

ANÁLISIS COSTE-VOLUMEN-BENEFICIO

11.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO MUERTO

11.1.1. Concepto

La realización de la actividad económica, que permite obtener los ingresos a una explotación, requiere simultáneamente el consumo de factores productivos. El consumo de los factores permite, tanto que la empresa mantenga su capacidad productiva (costes fijos o de estructura), como que, garantizada dicha capacidad productiva, realice las operaciones de producción y venta de los bienes y servicios que constituyen el objeto de la explotación (costes variables u operacionales).

En la medida en que los costes variables (COSTE) sean proporcionales al número de unidades producidas (VOLUMEN), el coste unitario variable del producto permanecerá constante para cualquier nivel de actividad. En cambio, el coste unitario de los productos disminuye según aumenta el número de unidades producidas, ya que los costes fijos se reparten entre un mayor número de unidades. Si el coste variable unitario es inferior al precio de venta del producto y la capacidad instalada permite la producción y venta de un número de unidades suficientemente grande, la explotación, superado un determinado volumen de producción y venta, empezará a generar beneficios (BENEFICIO).

El punto muerto o umbral de rentabilidad de una explotación se alcanza cuando la actividad desarrollada en dicha explotación permite que los ingresos obtenidos al vender los productos, sean iguales al coste de los factores aplicados a los bienes y servicios vendidos para obtener dichos ingresos, de modo que el resultado contable de la explotación sea nulo.

El punto muerto puede expresarse por la cifra de ventas, el número de unidades vendidas o el porcentaje de la capacidad utilizada. La determinación del volumen de actividad que debe alcanzar una explotación para situarse en el umbral de rentabilidad presenta un gran interés para la gerencia tanto para fines de planificación, como de control de la actividad, ya que significa que, para dicho nivel de actividad, los costes fijos son cubiertos por los márgenes de contribución de todos los productos vendidos (estos márgenes de contribución se definen como la diferencia entre el precio de venta del producto y su coste variable), que es tanto como conocer la cifra de ventas a partir de la cual la explotación generará beneficios.

El modelo, que generalmente se utiliza para determinar el punto muerto, se fundamenta en la hipótesis de que es posible conocer con suficiente precisión, tanto la relación funcional existente entre los ingresos y la cantidad de producción vendida, como la relación funcional existente entre los costes y la cantidad de producción vendida.

11.1.2. Modelo utilizado para determinar el punto muerto

En el caso más sencillo, un solo tipo de producto procesado y vendido, cuando la cantidad producida y vendida es la misma (ya que si las unidades producidas superan a las unidades vendidas, parte de los costes de estructura pueden activarse como inventarios, cuando se valoran siguiendo el criterio convencional del coste completo) se cumplirá:

$$I = F_i(q) \quad \text{Siendo:} \quad \mathbf{I} = \text{Ingresos obtenidos,}$$
$$\mathbf{C} = \text{Costes del periodo, y}$$
$$C = F_c(q) \quad \mathbf{q} = \text{Unidades de producto.}$$

Dado que en la medida en que no exista evidencia en contrario, se asumirá la hipótesis de linealidad en las funciones F_i y F_c , el modelo quedará determinado por las siguientes relaciones:

$$I = F_i(q) = p \cdot q$$

donde p es el precio de venta del producto, y

$$C = F_c(q) = C_F + c \cdot q$$

donde C_F son los costes fijos o de estructura (término independiente del número de unidades producidas o vendidas), y c es el coste variable unitario del producto.

En consecuencia, el punto muerto ($q = U_r$) supone que:

$$F_i(U_r) = F_c(U_r) \quad \text{y, por tanto, que:}$$

$$p \cdot U_r = C_F + c \cdot U_r \quad \text{es decir, que:}$$

$$U_r = C_F / (p - c) = C_F / \mathbf{m} \quad \mathbf{m} = (p - c) \text{ es el margen unitario de contribución}$$

Si denominamos $X = p \cdot q$ el importe monetario correspondiente a la venta de q unidades, el umbral de rentabilidad será: $X_r = U_r \cdot p$, y

$$X_r = U_r p = C_F / [1 - c/p] = C_F / (m/p) = C_F / \boldsymbol{\mu}$$

$\boldsymbol{\mu} = (m/p)$ es el margen de contribución por unidad monetaria

Dado que en los modelos de coste parcial en que se fundamenta el análisis C-V-B, el B.A.I.T. se obtiene minorando el margen sobre costes variables con los costes fijos, podemos generalizar la fórmula que permite determinar el umbral de rentabilidad (B.A.I.T. nulo), a otros volúmenes de producción y venta necesarios para alcanzar un determinado B.A.I.T. ($B + I$), B.A.T. (B), o B.D.T. [$B' = B(1-t)$], sin más que exigir que dichos beneficios e intereses (I) sean cubiertos, igual que los costes fijos, por los márgenes de contribución, es decir:

$$X_r = [C_F + \text{BAIT}] / \boldsymbol{\mu} = [C_F + I + B' / (1-t)] / [1 - c/p]$$

Si se producen variaciones en los coeficientes C_F , B' , I , p , c , se podrá determinar el nuevo volumen (X_r') aplicando la siguiente expresión:

$$X_r' = \left\{ [C_F \pm \Delta C_F + I \pm \Delta I + (B' \pm \Delta B') / (1 - (t \pm \Delta t))] \right\} / [1 - (c \pm \Delta c) / (p \pm \Delta p)]$$

El siguiente ejemplo permite aplicar esta formulación para determinar los volúmenes de producción y venta asociados al cumplimiento de diferentes hipótesis sobre precios de venta, costes fijos y variables, intereses y beneficios antes y después de impuestos.

11.1.3. Ejemplo de aplicación sobre Análisis Coste-Volumen-Beneficio

Con el fin de conseguir unos ingresos, que les permitan costearse sus estudios, dos amigos Juan y Pedro han decidido comercializar, durante su tiempo libre, un producto de temporada de acuerdo con las siguientes previsiones:

1.- El producto tiene un precio de venta garantizado de 500 €u., mientras que su adquisición al fabricante tiene un coste de adquisición de 300 €u.

2.- Con el fin de poder realizar la comercialización durante la campaña de ventas es necesario incurrir en los siguientes pagos:

- Alquileres por el uso del local comercial	150.000 €
- Sueldos y salarios a pagar al dependiente	225.000 €
- Seguridad social del personal contratado	75.000 €
- Primas de seguros del local y existencias	24.000 €
- Suministros de agua, luz, teléfonos...	80.000 €
-Otros (I.A.E., publicidad, etc.)	<u>205.000 €</u>
TOTAL COSTES DE ESTRUCTURA	759.000 €

1.- Umbral de rentabilidad (U.R.):

Pedro y Juan, una vez conocidas las condiciones en que esperan realizar la campaña de ventas, quieren determinar el número de unidades de producto que, como mínimo, han de vender para poder recuperar su inversión en el negocio.

$$(U.R.) = 759.000 / (500 - 300) = 759.000 / 200 = 3.795 \text{ us.}$$

$$\text{Cifra de ventas (U.R.)} = 3.795 \times 500 = 1.897.500 \text{ €}$$

2.- Inclusión de los costes financieros:

Dado que carecen de efectivo suficiente para poder realizar las inversiones requeridas solicitan un préstamo personal (al 12% anual que se amortizaría al final del trimestre) que les cubra durante el trimestre que durará la campaña y que estiman que debe cubrir el 60% de los costes de estructura más el 40% del coste de adquisición de las mercancías que deberían vender de acuerdo con el punto anterior. ¿En cuántas unidades deberían aumentar la cifra de ventas para lograr de nuevo el equilibrio?

Inversión en costes de estructura	759.000 €	60%	455.400 €
Inversión en mercancías (3.795 x 300 = 1.138.500)		40%	<u>455.400 €</u>
IMPORTE DEL PRESTAMO DE CAMPAÑA			910.800 €
Intereses (910.800 x 12% x 3/12)	27.324 €		

Cifra de ventas que permite alcanzar el equilibrio, habida cuenta de intereses:
 $(759.000 + 27.324) / [(500 - 300) / 500] = 1.965.810 \text{ €}$

$$\text{Unidades que deben venderse: } (1.965.810 \text{ €} / 500 \text{ €u.}) = 3.931,62 \text{ us.}$$

3.- Inclusión del beneficio esperado:

Como quieren obtener un beneficio neto de impuestos de 450.000 € y deben soportar un impuesto sobre beneficios que asciende al 25% de los mismos ¿Cuántas unidades tendrían que vender?

$$\text{Beneficio antes de impuestos para obtener un beneficio neto de 450.000 €} \\ 450.000 / (1 - 25\%) = 600.000 \text{ €}$$

$$\text{Cifra de ventas que permite alcanzar el beneficio neto de 450.000 €} \\ (786.324 + 600.000) / [(500 - 300) / 500] = 3.465.810 \text{ €}$$

$$\text{Unidades que deben venderse: } (3.465.810 \text{ €} / 500 \text{ €u.}) = 6.931,62 \text{ us.}$$

4.- Contratación de personal auxiliar:

Si pudieran contratar personal auxiliar, lo que supondría duplicar sus pagos al personal y seguridad social, podrían aumentar sus ventas en 2.000 unidades. ¿Les interesa efectuar dicha contratación?

Aumento de los costes de estructura: $225.000 + 75.000 = 300.000 \text{ €}$

Número de unidades cuya venta genera un beneficio bruto de 300.000 €
 $300.000 / (500 - 300) = 1.500 \text{ us.}$

Unidades a vender (punto de equilibrio) si se contrata el repartidor:
 $(1.386.324 + 300.000) / 200 \text{ €u.} = 8.431,62 \text{ us.}$

5.- Alquiler de otro local para almacén:

Si contratan el alquiler de un nuevo local para almacén, podrían aumentar el tamaño de sus pedidos con lo que conseguirían una reducción de 50 € por unidad de producto comprada. ¿Cuál sería el número de unidades que deben vender para que les resulte conveniente alquilar el local cuyo alquiler representa un pago adicional de 50.000 €?

Aumento que experimentarán los costes de estructura: 50.000 €

Reducción de los costes variables unitarios 50 €u.

Aumento del margen unitario 50 €u.

Unidades cuya venta genera un margen de cobertura adicional de 50.000 € si dicho margen unitario aumenta en 50 € $50.000 / 50 = 1.000 \text{ us.}$

Unidades que deben venderse si se alquila el nuevo local:
 $(1.686.324 + 50.000) / 250 \text{ €u.} = 6.945,30 \text{ us.}$

6.- Reducción del precio de venta:

El estudio del mercado permite prever que, aun contando con el aumento de las ventas que es posible alcanzar contratando al repartidor, con el precio previsto de 500 €u. se podrían vender 6.500 us., pero si el precio de venta se reduce el 10%, se podrían vender 9.000 us. ¿Es aconsejable reducir el precio de venta?

Reducción del precio de venta (10% de 500 €u.) 50 €u.

Reducción del margen unitario 50 €u.

Unidades cuya venta genera un margen de contribución de 1.736.324 €
 $1.736.324 / 200 = 8.681,62 \text{ us.}$

Ajuste por las nuevas necesidades para financiar las inversiones adicionales:

Inversión en costes de estructura	1.109.000 €	60%	665.400 €
Id. en mercancías (9.000 x 250 = 2.250.000)€		40%	<u>900.000 €</u>
IMPORTE DEL PRESTAMO DE CAMPAÑA			1.565.400 €

Intereses (1.565.400 x 12% x 3/12) 46.962 €

Aumento en el pago de intereses (46.962 - 27.324) = 19.638 €

Cifra de ventas para alcanzar el equilibrio, habida cuenta del aumento de intereses:
 $(1.736.324 + 19.638) / [(450 - 250) / 450] = 3.950.914,50 \text{ €}$

Unidades que deben venderse: $(3.950.914,50 \text{ €} / 450 \text{ €u.}) = 8.779,81 \text{ us.}$

7.- Estado demostrativo de resultados (previsional):

¿Qué beneficio antes de impuestos se obtendría si se aceptan los cambios que resultan beneficiosos? ¿Permitiría este negocio que Juan y Pedro alcancen con esta actividad temporal financiar sus estudios? Presente el estado demostrativo de resultados previsional

Dado que el nivel de actividad que debe alcanzar el negocio que van a iniciar Juan y Pedro, si quieren conseguir financiar sus estudios ha de situarse en torno a las 9.000 us. ventas, será necesario efectuar la reducción del precio de venta, así como aceptar las otras modificaciones de los costes de estructura para poder incrementar la cifra de ventas y reducir el coste de adquisición de las mercancías.

El siguiente estado demostrativo de resultados permite resumir en forma de resultado contable, las actividades previstas de acuerdo con el análisis C-V-B, que ha fundamentado las decisiones anteriores:

CONCEPTO	Importes	Porcentaje
Ventas previsionales (9.000 us.)	4.050.000	100,00 %
menos: Costes variables	<u>2.250.000</u>	<u>55,56 %</u>
Margen sobre coste variable	1.800.000	44,44 %
menos: Costes de estructura:	<u>1.109.000</u>	<u>27,38 %</u>
- Alquileres	200.000	
- Coste de personal	450.000	
- Seguridad Social	150.000	
- Primas de seguros	24.000	
- Suministros de agua, luz, etc.	80.000	
- Otros (tributos, publicidad...)	<u>205.000</u>	
Beneficio antes de intereses e impuestos	691.000	17,06 %
menos: Costes financieros	<u>46.962</u>	<u>1,16 %</u>
Beneficios antes de impuestos	644.038	15,90 %
menos: Impuesto sobre beneficios 25%	<u>161.009,50</u>	<u>3,98 %</u>
Beneficio neto (después de impuestos)	483.028,50	11,93 %

Ya que el beneficio previsional supera en algo más del 5 % al beneficio neto de 450.000 € que necesitan obtener Juan y Pedro para financiar sus estudios, estos deciden llevar adelante su proyecto.

11.2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO UTILIZADO

11.2.1. Hipótesis subyacentes en la linealidad del modelo lineal utilizado

La aceptación de la hipótesis de linealidad para las funciones de ingresos y de costes totales implica la aceptación de una serie de restricciones al uso del modelo general para el análisis C-V-B, entre las que sobresalen:

1. Los mercados de salida o colocación de la producción garantizan que la empresa pueda colocar cualquier volumen de producción con el mismo precio de venta.
2. No existen otros ingresos que los procedentes de la venta de la producción. En consecuencia, se cumplirá que:

$$I = F_1(q) = p \cdot q$$

3. Es un análisis basado en la posibilidad de discriminar entre los costes fijos y los costes variables de los factores productivos.

4. Los costes fijos (CF) corresponden a una estructura determinada de la empresa que obviamente corresponde a una determinada capacidad de producción y venta, de modo que el valor de q no puede superar el valor Lq que representa la máxima capacidad de producción correspondiente a dicha estructura.

5. Los costes variables corresponden a los factores productivos para los que su función de producción π es homogénea de grado 1, es decir:

$$\text{si } \pi(f_1, f_2, f_3, \dots, f_i, \dots, f_n) = q$$

$$\text{entonces } \pi(kf_1, kf_2, kf_3, \dots, kfi, \dots, kfn) = kq$$

siendo $f_1, f_2, f_3, \dots, f_i, \dots, f_n$ los factores productivos cuyos costes son variables con el volumen de actividad.

6. El coste unitario de adquisición de estos últimos factores (c) es constante para cualquier volumen (q) que se compre. Como consecuencia de lo indicado en los puntos 3 a 5, se cumplirá que:

$$C = Fc(q) = CF + c \cdot q \text{ para todo } q / 0 < q < Lq$$

7. Como el modelo no incorpora explícitamente la variable tiempo, no es posible determinar el momento en que se alcanza el umbral de rentabilidad.

8. Tampoco se incorpora de forma explícita el cambio tecnológico, (cambio en la estructura de los procesos productivos).

9. Cuando, como sucede generalmente, se producen y venden varios productos con precios de venta diferentes, se hace preciso asumir que se mantiene constante la composición porcentual de la cifra de ventas para todos los productos.

10. Es un modelo determinista (no incorpora la incertidumbre en la previsión de los parámetros).

11. Si se adopta un planteamiento ex-post facilitará los procesos de evaluación de las ejecuciones de las tareas en ejercicios cerrados.

12. En cambio, si se adopta un enfoque ex-ante, este análisis facilitará los procesos de planificación-control.

11.2.2. Gráficas asociadas al análisis C-V-B

Producción homogénea expresada con una sola unidad física

En este caso se representan las ventas en unidades físicas en el eje de abscisas, y en ordenadas los importes monetarios asociados a ingresos (ventas), costes, márgenes y/o beneficios. Generalmente se utiliza uno de los tres gráficos siguientes:

Sobre la función del beneficio de explotación

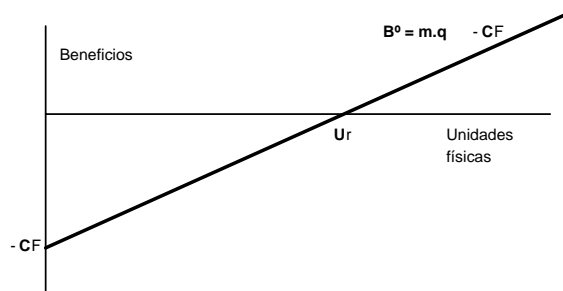


Figura 1

Sobre las funciones de ventas y costes de explotación

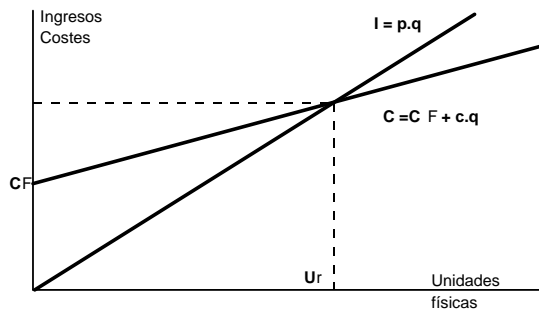


Figura 2

Sobre la función de margen sobre coste variable

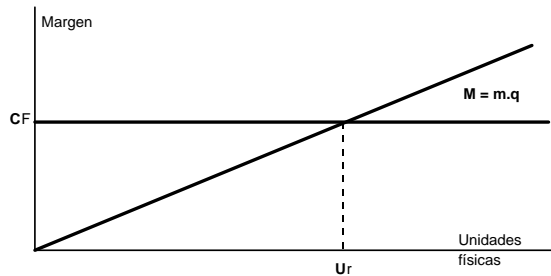


Figura 3

Explotaciones con varias líneas de producción (importes monetarios)

En el eje de abscisas se refleja la cifra de ventas, ya que las unidades vendidas de cada producto se hacen homogéneas si se expresan en importes monetarios. En el eje de ordenadas los importes monetarios asociados a ventas, costes, márgenes y/o beneficios.

Sobre la función del beneficio de explotación

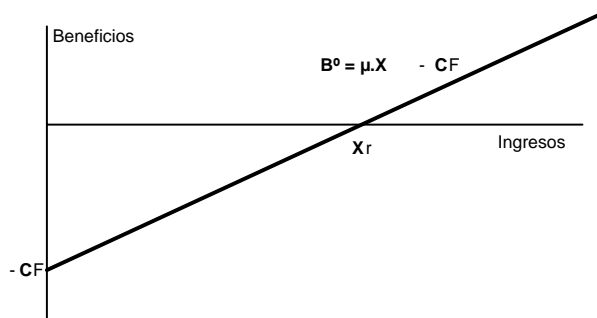


Figura 4

Sobre las funciones de ventas y costes de explotación

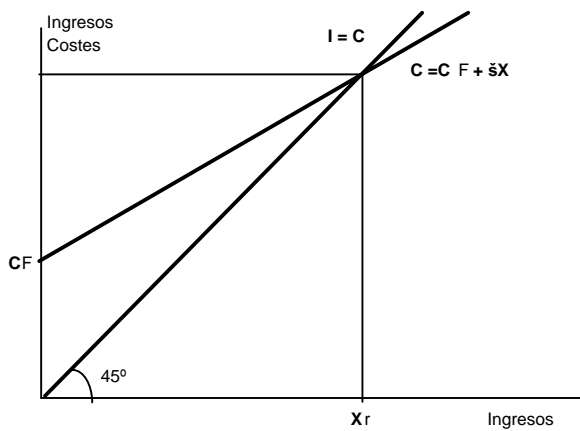


Figura 5

Sobre la función de margen sobre el coste variable

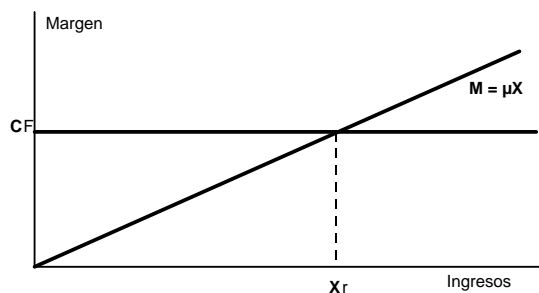


Figura 6

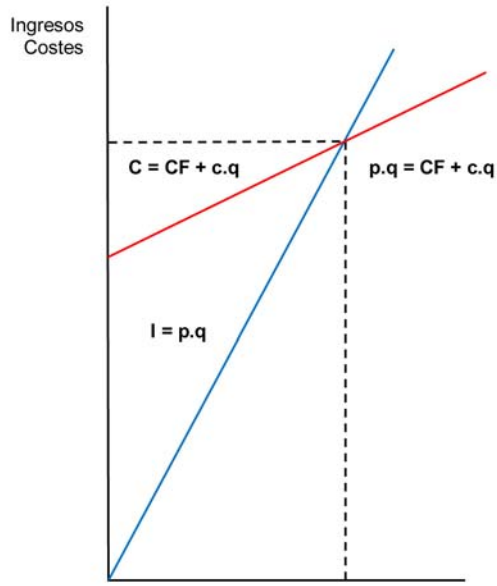
11.2.3. Modelo lineal *versus* modelo no lineal. “Rango relevante” en el análisis C-V-B

Las restricciones que imponen las características del modelo que acabamos de explicitar en el apartado anterior, obliga a restringir el uso del análisis C-V-B a aquellos valores de q para los que sea posible constatar que la explotación mantiene rendimientos constantes.

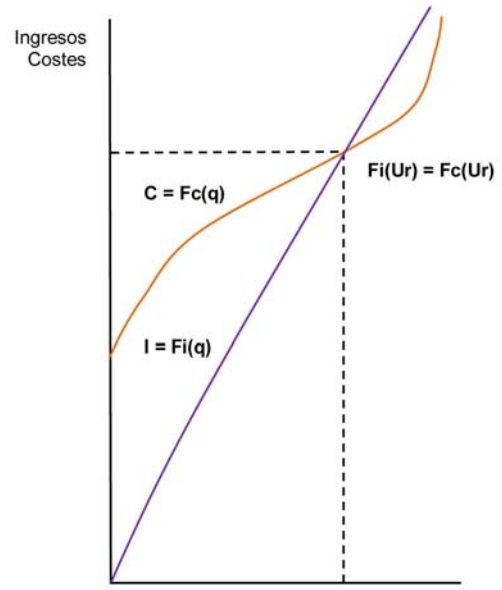
En efecto, como generalmente sucede en la realidad, la función de costes totales muestra que para bajos volúmenes de producción su crecimiento es más que proporcional al consumo de factores productivos (rendimientos crecientes generados por una mejora de la combinación productiva), mientras que esta situación se modifica como consecuencia de la aparición de factores limitativos que impiden el crecimiento para volúmenes de producción más altos (fase de rendimientos decrecientes), de modo que para las producciones en torno al punto de inflexión de la curva de costes totales es donde puede asumirse la existencia de rendimientos constantes. Las desviaciones entre el comportamiento de los costes en el modelo lineal (contable) y el modelo no lineal no serán significativas en este último intervalo. En la medida en que la actividad de explotación está dentro de este intervalo se podrán utilizar los datos sobre costes fijos y variables estimados en los sistemas de coste directo.

Gráficamente se puede mostrar mediante los diagramas de las figuras siguientes:

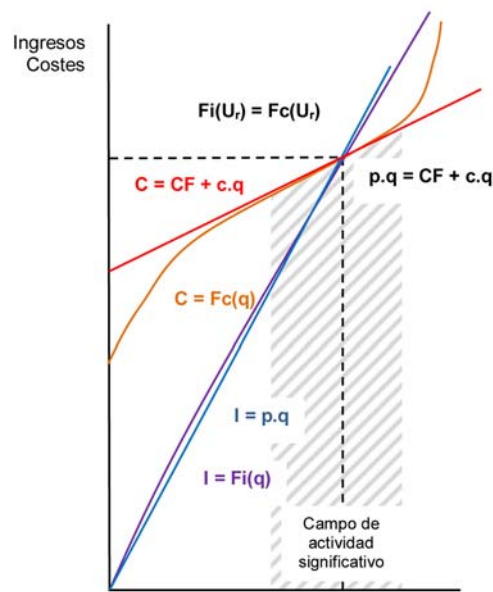
- La figura 7 muestra el modelo lineal (derivado del uso del modelo antes descrito).
- La figura 8 muestra el modelo no lineal (derivado de la existencia de rendimientos crecientes y decrecientes en la realización de la actividad productiva de la empresa)
- La figura 9, al representar simultáneamente ambos modelos, permite delimitar gráficamente el rango relevante del análisis C-V-B, o campo de actividad significativo, dentro del cual debe mantenerse el análisis C-V-B relativo a la actividad de la explotación, cuando se utiliza el modelo convencional (lineal).



Umbral de rentabilidad (m. lineal)
Figura 7



Umbral de rentabilidad (m. no lineal)
Figura 8



Umbral de rentabilidad
Figura 9

11.3 GENERALIZACIÓN DEL MODELO C-V-B PARA EXPLOTACIONES CON VARIAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

11.3.1. Formulación del modelo general

En este caso supondremos la existencia de "n" líneas de producción de forma que las funciones de ingresos y costes totales serán:

$$I = F_i(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$C = F_c(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

Siendo:

I = Ingresos obtenidos por la venta de productos,

C = Costes del periodo, y

q_i = Unidades vendidas del producto i-ésimo.

Dado que en la medida en que no exista evidencia en contrario, se asumirá la hipótesis de linealidad en las funciones F_i y F_c , el modelo quedará determinado por las siguientes relaciones:

$$I = F_i(q_1, q_2, \dots, q_n) = \sum p_i \cdot q_i$$

donde **p_i** es el precio de venta del producto i-ésimo.

$$C = F_c(q_1, q_2, \dots, q_n) = C_F + \sum c_i \cdot q_i$$

donde **C_F** es el importe de los costes fijos o de estructura (término independiente del número de unidades producidas o vendidas), y **c_i** es el coste variable unitario del producto i-ésimo.

En consecuencia, el punto muerto supone que:

$$F_i(q_1, q_2, \dots, q_n) = F_c(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

y, por tanto, que:

$$\sum p_i \cdot q_i = C_F + \sum c_i \cdot q_i$$

es decir, que:

$$C_F = \sum p_i \cdot q_i - \sum c_i \cdot q_i = \sum m_i \cdot q_i$$

donde **m_i** = (p_i - c_i) es el margen unitario sobre coste variable del producto i-ésimo.

En este caso la ecuación tiene "n" variables, por lo que hay infinitas soluciones (combinaciones de las q_i que permiten alcanzar el umbral de rentabilidad), por ello el análisis C-V-B puede desarrollarse mediante la búsqueda de una solución general a partir de la cual puedan determinarse cada una de las soluciones particulares (solución matricial), o bien, lo que es más general, asumir la hipótesis de que se mantendrá la composición porcentual de la cifra de ventas que se ha utilizado para determinar el margen sobre coste variable por unidad monetaria vendida (μ).

11.3.2. Mantenimiento de la composición porcentual de la cifra de ventas

En este caso, hay que determinar el margen por euro de venta (μ):

$$\mu = \sum m_i q_i / \sum p_i q_i = \sum [m_i (q_i / \sum p_i q_i)] = \sum [(m_i / p_i) (q_i p_i / \sum p_i q_i)] = \sum \mu_i \pi_i$$

donde $\mu_i = m_i / p_i =$ margen por euro vendido en el producto i-ésimo, y

$\pi_i = (q_i p_i / \sum p_i q_i) =$ participación en la cifra de ventas del producto i-ésimo.

En consecuencia, el umbral de rentabilidad $X_r = \sum p_i q_i^r$, supone que:

$$C_F = \sum m_i q_i^r = \mu_r (\sum p_i q_i^r) = \mu_r X_r, \quad \text{y, por tanto}$$

$$X_r = C_F / \mu_r$$

para que $X_r = \sum p_i q_i^r$ sea la cifra de ventas que representa el umbral de rentabilidad, se tiene que indicar la participación porcentual que, en la cifra de ventas que representa el umbral de rentabilidad (X_r), tiene cada uno de los productos, $\pi_i^r = (q_i^r p_i / \sum p_i q_i^r)$.

En efecto, toda vez que μ_r se obtiene como $\mu_r = \sum \mu_i \pi_i^r$, su importe quedará fijado siempre que se hayan fijado previamente el valor de sus componentes. Ya que los márgenes $\mu_i = p_i - c_i$, son constantes por la linealidad de las funciones de costes e ingresos, al determinar los importes de las participaciones $\pi_i^r = (q_i^r p_i / \sum p_i q_i^r)$, se podrá calcular μ_r .

11.3.3. Ejemplo de aplicación

La empresa PROVASA presenta el siguiente estado demostrativo de resultados (en miles de euros), correspondiente a sus previsiones de ventas para el próximo ejercicio:

	<u>Producto A(60%)</u>	<u>Producto B(40%)</u>	<u>Totales (100%)</u>
Ventas	30.000	20.000	50.000
Coste variable	21.000	12.000	33.000
Margen (M.C.)	9.000	8.000	17.000
Costes fijos			11.900
B.A.I.T.			5.100

Se pide la cifra de ventas que expresa el umbral de rentabilidad.

$$\text{Margen /coste variable del producto A } (\mu_A) = 9.000/30.000 = 30\%$$

$$\text{Margen /coste variable del producto B } (\mu_B) = 8.000/20.000 = 40\%$$

$$\mu = \sum \mu_i \pi_i = (0,60 \times 0,30 + 0,40 \times 0,40) \times 100 = 34 \%$$

$$U_r = C_F / \mu = 11.900.000/0,34 = 35.000.000 \text{ €}$$

que corresponden a: Ventas del producto A 60% de 35.000.000 = 21.000.000 €
 Ventas del producto B 40% de 35.000.000 = 14.000.000 €

El estado demostrativo de resultados asociado al umbral de rentabilidad será:

	<u>Producto A(60%)</u>	<u>Producto B(40%)</u>	<u>Totales (100%)</u>
Ventas	21.000	14.000	35.000
Coste variable	14.700	8.400	23.100
Margen (M.C.)	6.300	5.600	11.900
Costes fijos			11.900
B.A.I.T.			0

En cambio, si cambiase la composición porcentual de la cifra de ventas, por ejemplo, si las ventas del producto A y B fuesen el 50% de la cifra total.

$$\mu = \sum \mu_i \pi_i = (0,50 \times 0,30 + 0,50 \times 0,40) \times 100 = 35 \%$$

$$U_r = C_F / \mu = 11.900.000/0,35 = 34.000.000 \text{ €}$$

que corresponden a: Ventas del producto A 50% de 34.000.000 = 17.000.000 €
 Ventas del producto B 50% de 34.000.000 = 17.000.000 €

El estado demostrativo de resultados asociado al umbral de rentabilidad será:

	<u>Producto A(50%)</u>	<u>Producto B(50%)</u>	<u>Totales (100%)</u>
Ventas	17.000	17.000	34.000
Coste variable	11.900	10.200	22.100
Margen (M.C.)	5.100	6.800	11.900
Costes fijos			11.900
B.A.I.T.			0

11.4 PROCESOS CON DISTINTAS COMBINACIONES DE COSTES VARIABLES UNITARIOS Y COSTES DE ESTRUCTURA

La figura 10 permite mostrar gráficamente el resultado de incorporar al modelo que utiliza el análisis C-V-B la existencia de cambios tecnológicos, admitida la hipótesis de que tales cambios tecnológicos son inducidos por incrementos en la capacidad (economías de escala), y supone el aumento de los costes de estructura y la reducción de los costes variables unitarios.

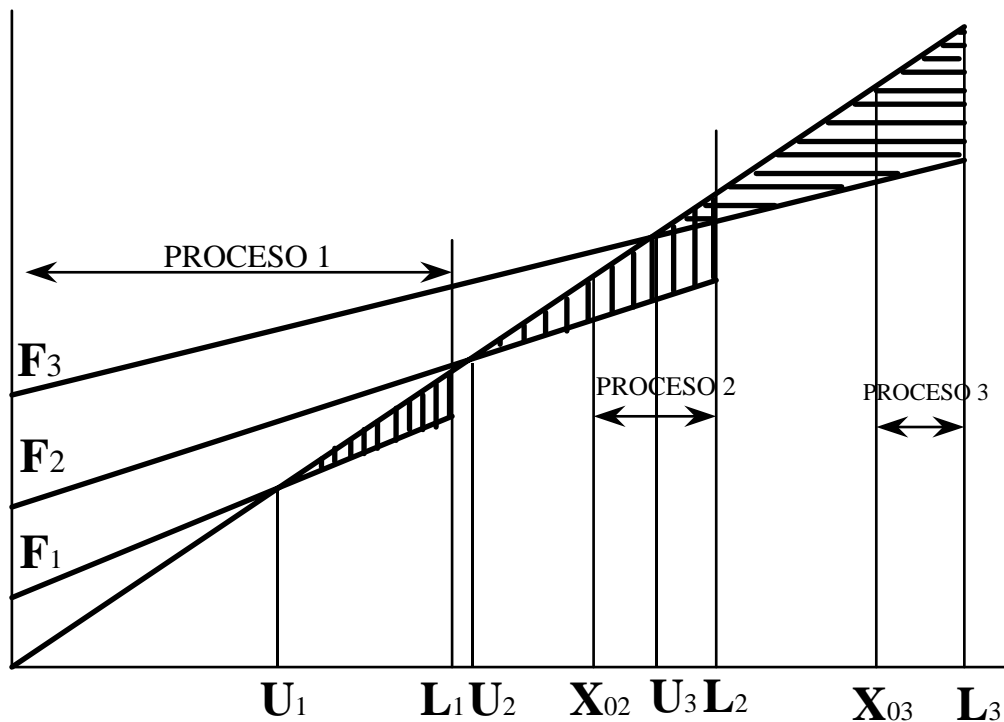


Figura 10

La siguiente tabla muestra los principales puntos característicos de los tres procesos representados en la figura 10:

Proceso	Umbral de rentabilidad	Capacidad máxima	Volumen de producción	Mejores beneficios	Producción que no mejora el B°
P ₁	U ₁	L ₁	0 < x ₁ < L ₁	0 < x ₁ < L ₁	
P ₂	U ₂	L ₂	0 < x ₂ < L ₂	x ₀₂ < x ₂ < L ₂	L ₁ < x ₂ < x ₀₂
P ₃	U ₃	L ₃	0 < x ₃ < L ₃	x ₀₃ < x ₃ < L ₃	L ₂ < x ₃ < x ₀₃

El siguiente caso de aplicación permite determinar el proceso productivo que debería utilizarse para cada nivel de actividad, cuando sea la maximización del beneficio el único criterio utilizado al tomar la decisión.

Supongamos una empresa que puede vender el producto P a 65 €/u. y que para producirlo puede utilizar uno de los procesos A, B, o C, cuyas características se resumen en la siguiente tabla y cuyas funciones de beneficio se representan en la figura 4.

<u>Proceso</u>	<u>Costes Fijos</u>	<u>Coste variable</u>	<u>Margen de contribución</u>	<u>Ur.</u>	<u>Capacidad máxima</u>
A	900.000	50	15	60.000	70.000
B	1.800.000	40	25	72.000	135.000
C	3.500.000	30	35	100.000	200.000

1.- Determinación de los volúmenes de actividad en que debe producirse la sustitución de los procesos (hipótesis de ausencia de limitaciones en la capacidad productiva de los diferentes procesos disponibles).

a) Sustitución del proceso A por el proceso B

$$(X - 60.000) 15 = (X - 72.000) 25$$

$$X = 90.000 \text{ us.}$$

$$\text{BAIT} = 450.000 \text{ €}$$

b) Sustitución del proceso B por el proceso C

$$(Y - 72.000) 25 = (Y - 100.000) 35$$

$$Y = 170.000 \text{ us.}$$

$$\text{BAIT} = 2.450.000 \text{ €}$$

2.- Determinación de los volúmenes de actividad en que debe producirse la sustitución de los procesos A y B (hipótesis de existencia de limitaciones en la capacidad productiva de los procesos A y B).

a') Volumen de producción mínimo para utilizar el proceso B (Capacidad máxima del proceso A: 70.000 us.)

•BAIT máximo con proceso A:

$$(70.000 - 60.000) 15 = 150.000 \text{ €}$$

•Volumen del proceso B (X_B) que permite obtener 150.000 € de BAIT:

$$(X_B - 72.000) 25 = 150.000 \quad X_B = 78.000 \text{ us.}$$

b') Volumen de producción mínimo para utilizar el proceso C (Capacidad máxima del proceso B: 135.000 us.)

•BAIT máximo con proceso B:

$$(135.000 - 72.000) 25 = 1.575.000 \text{ €}$$

•Volumen del proceso C (X_C) que permite obtener 1.575.000 € de BAIT:

$$(X_C - 100.000) 35 = 1.575.000 \quad X_C = 145.000 \text{ us.}$$

La figura 4 muestra la solución gráfica.

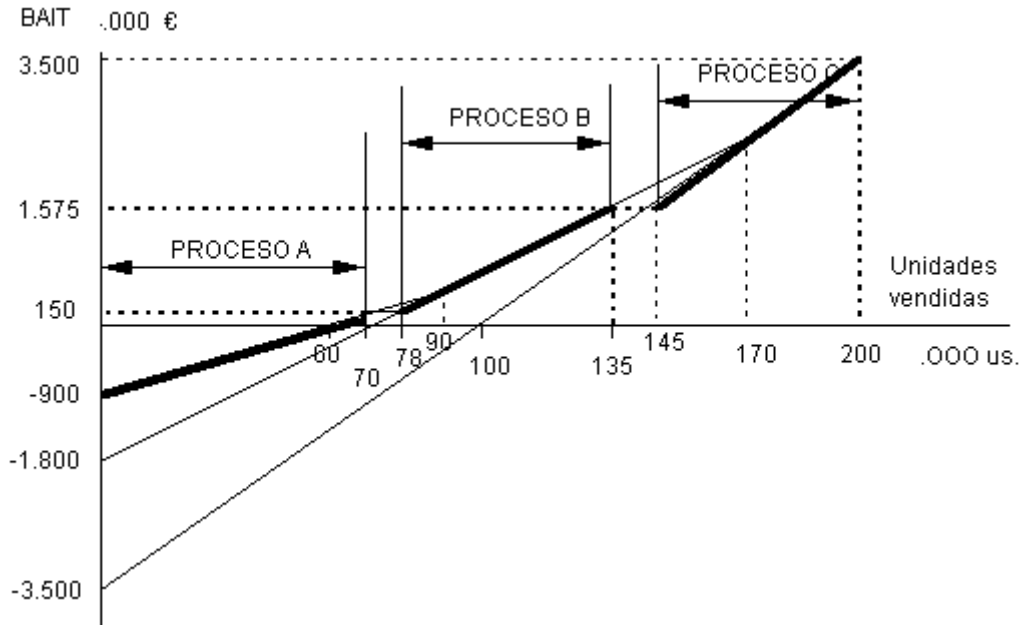


Figura 4

11.5 RATIOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS C-V-B

11.5.1. Ratios utilizadas en el análisis coste-volumen-beneficio

La siguiente tabla presenta de forma resumida las ratios utilizadas en el análisis C-V-B.

Ratio	Fórmula	Significado
BAIT sobre ventas	$\text{BAIT} \cdot 100 / V$	% que representa el BAIT sobre la cifra de ventas
Margen de seguridad	$(V - U_r)100 / V$	% de la cifra de ventas en que éstas exceden la cifra del umbral de rentabilidad
Absorción de cargas fijas	$U_r \cdot 100 / V$	% de la cifra de ventas que permiten absorber la totalidad de las cargas fijas
Apalancamiento de operación	$V / (V - U_r)$	Razón entre aumento porcentual del BAIT y el aumento porcentual de ventas que lo generan
Seguridad de los costes variables	$\text{BAIT} \cdot 100 / \text{CV}$	% en que debe aumentar los costes variables para que la cifra de ventas actual sea el umbral de rentabilidad
Seguridad de los costes fijos	$\text{BAIT} \cdot 100 / \text{CF}$	% en que han de aumentar los costes fijos para que la cifra de ventas actual sea el umbral de rentabilidad

11.5.2. Ejemplo de aplicación

Una empresa presenta el siguiente estado demostrativo de resultados:

CONCEPTO	IMPORTE	%
Ventas	100.000	100,00 %
Coste variable	<u>75.000</u>	<u>75,00 %</u>
Margen S/CV	25.000	25,00 %
Coste fijo	<u>20.000</u>	<u>20,00 %</u>
B.A.I.T.	5.000	5,00 %

Puesto que el umbral de rentabilidad se puede calcular como el coste fijo (20.000) dividido por el margen de contribución (25%) igual a 80.000 unidades monetarias, será:

a) BAIT sobre ventas	BAIT.100/ V	5,00 %
b) Margen de seguridad	(V -Ur)100/ V	20,00 %
c) Absorción de cargas fijas	Ur.100/ V	80,00 %
d) Apalancamiento de operación	V/(V -Ur)	5,00
e) Seguridad de los c. variables	BAIT.100/ CV	6,67 %
f) Seguridad de los c. fijos	BAIT.100/ CF	25,00 %