



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

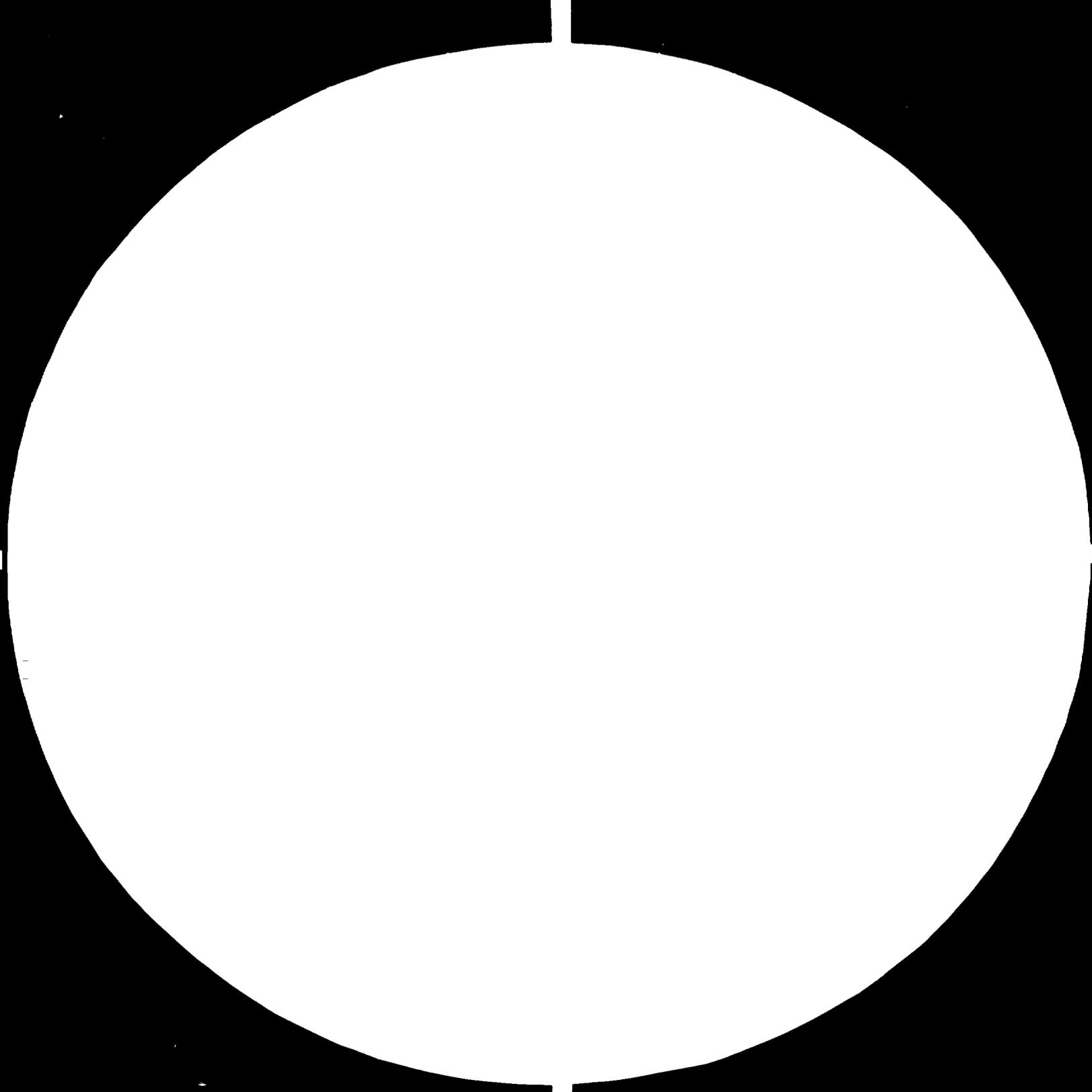
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

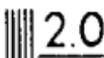
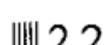
For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





2.0

2.2



Microcopy Resolution Test Chart
NBS 1963-A

Distr. RESERVADA

10720

DP/ID/SER.A/295
17 diciembre 1980
ESPAÑOL
Original: INGLES

PROGRAMACION Y POLITICA INDUSTRIAL
DP/DOM/79/015
REPUBLICA DOMINICANA

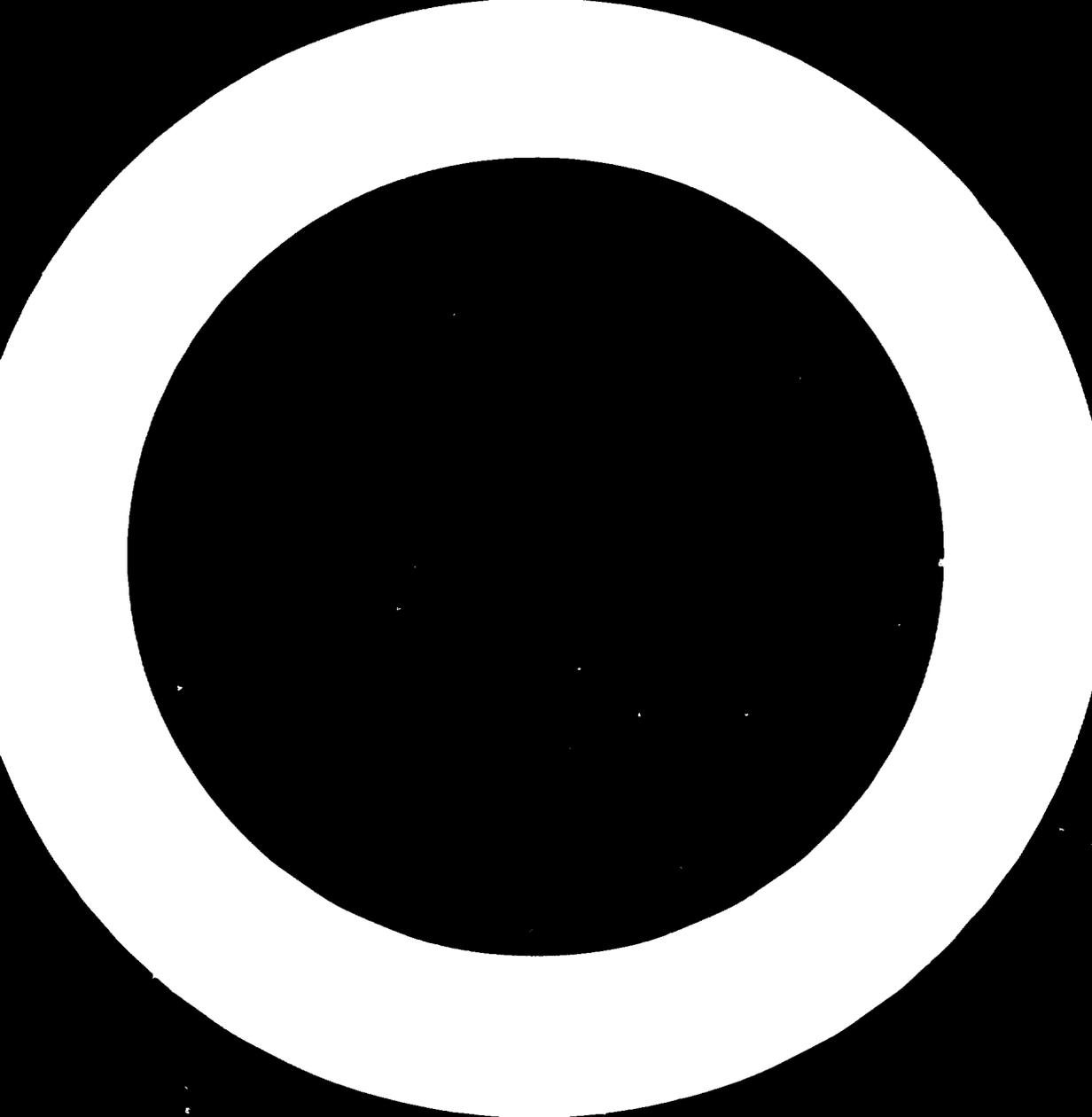
Evaluación de los costos y procesos de producción
de las actuales fábricas de cemento .

Preparado para el Gobierno de la República Dominicana
por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,
organismo de ejecución del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en el trabajo del Sr. Harold C. Boeck,
consultor en cemento

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
Viena

80-46843



Notas explicativas

La unidad monetaria de la República Dominicana es el peso (\$RD). Durante el período a que se refiere el informe, el valor del peso con respecto al dólar de los Estados Unidos era de 1 dólar de los Estados Unidos = 1 \$RD.

Por toneladas (t) se entienden las toneladas métricas.

Abreviaturas

BPC	Bechtel Power Corporation, Estados Unidos de América
CC	Cementos Cibao, C. por A.
CDE	Corporación Dominicana de Electricidad
CEDOPEX	Centro Dominicano de Promoción de Exportaciones
CN	Cementos Nacionales, S.A.
CNPE	Comisión Nacional de Política Energética
CORDE	Corporación Dominicana de Empresas Estatales
DGCP	Dirección General de Control de Precios
DGM	Dirección General de Minería
FDC	Fábrica Dominicana de Cemento
f/a	fundas (bags) por año
f/d	fundas (bags) por día
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OSP	Oficina Sectorial de Programación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SEIC	Secretaría de Estado de Industria y Comercio

Conversiones

1 funda de cemento	= 42,5 kg (teóricamente 94 lb = 42,6375 kg) o 40,5 kg clínker + 5% yeso
1 tonelada (t)	= 23,53 fundas

1 libra (lb)	= 0,4536 kg
1 in (pulg)	= 0,0254 m
1 ft (pie)	= 0,3048 m
1 barril de petróleo combustible	= 42 galones EE.UU. = 159 l
1 barril de petróleo combustible "C"	= 150 kg (0,943 kg/l)
1 US galón	= 3,785 l
1 Btu (Unidad térmica Británica)	= 0,252 kcal = 1,055 kJ
1 kcal	= 3,968 Btu = 4,1868 kJ
1 kJ (kilojulio)	= 0,2388 kcal = 0,9479 Btu
1 Btu/lb	= 0,5555 kcal/kg = 2,3258 kJ/kg
1 ft ³ (pie ³)	= 0,02832 m ³
1 yd ³ (yarda ³)	= 0,7646 m ³
1 lb/in ² (psi)	= 0,07031 kp/cm ²
1 kp/cm ²	= 14,22 psi
° F	= 1,8 (° C + 32)
° C	= 0,555 (° F - 32)
1 US hp	= 0,7457 kW
1 kWh es igual aproximadamente a	2 300 kcal = 9 126 Btu = 9 630 kJ producidos por un generador Diesel. 2 800 kcal = 11 110 Btu = 17 723 kJ producidos por una central de vapor de alta presión

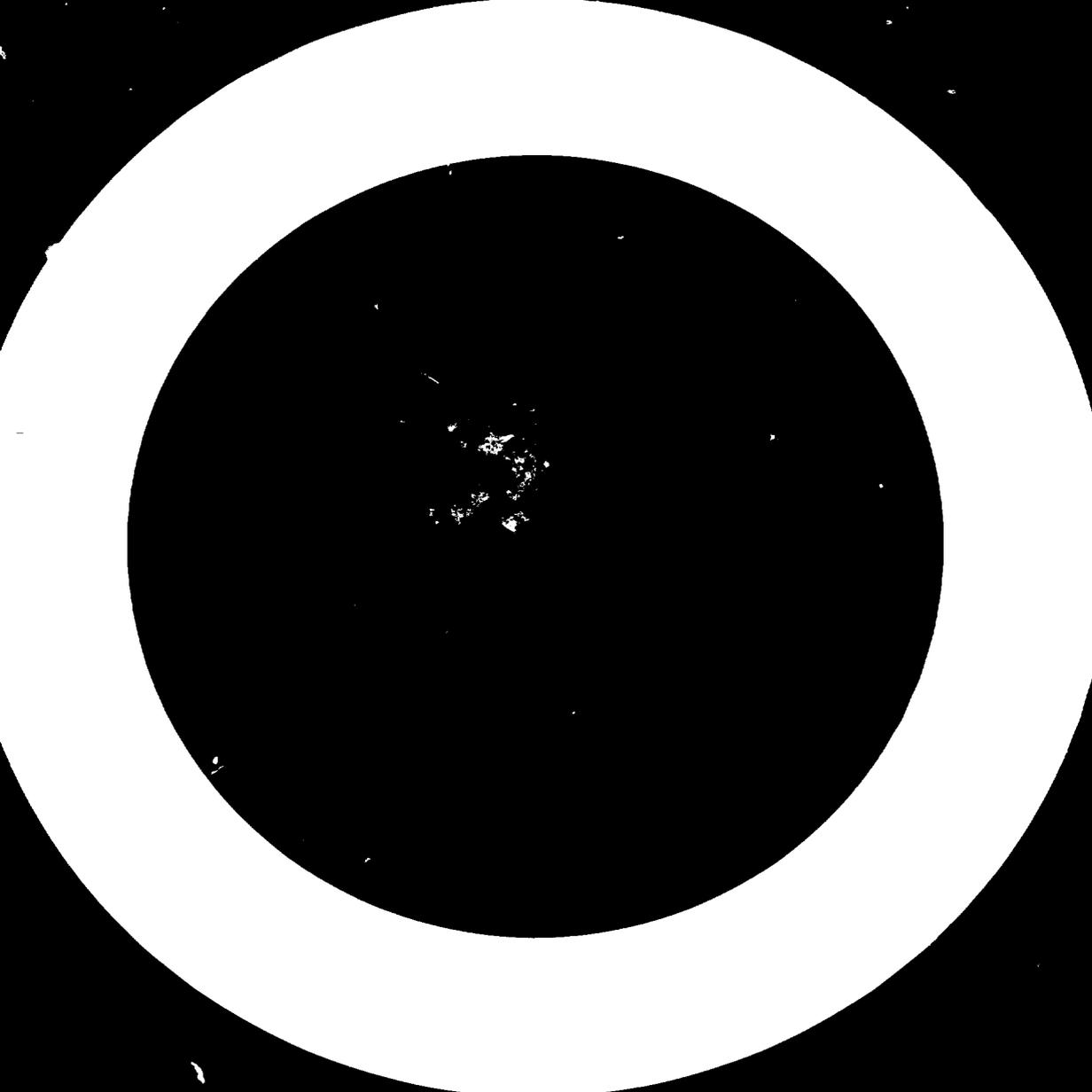
La mención de empresas en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

RESUMEN

Del 15 de octubre al 7 de diciembre de 1980 se envió por un período de dos meses a la República Dominicana un experto en la determinación del costo de fabricación del cemento como parte de la contribución de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) al proyecto "Programación y política industrial" (DP/DOM/79/015) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), para el que la ONUDI es el organismo de ejecución. El proyecto fue aprobado el 20 de junio de 1979 atendiendo a una petición del Gobierno para que se le ayudase a definir una política y estrategia globales de desarrollo del sector industrial. Las contribuciones previstas en principio en el documento relativo al proyecto eran de 119 300 dólares por el PNUD y 146 400 pesos en especie por el Gobierno. El contraparte es la Oficina Sectorial de Programación en la Secretaría de Estado de Industria y Comercio.

El objetivo de la misión del experto en determinación del costo de fabricación del cemento fue hallar soluciones a corto y a largo plazo del grave problema del precio del cemento. En concreto se le pidió que estudiase el funcionamiento de las tres actuales fábricas de cemento, evaluase su rendimiento y gastos de explotación y elaborase un sistema adecuado de ajuste de precios, ya que estos ajustes eran inevitables en vista del encarecimiento continuo de la energía.

Basándose en los resultados de un cuestionario que distribuyó y varias visitas efectuadas a las fábricas, el experto formuló recomendaciones que deberían permitir a las distintas fábricas aumentar su eficacia y reducir los costos energéticos a corto plazo. A fin de superar el problema general del consumo excesivo de energía el experto recomienda que se prepare un plan global de reorganización de las tres fábricas basándose en una investigación de los yacimientos de lignitos de la República Dominicana y un nuevo estudio de materias primas, en particular materiales puzolánicos. Sugiere que la fábrica por vía seca de Cementos Nacionales (CN) se utilice exclusivamente para la producción de clínker, mientras que la vieja fábrica por vía húmeda, Fábrica Dominicana de Cemento, si se amplía mediante la adición de equipo adquirido de Cementos Nacionales, podría servir para la trituración del clínker. Recomienda además que se investigue la disponibilidad de cenizas volantes, que se establezca un sistemas de distribución para el cemento a granel en vista del elevado costo de las fundas y formula sugerencias sobre la manera de elaborar una política de ajuste de precios equitativa y eficaz.



INDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	8
RECOMENDACIONES PRINCIPALES	9
I. CONDICION DE LAS FABRICAS DE CEMENTO	11
A. Fábrica Dominicana de Cemento, Santo Domingo	11
B. Cementos Nacionales, S.A., San Pedro de Macorís	14
C. Cementos Cibao, C. por A., Santiago	15
II. COSTOS DE PRODUCCION	17
A. Elementos del costo	17
B. Problemas del costo en las tres fábricas de cemento de la República Dominicana	19
C. Ajustes de los precios	19
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
A. Conclusiones	21
B. Recomendaciones	21
Anexo I Descripción de empleo	27
Anexo II Personas entrevistadas	28

INTRODUCCION

El proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) titulado "Programación y política industrial" (DP/DOM/79/015) para el que la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUFI) es el organismo de ejecución fue aprobado el 20 de junio de 1979 atendiendo a una petición del Gobierno de la República Dominicana para que se le ayudase a definir una política y estrategia globales de desarrollo del sector industrial. La contribución originalmente prevista en el documento relativo al proyecto era de 119 300 dólares por el PNUD y 146 400 pesos en especie por el Gobierno. El contraparte es la Oficina Sectorial de Programación de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio.

Después de un auge en el sector de la construcción en los años 70, hoy día la República Dominicana se enfrenta con el problema planteado por una capacidad excesiva de producción de cemento. Por tanto, como parte del mencionado proyecto principal, se envió a la República Dominicana por un período de dos meses, del 15 de octubre al 7 de diciembre de 1980, un experto en la determinación del costo del cemento. El objetivo de su misión era hallar soluciones a corto y a largo plazo para resolver el grave problema del precio del cemento. En concreto se le pidió que estudiase el funcionamiento de las tres actuales fábricas de cemento, evaluase su rendimiento y gastos de explotación y elaborase un sistema adecuado de ajuste de precios, ya que estos ajustes eran inevitables en vista del encarecimiento continuo de la energía.

El experto distribuyó un cuestionario a las fábricas y las visitó varias veces junto con su contraparte. Las siguientes partes del informe contienen sus conclusiones y recomendaciones.

RECOMENDACIONES PRINCIPALES

1. Convendría elaborar un plan global de reorganización de las tres actuales fábricas de cemento basándose en trabajos preparatorios a realizar en las siguientes esferas:

- a) Estudios de los yacimientos de lignito;
- b) Nuevas investigaciones sobre materias primas para asegurar una cantidad suficiente de materias primas de calidad, en particular materiales puzolánicos;
- c) Planificación;
- d) Selección del proceso (por ejemplo, sustitución del petróleo por el carbón);
- e) Estudio de las instalaciones portuarias;
- f) Necesidades de capital.

2. El clinker debería producirse solo en la fábrica de cementos nacionales (CN) que utiliza un proceso por vía seca de bajo consumo de energía.

3. El horno de la CN debería ampliarse añadiendo un moderno precalcinador que tiene la enorme ventaja de poder utilizar combustible de bajo poder calorífico como el lignito.

4. En la Fábrica Dominicana de Cemento (FDC) de vía húmeda debería triturarse el clinker más aditivos (cenizas volantes u otros materiales puzolánicos) más yeso, y convendría construir un nuevo terminal para el cemento a granel.

5. La FDC debería adquirir de la CN el molino de crudos y el molino de cemento, y la CN debería instalar un molino de muelas verticales como molino de crudos, capaz de triturar con más eficacia las materias primas húmedas.

6. Convendría estudiar sistemas de contenedores para el cemento a granel y establecer un sistema de distribución de cemento a granel ya que el costo de las fundas alcanzará pronto el 10% del costo de producción.

7. Para producir cemento con baja energía, convendría estudiar la disponibilidad de cenizas volantes, por tratarse de un material de silicio altamente reactivo que se puede triturar separadamente o junto con el clínker de cemento. Después de la transformación de la central de vapor de Río Haina alimentada con petróleo en otra de carbón, situada a unos 14 km de la FDC, debería disponerse diariamente de unas 400 t de cenizas volantes.

8. Convendría elaborar una política de ajuste de precios equitativa y eficaz. Como las tres fábricas de cemento están afectadas por distintos problemas, un aumento general del precio en fábrica autorizado por la Dirección General de Controles de Precios (DGCP) tendría un carácter discriminador y solo resolvería las dificultades temporalmente.

9. Como las tres fábricas de cemento necesitan capital para transformar sus plantas con objeto de poder utilizar procesos de bajo consumo energético, habrá que tomar una decisión para determinar si hay que reembolsar los préstamos mediante un aumento de precios o mediante empréstitos a cada una de las fábricas garantizados por el Gobierno. Urge que el Gobierno de la República Dominicana tome rápidamente esta decisión.

I. CONDICION DE LAS FABRICAS DE CEMENTO

A. Fábrica Dominicana de Cemento, Santo Domingo

La FDC es una fábrica de cemento propiedad del Gobierno y dependiente de la Corporación Dominicana de Empresas Estatales (CORDE). Está situada en Santo Domingo, capital de la República Dominicana.

El horno I fue construido en 1947. Hoy día la fábrica posee cuatro hornos con una capacidad total de unos 13,6 millones f/a (550 000 t/a) de clínker y su plantilla es de unas 1 400 personas.

Equipo principal

1 trituradora de martillos para caliza	250 t/h, 423 kW
1 desleidora para caliza	24 t/h, 326 kW
2 molinos de crudos primarios	2,9 ^φ x 3,9 m Carga de las bolas 23 t Motor 617 kW
2 molinos de crudos secundarios	2,9 ^φ x 8,4 m Carga de las bolas 82 t Motor 617 kW
Capacidad de almacenamiento de pasta	307 931 ft ³ (8 721 m ³)
Horno I Vulcan	8 ft - 8 in. ^φ x 227 ft (2,64 ^φ x 69,2 m) 5 500 f/d (234 t/d) Inclinación 2,88% 0,83 t/d/m ³ de volumen del horno con ladrillos refractarios de 180 mm
Horno II F.L. Smidth and Co. A/S	9 ft ^φ x 250 ft (2,74 ^φ x 76,2 m) 5 500 f/d (234 t/d) Inclinación 2,99% 0,69 t/d/m ³ de volumen del horno con ladrillos refractarios de 180 mm

Horno III Allis Chalmer	10 ft ^ϕ x 360 ft (3,05 ^ϕ x 109,7 m)
	11 500 f/d (489 t/d)
	Inclinación 3,99%
	0,79 t/d/m ³ del volumen del horno con ladrillos refractarios de 180 mm
Horno IV Allis Chalmer	12 ft 6 in. ^ϕ x 450 ft (3,81 ^ϕ x 137,2 m)
	18 000 f/d (765 t/d)
	Inclinación 4,95%
	0,66 t/d/m ³ de volumen del horno con ladrillos refractarios de 180 mm
4 refrigeradores de parrilla	
Depósito de clínker I	170 000 fundas (6 885 t)
Depósito de clínker II	200 000 fundas (8 100 t)
Molino de cemento I 675 hp	6 ft ^ϕ x 11 ft 3 in., primario (1,83 ^ϕ x 3,43 m)
	7 ft ^ϕ x 24 ft, secundario (2,13 ^ϕ x 7,32 m)
Molino de cemento II 1 125 hp	8 ft ^ϕ x 41 ft (2,44 ^ϕ x 12,5 m)
Molino de cemento III 800 hp	8 ft ^ϕ x 22 ft, primario (2,44 ^ϕ x 6,71 m)
	8 ft ^ϕ x 22 ft, secundario (2,44 ^ϕ x 6,71 m)
Molino de cemento IV 2 500 hp	11 ft ^ϕ x 32 ft (3,35 ^ϕ x 9,75 m)
4 bombas Fuller para transporte de cemento	I + II 75 hp
	III 75 hp
	IV 100 hp
4 ensacadoras	

Medición del aire primario

El 19 de noviembre de 1980 el consumo real de aire primario de los cuatro hornos se midió utilizando un tubo de Pitot. El resultado tiene que considerarse únicamente como indicativo puesto que no se conocía la cantidad exacta de combustible consumido.

El ensayo se basó en los siguientes supuestos:

Una producción estimada de clínker en fundas/24 h

Un consumo medio de combustible de 2,08 galones/funda

Una densidad del petróleo combustible "C" de 0,943 kg/l

Una cantidad estimada de aire de combustión, incluido un 10% de exceso de aire, de $14,8 \times 1,1 = 16,28$ kg/kg de petróleo combustible.

Una densidad de aire a 30° C, 750 torr (1 bar) y 60% de humedad relativa de $1,14 \text{ kg/m}^3$.

	Presión diferencial (mm de H ₂ O)	Diámetro del tubo (mm)	Producción (f/d)	Porcentaje de aire primario	Observaciones
Horno I	56	250	5 200	24	Necesita ajuste
Horno II	19	260	5 700	14	Necesita ajuste
Horno III	34	295	10 500	12	Necesita ajuste
Horno IV	10	309	17 000	5	En buen estado

Por cada 10% de reducción de aire primario las economías de combustible son de alrededor de 2 250 Btu/funda (14 kcal/kg de clínker).

Para 0,1 kg de aire extraño por kg de clínker pueden economizarse en combustible alrededor de 2 900 Btu/funda (18 kcal/kg de clínker). La entrada de aire extraño alcanza fácilmente del 20 al 30% o sea 0,2 - 0,3 kg/kg de clínker.

Por consiguiente, todos los cierres deberían mantenerse en buenas condiciones y todas las puertas de inspección deberían permanecer cerradas durante el funcionamiento.

Puntos de atasco

La capacidad de los siguientes artículos de equipo es insuficiente: la trituradora de calizas, la desleidora de arcillas, los molinos de crudos para la producción de pasta, las instalaciones de homogeneización y almacenamiento de pasta y las bombas para lamisma.

Debido a numerosas interrupciones del suministro eléctrico de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE) y a las mencionadas insuficiencias la fábrica consume alrededor del 15 al 20% más de combustible que el necesario. Con el precio del combustible de 30 dólares/barril, podrían conseguirse economías de alrededor de 0,23 pesos/funda reduciendo el consumo de 2,08 a 1,75 galones/funda.

B. Cementos Nacionales, S.A., San Pedro de Macorís

Cementos Nacionales, S.A. es una empresa mixta propiedad de particulares de la República Dominicana (44,6%), Gulf Western Americas Corporation (26,2%), CORDE (20,0%) e International Finance Corporation (IFC) (9,2%). La fábrica está situada en San Pedro de Macorís, a unos 70 km al este de Santo Domingo. Está compuesta por una sola unidad que trabaja por el proceso de vía seca y fue construida por Fuller Company en 1976 mediante un contrato llave en mano. El costo total de inversión de unos 43 millones de pesos fue considerado extremadamente bajo en aquel entonces.

Equipo principal

1 trituradora de martillos primaria para caliza	500 t/h, 1 000 hp
1 trituradora secundaria, Hazemag	
1 secador rotativo	14 ft ^ϕ x 100 ft (4,27 ^ϕ x 30,48 m) 153 t/h caliza más 85 t/h arcilla = 238 t/h Capacidad 55 x 10 ⁶ Btu/h 2 motores, 2 x 250 hp
1 molino de crudos, Traylor	33 ft ^ϕ x 12 ft (3,66 ^ϕ x 10 m) dos compartimientos 120 t/h capacidad 2 500 hp (1 865 kW)
1 precalentador de cuatro etapas	3 810 mm ^ϕ ciclón doble 3 x 5 790 mm ^ϕ ciclón sencillo
1 ventilador aspirante	4 968 m ³ /min, 350° C
1 horno giratorio	15 ft ^ϕ x 220 ft (4,57 ^ϕ x 67 m) 38 000 °/d (1 550 t/d) Inclinación 4,17% 1,66 t/d/m ³ de volumen del horno con ladrillos refractarios de 180 mm

1 refrigerador de parrilla	Fuller 720S/941H
2 silos de clínker	Capacidad 6 097 t
1 molino de cemento	13 ft ^φ x 40 ft (3,96 ^φ x 12,2 m) Motor del molino de 4 000 hp (2 985 kW) Separador de 250 + 150 hp (299 kW)
1 bomba Fuller para transporte de cemento	Bomba 200 hp Compresor 300 hp
3 ensacadoras	St. Regis, ensacadora por impulsión 150 FC

Puntos de atasco

Debido al suministro irregular de energía eléctrica por la CDE no ha sido nunca posible demostrar si la fábrica puede trabajar a su capacidad nominal sobre una base anual. Por tanto, la fábrica necesita urgentemente su propia central eléctrica.

Además el triturador primario y el molino de crudos constituyen también puntos de atasco. La trituradora de martillos primaria no sirve para las materias primas húmedas y pegajosas y la capacidad del molino de crudos es demasiado baja para garantizar una producción anual de 12 millones de fundas (510 000 t/d) ya que no quedaría ningún tiempo disponible para el entretenimiento.

C. Cementos Cibao, C. por A., Santiago

Cementos Cibao, C. por A. es una compañía privada con accionistas de la República Dominicana únicamente. Trabaja por el proceso de vía seca y está situada a unos 155 km al noroeste de Santo Domingo. La compañía empezó el primero de sus dos hornos en 1978; en la actualidad funcionan ambos. La mayor parte del equipo ha sido comprado de segunda y tercera mano.

Los gastos totales de inversión fueron de unos 12 millones de pesos y con una capacidad real de producción de unos 7,7 millones f/a (330 000 t/a) los gastos de inversión de unos 37 pesos t/a se consideran extremadamente bajos.

El consumo de energía es elevado, con 6,7 millones de Btu y 106 kWh/t de cemento.

Equipo principal

1 trituradora de martillos para calizas	200 t/h, 350 hp
2 molinos de crudos	8 ft [∅] x 40 ft (2,44 [∅] x 12,2 m) 800 hp cada uno
Capacidad total de almacenamiento de pasta	200 000 ft ³ (5 664 m ³)
Horno I, F.L. Smidth	11 ft 3 in. [∅] x 430 ft (3,43 [∅] x 131 m) 12 350 f/d (500 t/d) Inclinación 4,2% 0,52 t/d/m ³ de volumen del horno con ladrillos refractarios de 180 mm
Horno II, E.L. Smidth	11 ft 3 in. [∅] x 10 ft [∅] x 11 ft [∅] x 450 ft (3,43 [∅] x 3,04 [∅] x 3,35 [∅] x 137 m) 12 350 f/d (500 t/d) Inclinación 4,2% 0,55 t/d/m ³ de volumen del horno con con ladrillos refractarios de 180 mm
2 refrigeradores	
Transporte de clínker	Cinta transportadora de caucho resistente a altas temperaturas
Capacidad de almacenamiento de clínker	25 000 t
2 molinos de cemento	7 ft 10½ in. [∅] x 42 ft 8 1/8 in. 2,4 [∅] (3 m) 2 x 950 hp (709 kW)
1 bomba Fuller para transporte de cemento	Bomba 40 hp Compresor 90 hp
4 ensacadoras	St. Regis, 150 FC ensacadora por impulsión de cuatro canales

Puntos de atasco

Los dos hornos por vía húmeda tienen una capacidad de producción cada uno de unos 650 t/d, es decir 425 000 t/a, o sea 10,5 millones de f/a. Para alcanzar esta producción habría que aumentar la capacidad del triturador de calizas, los molinos de crudos, las instalaciones de homogeneización y almacenamiento de pasta y de los molinos de cemento. En otras palabras, uno de los hornos parece servir de horno de reserva.

II. COSTOS DE PRODUCCION

A. Elementos del costo

Gastos fijos

Los gastos fijos tienen que mantenerse lo más bajo posible ya que ejercen una gran influencia en el costo de producción. Los elementos de los gastos fijos son los siguientes: depreciación, gastos de capital, sueldos y gastos generales.

Depreciación

El costo de depreciación por tonelada de cemento es función de los gastos de capital y de la vida útil prevista de las máquinas y edificios. Difiere de un país a otro según la disponibilidad de obreros especializados en el entretenimiento.

El equipo de cantera puede tener una vida útil de sólo unos tres años. Después de 10 000 horas de utilización los gastos de entretenimiento aumentan de modo pronunciado en la mayoría de los países en desarrollo. Los edificios deberían tener una duración de 30 a 40 años.

Gastos de capital

Los gastos de capital abarcan los intereses y la amortización de los préstamos que, desgraciadamente, son muy elevados en la mayoría de los países en desarrollo. Los préstamos en condiciones favorables son raros en la industria del cemento.

Salarios

Los sueldos y salarios se consideran gastos fijos en la mayoría de los países ya que los sindicatos no permiten el despido cuando disminuye la demanda de cemento.

Convendría señalar que los gastos de entretenimiento están compuestos por gastos fijos en concepto de sueldos y salarios, y gastos variables en concepto de materiales y repuestos.

Las necesidades de personal no deberían exceder de 2 horas-hombre/t de cemento.

Gastos generales

Los gastos generales incluyen los impuestos locales, seguros, télex y teléfono, material de oficina, agua, etc.

Gastos variables

Como en las tres fábricas de cemento se utilizan distintos procesos, los gastos variables difieren también considerablemente. Por tanto, es difícil calcular un precio común en fábrica para los mismos. Los elementos de los gastos variables son: materias primas, combustible, electricidad, entretenimiento y reparaciones, artículos fungibles y fundas.

Materias primas

El costo de las materias primas incluye su costo de suministro a la fábrica. En las tres fábricas examinadas se utilizan las siguientes materias primas: calizas o marga, arcilla (excepto en CC), arena, mineral de hierro y yeso.

La producción de clínker está orientada hacia las materias primas y, por lo tanto, los hornos deberían estar situados lo más cerca posible de las fuentes de materias primas, excepto para el yeso.

La trituración del clínker y la distribución del cemento están orientados hacia el mercado, lo que significa que los molinos de cemento y los terminales de distribución deberían estar ubicados cerca del mercado.

Combustible

El combustible abarca el combustible del horno y del secado de las materias primas, así como el carbón para la cocción. El consumo de combustible no debería exceder de 1,20 galones/funda o sea 3,5 millones de Btu/t (885 kcal/kg).

El combustible para el equipo de cantera se incluye normalmente en el precio de suministro de las materias primas.

Electricidad

Como el costo de la electricidad es muy elevado, convendría utilizar equipo de bajo consumo energético. Un consumo de más de 85 kWh/t no debería ser aceptado en nuevas fábricas de cemento.

Entretenimiento y reparaciones

Esta partida incluye el costo de los materiales y de los servicios adquiridos. En la mayoría de los países en desarrollo este costo varía entre 3 y 6 dólares/t de cemento en función del tamaño de la fábrica, situación y sistema de entretenimiento programado. Las interrupciones para el entretenimiento no programado son muy costosas.

Artículos fungibles

Los siguientes materiales se consideran artículos fungibles:

Bolas para los molinos de trituración	20 - 50 g/t de cemento
Chapas para los molinos de trituración	100 - 200 g/t de cemento
Chapas para los refrigeradores	
Chapas para las machacadoras	
Ladrillos refractarios	0,2 - 1,0 kg/t de cemento
Lubricantes	alrededor de 0,005 litro/t
Agua industrial	según el proceso
Ropa protectora	

Fundas

Para 1 t de cemento se requieren alrededor de 25 fundas. En la República Dominicana el precio de 1 000 fundas de tres capas es de unos 210 pesos, es decir 5,25 pesos/t de cemento.

El costo de las fundas seguirá aumentando ya que el papel es un producto muy consumidor de energía y el mundo está experimentando una escasez de madera para la fabricación de papel.

B. Problemas del costo en las tres fábricas de cemento de la República Dominicana

En la Fábrica Dominicana de Cemento, construida hace 33 años, los principales factores causa de los elevados costos de producción parecen ser los sueldos y salarios, el combustible, la electricidad, el entretenimiento y las fundas.

Como se ha dicho ya, Cementos Nacionales, instalada hace cuatro años, nunca ha alcanzado su producción normal debido a un suministro eléctrico deficiente y a una insuficiente demanda de cemento. Los principales factores del costo son gastos de capital, combustible, electricidad, entretenimiento y fundas.

C. Ajustes de los precios

Precio de mercado libre

Cementos Cibao, construida hace dos años, es la que se encuentra en mejor situación económica de las tres fábricas debido a los gastos de inversión extremadamente bajos y a un mercado prometedor con muy poca competencia. Los principales

factores del costo de producción parecen ser el combustible, electricidad, entretenimiento y fundas.

El mercado de cemento de la República Dominicana seguirá siendo muy probablemente un mercado de compradores durante varios años. Por consiguiente, sería lógico dejar que el precio del cemento se ajustase al de un mercado libre. Esto obligaría a las fábricas de cemento, en particular a FDC y CN, que atraviesan graves dificultades para competir en el mismo mercado, a iniciar un diálogo y tal vez llegar a un acuerdo sobre la futura cooperación.

Precios controlados por el Gobierno

Los ajustes de precios son inevitables y convendría introducirlos al mismo tiempo que la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) aumenta el precio del petróleo.

Como las tres fábricas de cemento se enfrentan con distintos problemas (energéticos/económicos) las subidas de precios convendría efectuarlas probablemente en forma de impuestos gubernamentales. Podrá concederse a cada fábrica una exoneración fiscal en función de su disminución del consumo de energía. Sin embargo, si se aplica esta medida, la fábrica por vía seca seguirá siendo objeto de discriminación ya que en las dos fábricas por vía húmeda el consumo de energía puede reducirse considerablemente.

Las tres fábricas necesitan urgentemente un gran volumen de capital a fin de disminuir su consumo de energía muy elevado. Por tanto, una subida de precios de, por ejemplo, 0,25 - 0,50 pesos/funda, sería un factor estimulante durante poco tiempo pero sin mejorar la situación a largo plazo.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

Exceso de capacidad de los hornos

Las tres fábricas de cemento de la República Dominicana, FDC, CN y CC, poseen en conjunto una capacidad instalada de los hornos de alrededor de 1 485 000 t/a de clinker. Añadiendo de 4 - 5% de yeso, la producción de cemento podría alcanzar aproximadamente 1 550 000 t/a, es decir 36,5 millones fundas/a. Esta capacidad de los hornos no se utiliza por completo debido a la escasez de electricidad, a sistemas insuficientes de manipulación de materias primas y a un mercado mediocre de cemento. El resultado es un consumo excesivo de combustible en los hornos.

A fin de producir clinker barato los hornos tienen que trabajar a plena carga alrededor de 330 días por año. Como el consumo de cemento en la República Dominicana se estima que fue de unos 21 millones de fundas (900 000 t/a) en 1980, un exceso de capacidad de los hornos de 15,5 millones de fundas (660 000 t/a) tiene que tomarse seriamente en consideración.

Posibilidades de exportación

Para un país en el que el costo de la energía es elevado y las materias primas no se adaptan muy bien a la fabricación de cemento por vía seca, debería descartarse por completo la exportación de este producto o de clinker de cemento.

Casi todos los países en todo el mundo, incluso islas pequeñas, tratan de ser autosuficientes en el abastecimiento de cemento debido a que el transporte a grandes distancias de este producto es muy costoso, excepto en el caso del transporte por buques tanques especiales para el cemento a granel, como los utilizados, por ejemplo, en Dinamarca y Suecia. Por consiguiente, la República Dominicana no debería recurrir a la exportación de cemento.

B. Recomendaciones

El problema planteado anteriormente sólo puede resolverse aprovechando lo mejor posible las instalaciones, materias primas y recursos energéticos existentes y reorganizando, modernizando y ampliando las tres fábricas de cemento a fin de que los procesos sean más económicos y consuman menos energía.

Además de las recomendaciones generales que figuran en las páginas 9 y 10, se recomiendan las siguientes medidas a corto y a largo plazo para cada una de las tres fábricas de cemento.

Fábrica Dominicana de Cemento, Santo Domingo

Recomendaciones a corto plazo

1. Reducir el número de jornaleros.
2. Cerrar los hornos I y II a fin de asegurar pasta suficiente a los hornos III y IV.
3. Instalar una bomba de reserva para la pasta a fin de asegurar pasta a los hornos III y IV.
4. Mantener un bajo contenido de agua y de silicio en la pasta.
5. Renovar las tuberías para la pasta. Los codos deberían tener un radio como mínimo de 15 x el diámetro de la tubería.
6. Asegurar una elevada presión de entrada en las bombas de pasta, como mínimo de 2 m de columna de pasta.
7. Preparar un silo para el suministro de pasta de fácil revestimiento con objeto de conservar un horno con un "punto rojo", es decir donde parte del horno experimentará un sobrecalentamiento debido a la pérdida del revestimiento refractario del mismo.
8. Asegurar electricidad a los hornos III y IV durante las interrupciones de suministro desde el exterior. Estos dos hornos deben mantenerse en funcionamiento. Podrían conseguirse considerables economías de combustible de alrededor de 0,3 galones/funda, es decir 0,21 pesos/funda, a 30 pesos/barril de petróleo combustible.
9. Renovar los revestimientos (refractarios) de los hornos III y IV, o por lo menos del horno IV, con ladrillos de 7 in (180 mm).
10. Sustituir los sistemas de cadenas de los hornos III y IV por cadenas termo-resistentes en el extremo caliente del sistema de cadenas.
11. Adquirir placas refractarias de alta calidad para el extremo de la descarga del horno. Esto es importante para utilizar aire secundario de alta temperatura con objeto de economizar combustible.
12. Adquirir chapas de elevada calidad para los refrigeradores y mantener los compartimientos herméticamente cerrados.

13. Asegurar el transporte de clínker. De ser necesario instalar una cadena de tiro de reserva.
14. Ajustar los rodillos del horno para mantenerlos en la posición correcta y ajustarlos añadiendo grafito a un juego de rodillos.
15. Asegurar que las bandas de rodamiento de los hornos están libres, es decir, que el horno gira sin obstáculos en su banda. Hay que lubricar con grafito el espacio entre el horno (frotadores) y las bandas del mismo, en su parte caliente, y aplicar grasa de grafito en la parte fría.
16. Evitar el contacto del agua y del aceite con los rodillos del horno. Utilizar buenos cierres de aceite en especial para los rodillos superiores.
17. Mantener el consumo de aire primario en los quemadores del horno a un valor bajo de 3 - 5% del aire total de combustión (según las mediciones efectuadas el 19 de noviembre de 1980 el horno III utiliza el 13% y el horno IV el 5%).
18. Mantener a un valor bajo el aire extraño en todos los cierres del horno y mantener cerradas todas las puertas durante el funcionamiento.
19. Ajustar la temperatura y presión del aceite según las especificaciones del quemador. La temperatura no debería exceder de 248° F (120° C) para el petróleo combustible "C" y la presión debería estar comprendida entre 430 y 600 psi (30 - 40 kp/cm²) según el tipo de quemador.
20. Mantener en funcionamiento el analizador(es) de gas.
21. Mantener en funcionamiento los pirómetros.
22. Mantener en funcionamiento los manómetros.
23. Mantener en funcionamiento los contadores de petróleo para el petróleo combustible.

Recomendaciones a largo plazo

24. Procurar llegar a un acuerdo con CN sobre el suministro de 510 000 t/a (12 x 10⁶ f/a) de clínker y parar por completo la producción de clínker en FDC.
25. Si se llega a un acuerdo, FDC debería construir en un lugar adecuado instalaciones de trituración de clínker y de suministro de cemento.
26. Con respecto a la planta trituradora de clínker, debería construirse un terminal para el cemento a granel y tal vez una fábrica de concreto mezclado en fábrica.

27. Si no se concierta un acuerdo con CN, habría que efectuar un estudio sobre materias primas, en particular con extracción de testigos, a fin de garantizar una cantidad suficiente de materias primas para una fábrica de capacidad, durante 20 años como mínimo, de alrededor de 12 millones f/a (510 000 t/a), lo que equivale a un mínimo de 14 millones de t/a de caliza.

28. Transformar los actuales hornos III y IV del proceso por vía húmeda a semihúmeda.

29. Sustituir el petróleo por el lignito y/o carbón.

30. Como alternativa de la recomendación N^o 28, transformar el horno IV por vía húmeda en otro por vía seca con un precalentador y un precalcinator.

31. Establecer un grupo para el proyecto para que se ocupe de las propuestas mencionadas.

Cementos Nacionales. S.A., San Pedro de Macorís

Recomendaciones a corto plazo

1. Reducir la carga de las bolas del molino de cemento en un 20 - 25% aproximadamente a fin de minimizar la carga de la central eléctrica y parar el molino durante los picos.

2. Comprobar la cantidad de aire primario del quemador del horno. No debería exceder del 5% del aire total de combustión.

3. Comprobar todas las juntas para impedir la entrada del aire extraño. Para cada 10% de aire extraño en el horno y en el precalentador el consumo de combustible aumenta en alrededor de 2 250 Btu/funda (14 kcal/kg clínker), equivalente a 0,0113 pesos/funda.

4. Utilizar aire secundario lo más caliente posible procedente del refrigerador manteniendo una delgada capa de clínker de 10 a 12 in. en la parrilla.

5. Asegurar una vida útil igualmente larga, de unos seis meses, del revestimiento refractario del horno, de la pieza refractaria del extremo del horno y de las chapas del refrigerador.

6. Alimentar constantemente el horno y comprobar cuidadosamente el alimentador.

7. Mantener las variaciones de CaCO_3 por debajo de $\pm 0,2\%$.

8. Montar en todos los compresores y soplantes Roots filtros de aire de grandes dimensiones. El polvo en el lado falso de los fluidizantes es muy perjudicial.

9. Comprobar cuidadosamente el ventilador de tipo inducido para determinar el polvo depositado en el pistón impulsor.
10. Asegurar que ambos ciclones de la primera etapa trabajan uniformemente (igual temperatura). Las tuberías que conectan los ciclones al ventilador de tiro inducido deberían estar aisladas.
11. Mantener en condiciones de trabajo el analizador de gas y asegurarse de que está situado en un lugar donde no puede penetrar aire extraño.
12. Estudiar la sustitución del petróleo por el carbón en el sistema de combustión del horno o su transformación en una combustión mixta.
13. Mejorar el ciclón de la cuarta etapa (el situado más cerca del horno) montando un tubo central de CrNi a fin de reducir la excesiva circulación de polvo y la recarbonación en el ciclón de la tercera etapa ($\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$).

Recomendaciones a largo plazo

14. Tratar de llegar a un acuerdo con FDC sobre el suministro de 510 000 t/a (12×10^6) de clínker a la fábrica.
15. Vender el molino de crudos y tal vez también el de cemento a FDC e instalar un nuevo molino de crudos más adaptado a las materias primas húmedas, es decir un molino de muelas verticales.
16. Si no puede llegarse a un acuerdo, se necesitará una central de unos 10 MW de capacidad además del actual juego de generadores. Esto significa un gasto de inversión de 10 millones de pesos aproximadamente.
17. Sustituir el petróleo por el lignito y/o por un sistema de combustión mixto.

Cementos Cibao, C. por A., Santiago

Recomendaciones a corto plazo

1. Investigar el yacimiento de materiales puzolánicos situado cerca de la fábrica. El cemento puzolánico es un verdadero economizador de energía.
2. Los materiales puzolánicos deberían molerse como mínimo a 4 000 Blaine (cm^2/g) y el clínker a unos 2 800 Blaine antes de mezclarlos.

3. Instalar separadores en los molinos de cemento a fin de fabricar cemento mixto con baja energía
4. Investigar el costo de transformar la fábrica por vía húmeda en otra por vía semihúmeda. La transformación del proceso por vía húmeda en otro por vía seca necesita un gran capital.
5. El espacio entre los rodillos del horno y las bandas de rodamiento debería estar absolutamente seco. Cualquier líquido -aceite o agua- es perjudicial. Convendría proceder a la renovación completa de los rodillos por maquinado. Para ajustar la posición de los hornos sólo debería utilizarse el grafito.
6. Asegurar una buena lubricación entre los hornos (frotadores) y las bandas de rodamiento.
7. Comprobar la cantidad de aire primario utilizada en los quemadores. Como los refrigeradores son del tipo giratorio el aire de enfriamiento disponible está limitado a alrededor de 1 kg aire/kg de clínker, y, por tanto, es extremadamente importante reducir el consumo de aire primario a un mínimo, es decir, a 3 - 5% aproximadamente. En otro caso, al salir del refrigerador el clínker estará muy caliente.
8. Reducir a un mínimo la entrada de aire extraño en el orificio de admisión y en el de salida (cámara de humos y campana del horno).

Recomendaciones a largo plazo

9. Transformar la planta por vía húmeda en otra por vía semihúmeda.
10. Ampliar el equipo de producción de pasta de modo que corresponda a la capacidad máxima del horno y estudiar la viabilidad de producir pasta en la cantera y bombearla hasta la planta por una tubería mediante una bomba de pistón de alta presión.
11. Otra solución consistiría también en estudiar la transformación del proceso por vía húmeda en otro por vía seca, pero la actual disposición de la planta no se presta mucho a ello, ya que los molinos de crudos están demasiado lejos de los hornos.
12. Sustituir el petróleo por el carbón o por un sistema de combustión mixto. Convendría estudiar cuidadosamente el empleo de lignito de la República Dominicana.

Anexo I

DESCRIPCION DE EMPLEO

Título del puesto: Experto en determinación del costo de fabricación de cemento.

Duración: Un mes (prorrogado a dos meses).

Fecha inicial: Lo antes posible.

Lugar de destino: Santo Domingo.

Funciones: El experto estará adscrito al Gobierno para ayudarlo y asesorarlo en la evaluación de los elementos del costo que entran en el precio del cemento. Más concretamente, el experto deberá:

Estudiar el funcionamiento de la fábrica de cemento y comparar su rendimiento y gastos de explotación con el rendimiento y eficacia de otras fábricas representativas que el experto conozca.

Igualmente, el experto deberá preparar un informe final, en el que exponga las conclusiones de su misión y las recomendaciones al Gobierno sobre medidas ulteriores que podrían tomarse.

Cualificaciones: Ingeniero industrial con experiencia pertinente en la industrial del cemento.

Idiomas: Ingles; es una ventaja saber español.

Información general: El Gobierno ha solicitado la asistencia de la ONUDI para evaluar el precio del cemento fabricado en el país. La presente descripción de empleo se ha preparado a fin de facilitar el envío de un experto en el costo de fabricación del cemento lo antes posible.

- 10 -
Anexo II

PERSONAS ENTREVISTADAS

SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y COMERCIO

General José de Jesús Morillo López
Director General de Control de Precios

Francisco J. Castillo C.
Subsecretarios de Estado
Encargado de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio

Maritza García
Encargada, Oficina Sectorial de Programación

Brusiano Remigio (contraparte del experto)
Sub-Encargado, Oficina Sectorial de Programación

CEMENTOS NACIONALES, S.A., San Pedro de Macorís

Oswaldo Oller Castro
Presidente

Jerry A. Yoder
Vicepresidente y Director General

J.E. Hastings
Director de la fábrica

Víctor Núñez R.
Contable

CEMENTOS CIBAO, C. por A., Santiago

Luis A. Iglesias
Director General

FABRICA DOMINICANA DE CEMENTO, Santo Domingo

Francisco José Escaño F.
Director General

Proyecto D.G.M. de la República Federal de Alemania

Con respecto a los materiales puzolánicos:

Walther G. Everle
Jefe de la Misión Geológica Alemana
(Cooperación Minera Dominicana/Alemana)

Manfredo Peláez
Coordinador del Proyecto

COMISION NACIONAL DE POLITICA ENERGETICA

José Ramón Acosta
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Política Energética

Alejandro Alecjandro A.
Asistente Secretario Ejecutivo

BECHTEL POWER CORPORATION, EE.UU.

Con respecto a la transformación petróleo a carbón

Robert J. Peyton
Director-Ingeniero
Gaithersburg Power Division

Huberto Causilla, Jr.
Ingeniero del Proyecto

CENTRO DOMINICANO DE PROMOCION DE EXPORTACIONES

Arturo Peguero Almanzar
Encargado de Unidad Promoción de Inversiones

Rafael Espinal
Asistente Técnico
Departamento de Estudios Económicos

DIRECCION GENERAL DE MINERIA

Cayacoa Sanlate G.
Encargado, Departamento de Supervisión y Fiscalización Mineras

PNUD, Santo Domingo

Pierre den Baas
Representante Residente

Lars Eriksson
Oficial a cargo

ONUDI, Santo Domingo

Hans F.M. Prúim
Oficial auxiliar

Rafael Ponciano Asturias
Director de proyecto DOM/78/015



