio (GTT) - para obtener la misma seguridad en los resultados.

Cuando es posible usar los dos estudios, la relación de cantidad de observaciones entre GTT (n_1) y ESF (n_2) necesarios para igual probabilidad y seguridad es:

$$2 \sqrt{\frac{p(100-p)}{n_2}} = 8 \sqrt{\frac{p}{n_1}}$$

p = porcentaje de una cierta actividad en relación del tiempo total de trabajo.

Por ejemplo, cuando $p = 5\%$ la relación es:

$$\frac{n_2}{n_1} = 5.94$$

Es decir, que son necesarias 6 veces más observaciones en el estudio de frecuencia que en el GTT.

Cuando $p = 50\%$ la relación es:

$$\frac{n_2}{n_1} = 3.12$$

o, ≈ 3 veces más observaciones en el estudio ESF.

4.2.2 Fórmulas

El porcentaje de incertidumbre del valor "p" es S;

$$S = \pm a \cdot \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$

donde

p = porcentaje de una cierta actividad en función del tiempo total del ciclo de trabajo.

n = cantidad de observaciones.

a = factor que cambia según la exactitud requerida.

Con a igual a 1 hay un 68% de probabilidad de exactitud de S y con a igual a 2 un 95,5%.

Normalmente el 95.5% de probabilidad es necesario. En tabla No. 36 de página 82 aparece un nomograma donde se aprecia esta relación.

La cantidad de observaciones necesarias para una cierta incertidumbre es:

$$n = \frac{a^2 \cdot p \cdot (100-p)}{S^2}$$

Cuando hay más de una actividad en el estudio, el cálculo de "n" está basado en el tiempo (p%) de la actividad más corta.

4.2.3 Metodología del trabajo

Para que los resultados del estudio sean reales es necesario que el observador y también los operarios no tengan influencia en ellos. Por eso se usan tiempos casuales, los que se obtienen mediante las tablas N°37 (pág. 83). En la tabla A tenemos las horas casuales y en la tabla B los minutos. El método para obtener los tiempos casuales es el siguiente: Se toma al azar una fila (horizontal o vertical) de horas casuales y se le hace corresponder (tomada de igual manera) una fila de minutos casuales. Una vez obtenidos suficientes tiempos casuales, se ordenan cronológicamente. Cuando dos tiempos casuales son muy próximos se descarta uno de ellos, debido a la imposibilidad de registrar ambas observaciones. Para cada estudio son necesarios tiempos casuales nuevos.

Es importante que el grupo que está siendo estudiado trabaje todo el tiempo en forma homogénea, no variando el número de operarios en el transcurso de la prueba, en suma como jornada de trabajo estándar. Para hacer un control del estudio es posible realizar un diagrama de control (ver abajo).

Como límite de control tenemos:

$$LC = \pm a \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$

donde:

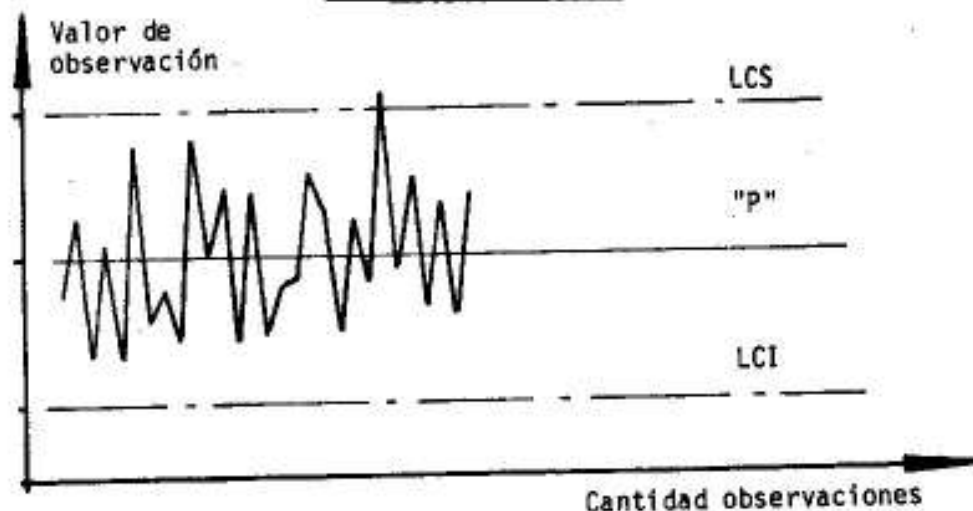
a = 3 (3 veces δ = 99,7% probabilidad)

n = observaciones en total del día

p = porcentaje de observaciones de la actividad más frecuente del total de las observaciones.

En la tabla No. 38 aparecen las relaciones entre el límite de control y la cantidad de observaciones totales y el valor de "p" en porcentaje.

DIAGRAMA DE CONTROL



4.2.4 En este análisis de frecuencia es necesario determinar qué deseamos obtener.

- Planificación de la actividad;
- Delimitación de las áreas donde se realizarán las observaciones;
- Información a los operarios;
- Hacer una breve prueba antes del estudio final, estudiando seriamente cada actividad a fin de obtener un total conocimiento de ellas;
- Deberá confeccionarse un formulario eficiente y sencillo para tal estudio;
- Realizar el estudio seriamente;
- Calcular los resultados;
- Evaluar los datos obtenidos dotando de soluciones a los problemas observados.

4.2.5 Ejemplo de Estudio de Frecuencia

Se detalla un estudio de frecuencia realizado con el fin de evaluar los tiempos perdidos (transporte y esperas) de todos los operarios excluyendo encargados y peones.

Primeramente se confecciona una planilla donde se encuentran, separados, los distintos sectores y el número de operarios en cada uno de ellos (ver pág. 85)

Los tiempos casuales fueron obtenidos en la tabla No. 37 (pág. 83) según los criterios vistos en el punto 4.2.3, pág. 79.

El estudio se realizó durante ocho horas, realizándose 60 observaciones. Con los datos obtenidos se confecciona la planilla con registro de valores del estudio (ver pág. 86).

Cálculo de "S" = porcentaje de incertidumbre del valor "p":

Se aplica la fórmula vista en el punto 4.2.2 (pág. 78). A modo de ejemplo tenemos que el tiempo en transporte lleno, obtenido en la operación "corte" tiene un porcentaje de incertidumbre de:

$$S = \pm a \cdot \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$

donde:

$$a = 2 \text{ (95,5\% de probabilidad)}$$

$$S = \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{5.1(100-5.1)}{60}} = \pm 5.7\%$$

El porcentaje de incertidumbre del valor "p" puede hallarse también mediante el nomograma de la tabla No. 36 (pág. 82) para lo cual se traza una línea, que parte de un porcentaje de "p" del 5.1%, pasa por la línea central a nivel de 60 observaciones, indicando entonces, un valor menor al 6% de incertidumbre de p.

Análisis de resultados:

Línea de corte:

El valor de transporte lleno (5.1%) se debe a un mal diseño de la mesa, lo cual incidió también en el alto porcentaje de espera (7.2%). Este porcentaje se debe también a la falta de contracción al trabajo.

Pesado/control:

La actividad de transporte (45.5%) se explica por la falta de mecanización y mala distribución del sector.

Pesado de porciones/lavado/enfriado:

El porcentaje del tiempo dedicado al transporte (28.8%) es excesivamente elevado y se debió a insuficiente cantidad de personal de apoyo. Las esperas (8.3%) se explican por un desbalance en el sector.

Moldeo:

El alto porcentaje de espera (15.1%) se debió al cuello de botella originado en la operación lavado-enfriado de porciones.

Empaque:

El porcentaje de transporte (14.5%) es en realidad el 36.3% ya que de los 10 operarios, 6 no realizan transporte, debido a su función específica (desmoldeado, flejado, marcado de cajas).

Este porcentaje es tan elevado debido a una mala distribución del sector.

TABLA 36

Incertidumbre de p (%)
(a=2 95.5%)

FORMULA

$$S = a \cdot \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$

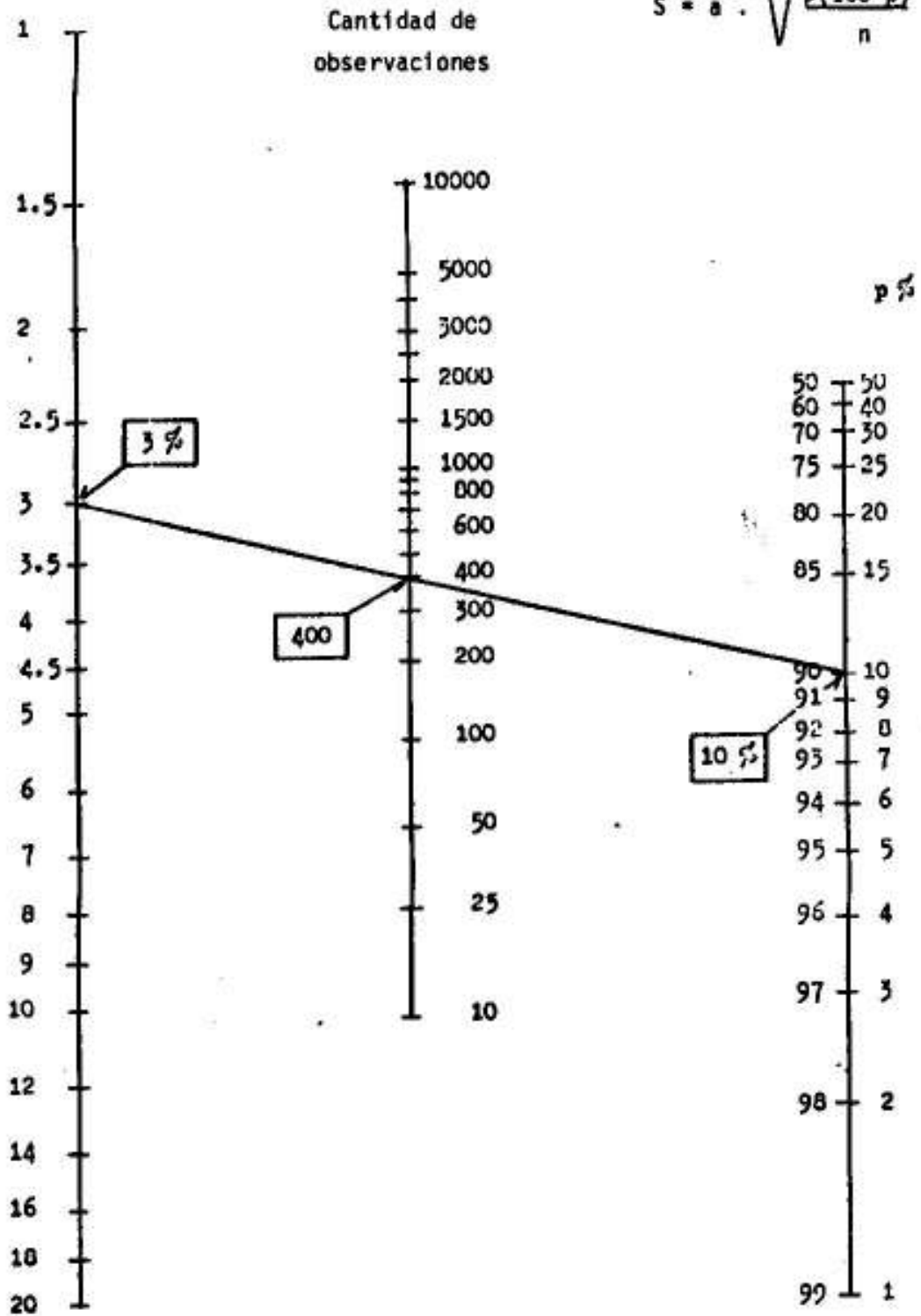


TABLA 37

TABLA A - HORAS CASUALES

14	6	9	14	8	8	8	16	17	14	7	16
6	9	15	9	7	6	15	10	7	12	6	11
12	17	11	9	9	6	10	6	11	15	8	11
13	16	10	10	16	11	12	15	9	6	17	15
7	7	6	16	15	14	11	8	13	14	12	10
12	7	8	14	7	15	14	9	9	6	13	17
9	12	16	12	12	17	12	8	7	16	8	14
17	13	7	13	8	16	6	6	16	10	11	15
14	7	9	13	17	7	16	8	13	17	13	10
9	10	16	6	17	11	8	11	14	8	11	6
7	12	12	14	9	7	10	13	6	10	17	17
7	11	13	16	9	13	15	14	9	17	11	16
6	14	7	12	7	6	6	11	12	15	14	16
6	11	12	6	8	13	15	13	10	9	17	12
12	10	9	16	15	15	7	11	8	7	16	15
16	9	10	16	14	16	11	17	10	13	8	14
16	10	8	7	13	8	15	11	8	9	8	14
17	10	9	17	15	6	12	13	14	6	15	11
11	17	11	13	17	12	6	14	14	11	6	6
12	13	7	10	14	7	8	12	13	9	12	11
12	17	17	17	9	15	13	15	10	8	11	13
16	8	10	11	14	10	7	16	10	14	6	13
17	16	16	9	15	7	11	16	8	17	15	9
10	12	15	16	12	10	9	17	13	15	8	13

TABLA B - MINUTOS CASUALES

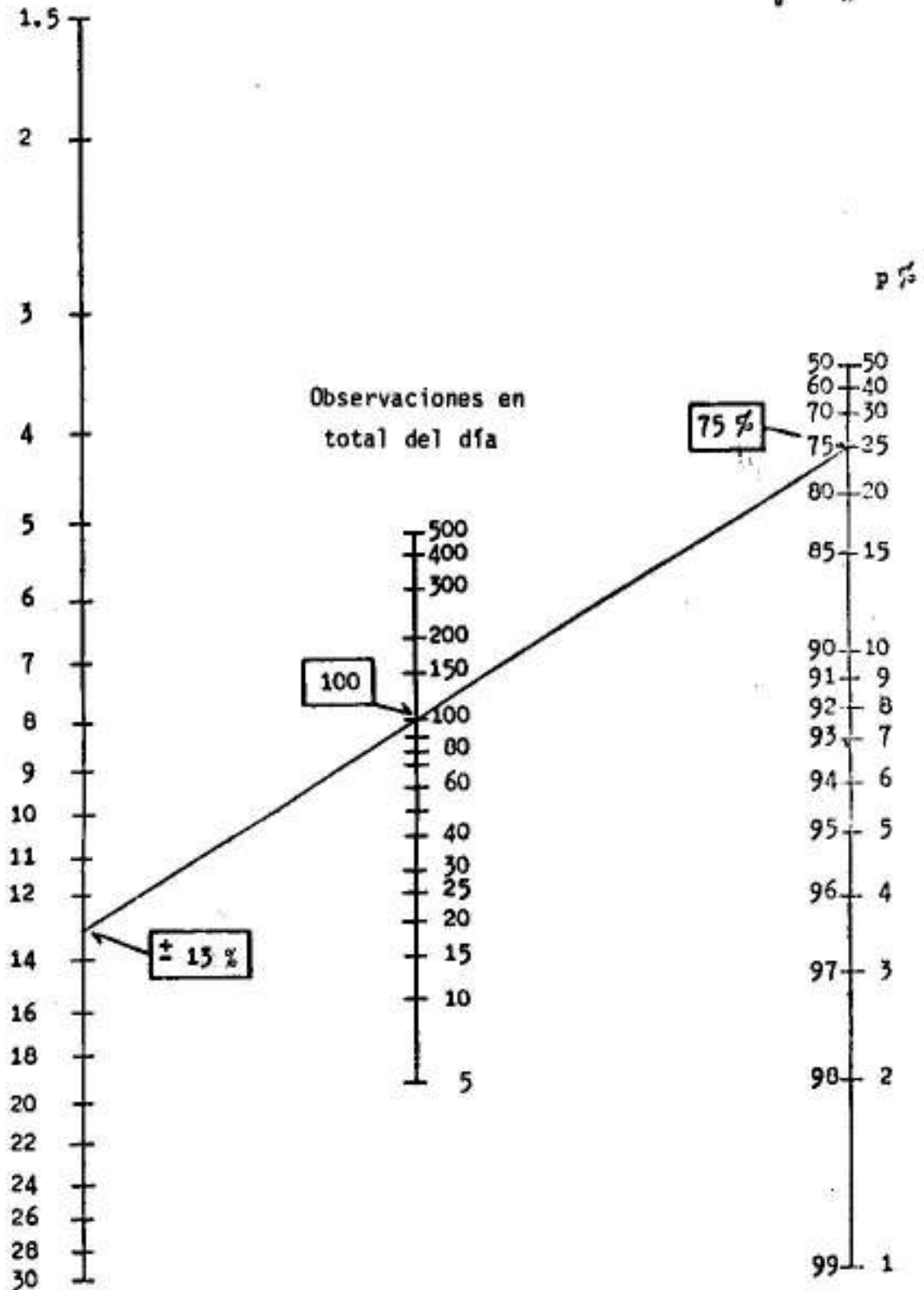
29	47	50	52	39	24	45	13	17	69	60	36
41	04	14	28	15	16	11	27	56	41	07	00
27	49	41	24	34	55	45	16	23	07	35	53
05	49	43	28	11	27	21	54	22	25	29	10
58	23	22	15	14	31	20	36	21	58	04	50
20	52	10	35	49	14	16	50	50	40	25	34
66	30	24	51	33	45	23	37	28	05	34	15
10	31	09	22	16	08	15	52	39	46	22	42
20	54	08	47	19	12	42	39	02	26	28	16
45	13	17	18	12	05	31	07	09	17	18	39
21	02	08	41	48	27	52	06	33	53	11	42
34	43	52	41	26	30	00	16	00	14	56	10
11	18	42	37	32	12	30	56	37	20	27	10
07	41	30	16	56	17	15	07	53	25	29	09
14	41	49	37	41	40	21	00	17	10	33	20
32	08	40	35	69	31	23	22	59	57	40	18
25	52	39	22	32	44	21	50	50	00	00	03
02	17	27	45	53	30	28	39	36	37	46	56
30	41	35	30	50	25	02	07	54	46	16	13
51	13	24	15	27	47	25	58	00	48	06	45
11	36	02	28	36	57	40	05	41	14	18	34
39	26	18	69	08	58	26	46	09	28	28	51
10	20	25	40	57	11	09	00	51	40	28	00
18	08	46	37	22	40	37	53	07	69	05	24

TABLA 38

LIMITE DE CONTROL
($\pm 3 \sigma$)

Límite de Control $\pm \%$

$$LC = \pm 3 \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$



REGISTRO DE VALORES DEL ESTUDIO DE FRECUENCIA CON 60 OBSERVACIONES

SECTOR	ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	%
CORTE No. Operarios: 48	Trabajo	2499	86.8
	Transp. vacfo	27	0.9
	Transp. lleno	148	5.1
	Espera	206	7.2
	TOTAL (48x60)	2880	100.0
PESADO/CONTROL No. Operarios: 3	Trabajo	66	36.7
	Transp. vacfo	24	13.3
	Transp. lleno	58	32.2
	Espera	32	17.8
	TOTAL (3x60)	180	100.0
PESADO/PORCIONES LAVADO/ENFRIADO No. Operarios: 4	Trabajo	151	62.9
	Transp. vacfo	28	11.7
	Transp. lleno	41	17.1
	Espera	20	8.3
	TOTAL (4x60)	240	100.0
MOLDEO No. Operarios: 14	Trabajo	713	84.9
	Espera	127	15.1
	TOTAL (14x60)	840	100.0
EMPAQUE No. Operarios: 10	Trabajo	420	70.0
	Transp. vacfo	38	6.3
	Transp. lleno	49	8.2
	Espera	93	15.5
	TOTAL (10x60)	600	100.0

5.0 ASPECTOS ECONOMICOS

La mejor unidad para medir la economía de una planta es la ganancia bruta por producto, porque en esta única cifra se integran el rendimiento y el consumo de horas-hombre.

El rendimiento y la mano de obra como factores separados son muy útiles para guiar a los supervisores en el mejoramiento de la eficiencia del procesamiento.

En el nivel gerencial más alto, el control total de los aspectos económicos se debería basar en comparaciones entre la ganancia bruta de los diferentes productos. La información sobre ganancia bruta por producto debe luego usarse para decidir la composición de la producción que rinde ganancias más altas para las plantas.

Las siguientes expresiones de la ganancia bruta para cada producto son las que la gerencia de la planta necesita para decidir la composición de la producción.

- ganancia bruta por kg de materia prima;
- ganancia bruta por kg de producto final;
- ganancia bruta por hora-hombre;
- ganancia bruta por turno

Para obtener la ganancia bruta por producto se necesita hacer un cálculo estándar para cada producto:

5.1 Cálculo estándar

Las fórmulas empleadas son las siguientes y los valores se expresan en US\$ por kilo de producto final:

$$\text{Materia prima} = \frac{\text{precio por kg de mat.prima}}{\text{rendimiento del producto}} = \text{Precio de materia prima por kg de producto final}$$

$$\begin{aligned} \text{Desperdicio} &= [(1:\text{rendimiento})-1.00] \times \text{US\$ por kg de desperdicio} \\ &= \text{Precio desperdicio/kg producto final} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mano de obra} &= (\text{Consumo HH/ton} \times \text{pago bruto \$/hr}):1000 \\ &= \text{precio mano de obra/kg producto final} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Material de empaque} &= \text{Precio total de material de empaque por master/KgP.F.} \\ &\text{por master} = \text{precio empaque/kg P.F.} \end{aligned}$$

Dentro del precio total se considera: nylon, flete, cajas, etiquetas, etc.

$$\begin{aligned} \text{Costos congelado} &= \text{Consumo de energía de una semana:kg P.F. congelado} \\ &\text{dentro de la semana.} \end{aligned}$$

Este cálculo debe realizarse para los productos congelados, en armario y en túnel. (Cuando se desea el agua de igual forma).

$$\text{Transporte} = \text{Transporte de materia prima} + \text{transporte de prod.final}$$

$$\text{transporte mat.prima} = \frac{\text{Costo transporte mat.prima/kg}}{\text{rendimiento}} = \text{Precio/kg P.F.}$$

$$\text{transporte prod.final} = \text{costo de transporte:kg transportados} = \text{Precio/kg P.F.}$$

- 5.1.1 A modo de ejemplo se calcula la ganancia bruta de filetes de merluza interfoliados en 5 kg, donde se obtuvo un rendimiento de 38,2% y un consumo de 121 horas-hombre por tonelada de producto final.

El precio de la materia prima fue de 250 US\$/tonelada.

En este turno se obtuvieron 7500 kg de producto final, que fue empacado en cajas de 15 kg.

$$\text{Materia prima: } \frac{0.250}{0.382} = 0.654$$

Desperdicio: $[(1:0.382) - 1] \times 0.028 = 0.045$

Mano de obra: $(121 \text{ HH/T} \times 1.2 \text{ US\$/h}) : 1000 = 0.145 \text{ US\$/kg P.F.}$

Material de empaque: $\frac{\text{nylon} + \text{caja} + \text{flete}}{15} = \frac{0.02 + 0.483 + 0.096}{15} = \frac{0.599}{15} = 0.04$

Costos congelado = se estimó 0.10 para armario y 0.13 para túnel.

Transporte de mat.prima a planta: (flete y pandilla) = 0.0035

Transporte de prod.final para exportación: se consideró un camión tipo y un periodo de espera promedio = 0.0265

Total de transporte: $0.0035 + 0.0265 = 0.03$

Gasto financiero: se estimó en un 3% del precio de venta FOB, siendo para este caso de 0.03.

Para el cálculo del costo directo se suman todos menos los costos del desperdicio, los que a su vez se restan.

Los valores se ordenan en el cuadro No. 39.

5.1.2 En el cuadro No. 40 se expresan los rendimientos estándar ideales, consumo de horas-hombre/tonelada de producto final ideal, pago bruto por hora y precio de materia prima para ocho productos representativos de la situación actual, y en el cuadro No. 41 su cálculo estándar.

5.1.3 Ejemplo basado en rendimientos varios

En el cuadro No. 42 aparecen cuatro cálculos estándar basados en los rendimientos del cuadro 7 y el precio de US\$ 202 por ton de materia prima.

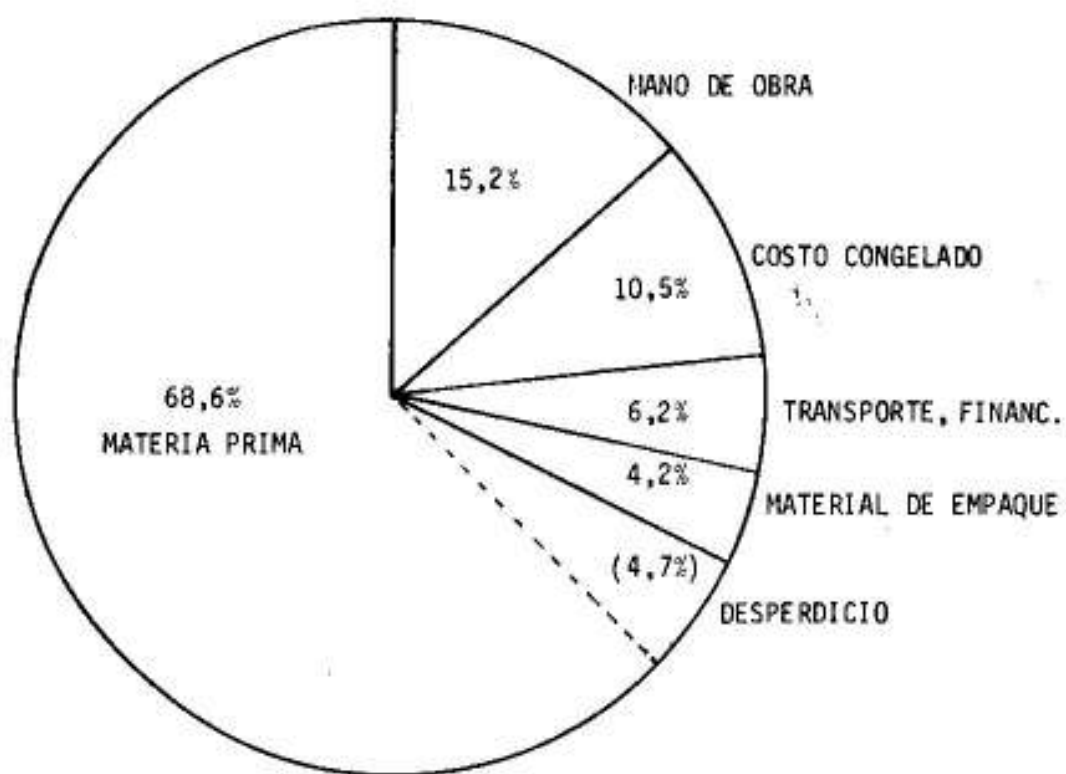
En el mismo cuadro aparecen otros dos ejemplos basados en el precio de US\$ 250 por ton de materia prima.

CUADRO 39Cálculo Estándar en U\$S por Kilo de Producto Final

Producto	Merluza F. s/p p/e 5Kg	%
Materia prima	0.654	68.6
Desperdicio	- 0.045	4.7
		} 63,8
Mano de obra directa	0.145	15,2
Material de empaque	0.040	4,2
Costos congelado	0.100	10,5
Transp. y gastos financieros	0.060	6,3
Costo directo	0.954	100,0
Venta FOB + Reintegro	1.280	} 25,5
Ganancia bruta/kg P.F.	0.326	
Ganancia bruta/kg M.P.	0.125	
Ganancia bruta/turno	2.445	

REPRESENTACION PORCENTUAL DEL COSTO DIRECTO

(Merluza F s/p p/e I.F. en 5 kg)



CUADRO 40

Valores para utilizar en el cálculo estándar del cuadro No. 41

Producto	Rendimiento Estándar% ideal	Consumo estándar HH /ton prod. final ideal	Pago bruto US\$/hora	Precio mat. prima US\$/ton.
Bloque merluza 16.5 estándar :	40 ⁽¹⁾	108	1.20	250
Bloque merluza desgrasado :	37 ⁽¹⁾	110	1.20	250
Filetes merluza 10 lbs interfol.:	39	112	1.20	250
Filetes merluza 5 lbs. c/piel :	41	95	1.20	250
Filetes merluza 5x1kg estándar :	39	92	1.20	250
Corvina H/G :	55	54	1.20	240
Corvina entera :	97	23	1.20	240
Filetes pescadilla c/piel IQF :	40	105	1.20	230

(1) Fileteado mecánico

CUADRO 41

CALCULO ESTANDAR EN US\$ POR KILO DE PRODUCTO FINAL

Producto	Merluza St. 16.5 Lbs.	Merluza Dg. 16.5 Lbs.	Merluza interf. 10 Lbs.	Merluza c/piel 5 Lbs.	Merluza St. 5 x 1 kg	Corvina HG	Corvina entera	Pescadilla c/piel IQF
Materia prima	: 0.63	0.68	0.64	0.61	0.64	0.44	0.25	0.58
Desperdicios	: -0.04	+0.04	+0.04	+0.04	+0.04	+0.02	+0.00	+0.04
Mano de obra (directa)	: 0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.06	0.03	0.13
Material empaquetado	: 0.06	0.06	0.12	0.12	0.06	0.11	0.06	0.07
Costos congelados	: 0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.13	0.10
Transporte	: 0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04
Costo directo	: 0.92	0.97	0.99	0.94	0.91	0.75	0.49	0.88
Ventas FOB Montevideo	: 1.40	1.75	1.50	1.35	1.10	1.08	0.65	1.40
GANANCIA BRUTA por kg de P.F.	: 0.48	0.78	0.51	0.41	0.19	0.33	0.16	0.52

CUADRO 42

CALCULO ESTANDAR EN U\$S POR KILO DE PRODUCTO FINAL
 PRODUCTO: MERLUZA FILET S/P P/E EN 5 KG INTERFOLIADO
 Basándose en rendimientos del cuadro 7 (Pág.14)

	I	II	III	IV	I	IV
Rendimiento	39.3	34.7	36.5	32.2	39.3	32.2
Costo mat.prima en U\$S/T	202	202	202	202	250	250
Materia prima	0.514	0.582	0.553	0.627	0.636	0.776
Desperdicios	0.044	0.054	0.050	0.060	0.044	0.060
Mano de obra directa	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Material de empaque	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Gastos congelados	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Transporte	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Gastos financieros	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
COSTO DIRECTO	0.810	0.868	0.843	0.907	0.932	1.056
Venta FOB	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Reintegro	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
TOTAL	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
Ganancia bruta/kg.P.F.	0.370	0.312	0.337	0.273	0.248	0.124
Ganancia bruta en % de IV	+35.5%	+14.3%	+23.4%	----	+100%	----
Ganancia bruta/kg mat.prima	0.145	0.108	0.123	0.088	0.097	0.040
Ganancia bruta/turno	1454.1	1082.6	1230.1	879.1	974.6	399.3
Ganancia bruta en % de IV	+65.4%	+23.1%	+39.9%	----	+144.1%	----

5.2 Composición de la producción

Para decidir cual será la composición de la producción que devengue mayores ganancias brutas en la planta, dicha ganancia bruta se debe expresar como se indica en el siguiente ejemplo:

Producto	GB por kg mat.prima US\$	GB por Kg prod.final US\$	GB por hora hombre US\$	GB por (2) turno US\$
Merluza 16.5 lbs.est. :	0.19	0.48	4.44	4444
Merluza desg. 16.5 lbs. :	0.29	0.78	7.09	7091
Merluza 10 lbs interf.:	0.20	0.51	4.55	4554
Merluza c/p interf. 5lbs. :	0.17	0.41	4.32	4316
Merluza Blq. est. 5x1kg :	0.07	0.19	2.07	2065
Corvina H/G :	0.18	0.33	6.11	(1) 10000x0.33=3300
Corvina ent. :	0.16	0.16	6.96	(1) 10000x0.16=1600
Pescadilla c/p IQF :	0.21	0.52	4.95	4952

(1) La capacidad de congelación de muchas plantas limitará este producto a 540 y 230 horas por turno ~ 10 toneladas de producto final.

(2) El cálculo de la ganancia bruta por turno se basa en este ejemplo en un turno de 8 hrs. con 125 operarios = 1000 horas/hombre. La fórmula para el cálculo es entonces:

$$\frac{1000 \text{ horas}}{\text{H-Hombre estándar/kg prod.final}} = \text{ganancia bruta/kg prod final}$$

Si en algunos casos el factor limitante es la disponibilidad de materia prima, las cifras de la primera columna serán las más importantes en la decisión sobre la composición de la producción a elegir.

Si a veces, el factor limitante es la mano de obra, las cifras de la tercer columna serán las más importantes.

Finalmente, también se deberá considerar la capacidad de la planta (obstáculos en equipamiento, capacidad de congelación, etc.). Esta capacidad determina el cálculo de las cifras de la columna 4 la cual brinda la información sobre el total de ganancia bruta obtenida.

La segunda columna expresa las cifras del cálculo estándar de la ganancia bruta por kg de producto final.

A menudo, las plantas modernas deben producir una gran variedad de productos. Se considera necesario calcular la ganancia bruta según lo demostrado a fin de mantener una visión general de la composición de productos más redituables.

6.0 RETORNO DE LA INVERSION

En caso de que, para producir un determinado producto, existan dos o más posibilidades, siempre nos debemos preguntar lo siguiente:

¿Qué método, proceso o qué equipo es el mejor desde el punto de vista económico?

La respuesta a esta interrogante surge de un cálculo de la ganancia bruta de las diferentes posibilidades que se consideren.

En caso de ser necesaria una inversión de dinero, en nuevos equipos por ejemplo, se debe realizar un cálculo previo llamado Retorno de la Inversión.

6.1 A modo de ejemplo veremos:

Si en una planta existen 500.000kg/año de merluza de buena calidad y de un peso promedio de 600gr/pescado, sería posible producir dos productos distintos:

Producto A: Bloques desgrasados de 16,5 lbs. "Grado A".

Producto B: Filetes S/P P/E interfoliados.

Se debe investigar cuál es el mejor, entonces realizamos un estudio comparativo de la ganancia bruta. Para ello suponemos los siguientes datos de rendimiento y consumo de horas/hombre:

DATOS SUPUESTOS

	Producto "A"	Producto "B"
Rendimiento (%)	36	39
Horas/hombre por ton prod. final	170 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾
Pago bruto (US\$/H)	1.3	1.3
Capacidad por año (Kg prod. final)	180.000	195.000

CALCULO ESTANDAR
(US\$/Kg Producto final)

	Producto "A"	Producto "B"
Materia prima 250 US\$/ton	0,694	0,641
Menos desperdicio 0.30 H\$/kg	0,051	0,045
Mano de obra	0,221	0,163
Material empaque	0,060	0,040
Costos congelación	0,100	0,100
Transportes, otros	0,062	0,060
	<hr/>	<hr/>
Costos directos	1,086	0,959
Precios ventas FOB	1,75	1,18
Ganancia bruta/kg prod. final	0,664	0,221
Ganancia bruta/año	119.520	43.095
Ganancia bruta extra	<u>76.425 US\$</u>	

(1) Fileteado manual.

De este cálculo estándar se destaca que la ganancia bruta por kg de producto final es dos veces superior para el producto "A", siendo la ganancia bruta extra por año de 76.425 US\$.

Cuando deseamos producir el producto "A" necesitamos un sistema de control más serio y nuevos equipos que son los siguientes:

- Una máquina "Trio" para desgrasado	US\$ 35.000
- Una mesa de corte "V" mecánico (20)	25.000
- Una mesa de control con luz abajo (4)	8.000
- Una mesa de moldeo mecánico (8)	10.000
- 600 moldes de 16,5 lbs de aluminio	9.000
- Una balanza	2.500
- Bandejas plásticas	500
- 3 paredes livianas desmontables	1.000
<u>Capital de inversión</u>	<u>US\$ 91.000</u>

Costos extra:

- Montaje	}	US\$ 1.500
- Transporte		
- Costos financieros		
- Entrenamiento operarios (un mes)		
<u>Costos extra totales</u>		<u>US\$ 3.000</u>

Capital de Operaciones:

El 15% de interés de empréstito de equipo nuevo
(US\$ 91.000 y cinco años de depreciación)

1° año	91.000 x 0,15	=	US\$ 13.650
2° año	72.800 x 0,15	=	10.920
3° año	54.600 x 0,15	=	8.190
4° año	36.400 x 0,15	=	5.460
5° año	18.200 x 0,15	=	2.730
			<u>US\$ 40.950</u>
Interés sin impuestos (25%)		=	<u>US\$ 30.713</u>

Suponemos que el producto se mantiene en stock como promedio dos meses, existiendo un capital invertido con un interés anual de 15%. En el análisis de productos "A" y "B" debemos saber la diferencia en el interés perdido durante los cinco años:

$$\left[\left(\frac{180.000 \times 2}{12} \times 1.75 \times 0.15 \right) - \left(\frac{195.000 \times 2}{12} \times 1.18 \times 0.15 \right) \right] \times 5 = \underline{\underline{\text{US\$ } 10.610}}$$

Se toma en cuenta en estos dos ejemplos la variación del valor de ambos productos, sin considerar los movimientos de mercaderías que muchas veces tienen una variación significativa. En este caso sería necesario calcular los costos extra originados.

Capital de Operaciones (30713+10610)	US\$ 41.323
--------------------------------------	-------------

A veces también existe un período con precios de colocación reducidos para introducir nuevos productos, que no serán considerados en nuestro análisis.

Ganancia bruta: sin impuestos (25%)	
Sin costos fijos: en nuestro ejemplo es de 0%	
76.425 x 0.75	= US\$ 57.319
Depreciación: para cinco años	
91.000 : 5	= US\$ 18.200

Cálculo de retorno de la inversión

En el formulario No. 43 aparece el cálculo del retorno de la inversión. Es un formulario estándar y muy útil, donde se considera:

- Capital de inversión: capital que tiene posibilidades de depreciación.
- Costos extra: costo de montaje, administración, costos financieros, etc., o sea, capital que no tiene posibilidades de depreciación.
- Capital de operaciones: valor del stock de producto del proyecto nuevo, deudores de proyecto nuevo, interés (sin impuesto) de empréstito, etc.

CUADRO 43

PLANILLA Y EJEMPLO DE CALCULO DE RETORNO DE UNA INVERSION

CALCULO DEL RETORNO DE LA INVERSION
 Proyecto BLOQUES DE MERLYA DESGRASADOS 16.5 Los.

AÑO	Capital de inversión	Costos extra	Capital de operaciones	Inversión total
0	91.000	3.000	41.323	135.323

CALCULO DE RETORNO

Ultimo año	Ganancia sin impuesto	Depreciación	Otro Total	Prueba de 8%			Prueba de 10%			Prueba de 15%			Prueba de 25%			Prueba de 40%			Prueba de 45%			Prueba de 60%			Prueba de 75%		
				Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.	Factor	Valor Act.
0				1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
1	57.3	18.2	3.0	.932	.809	.870	.800	.714	.600	.510	.425	.371	.327	.291	.260	.226	.195	.166	.141	.111	.081	.060	.035	.020	.011		
2	57.3	18.2	3.0	.907	.756	.640	.512	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014		
3	57.3	18.2	3.0	.884	.751	.658	.512	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014		
4	57.3	18.2	3.0	.823	.643	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
5	57.3	18.2	3.0	.784	.621	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
6	57.3	18.2	3.0	.746	.564	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
7	57.3	18.2	3.0	.711	.513	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
8	57.3	18.2	3.0	.677	.467	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
9	57.3	18.2	3.0	.645	.424	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
10	57.3	18.2	3.0	.614	.386	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
11	57.3	18.2	3.0	.585	.350	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
12	57.3	18.2	3.0	.557	.319	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
13	57.3	18.2	3.0	.530	.290	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
14	57.3	18.2	3.0	.505	.263	.572	.410	.328	.262	.213	.168	.134	.107	.086	.069	.055	.044	.037	.032	.027	.023	.019	.016	.014	.012		
TOTAL	284.5	91.0	44.3	421.8																							

$$\frac{14.9}{284.5} = 5.2\%$$

$$\frac{30.6}{421.8} = 7.2\%$$

$$\frac{0.487}{135.323} = 0.36\%$$

$$\frac{0.15}{119.6} = 0.12\%$$

Valor de prueba menor % - inversión total = 5.2%
 Valor de prueba menor % - valor de prueba mayor % = 7.2%
 % de prueba mayor - % de prueba menor = 0.36%
 % de prueba menor = 0.12%

RETORNO DE INVERSION = 52%

Usamos este tipo de cálculos para los siguientes casos:

- Inversión en una sola máquina nueva
- Inversión en un solo tipo de equipo nuevo
- Inversión en líneas de procesamiento completas
- Inversión en una planta nueva y completa
- Cálculos actuales de suficiencia de ganancia bruta de ciertos productos

Todos los valores del cálculo son valores actuales. De esta manera es posible comparar diferentes proyectos aunque haya diferencias en los años de depreciación.

En el caso de ejemplo, se obtuvo un 52% del retorno de la inversión. Se destaca que es un retorno muy bueno para una inversión simple.

El retorno es necesario para cubrir:

- Interés del dinero
- Porcentaje de inflación
- Precios en aumento de equipos y máquinas

después de la cantidad de años de depreciación.

6.1.1 Los valores de retorno de una inversión simple en el Uruguay actualmente son aproximadamente los siguientes:

Retorno \geq 40% muy bueno

Retorno \geq 20% de suficiente a bueno

Retorno $<$ 20% no muy bueno

Los valores de una inversión compleja, por ejemplo una planta, son naturalmente mucho más pequeños y valores de 10-15% a veces son suficientes.

NOTA: Si un proyecto tiene un buen retorno, un mejoramiento o disminución del "cash flow" tiene una influencia proporcional en el retorno, entonces es fácil valorar el resultado de esta variación. Pero cuando el retorno es bajo, una variación en el "cash flow" tiene una influencia mucho más seria.

La siguiente es una regla práctica: El área entre 1% y 6% es muy sensitiva a una variación en el "cash flow", mientras que un retorno superior al 10% no tiene una sensibilidad tan alta.

6.1.2 En el ejemplo un rendimiento de producto "A" de un 34% hace un retorno de:

48%

Entonces, una disminución del 2% de rendimiento tiene una lógica influencia de retorno de la inversión, pero cuando el retorno es superior al 10% no tiene una sensibilidad tan alta.

6.2 Depreciación

En el punto 6.0.1 "Retorno de la inversión" aparece un ejemplo de depreciación simple. Pero a veces el tema depreciación es un poco más complejo. En el siguiente ejemplo aparecen tres métodos para calcular la depreciación; Depreciación simple, método de suma de años y método de declinación balanceada.

Si deseamos adquirir nuevos equipos:

Baader 417 (descabezadora)	:	US\$	19.500
Baader 188 (fileteadora)	:	US\$	63.500
Desolidadora Trfo	:	US\$	<u>37.575</u>
TOTAL		US\$	<u>120.575</u>

Valor estimado después de 8 años: US\$ 20.096

Años de depreciación: 8 años.

6.2.1 Depreciación simple (DS)

La depreciación simple es el resultado de la división:

valor de depreciación; en nuestro ejemplo los valores de años de depreciación
años de depreciación

son los siguientes: $\frac{120575 - 20096}{8} = \text{US\$ } 12.559,875$

Años	Depreciación/año	Resto valor de depreciación	Resto valor contabilidad
1	12.559,87	87.919,13	108.015,13
2	12.559,88	75.359,25	95.455,25
3	12.559,87	62.799,38	82.895,38
4	12.559,88	50.239,50	70.335,50
5	12.559,87	37.679,63	57.775,63
6	12.559,88	25.119,75	45.215,75
7	12.559,87	12.559,88	32.655,88
8	12.559,88	0,00	20.096,00

Depreciación total: US\$ 100.479

6.2.2 Método de suma de años (MSA)

La idea es obtener una depreciación con valores en disminución, por ejemplo, una maquinaria con una duración de ocho años tiene un MSA total de:

$$(8 + 7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) = 36$$

Entonces, en el primer año la maquinaria tiene una depreciación 8/36 del valor total.

En el segundo año una depreciación 7/36 del valor total, y así sucesivamente. Para nuestro ejemplo, los valores de depreciación son:

Años	Depreciación/año	Resto valor de depreciación	Resto valor contabilidad
1	22.328,67	78.150,33	98.246,33
2	19.537,58	58.612,75	78.708,75
3	16.746,50	41.866,25	61.962,25
4	13.955,42	27.910,83	48.006,83
5	11.164,33	16.746,50	36.842,50
6	8.373,25	8.373,25	28.469,25
7	5.582,17	2.791,08	22.887,08
8	2.791,08	0,00	20.096,00

Depreciación total: 100.479 US\$

6.2.3 Método de declinación balanceada (MDB)

Este método tiene un porcentaje constante de declinación en relación al valor de contabilidad. Este porcentaje se halla según el caso considerado. A veces también existe un "valor de ligazón" después de un cierto número de años. En este ejemplo el porcentaje de declinación es de 81% y la "ligazón" se considera a partir del séptimo año, entonces los resultados son:

<u>Año</u>	<u>Resto de valor contabilidad</u>		<u>Depreciación por año</u>
0	120.575,00		
1	97.665,75	81%	22.909,25
2	79.109,26	81%	18.556,49
3	64.078,50	81%	15.030,76
4	51.903,58	81%	12.174,92
5	42.041,90	81%	9.861,68
6	34.053,94	81%	7.987,96
7	27.074,97 (1)		6.978,97
8	20.096,00		6.978,97
			<hr/>
		TOTAL	100.479,00 US\$

(1) El valor de ligazón es igual a:

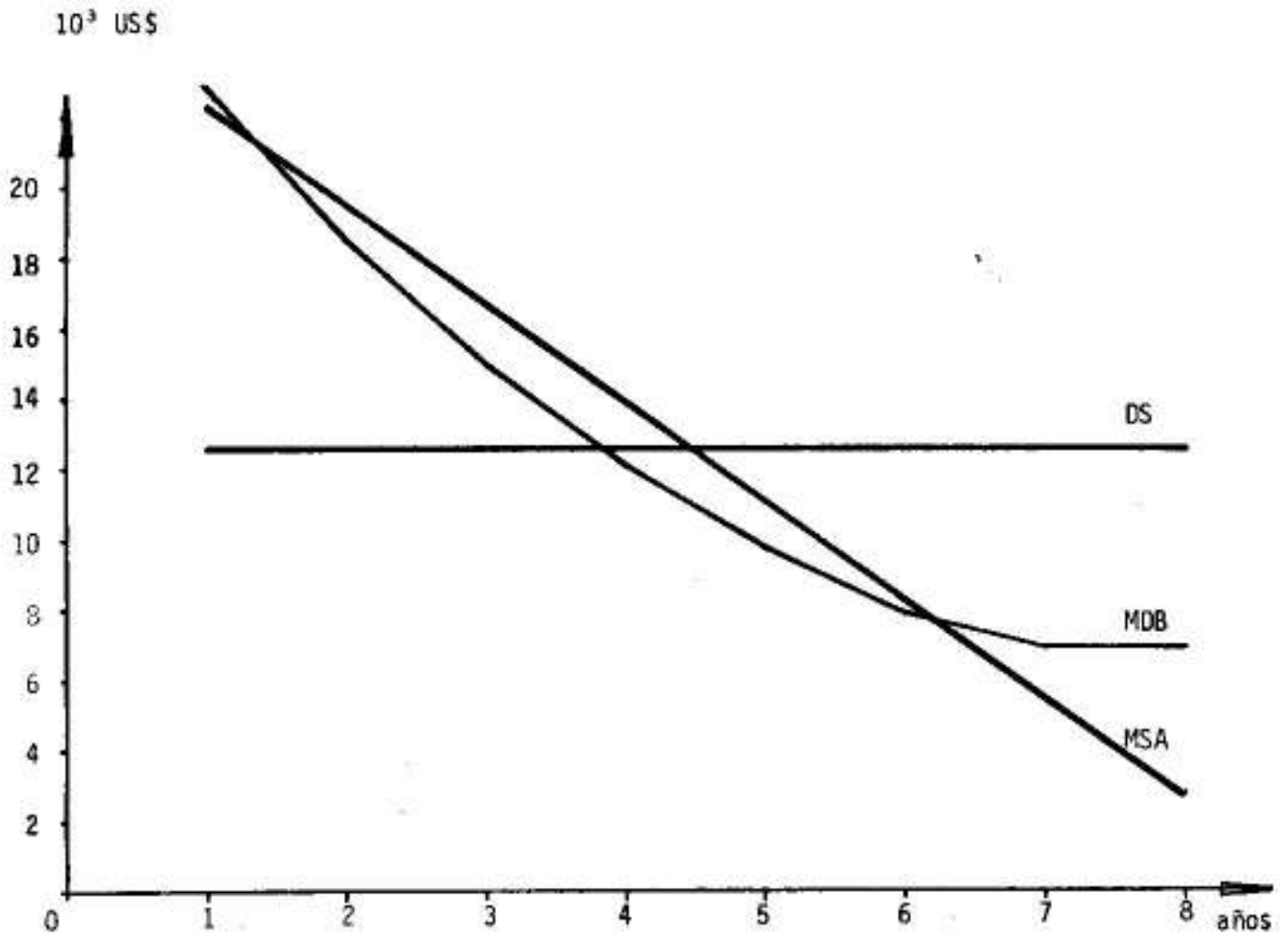
$$\left(\frac{34.053,94 - 20.096,00}{2} \right) + 20.096 = 27.074,97$$

En la Figura 44 aparece una gráfica de los tres tipos de depreciación.

De los tres métodos mencionados, el más adecuado es el de declinación balanceada, por tener una relación más real con los valores de contabilidad, año a año.

FIGURA 44

Representación Gráfica de los Tres Métodos de Depreciación para Nuevos Equipos (Baader 417, Baader 188 y Desolladora Trio)



DS = depreciación simple
 MSA = método de suma de años
 MDB = método de declinación balanceada

7.0 PUNTO DE EQUILIBRIO

Cuando se calcula el "retorno de inversión" de un nuevo proyecto, siempre es importante conocer qué influencia tienen las variaciones de los datos en estudio.

Si por ejemplo realizamos un cálculo de una planta con una cantidad de 1.000.000 kg de producto final exportados por año, ¿qué pasaría si esta cantidad de producto final disminuyera hasta 800.000 kg o 600.000 kg? Para estos casos es importante y fácil calcular el "punto de equilibrio". A continuación se presentan dos ejemplos donde aparecen el punto de equilibrio en un cálculo y también en una gráfica.

Ejemplo 1 : La situación planteada es la siguiente:

Una planta que tiene la posibilidad de comprar entre 4000-6000 toneladas de materia prima por año (rendimiento promedio 40%)

Los costos fijos de la planta son N\$ 5.300.000/año
 Ventas FOB (promedio relativo 12 productos) N\$ 13.38/kg de P.final
 Los costos directos N\$ 10.42/kg de P.final

¿Qué cantidad de producto final es necesaria para obtener el punto de equilibrio?

El cálculo es el siguiente:

x = punto de equilibrio de kg exportados

$$x \cdot \text{Venta FOB} - (x \cdot \text{costos directos totales} + \text{costos fijos}) = 0$$

de donde:

$$x \cdot 13.38 - (x \cdot 10.42 + 5.300.000) = 0$$

$$x = \frac{5.300.000}{(13.38-10.42)}$$

$$x = \underline{1.790.541 \text{ kg}}$$

y = punto de equilibrio de costos

$$y = x \cdot \text{costos directos por kg} + \text{costos fijos}$$

$$y = 1.790.541 \cdot 10.42 + 5.300.000$$

$$y = \underline{\text{N\$ } 23.957.437}$$

Elaboración de gráfica

Curva de ventas	$1.000.000 \times 13.38 = 13.380.000$
	$2.200.000 \times 13.38 = 29.436.000$
Curva de costos	$(1.000.000 \times 10.42) + 5.300.000 = 15.720.000$
	$(2.200.000 \times 10.42) + 5.300.000 = 28.224.000$

En la figura 45 aparecen las curvas y es fácil ver que esta planta tiene una producción con una economía muy sensitiva.

Ejemplo 2: La situación planteada es la siguiente:

Una planta que tiene la posibilidad de comprar entre 4000-6000 toneladas de materia prima por año (rendimiento promedio 37%).

Los costos fijos de la planta son	N\$ 5.500.000/año
Ventas FOB (promedio relativo de 9 productos)	N\$ 16.56/kg P.F.
Los costos directos	N\$ 11.68/Kg P.F.

¿Qué cantidad de producto final es necesaria para obtener el punto de equilibrio?

$$x \cdot \text{Venta FOB} - (x \cdot \text{costos directos totales} + \text{costos fijos}) = 0$$

de donde:

$$x \cdot 16.56 - (x \cdot 11.68 + 5.500.000) = 0$$

$$x = \frac{5.500.000}{(16.56 - 11.68)}$$

$$x = \underline{1.127.049 \text{ kg}}$$

y = punto de equilibrio de costos

y = x · costos directos por kg + costos fijos

$$y = 1.127.049 \cdot 11.68 + 5.500.000$$

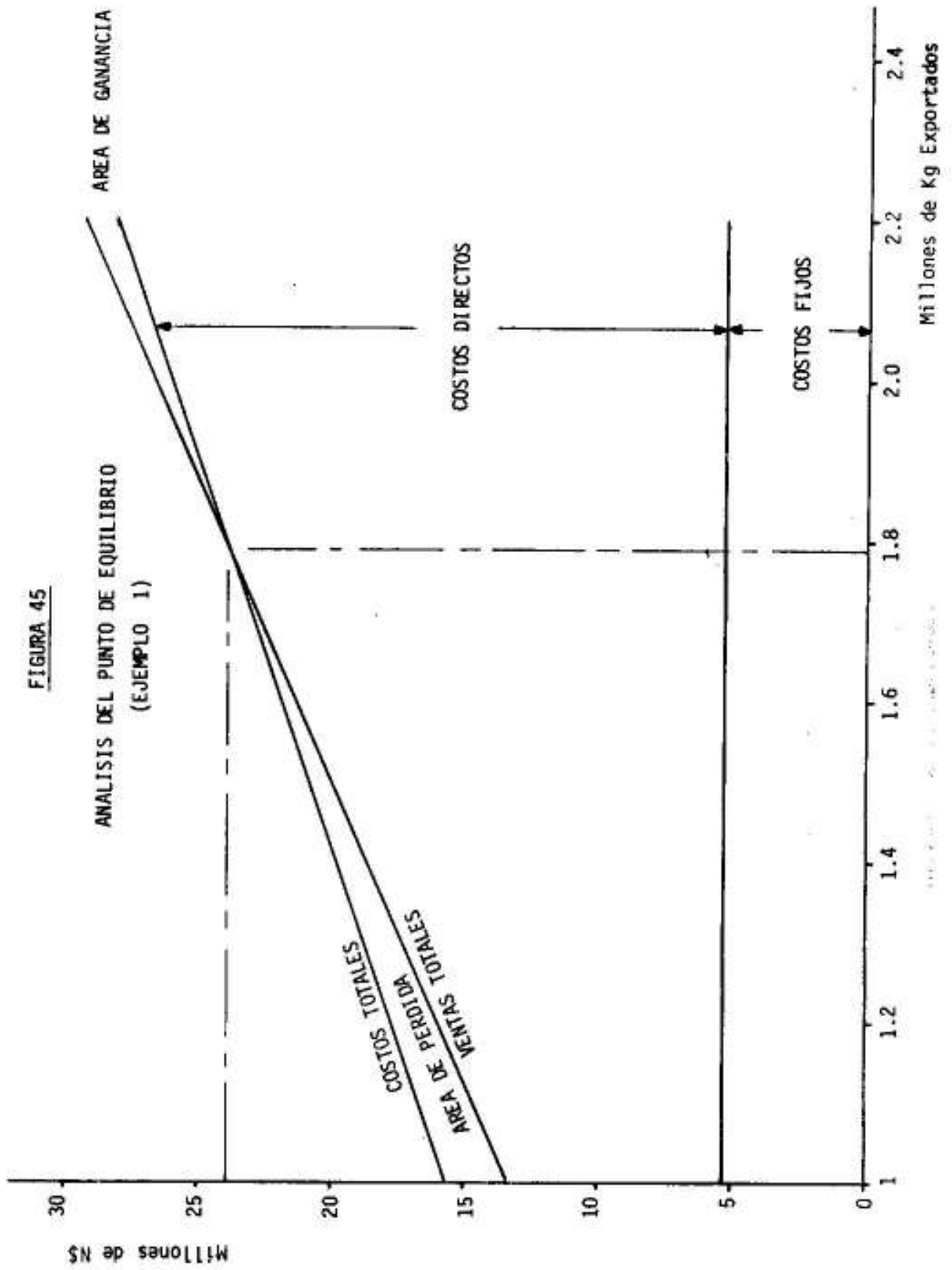
$$y = \underline{\text{N\$ } 18.663.932}$$

Elaboración de la gráfica

Curva de ventas	$1.000.000 \times 16.56 = 16.560.000$
	$2.000.000 \times 16.56 = 33.120.000$
Curva de costos	$(1.000.000 \times 11.68) + 5.500.000 = 17.180.000$
	$(2.000.000 \times 11.68) + 5.500.000 = 28.860.000$

En la figura 46 aparecen las curvas. Por el ángulo entre las curvas se ve que la economía en este ejemplo no es tan sensitiva como en la figura 45.

Cuando es posible mejorar algunas de las cifras (cambiar por ejemplo la composición de la producción o disminuir los costos directos) hacemos una gráfica nueva para expresar la diferencia en sensitividad.

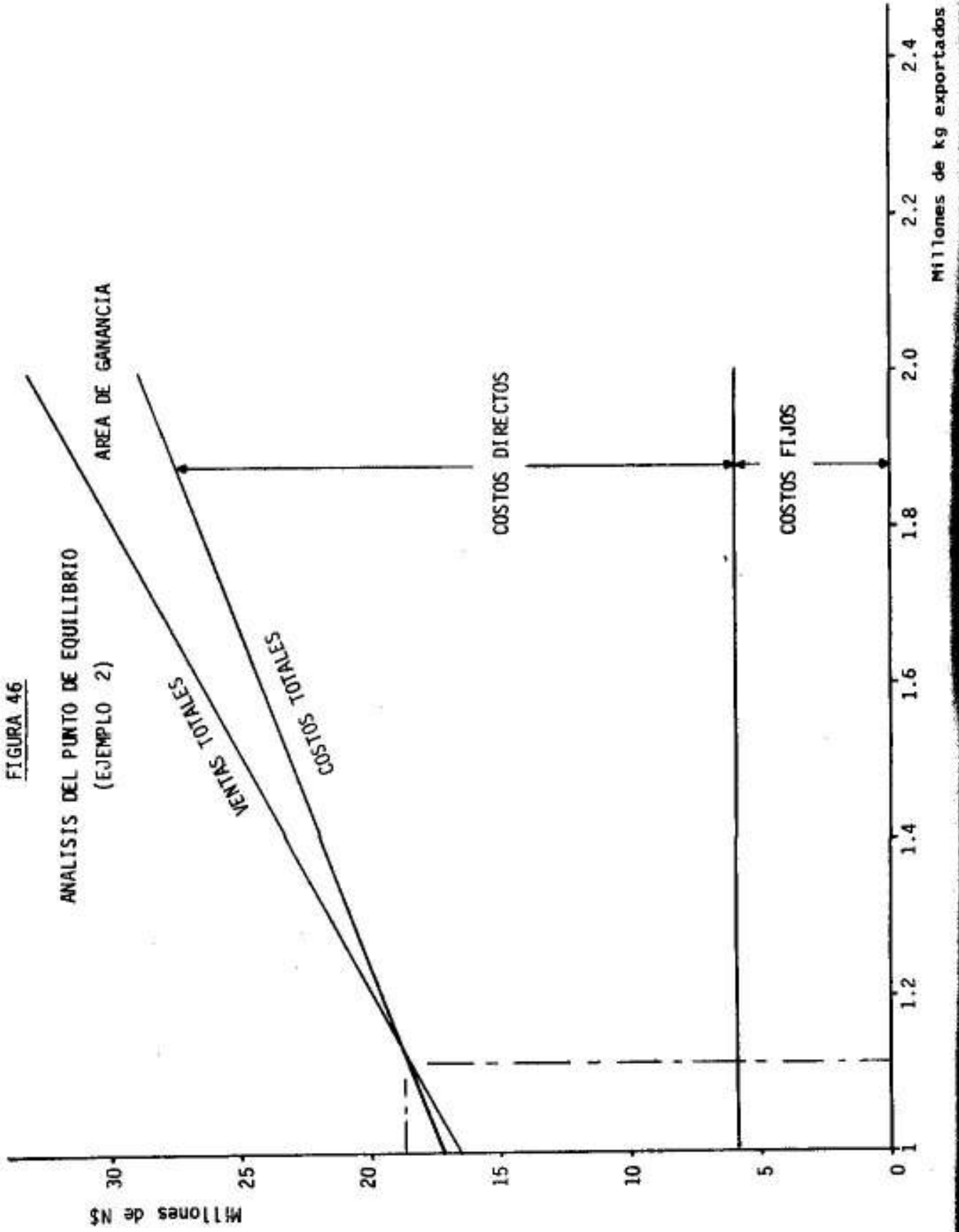


407

a 45.
 la

FIGURA 46

ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO
(EJEMPLO 2)



8.0 ADMINISTRACION

A fin de lograr éxito en las mejoras mencionadas anteriormente, en calidad, rendimiento y consumo de horas-hombre, debería mejorarse la administración de las plantas.

Se deberá entrenar a los supervisores en la mejor administración del flujo de materia prima y productos a través de la planta. Deberá prestarse mayor atención a fin de lograr un perfecto balance entre los diferentes grupos de operarios de manera de obtener un flujo ágil y una utilización buena de las horas-hombre disponibles.

Si se entrenara a los supervisores para asegurar una producción bien planificada y rápida sin almacenamientos intermedios de productos en proceso, ellos obtendrían mejores condiciones de trabajo y podrían realmente influenciar los resultados de la producción.

Ahora se considera necesario mantener una flexibilidad en el procesamiento a través de grandes "almacenamientos intermedios" de materia prima y productos en proceso. Sin embargo, esta flexibilidad es necesaria solamente debido a la falta de planificación y balance entre los distintos sectores y dentro de sí mismos, debido a una mala distribución del personal o falta de mecanización en la planta.

Es muy costoso operar así debido a que aumenta las horas-hombre e influencia negativamente (física y psíquicamente) a los operarios de la planta.

En general, los operarios entrenados tienen una velocidad suficiente. Lo que falta ahora es solamente:

- organización en la planta
- planificación de producción
- entrenamiento a los operarios para mejorar el rendimiento
- entrenamiento a los supervisores para mejorar el flujo y la capacidad de la planta
- sistemas de registro

9.0 SISTEMAS DE REGISTRO

El rendimiento, la eficiencia (consumo de horas hombre y utilización de la capacidad de producción) y la ganancia bruta por turno y por día son las herramientas a ser utilizadas en la administración de la economía del procesamiento. Por lo tanto, es muy importante contar con sistemas de registro adecuados.

También, se deberán registrar diariamente la temperatura y controlar el nivel de contaminación microbiológico en distintas partes de la cadena de procesamiento.

La planilla 47 es una idea de registro de rendimiento. Lo importante es el registro diario en las operaciones más importantes, y comparar diariamente los rendimientos obtenidos con aquellos estándares ideales a fin de descubrir y mejorar los puntos débiles.

La planilla 48 es una planilla que podría utilizarse en el control diario del consumo de horas hombre y en la comparación de ésta con los estándares ideales. Se puede entonces registrar la utilización de la capacidad mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Producción diaria} \times \text{HH/TPF} = \text{horas estándar de producción}$$

El grado de utilización de la mano de obra se obtiene dividiendo las horas estándares entre el total de horas hombre utilizadas en el día.

Finalmente, la producción acumulada será dividida por la capacidad máxima de la planta con la composición de producto involucrada, apareciendo así el factor de utilización.

Con respecto a la ganancia bruta por turno y por día, se puede llevar el registro que se detalla en la planilla 49, donde consideramos el precio de venta FOB, los costos de la materia prima, mano de obra, empaque, costos de congelado y costos de transporte.

Posteriormente, a través del análisis de la ganancia bruta por kg. de materia prima, de la ganancia bruta por kg de producto final y de la ganancia bruta por hora hombre, obtenemos la eficiencia de hora hombre por toneladas de producto final.

Finalmente, el uso de la capacidad teórica en porcentaje será calculado multiplicando los kilogramos empacados por cien y dividiendo por la capacidad teórica (considerada en este caso como capacidad máxima de congelación).

La idea es visualizar en una sola cifra el rendimiento y consumo de horas hombre del día relacionándolo con el estándar ideal.

Esta cifra deberá obtenerse día a día, mientras se recuerdan aún los detalles del procesamiento.

A fin de mejorar la administración de la planta, y por consecuencia, aumentar su ganancia bruta, se recomienda:

- realizar reuniones diarias (duración 15 minutos) y semanalmente (duración una hora) a fin de discutir los resultados obtenidos y planificar las actividades futuras;
- planificar diariamente en detalle la producción del día siguiente;
- establecer objetivos a corto y mediano plazo con relación a la eficiencia del procesamiento.
- mantener bien informados a los operarios de los progresos logrados en la producción.

PLANILLA 47

Planilla de Registro de Rendimiento
(Resumen Diario)

Rendimiento, fecha:

	Merluza	Corvina	Pescadilla
Kg materia prima de cámara:
Kg materia prima procesada:
Rendimiento:	<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>
Kg filetes con piel:
Kg filetes antes recorte:
Rendimiento fileteado:	<input type="text" value="§"/> <input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/> <input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/> <input type="text" value="§"/>
Kg filetes recortados:
Kg productos HG:
Rendimiento productos elaborados:	<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>
Productos empacados en Kg:			
Bloques 16.5 lbs.:		
Rendimiento final:	<input type="text" value="§"/>		
Interfoliados 10 lbs.:		
Rendimiento final:	<input type="text" value="§"/>		
Interfoliados c/piel 10 lbs.:		
Rendimiento final:	<input type="text" value="§"/>		
HG:	
Rendimiento final:		<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>
Pescado entero:
Rendimiento final:	<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>	<input type="text" value="§"/>
Otros:			

PLANILLA 48

Registro Diario de Utilización de Mano de Obra y Capacidad de Producción

Consumo de horas/hombre, fecha:

Producto	Producto Final en Toneladas	x	Horas/ton Estandar Prod. Final	=	Horas estandar
Bloques merluza 16.5 lbs:		x	100	=	
Merluza interfoliados 10 lbs.:		x	110	=	
Merluza IQF con piel:		x	105	=	
Merluza IQF 5 lbs.:		x	115	=	
Merluza desgrasado:		x	110	=	
.....:		x		=	
.....:		x		=	
Corvina HG:		x	54	=	
Corvina entera:		x	23	=	
Pescadilla entera:		x		=	
Pescadilla HG:		x		=	
Pescadilla IQF c/piel:		x	105	=	
.....:		x		=	
.....:		x		=	
.....:		x		=	

TOTAL PRODUCIDO: tons. Horas estándar

TOTAL CONSUMO HORAS REAL horas:

UTILIZACION DE MANO DE OBRA %

UTILIZACION CAPACIDAD TOTAL DE PRODUCCION:

Producto final en toneladas

Capacidad de planta

GANANCIA BRUTA POR TURNO/DIA

Fecha:

VENTAS FOB: ----- kg mer. 5kg x --- = -----
 ----- kg mer. 10Lb x --- = -----
 ----- kg mer. ent. x --- = -----
 ----- kg mer. esp. x --- = -----
 ----- kg pes. 5kg x --- = -----
 ----- kg pes. ent. x --- = -----
 ----- kg cor. H/G x --- = -----
 ----- kg cor. ent. x --- = -----
 ----- kg ----- x --- = -----

A kg

D N\$

PRECIO MAT. PRIMA: ----- kg de mer. x --- = -----
 ----- kg de pes. x --- = -----
 ----- kg de cor. x --- = -----
 ----- kg de x --- = -----
 ----- kg de x --- = -----

B kg

E N\$

MANO DE OBRA: ----- kg de mer. x --- = -----
 ----- kg de pes. x --- = -----
 ----- kg de cor. x --- = -----
 ----- otra x --- = -----

C horas

F N\$

EMPAQUE: ----- kg de mer. x --- = -----
 ----- kg de pes. x --- = -----
 ----- kg de cor. x --- = -----
 ----- kg de x --- = -----

G N\$

COSTOS CONGELADO: ----- kg de prod. x --- = -----

COSTOS TRANSPORTE: ----- kg de prod. x --- = -----

H N\$

GANANCIA BRUTA:

I N\$

ANALISIS: GB por kg mat. prima: $\frac{I:B}{I:A}$ = N\$/kg
 GB por kg prod. final: $\frac{I:C}{I:A}$ = N\$/kg
 GB por hora - hombre: $\frac{I:C}{C}$ = N\$/HH

EFICIENCIA: HORA-HOMBRE POR TON PROD. FINAL: $\frac{C \times 1000}{A}$ =

USO DE CAPACIDAD TEORICA: $\frac{A}{A} \times 100$ =
 factor limitante

10.0 ANALISIS BREVE DE ECONOMIA DE LA INDUSTRIA PESQUERA URUGUAYA (MERLUZA)

Se considera posible mejorar la ganancia bruta actual de la industria pesquera.

A modo de ejemplo analizaremos la ganancia bruta de aquellos productos en base al recurso merluza.

En el cuadro que sigue se detallan los distintos productos finales obtenidos de merluza, exportados en 1980.

Productos de Merluza Exportados en 1980

	ENTERO	EVICERADO	ESPALMADO	FILETES	BLOQUES
Prod. final (t)	4929	5250	615	7620	5840
% de Producto final	20	22	3	31	24
Promedio rendimiento(%)	97	~56	~61	33	32
Mat. Prima(calculado)(t)	5081	9375	1008	23091	18250
% de Materia Prima	9	16	2	41	32
Precios venta FOB(promedio) US\$	~434	~597	~465	~1200	~1541

MINCED: 915 toneladas

El minced representó en 1980 el 6.8% del total de producto final (filetes y bloques), debido a que no todas las plantas lo elaboran. En caso contrario su valor porcentual sería del 9-10%.

10.1 Mejoramiento del rendimiento de filetes y bloques expresado en US\$

Como promedio el rendimiento estándar ideal (filetes y bloques) es de 39-40% y el promedio actual de rendimiento en las plantas es de 32-33%.

Basándose en los precios actuales de materia prima (250 US\$/ton), la mejora en los rendimientos produciría los siguientes resultados, aplicando la siguiente fórmula (según datos de tabla No. 50, página 119):

$$\text{Mejora en la ganancia bruta} = \frac{\text{Ton P.F.}}{\text{Rend.Act.}} \times \text{Rend.Mej.} \times \text{G.B. (Rend.Mej.)} - \text{Ton P.F.} \times \text{GB (Rend.Act.)}$$

Filetes:

$$\begin{aligned} & [(7620 : 0,33 \times 0,39) \times 239] - (7620 \times 140) = \\ & 2.152.304 - 1.066.800 = \boxed{1.085.504 \text{ US\$}} \end{aligned}$$

Bloques:

$$\begin{aligned} & [(5840 : 0,32 \times 0,39) \times 439] - (5840 \times 325) = \\ & 3.124.582 - 1.898.000 = \boxed{1.226.582 \text{ US\$}} \end{aligned}$$

TOTAL:

$$= \boxed{2.312.086 \text{ US\$}}$$

10.2 Mejoramiento de la capacidad expresado en US\$

Como promedio (filetes y bloques) el consumo estándar ideal de horas hombre por tonelada de producto final es de 100 - 110, mientras que el consumo actual en las plantas es de 130-150 HH/Ton PF.

Si la cantidad disponible de horas hombre permanece constante, la reducción del consumo de horas hombre por tonelada de producto final, resultaría en un aumento de la producción.

Si esta producción aumentada se pudiera vender al actual promedio de ganancia bruta de 227 US\$/Ton (33% rendimiento) de producto final, su ganancia bruta sería entre

$$\begin{aligned} & y \quad [(13460 \times 130 : 105) - 13460] \times 227 = \boxed{727481 \text{ US\$}} \\ & \quad [(13460 \times 150 : 105) - 13460] \times 227 = \boxed{1309466 \text{ US\$}} \end{aligned}$$

10.3 Mejoramiento de la composición de la producción

Cuando es posible cambiar 4000 toneladas de filete para hacer bloques estándar con un rendimiento del 39%, este cambio en la composición de la producción determinará la siguiente mejora:

$$(4000 \times 439) - (4000 \times 239) = \boxed{800.000 \text{ US\$/año}}$$

Cuando es posible cambiar 3000 toneladas de eviscerados hacia filetes con un rendimiento del 33%, se obtendría la siguiente mejora:

$$(3000 : 0,56 \times 0,33) \times 140) - (3000 \times 50) = \boxed{97.500 \text{ US\$/año}}$$

10.4 Mejoramiento total en US\$ de productos de merluza

Estimado mínimo	~ 2.000.000 US\$/año
Estimado máximo	~ 4.000.000 US\$/año

Las cifras de mejoramiento deberán tomarse como una meta a largo plazo en la cual deberá ponerse mucho esfuerzo.

TABLA 50

Ganancia Bruta de Bloques de 16,5 lbs y Filetes I.F. en 5 kg en Función del Rendimiento

RENDIMIENTO	GANANCIA BRUTA	
	16.5 lbs.	5 kgs.
32%	0.325	0.123
33%	0.341	0.140
34%	0.357	0.157
35%	0.373	0.173
36%	0.389	0.189
37%	0.406	0.206
38%	0.423	0.223
39%	0.439	0.239
40%	0.456	0.256

BIBLIOGRAFIA

Instituto Nacional de Pesca - Boletín Comercial 1980 - Montevideo,
1980 Uruguay

Kelsen, Svend - Informe sobre Investigaciones Económicas en la Indus-
1980 tria Pesquera en el Uruguay, Proyecto URU/78/005 FAO/PNUD
"Asistencia al INAPE" - Montevideo, Uruguay

Nickelson, Ranzell - Seafood Quality Control in Processing Plants -
1979 Texas University College Station - EE.UU.

Peters, Robert A. - Return on Investments - Amacom, New York, EE.UU.
1974

Reul, Raymond I. - Profitability Index for Investments - Harvard
1957 Business Review.

lw. 4351

MFN 1197

1.3.1 1957