

Caso: Fábrica de Cemento¹

Explicación metodológica del trabajo domiciliario

Una empresa de ingeniería civil establecida en un país en desarrollo utiliza grandes cantidades de cemento; casi todo es importado pues la producción local es insuficiente. Para eliminar, o al menos reducir sus importaciones, piensa construir una o varias fábricas de cemento.

La empresa, a la cual llamaremos COMPAÑÍA S, ha realizado exploraciones durante dos años, localizando dos canteras de piedras calizas con muy considerables reservas estimadas. Existen yacimientos de arcilla próximos ambas canteras, lo que hace técnicamente posible explotarlas con vistas a la producción de cemento.

Para averiguar la valía del proyecto, la COMPAÑÍA S comenzó por reunir información estadística sobre el mercado local del cemento; tales datos le permitieron estudiar el mercado, prever su evolución futura y, por tanto, fijar sus propias metas productivas. Con base en ellas, la COMPAÑÍA S definió cierto número de variantes técnicas posibles, con fines comparativos.

En este *Estudio de Caso* se sigue el procedimiento adoptado por la COMPAÑÍA S; por lo tanto, el análisis se organiza en tres fases:

- La *primera* incluye la información reunida por la COMPAÑÍA S sobre el mercado local del cemento. Estos datos permitirán al lector analizar el mercado actual y prever la futura demanda de cemento en el país considerado.
- La *segunda* presenta los resultados del estudio de mercado realizado por la COMPAÑÍA S y define las variantes técnicas que ésta contempla, a la luz de las metas productivas fijadas.
- La *tercera* compara las diversas variantes desde el punto de vista de la COMPAÑÍA S.

A continuación se presenta un resumen de la información recabada en la *primera* y *segunda* etapas.

1. Datos relativos al mercado local de cemento.

1.1 Situación económica general.

El país tiene una superficie de unos 100.000 km² y está dividido administrativamente en nueve provincias de importancia económica desigual.

La evolución demográfica durante los últimos años se muestra en el cuadro siguiente

¹ Documento preparado en base a material extraído del Manual de Proyectos de la OCDE.

Cuadro 1. POBLACIÓN (al 1° de enero)			
Años	Miles de habitantes	Años	Miles de habitantes
2003	16.400	2006	17.600
2004	16.800	2007	18.000
2005	17.150	2008	18.500

Suponiendo que la población crecerá al mismo ritmo durante los años venideros (3% anual), deberá alcanzar los 20 millones de habitantes hacia principios del año 2011.

La tasa de crecimiento económico del país es aproximadamente de 4.5% anual. Durante el período 2003-2008, la evolución del producto interno bruto (PIB), calculado a precios constantes de 2000, fue como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. PIB (En millones de dólares de 2000)			
Años	PIB	Años	PIB
2003	2.040	2006	2.280
2004	2.120	2007	2.410
2005	2.180	2008	2.510

Hacia 2009 (las cifras definitivas aún no están publicadas), el PIB debería ascender a alrededor de USD 2.580 millones a precios de 2000. Se estima que, habida cuenta de los planes de desarrollo previstos, la tasa de crecimiento económico observada en los últimos años deberá mantenerse más o menos al mismo nivel durante los venideros.

1.2 Informaciones sobre el mercado de cemento.

1.2.1 Condiciones de la demanda.

En el cuadro siguiente se presenta información reciente con relación al consumo de cemento en la economía. Cabe señalar que estos datos se basan en fuentes diferentes: un análisis del consumo por sectores, con tres desgloses principales (sector privado, sector público y uso para fines militares), por una parte, y estadísticas de la producción local y de las importaciones, por otra.

Cuadro 3 Consumo de cemento			
Años	Miles de toneladas	Años	Miles de toneladas
2003	200	2006	354
2004	229	2007	571
2005	320	2008	602

En 2009, el consumo total de cemento fue aproximadamente de 660 mil toneladas, o 35 kilogramos per cápita, cifra todavía muy baja en comparación con las existentes en los países desarrollados.

Se cuenta además con una interesante serie de cifras anuales sobre construcción de viviendas, publicada en reciente informe del Ministerio de la Construcción, que se presenta en el siguiente cuadro.

Años	Miles	Años	Miles
2003	21	2006	70
2004	26	2007	86
2005	56	2008	95

Pese al progreso hecho desde 2005, aún habitan en promedio 8 personas por alojamiento. El Plan de Desarrollo, puesto en vigor a partir del año 2010, prevé un esfuerzo especial en materia de vivienda, con una cifra teórica de 160 mil unidades edificadas por año hacia el año 2012.

En el ANEXO I se presenta un detalle de la información resumida en los cuadros anteriores, incluyendo la evolución del PIB per cápita, así como datos referidos a otras economías en cuanto a nivel de PIB per cápita y consumo de cemento.

1.2.2 Condiciones de la oferta.

En 2008, funcionaba sólo una fábrica de cemento en el país. Pertenece a la compañía A, está situada en la provincia Norte y en ese año produjo 91.000 toneladas de cemento.

En el curso de 2009, la compañía B abrió una fábrica de cemento en la provincia Sur con una capacidad productiva aproximada de 200.000 toneladas anuales de cemento.

Existen proyectos para ampliar las dos fábricas durante 2010 y 2011, lo cual aumentará la capacidad productiva local a 650.000 toneladas de cemento al año a partir del año 2012, 290.000 en la fábrica de la compañía A y 360.000 en la de la B.

La brecha entre la producción local y el consumo se llena mediante importaciones.

El precio CIF del cemento importado es relativamente estable, alrededor de los 23 dólares por tonelada. A dicha cantidad hay que agregar un 15% que cobra el Estado como impuesto de importación. El poder público fija el precio de venta al consumidor de la producción local en 23 dólares por tonelada; el productor paga el costo de transporte.

2.2 Exposición de las variantes.

Existen cinco variantes que difieren entre sí por la técnica para producir el cemento o por la ubicación de las fábricas.

2.2.1 Variantes técnicas.

Sin describir en detalle los procedimientos para fabricar cemento, el proceso general puede esquematizarse como sigue:

- Extracción y molienda de las materias primas para obtener la mezcla cruda.
- Cocción de aquella en el horno, a 1450°C, para obtener el clinker.
- Pulverización del clinker mezclado con yeso u otras materias (escoria de alto homo, por ejemplo).
- Ensacado y distribución.

En la actualidad se usan hornos de dos tipos:

- Vertical
- Horizontal o rotatorio.

Las ventajas del homo vertical son el menor costo de inversión y el menor consumo de combustible; al contrario, requiere materias primas con especificaciones muy precisas. Los hornos rotatorios, por su parte, permiten una producción mayor y más regular.

En el caso ejemplificado aquí, los estudios técnicos mostraron que las características de las materias primas locales disponibles permitían utilizar cualquier tipo de homo. Gracias a los estudios de ingeniería química, se fijó la capacidad óptima de un horno vertical en aproximadamente 50.000 toneladas al año.

En definitiva, la COMPAÑÍA S decidió considerar tres variantes técnicas para lograr la producción deseada de 200.000 toneladas anuales.

Variante 1: una fábrica de 200.000 toneladas, equipada con un homo rotatorio.

Variante 2: una fabrica de 200.000 toneladas, equipada con cuatro hornos verticales de 50.000 toneladas cada uno.

Variante 3: dos fábricas de 100.000 toneladas, cada una con dos hornos verticales con capacidad unitaria de 50.000 toneladas.

En los párrafos que siguen se presentan los datos de costos correspondientes a cada una de estas modalidades.

2.2.2 Elección del emplazamiento.

Como quedó dicho en la introducción, la COMPAÑÍA S localizó dos canteras calizas: una en la provincia Este, y otra en la provincia Oeste. Es posible edificar sendas fábricas de cemento con capacidad productiva de 200.000 toneladas anuales en dichos emplazamientos.

2.2.3 Variantes que se debe comparar.

Si se combinan técnicas y las diversas ubicaciones, resulta que la COMPAÑÍA S puede optar entre cinco posibles soluciones:

Variante I: una fábrica de 200.000 toneladas con un homo rotatorio, localizada en la provincia Este.

Variante II: una fábrica de 200.000 toneladas con un homo rotatorio, emplazada en la provincia Oeste.

Variante III: una fábrica de 200.000 toneladas, equipada con cuatro hornos verticales con capacidad unitaria de 50.000 toneladas, que se ubique en la provincia Este .

Variante IV: una fábrica de 200.000 toneladas, dotada con cuatro hornos verticales de 50.000 toneladas de capacidad unitaria, que se emplace en la provincia Oeste.

Variante V: dos fábricas de 100.000 toneladas cada una y equipadas con dos hornos verticales por planta, de 50.000 toneladas de capacidad unitaria. Una fábrica se instala en la provincia Este y otra en la provincia Oeste.

2.3 Costos de inversión.

En todos los casos, la fase constructiva se extenderá durante 2010 y 2011, empezando la producción a principios de 2012.

El cuadro que se presenta a continuación muestra los costos totales de inversión fija para cada una de las tres variantes técnicas. Se supone que tales costos se reparten por igual entre 2010 y 2011. Como se detalla más adelante, algunos de estos costos se desembolsan en dólares en tanto otros se pagan en moneda local.

Concepto	Variantes		
	I y II	III y IV	V ¹
Equipo y servicios técnicos	4,35	3,40	3,80
Obras de infraestructura e instalación	2,10	1,80	2,00
Total	6,45	5,20	5,80

¹En este caso, los gastos se reparten por igual entre las dos fábricas.

2.3.1 Gastos de inversión pagaderos en dólares.

Este tipo de inversiones corresponde al primer renglón del anterior cuadro, esto es, a la compra de equipo y a la asistencia técnica extranjera. Las fechas de renovación de equipo sólo se conocen en forma aproximada.

En el cuadro que se presenta a continuación se desglosan los costos que deben cubrirse en dólares.

Costos de inversión pagaderos en dólares (millones de dólares)

	Variantes I y II	Variantes III y IV	V
Equipo renovable:			
cada 20 años	1,35	0,90	1,00
cada 10 años	2,00	1,40	1,60
cada 5 años	0,50	0,60	0,70
Asistencia técnica (no renovable pero pagadera en 5 años)	0,50	0,50	0,50
Total	4,35	3,40	3,80

Con fines fiscales, la depreciación del equipo se calcula según el período durante el cual se le utilice.

2.3.2 Gastos de inversión pagaderos en moneda local.

Estas erogaciones corresponden al segundo rubro del cuadro precedente, esto es, costos de infraestructura e instalación, a los cuales se agrega el capital de trabajo, ya que éste también se desembolsa en moneda local

Los costos de infraestructura e instalación incluyen las erogaciones por:

- Compra de terrenos (sin considerar depreciación alguna).
- Construcción de edificios (que en el plano fiscal deben depreciarse durante 20 años)
- Obras de ingeniería civil (depreciables, para fines impositivos, durante 10 años)
- Estudios técnicos y adiestramiento de supervisores y obreros especializados (amortizables, para propósitos fiscales, a lo largo de cinco años).
- Capital de trabajo (no amortizable), cuyo monto se recupera al cesar la actividad de la fábrica.

Ninguna de tales expensas es renovable durante el período de que se trate. Las cifras respectivas se proporcionan en el siguiente cuadro.

Costos de inversión pagaderos en pesos (expresados en millones de dólares)

	Variantes I y II	Variantes III y IV	V
Terrenos	0,25	0,25	0,25
Edificios	0,50	0,50	0,60
Obras de ingeniería civil	1,20	0,90	1,00
Estudios técnicos y adiestramiento	0,15	0,15	0,15
Total	2,10	1,80	2,00

En el gasto de inversión también debe incluirse el capital de trabajo cuyo monto en dólares se estima así:

- 300.000 para las variantes I y II;
- 200.000 para las variantes III y IV;
- 300.000 para la variante V. Una mitad de este capital de trabajo se empleará durante el año 2010 y la otra en 2011

2.4 Costos de operación.

Estas erogaciones se pueden dividir en costos fijos y costos variables.

2.4.1 Costos fijos.

Se trata principalmente de gastos generales; su cuantía anual en dólares se estima de la manera siguiente:

- 300.000 para las variantes I y II;
- 350.000 para las variantes III y IV;
- 400.000 para la variante V.

2.4.2 Costos variables.

Los costos variables se pueden clasificar en seis renglones principales: materias primas, energía, mano de obra dedicada a la fabricación, mantenimiento, embolsado y transporte.

a) Materias primas.

La extracción de la arcilla y la piedra caliza cuesta 1.38 dólares por tonelada de cemento producida (principalmente por concepto de mano de obra). Para producir una tonelada de cemento se requieren 30 kilogramos de yeso, el cual se importa al precio CIF de 10 dólares por tonelada, al que se agrega 15% por el transporte hasta la planta.

Las cifras anteriores son las mismas para todas las variantes técnicas.

b) Energía.

En todos los casos, el costo de la energía eléctrica asciende a 1.2 dólares por tonelada de cemento producida. Tal erogación corresponde a un consumo aproximado de 110 kwh por tonelada de cemento.

Los hornos quemar antracita del país. En el caso de un horno vertical que produce 50.000 toneladas al año, el consumo de antracita es de 209 kilos por tonelada de cemento producida. Por lo que respecta a un horno rotatorio, la antracita debe mezclarse con carbón bituminoso; se necesitan 80 kilos de este carbón y 120 de antracita, por tonelada de cemento producida.

El carbón bituminoso se importa al precio CIF de 20 dólares por tonelada, al cual hay que agregar un 15% por el impuesto de importación y aproximadamente un 5% por costos de transporte.

La antracita proviene de una mina situada en la provincia 3, cerca de una de las dos canteras localizadas por la COMPAÑÍA S. Este depósito de piedra caliza está situado en b, mientras que el otro se emplaza en a; la antracita cuesta 7 dólares por tonelada entregada en b y 11 por tonelada entregada en a.

c) Mano de obra dedicada a la fabricación.

En el caso de la variante 1, el costo por este concepto asciende a 0.8 dólares por tonelada de cemento producida; en las variantes 2 y 3, llega a 1.2 dólares por tonelada.

d) Mantenimiento.

El costo del servicio de mantenimiento es de 0.6 dólares por tonelada de cemento producida en el caso de la variante 1, y de 0.5 dólares por tonelada en el caso de las modalidades 2 y 3. Conviene agregar el costo del mantenimiento principal, estimado en 150.000 dólares anuales para la solución 1 y en 100.000 para las variantes 2 y 3

e) Embolsado.

Colocar el producto en sacos origina un costo por tonelada de 1.4 dólares, cualquiera que sea la variante elegida.

f) Transporte

El monto de las erogaciones por transporte depende del emplazamiento escogido (véase el inciso 2.2.2). La COMPAÑÍA S ha llegado a un acuerdo con las empresas A y B, propietarias de las plantas cementeras situadas en las provincias Norte y Sur respectivamente. El convenio, asegura un mínimo de 50.000 toneladas a cada empresa y establece que los pedidos de cemento se repartirán entre las dos fábricas, de manera que los costos totales de transporte lleguen a un mínimo (considerar solamente múltiplos de 50.000 toneladas para cada empresa).

La COMPAÑÍA S estimó el costo, correspondiente a 2012, del transporte por ferrocarril del cemento producido en los siguientes valores:

Costos por tonelada de cemento:

	Provincia Norte	Provincia Sur
De provincia Este a	5,6	6,4
De provincia Oeste a	6,6	5,4

2.5 Impuestos sobre beneficios.

Para manejar las plantas cementaras, la COMPAÑÍA S establecerá una sociedad filial que estará gravada con una tasa impositiva reducida, esto es, del 20% sobre las utilidades netas (después de las provisiones por depreciación).

Las pérdidas eventuales de un ejercicio pueden trasladarse a los ejercicios siguientes.

Información Solicitada

Con el objeto de comparar estas soluciones, la COMPAÑÍA S calculará para cada una el valor actual neto total a lo largo del periodo previsto de operación (20 años). La tasa de actualización elegida por la COMPAÑÍA S es del 8% anual, pero se hará un cálculo adicional con una del 10% para medir la influencia de este factor en los resultados.

Para facilitar el análisis presente, para cada una de las alternativas consideradas:

- 1) Estados de Resultados Proyectados
- 2) Flujos de Fondos proyectados
- 3) Cálculo de VAN

Comente brevemente los resultados obtenidos.

ANEXO I

PAÍSES	PIB per cápita en US\$	Consumo de cemento per cápita (Kg)
Argentina	462	137,50
Brasil	179	67,00
Corea del Sur	110	37,00
Gabón	203	79,50
India	73	19,00
Indonesia	73	6,50
México	361	90,00
Paraguay	86	9,00
Portugal	352	126,50
Rep.Árabe Unida	156	65,50
Turquía	272	80,00
Vietnam	95	27,00

	Población (Miles de habitantes)	PIB (Millones USD Constantes)	Consumo de cemento (toneladas)	Viviendas construidas (Unidades)	PIB per cápita	Consumo de cemento per cápita (kg.)
2003	16.400	2.040	200.000	21.000	124	12,2
2004	16.800	2.120	229.000	26.000	126	13,6
2005	17.150	2.180	320.000	56.000	127	18,7
2006	17.600	2.280	354.000	70.000	130	20,1
2007	18.000	2.410	571.000	86.000	134	31,7
2008	18.500	2.510	602.000	95.000	136	32,5
2009			660.000			