



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

07607

Distr. RESERVADA

UNIDO/TCD.349
3 septiembre 1974

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA
EL DESARROLLO INDUSTRIAL

ESPAÑOL

Original: ESPAÑOL/INGLES

Proyecto de las Naciones Unidas para la República del Paraguay

DP/PAR/70/522

"INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA Y NORMALIZACION"

INFORME FINAL DE UNA MISION DE ASESORAMIENTO, EN RELACION CON
LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION, CUMPLIDA EN EL INSTITUTO
NACIONAL DE TECNOLOGIA Y NORMALIZACION

por

Neville R. Hill

Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

id.74-5628

Indice

	<u>Página</u>
1. RESUMEN	1
2. ANTECEDENTES	1
2.1 Cometido	1
2.2 Informes	2
2.3 Condiciones locales	3
3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO	8
3.1 Logros y actividades	8
3.2 Capacitación del personal de contraparte	11
4. EVALUACION DE LA MISION Y RECOMENDACIONES	12
4.1 Evaluación general de la misión	12
4.2 Evaluación de las actividades de proyecto y recomendaciones	12
5. AGRADECIMIENTOS	14

ANEXOS

I. Una investigación de la resistencia de cemento portland cuyo clinker ha sido expuesto a la intemperie o sometido a los efectos de inmersión en el agua	15
II. La industria de cal hidráulica situada cerca de Caaguazú	27
III. Algunos problemas propios de la industria de fabricación de ladrillos y tejas en el Paraguay	35
IV. Prioridades para la normalización en el sector de los materiales de construcción en el Paraguay	42

1. RESUMEN

El objeto principal de la misión encomendada al experto fue asesorar al personal de contraparte encargado de las labores del Departamento de Materiales de Construcción, del Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN).

El personal de contraparte no solicitó al experto la ejecución de tareas concretas relacionadas directamente con la tecnología de los materiales de construcción, aparte de pedirle que contestara a preguntas de importancia secundaria. En vista de ello, el experto inició y llevó a cabo, con la asistencia del personal auxiliar, un estudio de laboratorio relativo a la influencia del agua sobre las propiedades del clinker de cemento de Vallemí. Se presenta por separado un informe sobre este trabajo y los resultados obtenidos (véase el Anexo I).

El experto y el personal del Departamento hicieron varias visitas a fábricas de materiales de construcción situadas en muchas partes del Paraguay, lo cual permitió al experto familiarizarse directamente con algunos de los problemas existentes en el país. Como resultado, el experto ha presentado sendos informes sobre los problemas que confronta la industria de fabricación de ladrillos y tejas (Anexo III) y la situación de la pequeña industria calera situada cerca de Caaguazú (Anexo II); además, ha indicado la forma en que el INTN puede prestar asistencia técnica y asesoramiento a estas fábricas.

En otro informe (Anexo IV), el experto ha examinado la posibilidad de establecer prioridades para desarrollar una labor más amplia de normalización en el sector de los materiales de construcción, y ha formulado recomendaciones al respecto.

Por último, el experto recomienda los campos de capacitación adicional que se requieren en el Departamento y las medidas que el Gobierno puede tomar para persuadir al sector industrial a que aproveche las instalaciones y la experiencia técnica del Departamento.

2. ANTECEDENTES

2.1 Cometido

El presente Informe Final ha sido presentado por el Sr. Neville R. Hill, Asesor en Materiales de Construcción adscrito al Instituto Nacional de Tecnología y Normalización del Paraguay (Código: PAR-081-SE (SF/ID), proyecto: PAR/70/522). Después de recibir instrucciones en Viena, el experto llegó a

Asunción el 13 de octubre de 1972. Estuvo ausente del país del 16 de mayo al 28 de junio de 1973 para cumplir una misión de seis semanas en las Antillas Neerlandesas (IS/NAN/71/510/11-02, 3/03). Por ese motivo se prorrogó, también por seis semanas, la misión que debía cumplir en el Paraguay, y el experto salió del país el 15 de noviembre de 1973.

Sus principales cometidos, de conformidad con lo previsto en la correspondiente descripción del empleo, fueron los siguientes:

- i) Supervisar el programa de ensayo de las propiedades mecánicas y físicas y de análisis químico de las materias primas y productos (a excepción de la madera) del Departamento de Materiales de Construcción.
- ii) Prestar asistencia y asesorar al personal de contraparte con respecto a la interpretación de los resultados y a la preparación de informes técnicos.
- iii) Prestar asesoramiento al Comité de Normas sobre la elaboración de normas nacionales para los materiales de construcción y de pautas prácticas que permitan utilizar eficientemente los materiales.
- iv) Prestar asistencia al personal paraguayo en la tarea de suministrar asesoramiento y asistencia de carácter técnico a las industrias del sector.
- v) Cooperar con los expertos asignados al proyecto en la realización de estudios técnicos de previabilidad sobre nuevos productos e industrias.

Seguendo el consejo del Director del Proyecto, se introdujo un solo cambio en estos cometidos: planificar y llevar a la práctica una investigación especial de laboratorio hecha sobre todo por el experto mismo, con la asistencia que le quisiera prestar el personal de contraparte. Esta tarea se llevó a cabo durante la última parte de la misión, cuando quedó de manifiesto que el experto no hallaba muy buena acogida del personal de contraparte de categoría superior para sus ideas y asesoramiento. Se presentó un informe sobre esta labor bajo el título siguiente: "Una investigación de la resistencia de cemento portland cuyo clinker ha sido expuesto a la intemperie o sometido a los efectos de inmersión en el agua" por N.R. Hill y H. Montiel.

2.2 Informes

Durante la misión se rindieron los informes siguientes:

- i) Informe inicial y plan de trabajo: enero de 1973.
- ii) Propuestas para el programa de trabajo de 1973 correspondiente al Departamento de Materiales de Construcción. (Conjuntamente con el Dr. H. Villalba.)
- iii) Informe trimestral correspondiente al período 1º de noviembre de 1972 - 31 de enero de 1973.

- iv) Informe trimestral correspondiente al período 1º de febrero - 30 de abril de 1973.
- v) Informe trimestral correspondiente al período 1º de mayo - 31 de julio de 1973.
- vi) Informe trimestral correspondiente al período 1º de agosto - 31 de octubre de 1973.
- vii) Informe sobre "Una investigación de la resistencia de cemento portland cuyo clinker ha sido expuesto a la intemperie o sometido a los efectos de inmersión en el agua", en colaboración con el Sr. H. Montiel.
- viii) Informe sobre "La industria de cal hidráulica situada cerca de Caaguazú".
- ix) Informe sobre "Algunos problemas propios de la industria de fabricación de ladrillos y tejas en el Paraguay".
- x) Nota sobre "Prioridades para la normalización en el sector de los materiales de construcción en el Paraguay".

2.3 Condiciones locales

2.3.1 Departamento de Materiales de Construcción, INTN

En el informe inicial presentado por el experto en enero de 1973 se reseñó en detalle la situación del Departamento. Desde entonces, se han registrado los siguientes cambios importantes:

Nuevo edificio: Se han instalado los dos molinos, la máquina de ensayo de desgaste de los áridos por abrasión, el equipo de análisis rápido de suelos y la pequeña máquina Forney de ensayo de resistencia a la compresión, equipo que se halla en funcionamiento. Ya se viene utilizando el espacio destinado a oficinas, donde se ha instalado un acondicionador del aire; sin embargo, aún faltan bancos de laboratorio y otros muebles. También se está utilizando la cámara de curado del hormigón situada debajo de la oficina.

Equipo. Llegó el fotómetro de llama Gallekamp, comprado por la OEA, el cual fue calibrado por el Dr. Villalba.

Se ha recibido e instalado la máquina Forney PT-75-12 para probar tubos hidrostáticamente, adquirida con cargo al presente proyecto (véase también 3.1.4).

El 27 de septiembre de 1973 se recibió el difractómetro universal de rayos X Rigaku, adquirido con fondos de la OEA.

A pesar de que ha contado con fondos para la adquisición de equipo técnico costoso, el Departamento tiene dificultades para obtener artículos esenciales, como un cronómetro de laboratorio o cuentasegundos, materiales de limpieza y repuestos del equipo averiado, como es el caso del gran electrohorno, que no funciona desde antes que llegara el experto.

Personal. La plantilla de personal sigue siendo la misma, a saber: Dr. H. Villalba (Coordinador y especialista en cemento), Dr. E. Rojas (especialista en arcilla), y señores H. Montiel e I. Gamarra. El Dr. Ramirez Keppler (especialista en caolín) debía regresar a fines de octubre, al término de una beca de un año otorgada por las Naciones Unidas para estudiar en el Reino Unido.

Ha sufrido nuevo aplazamiento la llegada de un experto asociado de las Naciones Unidas, especializado en mecánica de suelos, a quien se espera desde hace meses.

Aparte de esta posibilidad de iniciar actividades en el sector de la geotecnia, el experto no conoce ningún otro plan de desarrollo para el Departamento.

Asistencia externa. Además de ayuda profesional y financiera suministrada por las Naciones Unidas, el Departamento de Materiales de Construcción, conjuntamente con el de la Madera, recibió una subvención de la Organización de los Estados Americanos (OEA) para efectuar, a base de cuestionarios, una encuesta de las industrias a las cuales prestan servicios. En febrero de 1973, para comenzar la encuesta, se discutió el proyecto de cuestionario con el personal de contraparte. Más tarde, en abril, se envió un memorándum (Nº 227/73) al Director en que se pormenorizaban los aspectos examinados.

El experto acompañó al personal del Departamento durante muchas de las visitas efectuadas al interior. Así pudo conocer de cerca la situación de la industria de los materiales de construcción y sus problemas.

2.3.2 Obras nacionales

Los principales planes de desarrollo son los siguientes:

- i) Proyecto hidroeléctrico en Itaipú, en el río Paraná, a 17 km aguas arriba de Puerto Presidente Stroessner. Producirá 10,7 millones de kilovoltios y su construcción exigirá aproximadamente 1,8 millones de toneladas de cemento. El 26 de abril de 1973 se firmó el acuerdo inicial entre el Paraguay y el Brasil.
- ii) Carretera asfaltada Trans-Chaco. El 8 de julio de 1973 se llegó a un acuerdo oficial con una empresa contratista argentino-venezolana, SAOPIN, para la construcción de los primeros 114 km a un costo de 11,4 dólares EE.UU. el metro. Las especificaciones exigen la utilización de cal hidratada conforme a la norma IRAM 1626 para los trabajos de estabilización del suelo y de terrenos arenosos.
- iii) Proyecto hidroeléctrico Yacy-Reta/Asipé. Las negociaciones relativas a este proyecto paraguayo-argentino para el río Paraná aguas abajo de Encarnación no han culminado aún en un acuerdo oficial que permita iniciar la construcción.
- iv) Desagüe de aguas de lluvia en Asunción. En agosto de 1973 se comenzó a colocar la tubería de gran diámetro bajo las calles de la parte central de la ciudad.

2.3.3 Industrias

La fábrica de cemento de Vallemf. En enero de 1973, el Sr. N.R. Hill presentó un informe inicial en que describía las condiciones de funcionamiento de la planta; luego, en agosto de 1973, el Sr. Harald Boeck, experto de la ONUDI en fabricación de cemento, efectuó una breve evaluación inicial de la fábrica.

En mayo-junio de 1973, el Dr. Villalba colaboró con el químico jefe de la fábrica para producir un cemento bastante similar al Tipo II ASTM (calor moderado de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos). Este cemento se está empleando en la construcción del embalse regulador Acaray-2.

La planta de cemento continúa funcionando a un 25% de capacidad, es decir, produciendo unas 100 t/d para el consumo nacional y 50 t/d o menos para la exportación. Durante la construcción de la represa de Itaipú se requerirán hasta 1.000 t/d adicionales de cemento. La fábrica de cemento y la Oficina Nacional de Proyectos de la Secretaría Técnica de Planificación han venido estudiando la forma de satisfacer las futuras necesidades de cemento del país. La nueva misión del ingeniero Boeck, que comenzó el 15 de octubre de 1973, tiene por objeto determinar los medios de aumentar la capacidad de la planta existente y minimizar los problemas que podrían plantearse si ésta llegara a funcionar a plena capacidad. Además, asesorará con respecto a la proyección adecuada de una nueva fábrica de cemento.

La industria cerámica. En las dos fábricas más importantes, Hellmers y Cerámica Paraguaya, se ha instalado recientemente equipo moderno para la preparación de la arcilla como también para su extrusión y prensado; ambas fábricas funcionan con hornos de cocción continua y utilizan el calor sobrante para acelerar el secado de la producción antes de la cochura. Tanto la Cerámica Victoria como la Cerámica Administración Puerto Presidente Stroessner (CAPPS) trabajan con cuatro hornos circulares de tiro inferior, y actualmente en CAPPS se construyen cámaras de secado para utilizar, en régimen de rotación, el calor procedente de los cuatro hornos.

Unas 10 a 15 fábricas pequeñas, tales como Schmid en Encarnación, Knoop y Cabriza en Tobatí, etc., poseen algún tipo de prensa o mezcladora accionadas por motor. El experto estima que de la producción total de teja y ladrillo, entre la mitad y las tres cuartas partes procede del gran número de fábricas pequeñas que utilizan únicamente tracción animal o a brazo y emplean de 2 a 5 personas.

En un informe titulado "Algunos problemas propios de la industria de fabricación de ladrillos y tejas en el Paraguay", de noviembre de 1973, se examinan detalladamente los problemas que enfrenta esta industria. Las principales dificultades observadas fueron las siguientes:

- i) La lentitud del secado con ventilación natural y las deficientes instalaciones de secado, o secadores, en el sur, especialmente cerca de Encarnación.
- ii) La utilización de materia prima inadecuada en CAPPs. (El experto considera que, en vista del rápido desarrollo previsto en la zona, es de gran importancia para el país obtener una producción satisfactoria en esta nueva gran fábrica, para lo cual se debían utilizar los servicios del Departamento de Materiales de Construcción del Instituto. Hasta la fecha, la fábrica CAPPs no ha solicitado asistencia técnica al INTN.
- iii) La homogenización insuficiente de la materia prima, especialmente en las fábricas más pequeñas. Debido a ello y a la presencia de piedras, el producto resultante adolece a menudo de graves imperfecciones.
- iv) El grosor insuficiente de los ladrillos fabricados a mano. Esta falla, y las imperfecciones debidas a un mezclado deficiente, trae como resultado una elevada tasa de rotura, especialmente durante el transporte a la obra. Además, cabe mencionar que para construir con este tipo de ladrillo delgado (de 4-5 cm) se requieren cantidades relativamente altas de mortero y muchas horas-hombre.
- v) La falta de normas nacionales para la fabricación de tejas y ladrillos.
- vi) La falta de capital, pues los propietarios de las fábricas pequeñas casi siempre dijeron que su problema principal era conseguir un pequeño capital para construir, por ejemplo, un secador adicional.

La industria calera. En general, en esta industria se observa un dominio de los intereses de la Industria Nacional del Cemento, que posee los cuatro hornos más importantes en Vallemí y sus alrededores. Su horno de instalación más reciente, completado el presente año, tiene un pozo o cuba vertical de acero, y la calcinación de la piedra caliza de buena clase que se utiliza se efectúa con el gas obtenido por la combustión de leña en un gasógeno. Si se lo compara con los sencillos hornos tradicionales de ladrillo o de piedra, en que se alternan capas de leña y de piedra caliza, el horno con gasógeno tiene la ventaja de que elimina la posibilidad de que el producto se contamine con cenizas de leña.

Cerca de Caaguazú funcionan 4 ó 5 hornos que producen cal hidráulica o semihidráulica (gris). Esta clase de cal puede ser muy adecuada para la construcción, como, por ejemplo, para morteros y revoques, (en enlucidos de cal y arena o de cemento, cal y arena), y se la puede usar de la misma manera que la cal

blanca. Además, una parte de la cal producida se utiliza para tratamiento de aguas y con fines agrícolas. Esta pequeña industria se encuentra bien ubicada para abastecer a las zonas de crecimiento de Asunción y de Puerto Presidente Stroessner, pero, según se afirma, viene sufriendo las consecuencias de la mala publicidad emanada de los productores de cal blanca.

El experto ha presentado también por separado un breve informe titulado "La industria de cal hidráulica situada cerca de Caaguazú", de noviembre de 1973, en el que indica la forma como el Instituto puede ayudar a los productores de cal hidráulica. Los dos principales problemas de la industria de la cal, en general, son: obtener nuevos mercados, por ejemplo, en la agricultura, para acondicionamiento de suelos, a fin de que pueda subsistir una vez que terminen los contratos de la carretera Trans-Chaco; y, en segundo lugar, establecer sus propias normas nacionales para la producción de cal.

La industria de los áridos. Según se ha observado, el único árido grueso utilizado es la diabasa o basalto que se encuentra en varias zonas pequeñas ubicadas en Asunción y sus alrededores. Al parecer, sus principales productores son Exporimp S.A., cerca de Limpio, y la gran cantera situada en Ñemby. Desafortunadamente, esta roca se adhiere bastante mal a la pasta de cemento, y el hormigón obtenido con ella no ofrece los índices de resistencia que se obtendrían si se utilizara, por ejemplo, la piedra caliza triturada de Vallemí.

Las mezclas de hormigón suelen presentar una laguna en la gama granulométrica de los áridos, entre el árido triturado grueso y la arena cuarzosa fina natural. Hace mucha falta localizar y explotar, cerca de Asunción, una fuente de arena natural gruesa, cuyas partículas correspondan principalmente a los tamices de malla clasificados entre 3/8 de pulgada (9,52 mm) y el N° 14 (1,20 mm).

También en este caso, a los proveedores de áridos y a los contratistas para obras de ingeniería civil les resultaría especialmente provechosa la existencia de normas nacionales paraguayas con respecto a la calidad y granulometría de los áridos de roca triturada, arena natural y grava.

Según se afirma, existe un sitio de abastecimiento de mezcla de hormigón listo para ser utilizado, con dos camiones de entrega en Asunción. Sin embargo, al parecer, no tiene mucho movimiento, ni tampoco se espera que éste aumente, mientras la mano de obra siga siendo abundante y relativamente poco costosa.

El afloramiento de mármol cerca de Vallemí se explota poco o nada. En cambio, la arenisca de buena apariencia que se extrae cerca de Emboscada, se emplea a menudo para dar acabado artístico a las viviendas, etc.

Lamentablemente, el Paraguay no cuenta hasta ahora con yacimientos de yeso de buena calidad para enlucidos y para fabricar láminas para paredes.

3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

3.1 Logros y actividades

3.1.1 En el INTN

El experto acompañó al personal local en muchas de las visitas realizadas a fábricas en relación con la encuesta de la industria de materiales de construcción. Antes de que comenzara dicha encuesta, se asesoró verbalmente al Coordinador del Departamento sobre la planificación y ejecución de la misma. Posteriormente, se hizo constar lo mismo por escrito en el memorándum Nº 227/73 de 2 de abril de 1973.

Aparte de esto, el personal de contraparte no invitó al experto a que tomara parte en proyectos internos, o para la elaboración de procedimientos y métodos aplicables a la labor del Departamento. El personal de categoría superior consideró que no se planteaban problemas en el trabajo cotidiano de laboratorio. En las ocasiones cuando el experto invitó al Coordinador a considerar en qué problemas hacía falta la colaboración de aquél, las cuestiones presentadas no se relacionaban directamente, por desgracia, con la tecnología de los materiales de construcción.

Debido en parte a la escasa demanda de sus servicios y con el fin de realizar un trabajo potencialmente útil durante su misión, el experto inició y llevó a cabo una investigación de laboratorio sobre los efectos que produce la humedad en el clinker del cemento de Vallemí, sobre lo cual rindió informe al Director y al Coordinador. El personal de menor categoría prestó su colaboración en diferentes etapas del trabajo. Los resultados fueron los que eran de prever a la luz de la experiencia de plantas de cemento de Turquía, por ejemplo. Confirmaron que el clinker expuesto a la humedad se hace más difícil de triturar y que los índices de resistencia del cemento resultante bajan a un 85% e incluso a un 75% de los del cemento fabricado a partir del

mismo clinker almacenado en seco. Para lograr una molienda satisfactoria y producir cemento de calidad aceptable sería necesario mezclar ese clinker hasta con un 50% de un buen clinker fresco y caliente.

Esta labor práctica de laboratorio efectuada por el experto reveló grandes deficiencias en cuanto a los materiales y aparatos con que cuenta el Departamento, situación que pudo ser demostrada al personal de menor categoría, haciendo hincapié en la importancia de llevar a cabo los procedimientos de ensayo de conformidad con normas paraguayas.

Con la colaboración del Coordinador, el experto planificó el programa de trabajo del Departamento de Materiales de Construcción correspondiente a 1973.

Además, con la aquiescencia del Coordinador, el experto trazó el esquema de disposición y montaje del laboratorio para ensayos de hormigón que habrá de instalarse en el nuevo edificio.

En una reunión departamental, celebrada el 6 de septiembre de 1973, el experto presentó al Coordinador una lista de 11 sugerencias que, a su juicio, contribuirían al desarrollo ulterior del Instituto y al mejoramiento tanto de la asistencia técnica que éste prestase a la industria como de las condiciones de trabajo del personal científico técnico. Quedó entendido que el Dr. Villalba presentaría las sugerencias en una reunión de los Coordinadores, si las estimaba útiles.

3.1.2 Asistencia a la industria, etc.

- i) Una de las principales preguntas que la dirección de la fábrica de cemento formuló al experto en noviembre de 1972, durante su visita a ésta en compañía del Dr. Villalba, fue si el clinker de Vallemí podía ser almacenado a cielo abierto sin que sufriera mucho deterioro. En esa oportunidad, el experto informó que tal cosa se había hecho, por ejemplo, en Inglaterra, donde, en 1963, como resultado del mal tiempo se acumularon grandes existencias y se detuvieron las actividades de la construcción. Sin embargo, el experto no sabía cuál sería el grado de deterioración o qué problemas podrían surgir. Esta fue la razón principal para que llevara a cabo la investigación de laboratorio sobre los efectos de la humedad en el clinker.

Otro resultado de la visita del experto a Vallemí fue que la ONUDI sugirió que el Sr. Harald Boeck, experto en cemento, visitara el Paraguay a su regreso de la Argentina. El experto prestó asistencia al ingeniero Boeck durante su visita preliminar realizada a fines de julio de 1973 (véase también el inciso 2.3.3).

- ii) El experto no recibió de otras industrias ninguna solicitud directa de asistencia. Sin embargo, como resultado de las muchas visitas efectuadas a fábricas a través del país, ha podido preparar informes sobre la industria de la cal hidráulica y la industria cerámica, en los cuales indica la forma en que el Instituto les podría prestar asistencia técnica.
- iii) El Departamento de Materiales de Construcción ha proseguido los trabajos de laboratorio que normalmente efectúa y que consisten en la realización de los ensayos químicos y físicos solicitados por la industria, el sector público y particulares. Los dos tipos más frecuentes de investigaciones han sido la evaluación de arcillas para la fabricación de ladrillos y tejas, y el control de calidad de mezclas de hormigón. Con respecto a esto último, el nivel de actividad fue más o menos igual al del año pasado, y, comprendió, entre otras cosas, el control de calidad del hormigón destinado a la construcción de un nuevo supermercado y del edificio ANTELCO Central I, en Asunción.

3.1.3 Programas de ayuda bilateral, etc.

El experto colaboró con el personal de contraparte y prestó su asesoramiento con respecto a la encuesta sobre la industria de materiales de construcción financiada por la OEA.

3.1.4 Cooperación con otros expertos y con el personal

Se prestó asistencia al colega Jorge Vedel de las Naciones Unidas, experto asociado en mantenimiento de maquinaria y equipo, y a otros funcionarios del Instituto, durante el montaje del nuevo aparato Forney PT-75-12 para probar tubos hidrostáticamente, de 150.000 lb de capacidad, montaje que terminó satisfactoriamente. El experto con agradecimiento, deja constancia, de la destreza y laboriosidad de las muchas personas que colaboraron a este fin.

El experto prestó asistencia al Dr. Frederick Strong III, experto de las Naciones Unidas en química analítica, durante el estudio que éste efectuó sobre los métodos analíticos químicos y físicos disponibles en el Departamento de Materiales de Construcción, labor que se reseña en el informe final presentado por el Dr. Strong en agosto de 1973.

3.1.5 Simposios, etc.

Con el Dr. E. Rojas y el Sr. I. Gamarra, el experto asistió a un ciclo de conferencias sobre "minerales de arcilla" dictadas en la Universidad Nacional de Asunción, en los cinco días del 9 al 13 de julio de 1973, por el Dr. Francisco Aragón de la Cruz, de Madrid.

El 30 de octubre de 1973, el experto ofreció al personal del Instituto una charla, ilustrada con ejemplos, titulada "Los materiales de construcción utilizados en su casa".

3.2 Capacitación del personal de contraparte

El personal de contraparte estaba integrado por cuatro personas. El Dr. Villalba y el Dr. Rojas poseen títulos otorgados por la Universidad Nacional de Asunción, y el Sr. I. Gamarra recibirá su título de doctor a fines del presente año. El Sr. H. Montiel terminó el presente año sus estudios secundarios, habiéndose graduado de bachiller. El Dr. Ramírez Keppler (especialista en caolín) estuvo un año en la Politécnica de North Staffordshire (Inglaterra) con una beca de las Naciones Unidas.

El Dr. Villalba ya ha trabajado en laboratorios de cemento y hormigón en México y la Argentina. El experto le ayudó a preparar una solicitud de beca a las Naciones Unidas para asistir a un curso de tres meses de duración que, según se recomienda, deberá tener lugar en el Instituto Eduardo Torroja de Madrid. Además, el Dr. Villalba podría acumular muchas ideas útiles para la organización y trabajo técnico de su Departamento si pudiera visitar en Trinidad, durante tres a cuatro días, el Caribbean Industrial Research Institute (CARIRI) y la industria de ese país, en su viaje hacia Madrid.

El experto ha sugerido al Director que considere cuáles responsabilidades adicionales podrían asignarse al Sr. Isabelino Gamarra. Durante las visitas efectuadas a establecimientos industriales en compañía del experto, el Sr. Gamarra demostró poseer una buena comprensión técnica de la forma como el Departamento podría ayudar, por ejemplo, a las fábricas de cerámica a resolver sus problemas. Además, se halla, al parecer, más interesado que el resto del personal en impulsar el desarrollo del Instituto así como su propia carrera en él. Podría sacar mucho provecho si pudiera adquirir experiencia en laboratorios similares de México, España o la Argentina.

El experto no logró organizar cursos de capacitación en forma debida, en parte, a que el personal opinaba que la labor normal de laboratorio se desenvolvía sin problemas, y también a que, durante la primera parte de su misión, él mismo no conocía bastante el español. Sin embargo, prestó ayuda al personal de contraparte en relación con muchas cuestiones técnicas secundarias.

Debido a la relativa falta de participación en el trabajo práctico, el experto llevó a cabo su propia investigación de laboratorio en relación con el clinker de cemento. Para ésta contó con la ayuda ocasional del personal auxiliar, lo cual resultó útil para señalarles varios aspectos que requerían atención al efectuar trabajos de ensayo del cemento según el método paraguayo.

4. EVALUACION DE LA MISION Y RECOMENDACIONES

4.1 Evaluación general de la misión

Es difícil evaluar los resultados de la misión del experto en cuanto contribución concreta al mejoramiento de la actuación del Departamento de Materiales de Construcción y al desarrollo de la industria de tales materiales. El experto considera que los resultados podrían haber sido más positivos si al comienzo de la misión, si hubiera habido acuerdo desde un principio entre él y el personal de contraparte con respecto a los problemas o tareas concretos a que debía dedicarse. En vez de eso, se le pidió que actuara como "asesor" y que contestara consultas técnicas secundarias.

En las distintas ocasiones en que tomó la iniciativa y ofreció información al personal de categoría superior, el experto tuvo la impresión de que no se necesitaba su asesoramiento ni se podía aceptar su punto de vista. El experto considera que esta actitud impidió la libre comunicación de ideas con dicho personal.

A fin de utilizar su tiempo de maneras potencialmente más útiles tanto para el Departamento como para la industria, el experto emprendió el estudio sobre clinker y rindió informes separados sobre la industria de fabricación de ladrillos y tejas y la industria calera, como también sobre la necesidad de establecer nuevas normas para los materiales de construcción.

4.2 Evaluación de las actividades de proyecto y recomendaciones

i) El Departamento de Materiales de Construcción

El Departamento cuenta con el espacio de trabajo y el equipo pesado suficientes para satisfacer sus necesidades y las de la industria durante los próximos dos años, aproximadamente. No se debería adquirir más equipo, como el de difracción de rayos X recientemente recibido, hasta que surjan problemas industriales o el Departamento inicie programas de investigación que claramente lo exijan. Los

fondos deberían más bien aplicarse al buen mantenimiento y reparación del equipo existente (por ejemplo, cabe mencionar que no se puede utilizar el horno eléctrico grande desde hace por lo menos un año). También se cuenta con materiales como, por ejemplo, arena normativa adecuada, un cronómetro de laboratorio o cuenta-segundos, etc., que son indispensables para todos los procedimientos normales de ensayo. La Administración se debería mostrar menos reacia a adquirir el material indispensable de limpieza, como cepillos, toallas, etc., y también la madera necesaria para la construcción de anaqueles y estantes murales de exhibición, por ejemplo.

Las tareas que el Departamento debe considerar prioritarias son las siguientes: perfeccionar sus métodos normativos de ensayo, utilizar y aprovechar plenamente el equipo existente, organizar sus métodos de trabajo con miras a formar un archivo científico completo del trabajo de laboratorio para poder prestar un servicio más rápido y provechoso a los clientes. A la larga, el propio Departamento se beneficiaría recibiendo mayor número de solicitudes procedentes de la industria, si elabora normas provisionales tanto para los áridos gruesos como para la arena, los ladrillos, las tejas y la cal. Por separado se ha presentado una nota sobre las prioridades con respecto a las nuevas normas.

En el campo de la capacitación, la principal ventaja para el Instituto sería enviar al Sr. Isabelino Gamarra al exterior para que adquiriera experiencia de laboratorio, y asignarle luego mayores responsabilidades, por ejemplo, un determinado programa de trabajo.

ii) Industria

El experto preparó estudios separados sobre la situación y los problemas de la industria de fabricación de ladrillos y tejas y sobre la industria calera situada cerca de Caaguazú. En esos informes separados se sugiere la asistencia que el Instituto debía ofrecer a esas industrias.

iii) Sector público

El Gobierno puede brindar el estímulo necesario para persuadir a la industria de materiales de construcción a que haga uso de las instalaciones del Departamento de Materiales de Construcción. Una de las maneras más adecuadas de lograrlo sería que el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones insistiera en que los materiales de construcción que habrán de ser suministrados para todos los contratos del sector público, por ejemplo, para la carretera Trans-Chaco, para los desagües de aguas de lluvia en el centro de Asunción, para los edificios públicos, etc. satisficieran las condiciones impuestas por el Instituto. El Ministerio de Industria y Comercio debe considerar seriamente la forma en que podría estimular la publicación más rápida de las normas paraguayas requeridas, en primer lugar, para la fabricación de ladrillos, tejas, cal y áridos para hormigón.

Por otra parte, el experto recomienda personalmente al Gobierno que considere la posibilidad de solicitar de la ONUDI que envíe a dos

personas en misión de corta duración al Paraguay, después de más o menos un año y medio, con el fin de examinar el progreso logrado con respecto a las recomendaciones del experto y de asesorar al Gobierno sobre la manera en que se podrían resolver los problemas que aún se le planteen al Instituto y a la industria de materiales de construcción.

iv) ONU

El experto recomienda que la ONU considere favorablemente una solicitud de beca en favor del Sr. Isabelino Gamarra, a fin de que éste pueda adquirir experiencia en los métodos empleados en otros países con respecto a materiales de construcción y mecánica de suelos.

5. AGRADECIMIENTOS

El experto deja constancia de su profundo agradecimiento por la ayuda que recibió de muchas personas durante su misión. Queda muy reconocido por las atenciones y el compañerismo que encontró en el personal de contraparte encabezado por el Dr. Villalba, así como por el interés que el Dr. José Martino, Director del Instituto, mostró por su trabajo. Asimismo agradece la asistencia técnica y la amistad de sus colegas de las Naciones Unidas, el Dr. Frederick Strong y el Dr. Jorge Vedel, y el buen desempeño del personal de secretaría de la oficina de las Naciones Unidas en el INTN. Agradece de manera especial al Sr. Ian S. Hunt, Director del Proyecto de las Naciones Unidas, cuyo acertado consejo, estímulo y orientaciones fueron muy útiles para los fines de la misión.

Anexo I

UNA INVESTIGACION DE LA RESISTENCIA DEL CEMENTO PORTLAND CLINKER EN
SITUACION DE ALMACENAMIENTO A LA INTemperie EN VALLEMÍ

1. INTRODUCCION

En Noviembre del año 1972, el Dr. E. Villalba, Coordinador del Departamento de Materiales de Construcción, y Neville R. Hill, Asesor de Naciones Unidas en Materiales de Construcción visitaron la fábrica de cemento en Vallemí. Una pregunta de la administración fue la siguiente: se puede almacenar el clinker de Vallemí a la intemperie sin deterioro significativo?

Hay evidencias en Inglaterra, y también ahora en Turquía, que se puede moler el clinker después de nueve meses o más a la intemperie sin que, al parecer, se opere un cambio considerable en la calidad del cemento. Sin embargo, es probable que algunas propiedades como, por ejemplo, la granulometría del clinker, su porosidad, algunas propiedades químicas, como nivel de cal libre, condiciones locales de clima, tengan su efecto.

En vista de los ahorros potenciales de gastos al país, si la fábrica puede funcionar a ciento por ciento de su capacidad a producir una gran cantidad de reserva de clinker para uso en la construcción de la represa "Itaipú", Neville R. Hill recomendó al Dr. Villalba que sería útil llevar a cabo una investigación en el INTN.

El trabajo fue cumplido por Neville R. Hill, con la asistencia de los señores H. Montiel e I. Gamarra del Departamento de Materiales de Construcción en el INTN.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

Determinar la reducción, si hay alguna, de la resistencia del cemento portland fabricado del clinker que ha sido dejado a la intemperie o a los efectos de inmersión artificial en agua.

3. MATERIALES

3.1 Clinker. Una muestra de 40 kg de clinker fue recibida en Asunción de Vallemí el 2 de abril de 1973. Al Ing. Augustín Bavera, Jefe Químico de la fábrica, le fue solicitada una muestra extraída del interior del galpón de clinker que fuera representativa de la producción reciente.

3.2 Yeso. Una muestra de 12 Kg de yeso del tipo que se está usando en la fábrica en este momento fue enviada por el Ing. Bavera, juntamente con la muestra del clinker.

4. TRATAMIENTO DEL CLINKER EXPUESTO

4.1 Al Aire Libre. Aproximadamente 10 kg de clinker fue colocado en una caja fuera del Departamento de Materiales de Construcción desde el 8 de mayo hasta el 8 de agosto de 1973. No se tiene registro cierto de la caída pluvial sobre la muestra obtenida; sin embargo el Apéndice I muestra la precipitación, temperatura, sol y humedad que ocurrió en ese período en el Aeropuerto Internacional Presidente Stroessner, ubicado aproximadamente a 6 km al este del INTN.

4.1 (Cont.)

Por desgracia, esta muestra de clinker no es representativa de la granulometría que tiene el residuo de clinker. Sin embargo, fue posible, luego de un análisis de granulometría al final del período a la intemperie, preparar de esta manera bastante clinker de la misma granulometría de la que tiene el clinker de referencia para preparar probetas después de la molienda.

4.2 En Agua. Para la preparación de las otras muestras de clinker, la muestra original fue reducida en volumen por el método de "cono y cuarto" hasta 10 kg. Esta fue tamizada y una tercera parte del clinker de cada tamiz fue retirado y vuelto a mezclar para preparar tres muestras con la misma granulometría (ver Apéndice II). Cada muestra pesó 3250g.

Una muestra fue sumergida en agua en una bolsa plástica en el laboratorio por siete días. La segunda muestra, también en una bolsa plástica fue sumergida en agua por cinco minutos cada día por espacio de siete días. Al fin de cada período de inmersión, la muestra fue puesta a secar al aire.

La tercera muestra de clinker fue conservada en el laboratorio para utilizarla como muestra de referencia.

5. MOLIENDA DEL CLINKER

5.1 Método de Control de la Molienda. Se quiso moler cada muestra de clinker a la misma finura "Blaine" como la que tiene el típico cemento portland Tipo I de Vallemí, es decir 3500 cm²/g. No fue posible usar el aparato Blaine por que faltan muestras de referencia del cemento.(1) Entonces se decidió usar análisis de tamices utilizando los tamices ASTM números 60 (250 micron), 100 (149 micron) y 200 (74 micron).

Como indicación de la granulometría necesaria a obtener, se cuenta en el laboratorio con una muestra del cemento portland Tipo I de Vallemí, en una bolsa con marca 10/72, la que fue analizada con los tamices y dio los siguientes resultados:

		<u>%</u>
Retinado	60	0
	100	1.1
	200	16.1
Pasando	200	82.8

(1) Un pedido de muestra de referencia del National Bureau of Standards (Standard Reference Material N^o 114) fue hecho en Febrero del corriente año.

5.2 Adición de Yeso. Un análisis químico hecho por el Sr. H. Montiel indicó que el yeso contiene 29.5% SO_3 es decir 57.7% de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Se decidió hacer una adición de 6%, equivalente a una adición de 1.77% en el contenido de SO_3 en el clinker.

5.3 Molinos. Dos molinos fueron usados para moler el clinker con su yeso. El primero fue un "DECO" trituradora de mandíbula $3 \frac{1}{4}$ " x $4 \frac{1}{2}$ ". El segundo fue un 9 $\frac{1}{2}$ K "McCool Pulverizer" (pulverizador). Este tiene un regulador para variar la presión entre la plancha que gira y la plancha estacionaria, de modo que la finura de la molienda pueda ser alterada. En la preparación de las primeras cinco muestras de cemento, es decir Muestras A1, A2, B, C, y D, la posición de la regulación fue mantenida en una posición de media presión. Esto se hizo con el fin de obtener la misma finura para cada cemento y, también para ver si había diferencias en la facilidad de molienda de clinkers después de su tratamiento.

Antes de pasar los clinkers dentro de los molinos, cada molino fue limpiado para evitar la posibilidad de contaminación con materias que anteriormente hayan estado en los molinos, y los clinkers de referencia fueron pasados por cada uno de ellos.

Se debe comprender que la forma individual y la distribución de finura de partículas del cemento producidas por el "McCool Pulverizer" son improbables que sean semejantes a las que se produce en la fábrica con el molino de bolas. Sin embargo, se puede usar el "Pulverizer" en este tipo de investigación donde hay una comparación con muestras de referencia que fueron molidas en el mismo molino.

5.4 Molienda. Cada muestra de clinker, con su yeso, fue pasado una vez a través de la trituradora de mandíbula. Después, cada muestra fue pasada a través del "McCool Pulverizer". Según los tres pasos del "Pulverizer" la granulometría de cada una de las cinco muestras fue determinada por ensayo de tamiz.

Durante la molienda de los cementos A1, A2, B, C, y D, la regulación de la finura fue mantenida en la misma posición. En la preparación de la última muestra de cemento B2, más presión fue usada en el "Pulverizer" para los últimos tres pasos en un intento de obtener una finura igual a la que tienen los cementos de referencia A1 y A2.

5.5 Resultados de la Molienda. El Apéndice III muestra los ensayos de tamiz para cada clinker original como resultado de varios pasos dentro del "Pulverizer". Una comparación de los ensayos de los tres pasos siguientes indica que la muestra de referencia (A) es, sin sujeción a los efectos del agua, de una molienda más fácil que las otras.

5.5 (Cont.)

Idealmente, para obtener una comparación válida entre cada clinker, cada uno debe recibir el mismo procedimiento. Pero, es obvio que diferencia grande en granulometría causaría un aumento en la resistencia del cemento del clinker A en comparación con las otras. Entonces, una molienda adicional fue llevada a cabo, por ejemplo, hasta cinco pasos y, finalmente una media parte del Cemento D, fue molido por un total de 8 pasos hasta obtener, por fin, un residuo en el tamiz 200 casi igual al que tienen los cementos del clinker A.

6. PREPARACION Y PRUEBA DE LAS PROBETAS DE MORTERO

El método usado fue el de la Norma INTN: Anteproyecto 17:3-011 "Cemento Portland - Métodos de Determinación de la Resistencia a la Compresión y a la Flexión" pero con algunas excepciones, como ser:

- i) Arena Normal. Los 1500g necesarios para cada molde de tres compartimientos consistió en arena de San Bernardino, Paraguay, que fue tamizada en las siguientes fracciones:

Tamices ASTM

	<u>g</u>
10 - 12	75
12 - 18	125
18 - 35	500
35 - 100	500

A la arena de San Bernardino le falta materia pasada por el tamiz 100. Entonces, en lugar de 350g de 35-100 y 150g de 100-170 (como en la norma) había usado 500g de 35-100, e.g. una granulometría más gruesa.

- ii) Durante las primeras 24 horas, las probetas con sus moldes cubiertos con una tela húmeda en la sala de curado cuyas condiciones no reproducen exactamente eso de "un ambiente saturado de humedad".
- iii) Después de ser desmoldadas de las probetas, ellas fueron curadas en una pileta que se tuvo en una gran cantidad de agua no saturada de cal pero con una temperatura oscilante entre los 18°C y 22°C.
- iv) El dispositivo de compactación no tuvo base de hormigón pero fue colocado sin fijadores sobre una mesita de madera.

7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA

Estos figuran en el Apéndice IV.

Considerar los cementos en el Lote 1:

Cemento	Ret. Tamiz 200 %	Clinker
A1	7 (promedio)	Referencia.
A1	3.5	
B1	12.9	Inmersión permanente: 7 días
C1	14.4	Inmersión intermitente: 7 días
D1	13.1	En la intemperie: 3 meses

Las resistencias de los cementos B1, C1 y D1 son menores que la de los cementos de referencia. Si tomamos el promedio de A1 y A2, como resistencia de 100%, los otros tienen resistencias de los siguientes porcentajes:

		%		
		B1	C1	D1
Flexión	7 días	89	86	94
	28 días	89	89	84
Compresión	7 días	76	81	86
	28 días	98	93	86

Entonces, la muestra expuesta a la intemperie, por ejemplo, tiene resistencias hasta aproximadamente 84% de resistencia de la muestra de referencia. Pero en parte esa disminución de resistencia puede ser a causa de la más gruesa granulometría de B1, C1, y D1.

Los resultados de resistencia del Lote 2, muestran el efecto de la mayor molienda del cemento B1 al obtener un residuo en el tamiz 200 semejante al que tienen los cementos de referencia.

Si se hace una comparación de la misma manera que para el Lote 1, se obtienen los siguientes porcentajes:

		%
		B2
Flexión	7 días	115
	28 días	118
Compresión	7 días*	90
	28 días	139

*La resistencia en la compresión de los cementos de referencia no está muy evidente en los resultados.

7. (Cont.)

Entonces, la muestra de clinker afectada por el agua por espacio de 7 días puede dar una resistencia más alta de la que da el clinker de referencia. Presumiblemente, eso se deba a que la granulometría de las partículas pasadas por el tamiz 200 en la muestra B2 sean mucho más finas que la de los cementos de referencia.

Otra vez, es mejor utilizar un área específico, p.e. como se obtiene la comparación de finura por el método Blaine.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- i) Evidentemente el clinker que ha sido expuesto a la intemperie o a los efectos del agua será más difícil de moler.
- ii) Es muy probable que la resistencia de dicho cemento será menor de 84% que es el porcentaje del cemento de referencia. Resistencias iguales o mayores pueden ser obtenidas si se muele el cemento más fino.

Para evitar esos problemas, la Sede de la ONUDI recomienda que el clinker se muele con 50% de clinker fresco y caliente.

Puede ser de utilidad dar conocimiento de estos resultados a la Industria Nacional del Cemento en cuanto sea posible para su consideración.

APENDICE I

DATOS METEOROLOGICOS-AEROPUERTO INTERNACIONAL "PRESIDENTE STROESSNER"

8 de Mayo al 8 de Agosto/73 inclusive (93 días)

(Datos obtenidos por cortesía de la Dirección de Meteorología del Ministerio de Defensa Nacional, Asunción).

Temperatura (°C)

Máxima:	31.6
Promedio máximo diario:	22.3
Mínimo:	3.4
Promedio mínimo diario:	13.6

Lluvia (mm)

Total:	115.4
Días de lluvia:	23.

Humedad (%)

Máxima:	100.
Promedio máximo:	90.8
Mínima:	29.
Promedio mínimo:	59.7

NOTA: El Aeropuerto Internacional "Pte. Stroessner" se halla ubicado a una distancia aproximada de 6 kms al Este del INTN. La cantidad de lluvia caída en particular en estos dos lugares, puede ser diferente en un día determinado, pero el total durante tres meses es probablemente semejante.

APENDICE II

GRANULOMETRIA DE LOS CLINKERS ANTES DE SER MOLIDO

<u>Tamiz</u>	<u>% al peso</u>
Retenido 1"	6.5
3/4"	6.2
1/2"	12.9
5/16"	18.1
Nº . 3.5	15.8
" 6	22.0
" 8	7.6
" 12	4.4
" 16	2.1
" 30	2.3
Pasando " 30	2.1

APENDICE III

LOS RESULTADOS DE MOLIENDA

Los clinkers:

A = Referencia

B = Inmersión permanente: 7 días.

C = Inmersión intermitente: 7 días.

D = En la intemperie: 3 meses.

vest.= vestigios; dupl.= duplicado; ret.= retenido; pas.= pasando

<u>Tamiz</u>	<u>Clinker original</u>					<u>Cemento Vallemí</u>
	<u>A</u> %	<u>A(dupl)</u> %	<u>B</u> %	<u>C</u> %	<u>D</u> %	%
ret.60	0	0	0.8	0.8	0	0
ret.100	vest.	0.5	6.1	8.0	2.1	1.1
ret.200	5.3	8.7	24.4	26.0	19.4	16.1
pas.200	94.7	90.8	68.7	65.2	78.5	82.8

4 Pasos del "Pulverizer"

<u>Tamiz</u>	<u>C</u> %	<u>D</u> %
ret.100	2.2	0.5
ret.200	21.1	13.1
pas.200	76.7	86.4

5 Pasos del "Pulverizer"

<u>Tamiz</u>	<u>A</u> %	<u>B</u> %	<u>C</u> %
ret.100	0	0.5	0.5
ret.200	3.5	12.9	14.4
pas.200	96.5	86.6	85.1

APENDICE III (Cont.)

6, 7 y 8 Pasos del "Pulverizer"

<u>Tamiz</u>	<u>B</u> <u>%</u> <u>6 pasos</u>	<u>B</u> <u>%</u> <u>7 pasos</u>	<u>B</u> <u>%</u> <u>8 pasos</u>
ret.100	vest.	0	0
ret.200	8.0	5.5	4.3
pas.200	92.0	94.5	95.7

La resistencia de compresión y flexión fue probada para estos cementos:

Cemento

- A1 = Clinker A, 3 pasos del "Pulverizer"
- A2 = " A, 5 " " "
- B1 = " B, 5 " " "
- B2 = " B, 8 " " "
- C1 = " C, 5 " " "
- D1 = " D, 4 " " "

APENDICE IV

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA RESISTENCIA

LOTE 1. Preparado el 10 de Setiembre de 1973

7 días		A1	A2	B1	C1	D1
<u>Flexión P</u> (Kg)	1.	160.5	155.5	146.0	141.0	140.0
	2.	146.0	163.0	143.5	123.0	142.0
	3.	159.0	155.0	128.5	137.5	150.0
Promedio P		154.5	157.8	139.3	133.8	147.3
$F=1/4P=Kg/cm^2$		38.6	39.4	34.8	33.4	36.8

<u>Compresión P</u> (Kg)	1.	3000	3040	2450	2600	2700
	2.	2950	3000	2450	2600	2350
	3.	3050	3100	2240	2550	(2150)*
	4.	3200	3150	2240	2450	2740
	5.	3050	3050	2250	2300	2650
	6.	3000	3100	2230	2350	2690
Promedio P		3041	3073	2310	2475	2626
$P/16=Kg/cm^2$		190	192	144	154	164

* excluído (más que 10% diferencia del promedio)

28 días		A1	A2	B1	C1	D1
<u>Flexión P</u> (Kg)	1.	213.5	221.0	210.5	196.5	193.5
	2.	220.5	220.0	191.0	203.5	176.0
	3.	209.0	240.0	185.0	186.5	184.5
Promedio P		214.3	227.0	195.5	195.5	184.6
$F=1/4P=Kg/cm^2$		53.5	56.7	48.9	48.9	46.1

APENDICE IV (Cont.)

28 días		A1	A2	B1	C1	D1
<u>Compresión P</u>	1.	3680	6325	4570	3800	3700
	2.	3450	4425	4510	4240	4150
	3.	5150	4340	(3480)*	4560	3400
	4.	4600	3500	4160	4500	4000
	5.	4600	5600	4150	4440	3900
	6.	3950	3725	4400	4100	3610
<u>Promedio P</u>		(4240)*	(4652)*	4358	4273	3793
P/16=Kg/cm ²		(264)*	(290)*	272	267	237

* Puede ser usado solamente como guía porque más de dos resultados están fuera del límite de más o menos 10% de promedio.

LOTE 2. Preparado el 24 de Setiembre de 1973.

7 días		A2	B2	28 días		A1	B2
<u>Flexión P</u> (Kg)	1.	182.0	216.5	216.5	249.0		
	2.	187.0	222.5	213.0	233.5		
	3.	180.0	194.0	196.5	245.0		
<u>Promedio P</u>		183.0	211.0	205.3	242.5		
F=1/4P=Kg/cm ²		45.7	52.7	51.3	60.6		

<u>Compresión</u> (Kg)	1.	4150	3600	(4560)*	(6300)*
	2.	(3590)*	4240	4250	(4925)*
	3.	4500	3200	(3340)*	5960
	4.	(5000)*	3950	4460	5600
	5.	4350	4600	4050	5400
	6.	4850	4600	3650	5950
<u>Promedio P</u>		4462	(4031)*	4102	5722
P/16=Kg/cm ²		279	(252)*	256	357

Anexo II

LA INDUSTRIA DE CAL HIDRAULICA SITUADA CERCA DE CAAGUAZU

por
Neville R. Hill
Asesor en materiales de construcción
Noviembre de 1973

1. INTRODUCCION

En el Paraguay, el yacimiento más importante de piedra caliza se halla situado en la parte septentrional del departamento de Concepción; se explota el material en las canteras de Vallemí, Santa Elena, Itapucumí y Riso para la fabricación de cemento y cal. Dichas canteras están situadas a orillas del río Paraguay, el cual corre hacia el sur en dirección a Asunción, mediando entre esta ciudad y Vallemí una distancia de más de 300 km. Sin embargo, por el río, la distancia es mucho mayor, y para recorrerla en barco se requieren cuatro días.

Aparte del nuevo contrato para la carretera Trans-Chaco, las actividades de construcción se concentran en Asunción y sus alrededores; en la región oriental se registra un desarrollo creciente cerca de Puerto Presidente Stroessner debido a las obras hidroeléctricas de esa zona. En el Paraguay, el sector de la construcción es, con mucho, el principal usuario de cal; sin embargo, la agricultura ofrece las mayores perspectivas en cuanto a la demanda, debido a que el país necesita regular el pH de sus suelos lateríticos ácidos.

Por consiguiente, los pequeños afloramientos de piedra caliza existentes entre Coronel Oviedo y Caaguazú, a los dos lados de la Carretera 7, a una distancia de 165 km de Asunción y 158 km de Puerto Presidente Stroessner, como también en el centro de la parte oriental cultivada del Paraguay, tienen mucha mayor importancia potencial para la economía del país de lo que la precaria situación actual de la industria calera de esa zona parecería indicar.

En el presente informe, después de reseñar brevemente la situación actual de la industria calera en esa zona, se indica cómo puede utilizarse esta cal especialmente en la construcción, y se recomienda las medidas que podrían tomar tanto el Ministerio de Industria y Comercio como el INTN para aprovechar mejor el valor de esos depósitos de piedra caliza.

Un estudio geológico más detallado de los yacimientos y de la aplicación de los productos resultantes en la agricultura se encontrará en el reciente informe de la Tennessee Valley Authority, de fecha marzo de 1971, preparado por Darrel A. Russell y otros, titulado Lime, fertilizer and agricultural potential in Paraguay (La cal y sus posibilidades en la industria de fertilizantes y en la agricultura del Paraguay).

2. LAS CANTERAS, LOS HORNOS Y SUS PROPIETARIOS

El experto comprobó personalmente la existencia de tres hornos de cal en la zona, aunque, según se afirma, hay cinco en funcionamiento. En las canteras, todas muy pequeñas, la caliza silíceo, de color rosado o gris pálido, se halla dispuesta en estratos casi horizontales de dos metros de espesor máximo, yacimientos que, según el mapa geológico, al parecer pertenecen a la formación de misiones, del período triásico superior. A continuación se enumera a los productores de cal según el orden de importancia que aparentemente tenían en octubre de 1973.

2.1. Calera Cachimbo

Su propietario es Marcelo Casañas; las dos canteras y el horno se encuentran a una distancia de $\frac{1}{2}$ km al norte de la carretera, en el kilómetro 165. Según la información obtenida, en marzo de 1973 producía 15.000 kg de cal hidratada al mes. El producto se vende a varios agricultores de la zona a razón de 3 guaranes (0,024 dólares EE.UU.) el kilogramo. CORPOSANA adquiere una parte de la producción para el tratamiento de aguas. El horno consiste en un sencillo pozo vertical de ladrillo con una capacidad de 25 m^3 de piedra caliza. La hidratación de la cal viva se efectúa extendiéndola hasta que forma una capa sobre el piso de una construcción adyacente al horno y rociándola con agua. Actualmente se trocea a mano tanto la piedra caliza como la cal viva. El Sr. Casañas ha adquirido un motor pequeño para hacer funcionar una trituradora pequeña, a fin de producir piedra caliza fina para tratamiento de suelos. También proyecta la construcción de un segundo horno.

2.2. Calera Sofin

El propietario es el Sr. Segalé; el único horno, levantado hacía unos $2\frac{1}{2}$ años, está situado al norte de la carretera, más o menos a $\frac{1}{2}$ km al oeste de la Calera Cachimbo. El experto no está seguro de la procedencia de la piedra caliza utilizada en este horno. No existe ninguna cantera en las

cercanías, por lo que se deduce que el material probablemente procede de túneles cavados en los depósitos de piedra caliza situados debajo del horno. En octubre de 1973, el horno no se hallaba en funcionamiento, según se dijo, por falta de dinero.

El horno consiste en un pozo vertical de ladrillo, de unos 2 metros de diámetro interno y unos 13 metros de altura incluida la parte inferior protegida por una reja de hierro y que se utiliza para recoger las cenizas. El horno se carga en forma manual, alternando 1 m^3 de piedra caliza con 2 m^3 de leña. Según se afirma, cuando se halla en funcionamiento, la producción del horno es de 60 a 80 tambores diarios (de 200 kg cada uno), es decir, de unos 14.000 kg diarios.

2.3. Calera Caaguazú

Se halla situada en el lado sur de la carretera a la altura del kilómetro 164 $\frac{1}{2}$, y su propietario, el Sr. Floy Ortiz, dirige también su funcionamiento. El experto observó un horno de $1\frac{1}{2}$ m de diámetro interno, aproximadamente, y se dice que hay un segundo horno. La piedra caliza procede de dos pequeñas canteras, cada una de 4 x 5 m de superficie y 1 m de profundidad expuesta. El Sr. Ortiz emplea una mezcla de azufre, salitre (NaNO_3) y carbón (es decir, pólvora) como explosivo para volar la roca. Aparte de ello, aquí, como en las demás canteras la extracción se realiza enteramente a mano, empleándose carretas de bueyes para el transporte del material a los hornos.

Es posible que en esta zona haya, por lo menos, una calera más en funcionamiento cerca de la carretera, y otra a 14 km hacia el sur, en Independencia.

3. ANÁLISIS Y PROPIEDADES

El Departamento de Materiales de Construcción del INTN tiene constancia de los resultados de 11 análisis de diversas clases de piedra caliza y cal (cal viva y cal hidratada) procedentes de la zona de Caaguazú. Los datos correspondientes figuran en el Apéndice I. El Sr. Floy Ortiz posee una copia del análisis N° 8 correspondiente a la cal viva, pero el análisis indica que como muestra se utilizó una piedra caliza poco cocida o una cal viva que había sido expuesta a la intemperie y que había absorbido agua y anhídrido carbónico. Se habían efectuado ensayos de resistencia a la compresión utilizando un mortero, en proporción de 1:3 de esa cal y arena. Los resultados fueron de 6 kg/cm^2 en 7 días y de 13 kg/cm^2 en 28 días, lo cual confirmó que la piedra caliza de Caaguazú produce una cal hidráulica o semihidráulica.

Esto quiere decir que la piedra caliza contiene algo de sílice, como también indicios de alúmina y hierro, de manera que la calcinación produce una pequeña cantidad de silicatos cálcicos cementosos, como ocurre en el cemento portland. El color no es tan blanco como el de la cal procedente de piedras calizas con alto contenido de carbonato cálcico.

En el Apéndice II constan las principales especificaciones químicas y físicas de las normas norteamericana (ASTM) y británica (B.S.) para las cales hidráulicas. (La norma B.S. se aplica a la "cal semihidráulica", ya que la cal eminentemente hidráulica ya no se produce en el Reino Unido.) Según la opinión del experto, y teniendo en cuenta los análisis químicos de la piedra caliza de Caaguazú, no sería factible fabricar un producto que cumpliera las condiciones de resistencia requeridas por la norma ASTM C147-67, y sería más exacto describir el material debidamente calcinado como una cal "semihidráulica". Convendría calcinar muestras de la piedra caliza en el laboratorio para así obtener un producto fresco que pudiera examinarse con el fin de determinar el grado de hidraulicidad del producto por los métodos ASTM, B.S. o IRAM.

4. APLICACIONES

Se sabe que actualmente se utiliza la cal para el tratamiento de aguas y también como agente regulador de suelos, principalmente con el fin de aumentar el pH de éstos. A pesar de que por lo menos uno de los propietarios de caleras afirmó que su producto contenía fosfato y, por lo tanto, actuaba como fertilizante, el informe de la Tennessee Valley Authority (Darrel Russell, etc.) indica que los ensayos para averiguar el contenido de P_2O_5 fueron positivos únicamente en las capas media e inferior de la piedra caliza, y que en la actualidad probablemente se viene explotando tan sólo la capa superior.

La cal hidratada semihidráulica, debidamente elaborada, se presta muy bien para la edificación, la preparación de mortero para construcción de ladrillos y para enlucidos y revoques. Sin embargo, si se hidrata la cal viva semihidráulica con un exceso de agua y se le permite madurar por varios días, se destruirá en gran parte su hidraulicidad, aunque bien pueden mejorar sus propiedades utilizables. Es posible emplearla en la misma forma que la cal viva corriente, es decir, hidratándola en una calera y mezclándola con cemento

y arena para obtener mortero, o molerla finamente, hidratarla ligeramente para convertir el CaO en Ca(OH)_2 y utilizarla como sustituto de la cal ordinaria, y en parte del cemento, en los morteros de cemento, cal y arena.

Es necesario efectuar pruebas en obra y ensayos de laboratorio para comprobar qué proporciones de cemento y cal ordinaria pueden ser sustituidas por la cal hidráulica en una mezcla de mortero para obtener un material de igual resistencia y de condiciones adecuadas de aplicación.

5. PROBLEMAS

Después de sostener conversaciones con tres de los productores de cal establecidos cerca de Caaguazú, el experto recogió la impresión de que el principal problema que enfrentaban era la mala publicidad de que ha sido objeto su producto. Según se informó, los fabricantes de cal que elaboran la calina de Vallemití habían criticado la calidad de la cal de Caaguazú, afirmando que ésta no era blanca, etc. Una crítica semejante, especialmente si procede de la Industria Nacional del Cemento, la mayor empresa productora de cal blanca, tendría gran influencia sobre el gran número de posibles pequeños usuarios de cal en la zona oriental del Paraguay.

Las otras dificultades con que se enfrenta la industria son la falta de capital y el tener que utilizar los escarpados y poco adecuados senderos de acceso que van desde la carretera hasta los hornos y las canteras. Por lo demás, la ubicación de esta industria, en la principal carretera que recorre de este a oeste la parte oriental del Paraguay, dice mucho en su favor.

6. RECOMENDACIONES DE ASISTENCIA A LA INDUSTRIA

A juicio del experto, el aumento más rápido posible de la producción y venta de cal en Caaguazú reportaría buenos beneficios a la economía nacional. Como primera medida, el Ministerio de Industria y Comercio podría organizar una reunión de los productores de la zona, y de otras partes interesadas, con miras a formar una asociación de productores de cal hidráulica y, de ser factible, organizar la comercialización de los productos sobre una base cooperativa.

Es preciso que el INTN les preste asistencia técnica, para lo cual el Ministerio podría considerar la posibilidad de conceder una subvención especial al Instituto a fin de que éste pueda llevar a cabo la labor siguiente:

- i) Calcinar una muestra representativa de la piedra caliza de Caaguazú en el laboratorio, triturar la cal viva, hidratarla ligeramente y reducirla a un grado de finura como se indica en el Apéndice II. Luego, determinar su resistencia hidráulica aplicando uno de los métodos normales, por ejemplo, IRAM, ASTM o B.S.
- ii) Efectuar ensayos comparativos para determinar los valores relativos de resistencia a la compresión y las propiedades de aglomeración (es decir, adhesión) de una mezcla de mortero hecha con cemento, cal "blanca" ordinaria y arena, y de otra en que se sustituya parte del cemento y toda la cal con cal hidráulica.
- iii) Tomar muestras representativas de la producción actual en Caaguazú, asesorar a los productores con respecto a la calidad de sus productos en relación con las especificaciones normales (IRAM, ASTM, etc.), y, en caso necesario, sugerir la forma de mejorar el producto. Emitir certificados de que los productos cumplen los requisitos técnicos impuestos por el INTN.
- iv) Elaborar normas nacionales paraguayas para la cal hidráulica y/o la semihidráulica, como también para la cal "blanca".
- v) Preparar una breve guía sobre las propiedades de la cal hidráulica y la forma de emplearla, sobre todo en la edificación, pero también en el tratamiento de suelos, etc. Esta información debía ponerse a disposición de productores, arquitectos, contratistas, autoridades municipales y comerciantes de materiales de construcción.

Apéndice I

ANÁLISIS QUÍMICOS

Análisis Nº	PIEDRA CALIZA			CAL VIVA			CAL HIDRATADA			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂ (Total)	11,02	10,37	66,54	3,84	10,58	11,80	17,76	15,83	4,06	11,19
Al ₂ O ₃	1,20	0,93	2,64	0,70	0,62	0,69	1,16	1,08	1,31	3,44
Fe ₂ O ₃			1,04	0,32	0,32	0,32		0,62	0,32	0,48
CaO	46,73	47,6	15,51	52,20	49,95	48,65	78,77	68,25	65,46	65,62
MgO	2,26	2,66	ind.	0,35	1,02	0,31	0,69	0,6	2,12	0,59
* L.O.I.	38,76	38,36	13,86	41,84	38,51	38,12	0,87	13,6	25,63	18,49

* Loss-on ignition (pérdida en el encendido)

ind. = indicios

Descripción de las muestras

1. Piedra caliza, departamento de Caaguazú, Sr. Casañas. 23.V.72. INTN.
2. Piedra caliza de Caaguazú. 22.VI.70. INTN.
3. Piedra caliza, Caaguazú Nº 1. Cerca de la carretera. Ricciardi. 10.XI.69. INTN.
4. Piedra caliza, Caaguazú Nº 2. Cerca del rfo. 10.XI.69. INTN.
5. Piedra caliza, Caaguazú Nº 3. (M.H.L.) 12.IV.70.
6. Piedra caliza, Caaguazú Nº 2. 16.IV.70. INTN.
7. Cal viva, Lucfa, Caaguazú. Junio de 1970. INTN.
8. Cal viva, Caaguazú (Calera Caaguazú). 5.VIII.70. INTN.
9. Cal hidratada, departamento de Caaguazú. Sr. Casañas. 22.V.70. INTN.
10. Cal. Caaguazú. 10.IV.70. INTN.

Anexo III

ALGUNOS PROBLEMAS PROPIOS DE LA INDUSTRIA DE FABRICACION DE
LADRILLOS Y TEJAS EN EL PARAGUAY

por

Neville R. Hill

Asesor en materiales de construcción

1. INTRODUCCION

El experto, durante su misión, pudo percatarse personalmente de la situación en que se hallaba la industria cerámica, al efectuar visitas a fábricas situadas en muchas partes del país, en compañía del personal del Departamento de Materiales de Construcción de INTN.

Se efectuaron visitas a las zonas siguientes:

<u>Asunción y sus alrededores</u>	Asunción Cerámica Paraguaya Villeta Hellmers Chaco-f Tobatí Cerámica Victoria Cabrizza Knoop Ypacaraí Cerámica Santa Teresa
<u>Parte central de la región oriental del Paraguay</u>	Villarrica Caazapá San Juan Nepomuceno
<u>Frontera oriental</u>	Puerto Presidente Stroessner. CAPPS
<u>Noreste</u>	Pedro Juan Caballero
<u>Sur</u>	Encarnación. Schmid Muller Cooperativa Virgen del Rosario Ltda. etc.
<u>Departamento de Concepción</u>	Concepción. San antonio, etc.

No se visitaron las zonas del Pilar y del Chaco en donde existen, según se afirma, unas pocas fábricas en Filadelfia y en la Colonia Menonita.

El experto sabe que hay 12 fábricas con equipo motorizado, siendo las más grandes la Hellmers y la Cerámica Paraguaya. Probablemente un 75% de la producción nacional de ladrillos y tejas procede de los 1.000 a 2.000 pequeños establecimientos no mecanizados, que suelen emplear de dos a cinco personas.

2. PRINCIPALES PROBLEMAS OBSERVADOS POR EL EXPERTO

Los problemas comunes a todas las fábricas son, en primer lugar, la falta de normas nacionales que rijan la calidad, el tamaño y los métodos de ensayo para la fabricación de ladrillos, tejas y baldosas, y, en segundo, las roturas que se producen en la fábrica y durante el transporte del material. Además, las pequeñas fábricas de ladrillos de funcionamiento manual sufren las consecuencias de un secado lento en secaderos inadecuados y de una preparación insuficiente de la materia prima.

2.1 Normalización.

No existen especificaciones de calidad para ladrillos, tejas o baldosas de manera que sea posible clasificarlos, por ejemplo, en ladrillos resistentes prensados a máquina, ladrillos de paramento o revestimiento y ladrillos comunes. Los propios fabricantes suelen clasificar sus productos en tres clases, según su aspecto, es decir, teniendo en cuenta la ausencia de grietas y la uniformidad del color.

Según la opinión del experto, el Departamento de Materiales de Construcción del IMPN ha efectuado un número suficiente de pruebas -tanto en sus propias investigaciones como al examinar las muestras presentadas por los clientes- como para saber qué cualidades pueden generalmente exigirse de los productos cerámicos fabricados en el Paraguay. Lo dicho se aplica de modo especial al ladrillo de tamaño corriente, gracias a las mediciones hechas durante la reciente encuesta realizada en la industria de los materiales de construcción. El ladrillo que más se fabrica en el Paraguay mide aproximadamente 26 x 13 x 5 cm, aunque existen variaciones regionales. En Pedro Juan Caballero, los ladrillos son más pequeños, siendo sus dimensiones de 24 x 11½ x 4½ a 5 cm; mientras que en Villarrica, sus dimensiones son mayores, a saber, 27½ x 13 x 5 cm.

El experto recomienda que se estimule a los productores a que fabriquen un ladrillo de mayor espesor, es decir, de 6 cm, y sugiere al Comité de Normas que, como tamaño de un ladrillo nacional, considere las dimensiones de 27 x 13 x 6 cm. Hellmers S.A. ha introducido ya un ladrillo (perforado) de 6 cm, que se aproxima a las dimensiones de 250 x 125 x 60 mm especificadas por la norma alemana DIN. Los ladrillos de 6 cm de espesor tendrían la ventaja de que en las obras se podría reducir la mano de obra y los materiales empleados, y que disminuiría el porcentaje de rotura en las operaciones de manutención.

Es preciso establecer especificaciones para otros dos parámetros importantes, a saber, higroscopicidad o capacidad de absorción de agua y resistencia a la compresión; el Departamento cuenta ciertamente con datos suficientes para fijar los límites máximos del coeficiente higroscópico y los límites mínimos de resistencia a la compresión, por ejemplo, para tres calidades de ladrillos. Por falta de tiempo, el experto, tanto en el caso del ladrillo como en el de la teja, no pudo estudiar los datos disponibles en el Paraguay para establecer dichas especificaciones ni tampoco formular recomendaciones.

El Instituto podría preparar ahora un proyecto de especificación y hacerlo circular entre los fabricantes, arquitectos, contratistas y las autoridades civiles con miras a obtener sus observaciones.

2.2 Rotura

En una pila de ladrillos entregados al Instituto para la construcción de una planta piloto para el Departamento de Alimentos, el experto encontró que de los 96 ladrillos colocados en la fila superior, 18 se hallaban partidos por el medio. Aunque la muestra no es adecuada desde el punto de vista estadístico, sí es más o menos representativa de lo que suele suceder. Generalmente, la rotura es provocada por grietas debidas a la contracción o por la presencia de una piedra. Según la opinión del experto, el escaso grosor de los ladrillos, en relación a su longitud y anchura, hace que éstos sean demasiado débiles para resistir a las operaciones de manutención y transporte del material por caminos de superficies irregulares. Convendría recomendar a los fabricantes que produjeran ladrillos de un grosor mínimo de 6 cm.

También en la fábrica ocurren pérdidas por rotura. Una de las compañías más grandes tiene un índice de rotura del 20%, el cual, según se asegura, ha ascendido hasta el 60% en ciertas ocasiones.

2.3 Secado

Unicamente las fábricas Hellmers y Cerámica Paraguaya tienen secadores artificiales y utilizan el calor sobrante de sus hornos de cocción continua. En CAPPS, se hallaba en construcción una cámara de secado que aplicaría, por turnos, el calor procedente de cada uno de sus cuatro hornos discontinuos. Las fábricas de tamaño mediano utilizan bandejas de madera para transportar los ladrillos y colocarlos en estantes de madera en sus respectivos cobertizos de secado. En los establecimientos peor equipados, se apilan tejas y ladrillos en los pisos de tierra del cobertizo de secado, o, a falta de éste, se dejan a la intemperie. En este último caso, cuando ocurre una lluvia torrencial, la producción se pierde completamente.

El tiempo de secado varía según la ubicación geográfica y la estación del año. En Tobatí y en otras localidades cercanas a Asunción, los pequeños establecimientos logran secar sus productos hasta en cinco días de exposición al sol. Más hacia el sur, en Encarnación, las lluvias son más frecuentes y las temperaturas más bajas. Allí, el secado en cobertizos dura de 15 días en el verano hasta dos meses en el invierno, según la información proporcionada por uno de los miembros de la Cooperativa Virgen del Rosario Ltda.

Esto quiere decir que los cobertizos de secado suelen estar llenos y que sólo se puede encender el horno -que representa quizá una tercera parte del valor de la inversión de un establecimiento pequeño- una vez al mes, permaneciendo por tanto los operarios inactivos durante muchos días.

El cobertizo corriente para secado suele tener un techo de teja o de paja que desciende hasta más o menos un metro del suelo. Los hastiales quedan completamente abiertos para permitir el paso del aire a lo largo del cobertizo. A veces también se dejan abiertos los lados. En Encarnación, los lados son más altos y tienen "puertas" de madera o de paja que pueden subirse o bajarse para aumentar o disminuir la corriente que pasa por el cobertizo.

Las principales desventajas del secado natural son las siguientes:
i) es lento y ii) los ladrillos y tejas se secan en forma desigual -a menos que la dirección del viento cambie con frecuencia- y tienden a agrietarse. En Pedro Juan Caballero, según indicó uno de los propietarios, cuando sopla un viento caliente del norte a lo largo del cobertizo, el secado puede ser demasiado rápido y poco uniforme.

Lo ideal sería que las fábricas equipadas con un solo horno y que, por lo tanto, no pueden emplear el método de secado artificial continuo, pudieran adoptar un sistema que permitiera el control de la corriente de aire y la rotación de los productos para lograr un secado uniforme. Esto se podría conseguir con un cobertizo de paredes laterales altas, como en Encarnación, con portezuelas levantables y un sistema sencillo de estantes de madera que pudieran girar en un ángulo de 180° o de 360°. A juicio del experto, el Departamento de Materiales de Construcción está en condiciones de preparar el diseño de un cobertizo de secado como el descrito y de una mezcladora y horno adecuados, señalando dimensiones y costos, incluidos los de funcionamiento, modelo que el INTN podría recomendar para un establecimiento que produjera de 50.000 a 100.000 ladrillos por mes.

2.4 Preparación de la materia prima

Pocas arcillas o tierras para fabricar ladrillos son enteramente homogéneas. En ciertos lugares, por ejemplo, en Villarrica, la materia prima tiene un alto grado de uniformidad y una excelente granulometría para la fabricación de ladrillos, y el tradicional "amasadero con buey" es suficiente para batir la arcilla. Sin embargo, en la mayoría de casos, esta sencilla amasadora de arcilla con eje vertical no es suficiente para mezclar completamente el material. Se requiere una etapa adicional de preparación, como la de laminación, en que se utilice, por ejemplo, una laminadora de doble rodillo con una mezcladora de tornillo de dos ejes verticales, método utilizado, en efecto, por las fábricas grandes y de tamaño medio. Ahora bien, este equipo es accionado a motor; pero a las fábricas pequeñas les resulta difícil convertir la fuerza animal (de caballo o buey) en energía capaz de accionar un eje horizontal. Además, la energía requerida es probablemente mayor de la que puedan generar los animales.

Se espera que, una vez terminada la planta hidroeléctrica de Itaipú, la energía eléctrica sea lo suficientemente barata para que la puedan utilizar las fábricas de ladrillo pequeñas. En vista de que no se podrá disponer de esa energía eléctrica antes de varios años, será preciso considerar otras formas de energía motriz, como el viento (la superficie del Paraguay es generalmente plana y siempre suele soplar alguna brisa), para accionar pequeñas amasadoras de arcilla en las fábricas de ladrillo.

2.5 CAPPS

La Cerámica-Administración Puerto Presidente Stroessner, situada cerca de la frontera con el Brasil, comenzó a producir hacia fines de 1972. El experto, acompañado del Dr. Villalba, Coordinador del Departamento de Materiales de Construcción, visitó la fábrica en mayo de 1973.

A pesar de que se utilizaban tres fuentes locales de arcilla o de tierras para ladrillos, el agrietamiento de los ladrillos extruidos planteaba evidentemente un gran problema, tanto durante el secado como en el horno. Según se supo, no se solicitó asesoramiento técnico antes de construir la fábrica con respecto a la idoneidad de la arcilla local para la producción de ladrillos y tejas. El basalto de Serra Geral que cubre esta parte del Paraguay da lugar a la formación de un terreno arcilloso de grano finísimo. Este material es de gran plasticidad pero difícil de secar en forma rápida y tiene un alto grado de contracción por desecación. La solución a este problema consiste, o bien en traer buena arcilla de sitios alejados, por ejemplo, Villarrica (lo que por la distancia resultaría antieconómico), o bien añadir arena o sedimentos silíceos finos. Quizá se podría encontrar estas sustancias en las orillas del vecino río Paraná.

A juicio del experto, CAPPS, para solucionar este problema, debía solicitar y utilizar la experiencia y los servicios disponibles en el Departamento de Materiales de Construcción, lo cual contribuiría mucho al desarrollo satisfactorio de esta parte del Paraguay.

3. RECOMENDACIONES

1. El INTN podría organizar una reunión del Comité de Normas para ladrillos con miras a proponer un tamaño uniforme para el ladrillo nacional. Las dimensiones podrían ser de 270 x 130 x 60 mm, con una tolerancia relativamente liberal en los comienzos hasta que se adquiriera mayor experiencia en el control de las dimensiones.
2. El Departamento de Materiales de Construcción podría preparar un proyecto de especificaciones con respecto a la calidad de ladrillos y tejas, incluidos el coeficiente higroscópico y la resistencia a la compresión, proyecto que se enviaría a todas las organizaciones interesadas para obtener sus observaciones.
3. La rotura de ladrillos se reduciría si se adoptara un mayor grosor, esto es, de 6 en lugar de 5 cm.
4. El Departamento puede preparar un diseño óptimo para la construcción de un cobertizo de secado, que permitiera el mayor control posible

sobre la corriente de aire que pasa por el cobertizo y que ofreciera un sistema sencillo para la rotación de los productos a intervalos de tiempo, obteniéndose así un secado uniforme y rápido sin que se presentasen agrietamientos.

Además, el Departamento podría elaborar diseños óptimos de mezcladoras, motores, hornos, etc., un plano de distribución general y costos de construcción y de funcionamiento correspondientes a una fábrica de ladrillos normal, con una producción mensual de 50.000 a 100.000 unidades. Esta información sería sumamente útil para muchas de las personas actualmente interesadas en establecer fábricas de productos cerámicos.

5. El Ministerio de Industria y Comercio podría recomendar a la Cerámica-Administración Puerto Presidente Stroessner que utilizara la experiencia y los servicios del Departamento de Materiales de Construcción del INTN a fin de resolver el problema del agrietamiento de los ladrillos producidos, problema que se debe a la utilización de materia prima inadecuada.

Anexo IV

PRIORIDADES PARA LA NORMALIZACION EN EL SECTOR DE LOS
MATERIALES DE CONSTRUCCION EN EL PARAGUAY

por
Neville R. Hill
Asesor en materiales de construcción
noviembre de 1973

1. INTRODUCCION

Hasta noviembre de 1973, el INTPN habia emitido 23 normas paraguayas directamente relacionadas con los materiales de construcción. En el Apéndice I figura una lista de los títulos correspondientes. De ellas, 13 se refieren al cemento y a su ensayo, 7 a las tuberías de material vítreo y a las instalaciones de desagüe y descarga sanitaria para uso doméstico, 2 a hormigones y morteros (definiciones y proporción de agua) y 1 a ladrillos de cerámica (definiciones).

Durante su misión de un año en el Paraguay, el experto comprobó repetidas veces que el problema principal con que se enfrentaba una determinada rama de la industria era la falta de normas nacionales que pudieran servir de guía a los fabricantes de los productos y a sus clientes. En este breve informe, el experto recomienda un orden de prioridades con respecto a aquellas nuevas normas nacionales para los materiales de construcción, que se necesitan con mayor urgencia.

2. LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA

En el caso de los ladrillos para la construcción, se requieren principalmente especificaciones referentes al tamaño (con tolerancias dimensionales) y a la resistencia a la compresión. En general, los ladrillos suelen clasificarse por clases, es decir por calidades, de conformidad con la correspondiente resistencia media a la compresión.

En el Paraguay, el tamaño de los ladrillos de arcilla varía mucho. Los que se producen en Pedro Juan Caballero suelen ser pequeños, es decir, de 240 x 115 x 50 mm, en tanto que los de Villarrica son de mayor tamaño, 270 x 130 x 50 mm. Uno de los grandes fabricantes, de tendencia progresista, ha introducido un ladrillo perforado cuyas dimensiones 250 x 122 x 60 mm, se ajustan a la norma alemana DIN. La comercialización de este ladrillo de mayor espesor, 6 cm, no ha tenido éxito.

esperado, pues los clientes no se han dado cuenta del posible ahorro que la utilización de un ladrillo de mayor espesor representaría en tiempo y materiales de construcción.

Tanto los arquitectos como los contratistas se beneficiarían si se pudiera adoptar un tamaño uniforme nacional para la fabricación de ladrillos. El experto sugiere que el Comité de Normas considere las dimensiones 270 x 130 x 60 mm como tamaño uniforme. Sin embargo, es posible que los arquitectos prefieran un tamaño modular con un formato de, por ejemplo, 300 x 100 x 100 mm, lo cual, con una junta de mortero de 10 mm, representaría un ladrillo de 290 x 90 x 90 mm.

Al comienzo, las tolerancias dimensionales deberían ser relativamente libres hasta que los productores, especialmente los de industrias pequeñas, hubieran acumulado experiencia sobre la forma de regular las dimensiones dentro de límites de ± 2 mm, por ejemplo.

En lo que respecta a la resistencia a la compresión, el experto no ha podido dedicar tiempo a analizar los resultados disponibles en el Departamento de Materiales de Construcción, pero considera que la información de que ya dispone el INTN es suficiente para proponer, por ejemplo, tres calidades de ladrillo de arcilla. Estas podrían ser las siguientes:

- Clase I por lo menos de 50 kg/cm²
- Clase II por lo menos de 100 kg/cm²
- Clase III por lo menos de 300 kg/cm²

El INTN podría examinar cuidadosamente los diversos niveles de resistencia existentes y enviar sin demora sus propuestas al sector industrial para que los fabricantes formularan observaciones al respecto.

Para la fabricación de tejas se requeriría el coeficiente higroscópico máximo. También en este caso el Departamento ha de contar en la actualidad, por los resultados de las pruebas realizadas, con los conocimientos suficientes para proponer un límite higroscópico a la industria.

El INTN podría proponer dimensiones uniformes para la producción de la teja plana "francesa", que actualmente se fabrica en Encarnación, antes de que su producción se extienda a otras zonas.

3. CAL, PIEDRA Y CAL SEMIHIDRÁULICA

El contrato para la construcción de la carretera Trans-Chaco constituirá, durante los próximos dos años por lo menos, el mayor mercado para la industria de la cal. Se aplicarán las especificaciones correspondientes a la norma argentina IRAM 1676. No le ha sido posible al experto examinar las especificaciones requeridas por esta norma; pero, si son similares a las de las normas ASTM y B.S., la norma argentina indicará un nivel mínimo de contenido de CaO (o posiblemente CaO + MgO) y un máximo de anhídrido carbónico (CO₂), y una especificación referente a la finura expresada como porcentajes mínimos retenidos en diversos cedazos cuya gama de malla se extienda desde 600 a 75 micrómetros. Además, puede exigirse una prueba de reactividad de la cal viva basada en la elevación de la temperatura obtenida cuando se añade una cantidad fija de cal viva a un volumen de agua en un vaso Dewar.

En el Paraguay, la cal se fabrica en su mayor parte a base de piedra caliza con alto contenido de carbonato cálcico (Vallemí); sin embargo, en vista de que cerca de Caaguazú hay cierta producción de cal semihidráulica, el experto recomendó que se prestara asistencia a los fabricantes de este tipo de cal con mira a aumentar su producción y conseguir más salida para su producto en la agricultura y en la construcción. Además de las especificaciones mencionadas, la cal semihidráulica ha de contener por lo menos un 5% de sílice soluble y ha de pasar satisfactoriamente una prueba de resistencia hidráulica, ya sea de resistencia a la compresión o a la tensión de rotura, cuando se le da la forma de cubos o prismas de mortero con arena normalizada. El experto recomienda que el INTN realice pruebas adicionales para determinar con certeza los límites de resistencia hidráulica a que puede llegar la cal de Caaguazú.

4. ÁRIDOS

Las principales especificaciones para los áridos gruesos son: granulometría, ausencia de materiales perjudiciales como arcilla, materia orgánica, etc., y una prueba de resistencia mecánica, como trituración del árido con una carga real y medición del porcentaje de material fino producido. Esta prueba puede efectuarse utilizando una pequeña prensa Forney y un receptáculo fuerte de acero para el árido. De otra manera, se puede utilizar también el abrasímetro "Los Angeles".

Los áridos finos de hormigón y la arena para mortero y enlucidos, etc., deben clasificarse en cuatro grupos distintos, de más grueso a más fino. Además, se podrían efectuar pruebas sencillas para averiguar el contenido de arcilla y de materia orgánica, las cuales el comprador podría llevar a cabo fácilmente por sí mismo en la obra.

5. CONCLUSION

Durante los 12 meses que duró la misión del experto en el Paraguay, el Comité de Normas para materiales de construcción celebró una reunión, que estuvo dedicada a cemento portland. El experto recomienda que el Ministerio de Industria y Comercio considere qué incentivos de tipo financiero podrían ofrecerse a representantes de la industria de materiales de construcción, arquitectos, universidades, contratistas, como también al INTP, con el fin de lograr un progreso más rápido en la formulación y publicación de un mayor número de normas nacionales. Actualmente, muchas personas no están dispuestas a emplear parte de su tiempo libre en reuniones de esta naturaleza sin que se reconozca su trabajo mediante el pago de un honorario profesional. El experto comparte el sentir de esas personas, y cree que esto es una de las causas principales de la relativa lentitud del progreso logrado durante el año pasado.

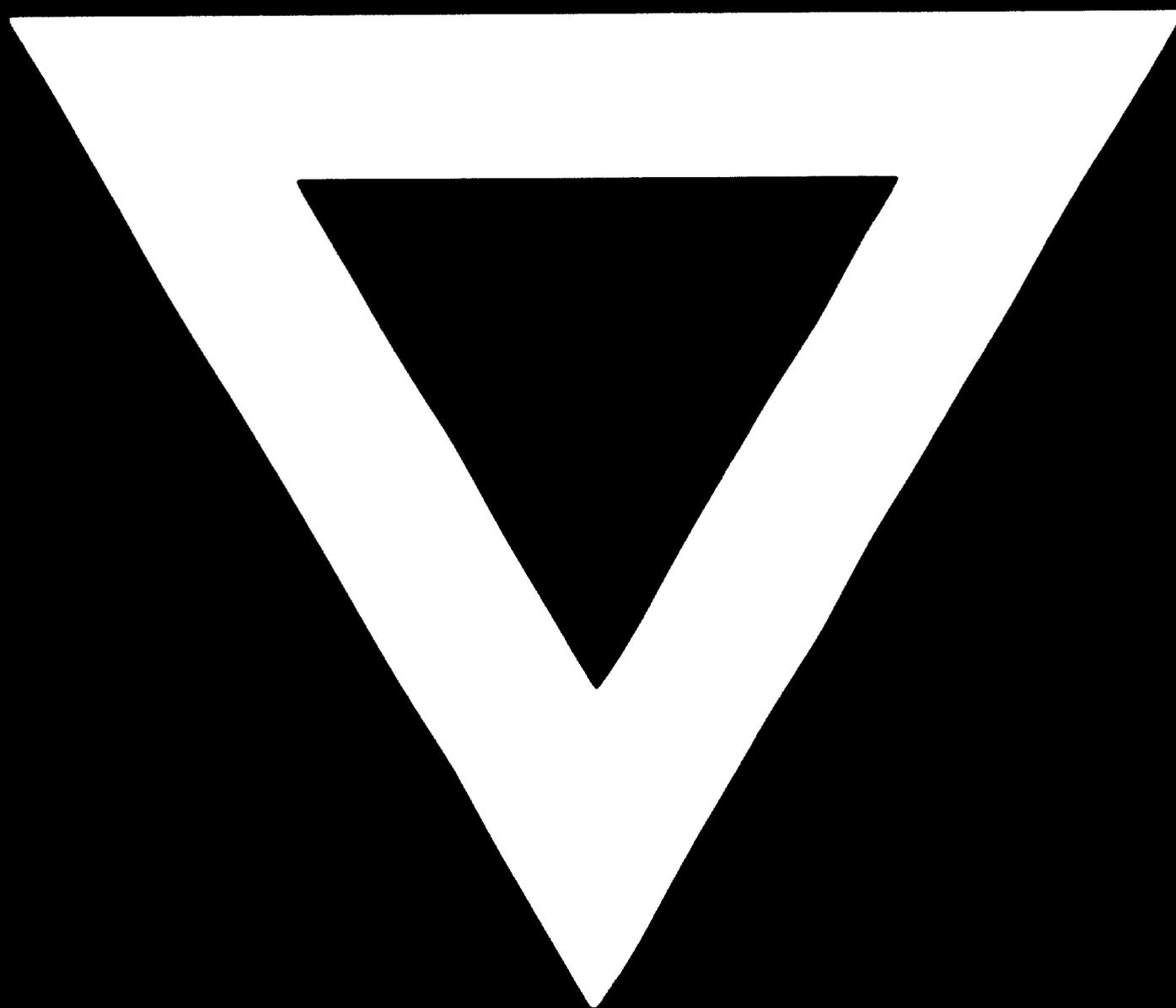
Apéndice I

NORMAS PARAGUAYAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCION,
NOVIEMBRE DE 1973

- N.P. N° 44. Instalaciones domésticas de desagües sanitarios.
45. Tuberia vítrea. Especificaciones.
46. Cementos hidráulicos. Definiciones y nomenclatura.
47. Cementos. Muestreo.
48. Cementos. Análisis químicos.
49. Cemento portland. Método de determinación de la consistencia normal.
50. Cemento portland. Determinación del tiempo de fraguado.
51. Cemento portland. Método de prueba de finura mediante la determinación de la superficie específica por permeabilidad al aire (Blaine).
52. Cemento. Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad del volumen.
53. Cemento. Método de ensayo para determinar la gravedad específica del cemento hidráulico.
54. Cemento. Calor de hidratación del cemento portland.
55. Cemento. Determinación de la finura de la molienda de los aglomerantes hidráulicos.
56. Cedazos de ensayo.
57. Tuberias vítreas. Método de determinación de la resistencia a la compresión diametral.
58. Tuberia vítrea. Prueba de ensayo de permeabilidad y presión interna.
59. Tuberia vítrea. Pruebas de absorción.
60. Tuberia vítrea. Pruebas de pérdida de peso por acción de los ácidos.
66. Cemento. Métodos para determinar la resistencia a la compresión y a la flexión.
67. Morteros y hormigones. Definiciones.
68. Instalaciones domésticas para agua potable.
69. Agua para morteros y hormigones.
70. Cemento portland normal o tipo I.
104. Ladrillos de cerámica. Definiciones.

NRH:mogm.

C-698



78.12.08