

# MANUAL TÉCNICO

PROCESOS PRODUCTIVOS  
Y USO DE EQUIPOS PARA  
LA PRODUCCIÓN LOCAL  
DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

RECONSTRUYENDO  
**MEJOR**  
CON CAPACIDADES LOCALES  
Santiago de Cuba



FEDERACION DE RUSIA



PIN  
UD

50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones





# MANUAL TÉCNICO

PROCESOS PRODUCTIVOS Y USO DE EQUIPOS  
PARA LA PRODUCCIÓN LOCAL DE MATERIALES  
DE CONSTRUCCIÓN

**Dr. Ing. Antonio C. Rabilero Bouza**

INVESTIGADOR TITULAR Y PROFESOR TITULAR  
DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE



Recuperación de viviendas en Santiago de Cuba  
tras el impacto del huracán Sandy



FEDERACIÓN DE RUSIA



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones

Los puntos de vista que se expresan en esta publicación son del autor, y no reflejan necesariamente las opiniones de las Naciones Unidas o del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

#### **EQUIPO COORDINADOR DEL PNUD**

ROSENDO MESÍAS, MAYDELIS GÓMEZ, ELVILAYNE VIDAL,  
LILIANA PINO, JESÚS GONZÁLEZ

#### **EQUIPO COORDINADOR SANTIAGO DE CUBA**

ELVIO CRESPO, PEDRO SUÁREZ, ALBERTO HERNÁNDEZ,  
VIVIAN FUENTES, EULALIA CASTILLO

#### **EQUIPO COORDINADOR NIVEL NACIONAL**

TOMÁS VÁZQUEZ, AIDA CABRERA

#### **DISEÑO GRÁFICO:**

GEORDANYS GONZÁLEZ O'CONNOR

JUNIO DE 2016

# RECONSTRUYENDO MEJOR CON CAPACIDADES LOCALES

Recuperación de viviendas en Santiago de Cuba  
tras el impacto del huracán Sandy



FEDERACIÓN DE RUSIA



Al servicio de las personas y las naciones

50  
AÑOS





## 7 INTRODUCCIÓN

### 9 LOS CEMENTOS DISPONIBLES EN CUBA

- |    |   |
|----|---|
| 9  | 1. Cementos Portland (P)                |
| 10 | 2. Cementos con Adiciones Activas       |
| 10 | 2.1. Cementos Portland Puzolánicos (PP) |
| 11 | 2.2. Cemento Puzolánico PZ-250          |
| 11 | 3. Cementos Blancos                     |
| 12 | 4. Cemento de Albañilería CA-160        |
| 13 | La hidratación de los cementos          |

### 19 LAS RESISTENCIAS DE LOS HORMIGONES

### 23 PROCESOS PRODUCTIVOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- |    |                             |
|----|-----------------------------|
| 23 | Bloques de hormigón         |
| 24 | Losas de pisos              |
| 25 | Losa canal                  |
| 26 | Plaquetas                   |
| 27 | Losas hidráulicas           |
| 28 | Cerámica roja               |
| 29 | Preparación de las arcillas |
| 30 | La producción de ladrillos  |
| 32 | La producción de tejas      |

### INSTRUCTIVOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- |    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 34 | Prensa hidráulica FORMEC (Italia) |
| 36 | Prensa de bolas                   |
| 38 | Prensa de tejas francesas         |
| 39 | Bloquera JOPER                    |
| 40 | Bloquera Vibracomp                |
| 42 | Bloquera China                    |
| 44 | Molino de bolas                   |
| 46 | Hormigonera TECH 300              |
| 48 | Hormigonera planetaria MP500      |
| 50 | Mezcladora en seco F-200          |
| 52 | Triturador (molino) de mandíbulas |
| 54 | Triturador (molino) de martillos  |



“Apoyo a la recuperación de viviendas en forma resiliente y sostenible en la provincia de Santiago de Cuba tras el impacto del huracán Sandy”, es un proyecto de cooperación que sobresale en la fase de reconstrucción en la que se encuentra este territorio oriental. Con fondos de la Federación de Rusia e implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), esta iniciativa ha tenido como objetivos la sostenibilidad de la producción de materiales locales de construcción a partir de su potencial endógeno, contribuyendo así a la construcción y reparación de viviendas. Además, con el proyecto se dinamizaron las cadenas productivas en los municipios, se propició la creación de soluciones constructivas resilientes y se promovieron modelos económicos eficientes.

En agosto de 2014 dio inicio el proyecto con el que se fortalecieron nueve Centros de Producción Local de Materiales de Construcción (CPLMC) y la Unidad Básica Provincial de Proyectos, pertenecientes a la Empresa Provincial de Materiales de Construcción (EPROMAC). También ampliaron sus capacidades una mini industria para la producción de tuberías y conexiones hidrosanitarias perteneciente a Industrias Locales y la Empresa de Restauración y Construcción de la Oficina del Conservador de la Ciudad (ERCON).

Aunque la demanda de la población santiaguera es aún muy superior a la capacidad productiva de los CPLMC fortalecidos por el proyecto, se puede afirmar que se han creado las bases para una cadena de producción más eficiente que garantiza materiales de construcción con calidad y a precios más asequibles para la población, al producirse dentro de los propios municipios donde se distribuyen.

Se adquirieron 46 nuevos equipos para la producción de materiales locales de construcción, entre los que destacan 6 máquinas para producir bloques, 10 prensas hidráulicas, 5 mezcladoras para producir pisos, 9 hormigoneras y una prensa para producir tejas francesas, eslabón fundamental para la recuperación de techos. Asimismo, el proyecto propició la reparación y puesta en marcha de 28 equipos, lo que ha posibilitado el incremento de la capacidad productiva. Resaltan dentro de esta recuperación 3 extrusoras para el procesamiento del barro en los tejares, destinado a la producción de ladrillos, tejas, etc. El rescate de estos equipos se realizó gracias a la intervención de reconocidos innovadores del territorio quienes desde cooperativas de reciente creación dieron el servicio.

El presente Manual Técnico responde a una solicitud de EPROMAC, ante la necesidad de contar con las instrucciones básicas para llevar a cabo de manera eficaz tanto la operación de los equipos transferidos y recuperados con el proyecto de colaboración, como los procesos productivos asociados a estos.

El propósito de estas páginas es poner a disposición de los productores de materiales de construcción de los establecimientos de EPROMAC —así como de los productores de otras empresas, incluso los que laboran por cuenta propia— no solo las normas de operación de los equipos recibidos así como otros similares; sino también ofrecer una serie de recomendaciones, sugerencias, amén de normativas (que no invalidan para nada ninguna de las normas cubanas vigentes) que permitan una mayor eficiencia productiva, la mejor calidad de los productos y, en consecuencia, mayores resultados económicos. Entendido esto último no solo como un costo de producción más bajo, sino también como un valor agregado y de uso más eficiente para cada uno de los productos; lo cual implica —necesariamente— mayor durabilidad de los materiales de construcción comercializados.

Los establecimientos de las empresas del Poder Popular, se han caracterizado por procesos de baja mecanización y prácticamente nula automatización. Desde hace algún tiempo, estamos en presencia de una política gubernamental, a través del Programa Nacional de Producción Local de Materiales de Construcción del MICONS, que tributa al desarrollo de la producción local de materiales de construcción; complemento indispensable a las producciones de las grandes plantas y de avanzada tecnología, que ha de contribuir de modo importante a la construcción no solo de viviendas, también de obras sociales, en los pueblos y poblados de nuestro país, así como la construcción de viviendas en el medio rural; como una de las vías eficaces para elevar el nivel de vida y la salud de los cubanos.

Este programa transforma los referidos establecimientos de producción de materiales de construcción, desarrollándose lo que podemos denominar como ingeniería de pequeña escala, o muy pequeña escala; pero ingeniería siempre, que impone una nueva visión —y acción— sobre los procesos tecnológicos, sin lo cual la gestión económica se verá limitada.

Bajo ningún concepto, habrá de permitirse que los materiales de construcción, producidos en los establecimientos locales, a pequeña escala, sean considerados como de baja o menor calidad que los de la gran industria. Estos materiales tendrán sus características y propiedades técnicas, las que determinarán su empleo en las diversas obras, de la misma manera que se determina el destino de las producciones de la gran industria.

En este Manual, haremos hincapié en lo referente a la producción de materiales de construcción en base al cemento Portland, con una breve incursión en lo referente a la producción de elementos de cerámica roja.



El presente capítulo le ofrece recomendaciones de empleo para los cementos producidos, o de posible producción, en la actualidad en nuestro país; razón por la cual no se han tenido en cuenta algunos cementos de propiedades específicas, como la resistencia a los sulfatos o el calor de hidratación. Estas recomendaciones, sustentadas en la ya centenaria práctica, nacional y experiencia internacional del empleo de los cementos en la producción de hormigones y otros materiales de construcción; no excluyen la investigación y experimentación, que permitan ampliar (o restringir) el empleo de este aglomerante, que podemos definir como universal. Veamos:

## 1. Cementos Portland (P).

**Muy utilizables para:**

**CATEGORÍA 350:**

- Hormigón armado.
- Hormigón estructural hasta resistencias medias (no superiores a 50 MPa).
- Hormigón para elementos prefabricados, estructurales inclusive hasta resistencias medias (no superiores a 50 MPa).
- Hormigón y elementos prefabricados pretensados hasta resistencias medias (no superiores a 50 MPa).

**Utilizables para:**

**CATEGORÍA 350:**

- Hormigón proyectado.

**No utilizables para:**

**CATEGORÍA 350:**

- Hormigón de alta resistencia (mayores de 50 MPa).
- Hormigón compactado con rodillos.
- Hormigón para desencofrado rápido.

## 2. Cementos con Adiciones Activas.

### 2.1. Cementos Portland Puzolánicos (PP)

Muy utilizables para:

**CATEGORÍA 250:**

- Hormigón en masa.
- Hormigón con áridos potencialmente reactivos.

**CATEGORÍA 350:**

- Hormigón armado.
- Hormigón para elementos prefabricados no estructurales.
- Hormigón armado estructural de resistencias hasta medias (no superior a 35 MPa).

Utilizables para:

**CATEGORÍA 250:**

- Hormigón compactado con rodillos.
- Hormigón armado de bajas resistencias.
- Estabilización de suelos.
- Pavimentos de hormigón para firmes de carretera.

**CATEGORÍA 350:**

- Hormigón para elementos prefabricados estructurales no pretensados.
- Hormigón con áridos potencialmente reactivos.

Poco utilizables para:

**CATEGORÍA 350:**

- Hormigón proyectado.

No utilizables para:

**AMBAS CATEGORÍAS:**

- Hormigón pretensado.
- Hormigón de alta resistencia (mayor de 50 MPa).
- Hormigón para elementos estructurales prefabricados pretensados.
- Hormigón para desencofrado rápido.
- Categoría 250: Hormigón proyectado.

## 2.2. Cemento Pozolánico PZ-250

Muy utilizable para:

**CATEGORÍA ÚNICA 250:**

- Hormigón en masa.
- Hormigón compactado con rodillos.
- Estabilización de suelos.
- Pavimentos de hormigón para firmes de carretera.
- Hormigón con áridos potencialmente reactivos.

Poco utilizable para:

**CATEGORÍA ÚNICA 250:**

- Hormigón armado.

No utilizable para:

**CATEGORÍA ÚNICA 250:**

- Hormigón pretensado.
- Hormigón de media y alta resistencias.
- Hormigón para elementos estructurales prefabricados pretensados o no.
- Hormigón para elementos prefabricados no estructurales.
- Hormigón proyectado.
- Hormigón para desencofrado rápido.

## 3. Cementos Blancos.

Muy utilizables para:

**CATEGORÍA 400 (CB):**

- Hormigón armado.
- Hormigón estructural hasta resistencias medias (no superiores a 50 MPa).
- Hormigón para elementos prefabricados, estructurales inclusive hasta resistencias medias (no superiores a 50 MPa).
- Hormigón y elementos prefabricados pretensados hasta resistencias medias (no superiores a 50 MPa).
- Hormigón proyectado.

**CATEGORÍA 300 (CBA):**

- Solados (pisos).
- Algunas pavimentaciones.
- Repellos y enlucidos.

Poco utilizables para:

**CATEGORÍA 400 (CB):**

→ Hormigón en masa.

**CATEGORÍA 300 (CBA):**

→ Hormigón compactado con rodillos.

No utilizables para:

**CATEGORÍA 400 (CB):**

→ Hormigón compactado con rodillos.

→ Hormigón con áridos potencialmente reactivos.

**CATEGORÍA 300 (CBA):**

→ Hormigón armado.

→ Hormigón pretensado.

→ Hormigón de alta resistencia.

→ Hormigón para elementos estructurales prefabricados pretensados o no.

→ Hormigón para elementos prefabricados no estructurales.

→ Hormigón proyectado.

→ Hormigón para desencofrado rápido.

#### 4. Cemento de Albañilería CA-160.

**Sólo utilizables en:** la ejecución de trabajos de albañilería: como ejecución de muros y tabiques de bloques y ladrillos, pisos de baldosas y pisos integrales en viviendas, así como repellos y acabados de paredes.

## La hidratación de los cementos

El cemento Portland es un polvo de partículas muy pequeñas (casi en su totalidad menores que 90  $\mu\text{m}$ ) resultado de la molienda conjunta de clínker (96 %) y yeso (4 %), que actúa como regulador del fraguado del cemento. Las fases minerales del clínker de cemento Portland son las siguientes:

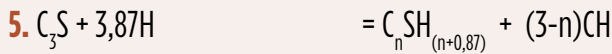
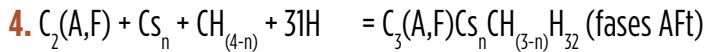
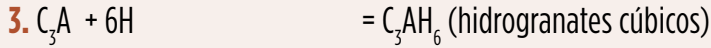
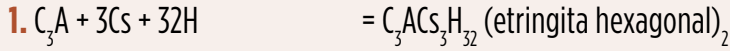
- Silicato tricálcico o Alita:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  ( $\text{C}_3\text{S}$ )
- Silicato dicálcico o Belita:  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  ( $\text{C}_2\text{S}$ )
- Aluminato tricálcico:  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_3\text{A}$ )
- Aluminoferrito tetracálcico:  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_4\text{AF}$ )
- Otros componentes minoritarios:
  - Cal libre ( $\text{CaO}$ ), magnesia ( $\text{MgO}$ ), álcalis ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ )

Los cementos Portland o producidos en base a estos, como aquellos con adiciones son aglomerantes hidráulicos, es decir, que desarrollan sus propiedades mediante reacciones de hidratación, las que ocurren entre los diversos componentes minerales del cemento y el agua; razón por la cual, en ausencia de agua (por insuficiencia de esta o desecación del hormigón o mortero) la reacción de hidratación de detendrá y no se desarrollarán (en la medida necesaria) las propiedades físicas y químico-físicas de los morteros, hormigones y otros materiales producidos a partir de estos.

Si lo anterior es de gran importancia, lo es también que no se construye ni se producen materiales de construcción con cemento solo: el cemento (el que fuere) es utilizado en mezcla con áridos: arenas y gravas (y por supuesto agua, además, en ocasiones, de aditivos plastificantes o retardadores de fraguado). Incluso las dosificaciones de cemento demasiado altas son peligrosas.

Los morteros y hormigones pueden ser definidos como sistemas heterogéneos, multicomponentes, anisotrópicos y estructuralmente complejos en los cuales resulta prácticamente imposible definir bajo cual régimen cinético transcurren las reacciones de hidratación del cemento en cada momento, para dar lugar a la formación de una estructura, así mismo compleja, integrada por diversas especies de minerales hidratados (y en proceso de hidratación) que conforman un gel constituido básicamente por partículas microcristalinas de dimensiones coloidales, además de otros productos de características cristalinas, que en su conjunto determinan

las propiedades de la roca de cemento endurecida y por extensión la de morteros y hormigones. Veamos algunas de estas reacciones<sup>1</sup>:

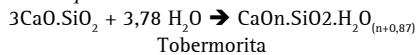


En el caso de los cementos con adiciones de puzolanas, hay que tener presente que las puzolanas no tienen propiedades hidráulicas, es decir, no se hidratan ni se endurecen en presencia de agua sola. Las puzolanas son generalmente silicatos o aluminosilicatos (contenidos altos de  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  y  $Fe_2O_3$ ) que reaccionan con la cal en presencia de agua, para dar productos similares a los de la hidratación del cemento Portland (fundamentalmente tobermorita), con propiedades aglomerantes y determinadas resistencias mecánicas.

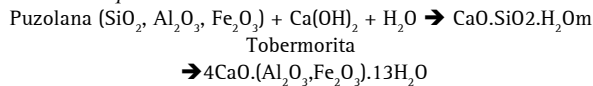
Como la hidratación de los silicatos cálcicos del cemento Portland produce cal hidratada (hidróxido de calcio) la puzolana presente reacciona con dicha cal y aporta resistencia a edades más tardías. A continuación se presentan algunas reacciones puzolánicas:

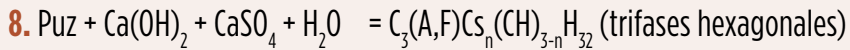
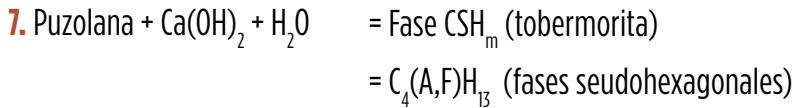
1. Se ha utilizado la notación tradicional cementera ya vista, en la cual: C:  $CaO$ ; H:  $H_2O$ ; s:  $SO_2$ ; A:  $Al_2O_3$ ; F:  $Fe_2O_3$ ; S:  $SiO_2$ ; de tal manera que  $C_3S$ , debe leerse como  $3CaO.SiO_2$ ; CH como  $Ca(OH)_2$  (o lo que es lo mismo:  $CaO.H_2O$ ).

La reacción no. 5 en términos químicos se escribiría así:



La reacción no. 7 habría que escribirla así:





De acuerdo con los contenidos de sus principales componentes minerales (del clínker), los cementos Portland tienen, en términos generales, las siguientes características:

<b>RICOS EN C<sub>3</sub>S 60 % POBRES EN C<sub>2</sub>S 20 %</b>	<b>RICOS EN C<sub>3</sub>S 60 % POBRES EN C<sub>2</sub>S 20 %</b>	<b>RICOS EN C<sub>3</sub>A 14 % POBRES EN C<sub>4</sub>AF 6 %</b>	<b>POBRES EN C<sub>3</sub>A 5 % RICOS EN C<sub>4</sub>AF 15 %</b>
(+) más resistentes sobre todo a edades cortas	(-) menos resistentes, sobre todo a edades cortas	(+) más resistentes	(-) menos resistentes
(+) más protectores de armaduras	(-) menos protectores de armaduras		
(-) menos estables, más fisurables y retráctiles	(+) estables, menos fisurables y retráctiles	(-) menos estables, más fisurables y retráctiles	(+) más estables, menos fisurables y retráctiles
(-) durables (químicamente más atacables)	(+) durables (químicamente menos atacables)	(-) menos durables (químicamente más atacables)	(+) más durables (químicamente menos atacables)
(+/-) de mayor calor de hidratación	(+/-) de menor calor de hidratación	(+/-) de mayor calor de hidratación	(+/-) de mayor calor de hidratación

Los cementos, base al Portland, con adiciones de puzolanas, tienen más bajo calor de hidratación, mayor resistencia al ataque del agua de mar y selenitosas y menor difusión de los cloruros; menor costo de producción y también menor emisión de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ). Pero a su vez estos presentan menores resistencias a edades tempranas (la reacción de la puzolana con la cal es mucho más lenta que la hidratación del cemento) y una mayor demanda de agua para el amasado del hormigón, lo cual afecta de modo negativo la resistencia del hormigón.

No obstante lo anterior, el empleo de los agentes reductores de agua o plastificantes en el hormigón, ha permitido reducir drásticamente la

demanda de agua por cuenta de las puzolanas en los cementos, lográndose en el caso de los cementos Portland Puzolánicos (PP) iguales resistencias que en los cementos Portland (P); así como elevar la resistencias en general de los hormigones preparados con cementos con adiciones; lo cual es un factor de gran importancia en cuanto a costos y durabilidad, más aún como es el caso del archipiélago cubano, con más de 5000 km de costas, cientos de islotes y cayos, con numerosas construcciones ejecutadas y en desarrollo en ambientes marinos intensos.

Las Normas Cubanas establecen las siguientes resistencias (MPa) para los cementos:

EDAD	P 350	PP 350	PP 250	PZ 250	CB	CBA	CA 160
3 días	17	17			14		
7 días	25	25	17	17	24,5	15	10
28 días	35	35	25	25	40	30	16

Hay que tener siempre presente, que las marcas de resistencias de los cementos no definen, por sí mismas, la resistencia que se ha de alcanzar en un hormigón; pues esta dependerá de la dosificación de cemento (expresada en  $\text{kg}/\text{m}^3$  de hormigón), pero también de la calidad de los áridos –granulometría, geometría, rugosidad, resistencia, etc.), de la compacidad que se logre y por supuesto, de la relación agua/cemento; sin desconocer que un mal curado del hormigón afectará en gran medida la resistencia del mismo.

De modo ilustrativo, es decir, que no constituye norma alguna; las dosificaciones de cemento no deben exceder los  $600 \text{ kg}/\text{m}^3$ , por cuanto se incrementa demasiado el riesgo de fisuración del hormigón, por cuenta de la retracción química y térmica, fundamentalmente. Así mismo, dosificaciones por debajo de los  $300 \text{ kg}/\text{m}^3$ , pueden dar lugar a hormigones permeables y por tanto brindarán una protección deficiente al acero de las armaduras. Las normas extranjeras de modo general establecen que para la mejor protección de los aceros en el hormigón la dosificación de cemento no sea inferior a  $400 \text{ kg}/\text{m}^3$  y la relación agua/cemento no sea mayor que 0,4 (lo cual implica el empleo de aditivos plastificantes). Para ambientes agresivos, se norma que el recubrimiento del acero no sea inferior a 4 cm.

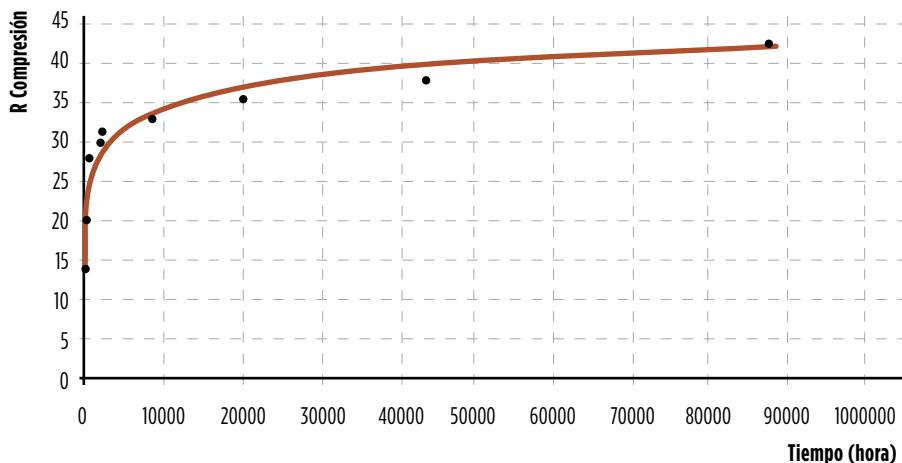


De acuerdo con lo anterior, para hormigones de bajas resistencias, lo correcto será utilizar cementos de menores resistencias y para los hormigones de mayores prestaciones mecánicas, cementos de resistencias más altas. **No existe un cemento universal para todos los hormigones.** Los bloques de hormigón producidos mediante la compactación por vibrado y compresión, de un hormigón cuasi seco, es un caso particular.



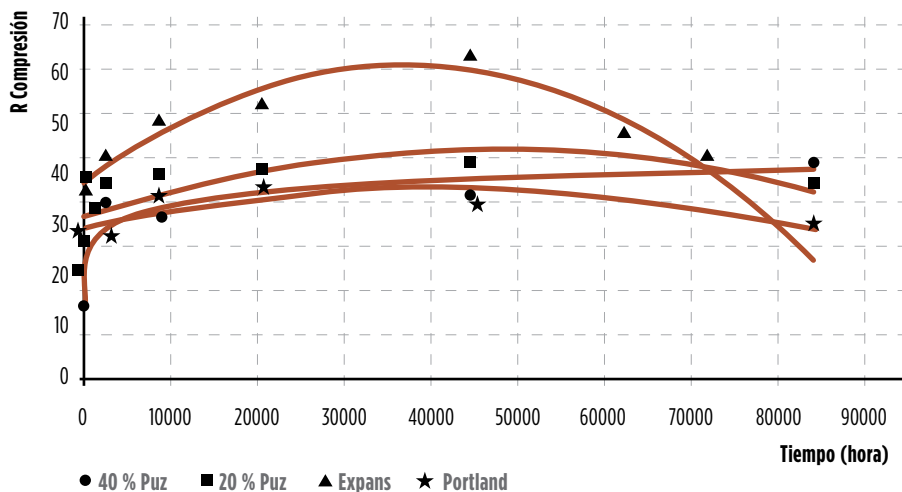
Generalmente se tiene la idea de que el proceso de endurecimiento de los hormigones, por cuenta de la hidratación del cemento empleado en el mismo, transcurre de un modo, si no ilimitado en el tiempo, indefinido o asintótico; como ilustra la siguiente figura:

FIGURA1. DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA UN HORMIGÓN



No obstante, la realidad puede ser diferente, encontrándonos con hormigones cuya resistencia decrece a partir de un momento dado; fenómeno causado por procesos que tienen lugar en la estructura cristalina y microscópica de los productos de hidratación de los cementos. Veamos:

FIGURA 2. RESISTENCIA PARA HORMIGONES PREPARADOS CON DIVERSOS CEMENTOS



Como se aprecia en el gráfico anterior (figura 2), de los 4 hormigones presentados, tres de ellos presentan el fenómeno de la regresión de la resistencia, muy espectacularmente el hormigón preparado con cemento expansivo. Sin embargo, para el tiempo de 10 años en que fueron estudiados los hormigones, el preparado con cemento de 40 % de adición de puzolana (cemento tipo PZ) no presentó tal fenómeno de regresión.

No hay que alarmarse demasiado, pues este fenómeno de la regresión se da principalmente en los hormigones de muy altas resistencias, aunque también en algunos de resistencias medias. Además, la curva de regresión es mucho más atenuada que la del incremento de la resistencia. En términos generales, los cementos con adiciones de puzolanas, presentan un incremento de resistencia mucho más prolongado en el tiempo que los cementos Portland “puros”, aunque los cementos Portland belíticos, con alto contenido de  $C_2S$  (velita) presentan este comportamiento de sostenido crecimiento de la resistencia a lo largo de mucho tiempo, sin el fenómeno de la regresión.

En términos prácticos, la resistencia de los hormigones, tomando como 100 % la resistencia a compresión a los 28 días; que es la utilizada como referencia para definir la marca de resistencia; presenta, en términos generales, el comportamiento siguiente (en términos de por ciento de la resistencia) en el tiempo, de acuerdo con el tipo de cemento utilizado (disponible en Cuba ahora); tal como se presenta en la tabla a la derecha. Reiteramos que los valores de la tabla son orientativos y, de ningún modo

pueden tomarse como normativos; además de que se debe tener presente que los valores pueden ser alterados por diversos factores, tales como:

- Características mineralógicas de los cementos: los cementos de altos contenidos de  $C_3S$  tienen una velocidad de hidratación y de endurecimiento mayor que los cementos más ricos en  $C_2S$ .
- Tamaño de partículas de los cementos: a menor tamaño de partícula mayor superficie específica y más rápida la hidratación y el endurecimiento; aunque en el caso de los cementos con adición de puzolanas, se requiere una molienda adecuada para evitar reducir demasiado el tamaño de las partículas de las mismas.
- Relación agua/cemento: el empleo de aditivos plastificantes aumenta, de modo importante, las resistencias de los hormigones; más aún de los preparados con cementos PP y muy posiblemente los PZ.
- Contenido de puzolana en el cemento, así como el grado de actividad de la misma.

#### RESISTENCIA DE LOS HORMIGONES DE ACUERDO AL TIPO CEMENTO UTILIZADO

TIEMPO	CEM P	CEM PP	CEM PZ
1 día	45	35-40	30
3 días	70	60	45-50
7 días	80	70	60
28 días	100	100	100
90 días	105-110	110-120	110-120
365 días	110-115	120-125	120-125



## Bloques de hormigón



La dosificación del hormigón para la producción de bloques no tiene que ser la misma para todos los establecimientos; pues, aunque el cemento fuere el mismo, los áridos no siempre serán iguales, teniendo en cuenta que se trata de utilizar los materiales locales; lo cual ha de reducir los costos de producción, ya que se elimina la transportación de dichos áridos desde distancias mucho mayores.

Además, el tipo de máquina utilizado puede conllevar a variaciones en la dosificación, incluso en la relación agua/cemento, pues ha de buscarse la mejor conformación y compactación del bloque; lo cual se traduce en mayor resistencia y menores roturas.

Los bloques, luego de la salida de la máquina (bloquera), han de permanecer durante no menos de 24 horas a la sombra (usando las alternativas disponibles en cada centro de producción): **bajo ningún concepto los bloques recién conformados serán colocados al sol**, pues sufrirán desecación que afectará la resistencia de los mismos.

El acomodo en tongas de los bloques, ha de ser realizado con cuidado, pues la resistencia de estos elementos aún es reducida y un mal manejo que provoque golpes, habrá de dar lugar a fisuras e incluso a rajaduras. **Jamás debe de tirarse un bloque, así sea sobre arena.** Las tongas no deben sobrepasar la altura de cinco bloques.

Los bloques, una vez entongados al sol o incluso bajo techo; han de ser regados con agua por lo menos dos veces por día, garantizándose la completa humectación de todos los elementos en las tongas, humectación que debe aplicarse también al área circundante a los bloques. Si el día es excesivamente caluroso y/o el viento es de cierta intensidad, el proceso de regar los bloques ha de ser realizado tres veces al día. Los bloques producidos no podrán ser comercializados antes de los siete días luego de su producción.

Para la producción de los bloques de hormigón, podrán ser utilizados tanto el cemento P 350, como los PP 350 y PP 250; aunque las dosificaciones habrán de variar, además de que los plazos para alcanzar las resistencias necesarias pueden verse incrementados; lo cual puede resolverse con aditivos aceleradores de fraguado.

## Losas de pisos para exteriores



En este caso vale, en cuanto a dosificación, lo mismo dicho para los bloques. Dado el escaso grosor de este elemento, luego de su conformación, ha de permanecer durante no menos de siete días bajo techo; serán despegadas luego de las 24 horas de conformación, momento en el cual se podrán entongar hasta una sola hilera. Se debe esperar al menos 3 días para colocar una segunda hilera, siendo este el máximo de entongue.

El entongado, después de producido el elemento, debe realizarse sin colocar ningún elemento encima para evitar el descantillado de los bordes o mayores roturas. Además deben ser regadas dos veces en el día para mantenerlas húmedas, durante los tres primeros días de producidas.

Las mismas recomendaciones anteriores son válidas para las producciones de celosías, lavaderos o elementos similares.



## Losa canal para techos



Este es el elemento de mayores exigencias entre los producidos en los distintos establecimientos; razón por la cual requiere de mayor rigor en su producción. Veamos:

Los moldes han de ser fundidos con un hormigón de 30 MPa con el empleo de aditivo plastificante, utilizando preferentemente grava no mayor que 12,7 mm (1/2 in, o pulgada), “matándose” las aristas de modo que los bordes queden redondeados, lo que evitará concentración de tensiones en las losas. Los moldes cuya superficie ha de ser lo más lisa o pulida posible; han de tener una supervisión y el mantenimiento adecuado.

Es recomendable disponer de una hormigonera que permita producir de una vez y en una sola templa, todo el hormigón necesario para fundir una losa; lo cual evita el riesgo de juntas secas o discontinuidades en el hormigón de la losa. De no disponerse de una hormigonera con dicha capacidad la producción del hormigón ha de ser lo más continuamente posible, sin violar los tiempos de mezclado. En caso de una hormigonera que no permita producir todo el hormigón de la losa de una vez, debe de mantenerse (rigurosamente) la misma dosificación del hormigón, para evitar que la losa se conforme con partes de hormigones de diferente composición, lo cual puede dar lugar a tensiones y consecuentes fisuras.

Dado el escaso grosor de las losas y la alta relación superficie/masa; han de ser fundidas bajo techo, donde no les dé el sol; además de que no deben ser levantadas de los moldes antes de las 24 horas de fundidas, ya que se pueden producir daños interiores no perceptibles; como lo es la pérdida de adherencia con el acero de refuerzo y de la pasta de cemento hidratada. Levantar las losas de sus moldes ha de ser realizado con cuidado: los hombres

deben actuar coordinadamente y al unísono, utilizando tres maderos de la misma longitud, agarrados en el mismo tramo por cada uno de los hombres.

Es recomendable que estas losas permanezcan, como mínimo, otros dos días bajo techo y riego de agua dos veces por día; antes de ser almacenadas a la intemperie. El entongado de las losas no debe sobrepasar los cuatro elementos de altura. Además, la superficie donde se almacenen las losas ha de estar limpia y perfectamente nivelada.

Estas losas requieren un adecuado control de calidad para lo cual es conveniente, dado el número de establecimientos y la distribución de los mismos en toda la provincia, contar con medios que permitan la determinación de la resistencia mecánica de dichas losas. Recomendamos el suministro de esclerómetros a los centros que realicen dicha producción.

Para un empleo eficaz, así como la obtención de resultados confiables mediante el ensayo esclerométrico; es indispensable, la realización de la calibración de dichos esclerómetros para el hormigón producido en cada establecimiento con destino a las losas canal; para lo cual habrá que tomar muestras de hormigón (probetas cilíndricas) que serán sometidas a ensayos a compresión y en paralelo, a ensayos esclerométricos; lo que ha de permitir establecer una correlación adecuada entre ambos ensayos y en consecuencia, determinar la resistencia de la losa.

### Plaquetas, del sistema de techos “Viguetas y plaquetas”



Dado el escaso grosor de este elemento, luego de su conformación, ha de permanecer durante no menos de siete días bajo techo; realizándose el entongado (vertical o ligeramente inclinado) no menos de 24 horas después

de producido el elemento, sin colocar ningún objeto encima para evitar daños o roturas. Estas plaquetas han de ser regadas dos veces en el día durante siete para mantenerlas húmedas. Las plaquetas deben ser sometidas a un control de calidad similar a la losa canal.

## Losas hidráulicas de piso



La producción de losas hidráulicas (tradicionalmente llamadas mosaicos en Cuba) es la más compleja de todos los elementos con cemento en base al Portland; debido a que requiere de la destreza y experiencia del operador de la prensa (mosaísta), ya que la conformación del elemento antes del prensado, exige mucho cuidado, como también lo es el acto del desmoldado, fundamentalmente a la hora de despegar el mosaico de la base del molde.

Cada establecimiento tendrá su propia dosificación, en correspondencia con los áridos que utilice, así como el equipamiento utilizado: el empleo de prensas manuales (llamadas de bolas) ha de requerir, para igualdad de calidad, mayores dosificaciones de cemento y posiblemente mayor humedad en las mezclas.

Siempre hay que tener presente que este es un elemento no solo funcional, como piso, en las viviendas u otras edificaciones; sino un elemento estético, razón por la cual ha de tener las aristas vivas y la superficie bien pulida, sin descontar que los colores y diseños deben ser agradables a los clientes. Una losa hidráulica es mucho más duradera que el gres cerámico, tan de moda hoy día: las de muchas viviendas están en perfecto estado y relucientes, luego de más de 80-100 años de servicio.

Antiguamente, cada mosaico era puesto sobre una lámina de vidrio para garantizar la planicidad y preservar el pulido del elemento. Hoy día el mosaico recién salido de la prensa se coloca sobre un tablero de madera no continuo; lo cual no es lo mismo. Cada tablero debe estar perfectamente nivelado y los listones de madera lijados, de modo tal que el mosaico no sufra deformaciones u otros daños al ser colocados en dicho tablero, ni durante el proceso de curado.

Hay que velar porque los mosaicos tengan las aristas vivas, no presenten descantillados otros daños, en lo cual influye la granulometría de la capa de desgaste. Se debe prestar atención a que los jibes de los operarios no tengan agujeros mayores de 2,5 mm (preferentemente de 2 mm) pues esto dañará tanto las aristas como el pulido de la superficie del mosaico.

El curado del mosaico ha de ser riguroso, aunque se puede prolongar uno o dos días el plazo antes de inmersión, en función de si se ha utilizado cemento PP 350 o incluso PP 250, respectivamente.

## Cerámica roja

La producción de ladrillos, tejas y otros diversos productos como ánforas, cántaros, vasijas, etc.; mediante el proceso de quema de arcillas moldeadas; es una de las más antiguas actividades, propiamente industrial, de la sociedad humana; ya que cuenta con varios miles de años de experiencia acumulada, desde por lo menos la civilización sumeria (4000 años a.C.).

Las arcillas son minerales del grupo de los filosilicatos con una estructura de hojas o capas de dimensiones inferiores a los 2-3 Angstrom ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) que están constituidos fundamentalmente por oxígeno, silicio, aluminio, hierro, magnesio y potasio. Los grupos más importantes son:

- Grupo del CAOLÍN.
- Grupo de la ILLITA. Con distancia entre capas de  $10 \text{ \AA}$  y enlaces entre estas mediante átomos de potasio ( $K^+$ ). Especie: glauconita.
- Grupo de la ESMECTITA (antes de la montmorillonita). Distancia entre capas desde 10 hasta  $17 \text{ \AA}$ . Especies: beidelita, nontronita, saponita, estevensita, etc.
- Grupo de la CLORITA. Con distancia entre capas de  $14 \text{ \AA}$  y enlaces entre estas mediante iones de magnesio, aluminio y hierro hidratados.
- Grupo de la VERMICULITA. Con distancia entre capas de  $14 \text{ \AA}$ .

En realidad las arcillas (o barro, como se les llama comúnmente) utilizadas en la producciones cerámicas, más aún en cerámica roja; están constituidas por mezclas naturales de diversos minerales: arcillas del grupo de las illitas o micáceas y del caolín, lateritas (óxidos de hierro hidratados),

arenas cuarzosas, etc.; a lo que se puede agregar la indeseable presencia de calcita (carbonato de calcio), que da lugar a la formación de cal viva (óxido de calcio,  $\text{CaO}$ ) llamado “caliche”, que provoca el agrietamiento y hasta rotura de los elementos cerámicos; como consecuencia de la hidratación expansiva para formar cal apagada (hidróxido de calcio,  $\text{Ca(OH)}_2$ ).

La temperatura de quema de las arcillas depende fundamentalmente de su composición mineralógica: a mayor contenido de caolín, más alta temperatura y mayor tiempo de quema y por tanto un consumo energético mayor; aunque la calidad del ladrillo será más alta, tanto en cuanto a resistencia mecánica, como al intemperismo; lo que podría ser utilizado para producir ladrillos destinados a “cara vista” en las edificaciones, o sea, sin repellar, que permite alcanzar determinados fines estéticos.

La presencia de calcita obliga a una molienda de la arcilla (en molino de masas, cilíndricos) y la adición de arena silíceas como desengrasante, que tiene la función de reaccionar con la cal para formar silicatos, que eviten la ulterior expansión por hidratación de la cal viva.

No todas las arcillas son adecuadas para la producción de cualquier elemento: la producción de tejas presenta exigencias específicas a las arcillas, así como al proceso de preparación, secado y quema; mientras que la producción de ladrillos es menos exigente. Incluso en La Habana, fue práctica durante muchos años, la producción de ladrillos a partir de margas (con elevados contenidos de calcita) quemados a bajas temperaturas para evitar la formación de caliche; ladrillos que no han tenido un buen desempeño ante el ambiente marino tan agresivo de la capital.

### Preparación de las arcillas

La calidad de los productos cerámicos depende en primera instancia de la preparación de las arcillas previamente a su procesamiento industrial de conformación y quema. En la cerámica destinada a vajillas de alta calidad las arcillas comienzan a ser removidas en las canteras años antes de ser extraídas y enviadas al proceso fabril; que comienza con lo que se llama “podrir” las arcillas en estanques o instalaciones apropiados.

El término podrir no es inadecuado, puesto que lo que se busca es descomponer toda la materia orgánica presente en las arcillas, así como disolver todas las sales solubles y algo muy importante: disgregar los terrones de arcillas lo más posible, incluso hasta nivel de las partículas, lo que permitirá obtener productos de mayor calidad.

En el caso de nuestros establecimientos, con producciones pequeñas, casi artesanales o de muy baja tecnificación; un adecuado proceso de



preparación de las arcillas no incrementará los costos, tan solo se requiere de planeamiento y organización.

Recomendamos crear áreas al aire libre donde se depositen las arcillas extraídas de las canteras en lotes para no menos de tres meses de producción; los que estarán ese tiempo mientras se agota otro lote. Esto permitirá que el material orgánico de las arcillas comience a podrirse y que las lluvias disuelvan los minerales solubles; adelantando el tratamiento en los estanques destinados a tal efecto.

Las arcillas deberán permanecer en los estanques (o pisas) no menos de una semana (siete días), removiéndose periódica y regularmente el material para permitir la entrada de oxígeno, acelerando los procesos de putrefacción.

Para remover las arcillas en los estanques se utilizaba antaño un caballo viejo, al que se le vendaban los ojos para evitar que se mareara. Hoy día podría construirse un sistema en base a un pequeño moto-reductor eléctrico, agregando más de una rueda y dos brazos para mayor eficacia en el proceso.

### La producción de ladrillos



Los ladrillos pueden ser conformados mediante una extrusora (algunas con vacío para extraer agua de la pasta) o manualmente mediante el empleo de moldes, generalmente de madera dura correctamente secada para evitar alabeos o deformaciones del mismo. En caso de moldeo manual, debe realizarse preferentemente sobre una mesa metálica completamente plana sin deformaciones. En el caso del empleo de una extrusora, hay que definir con precisión la humedad y plasticidad de la pasta, así como el diseño de la boquilla, para lograr que el material fluya de modo uniforme en toda la sección de la boquilla y no ocurran deformaciones o agrietamientos en los ladrillos.

Los ladrillos una vez conformados pasan al proceso de secado, el cual debe ser atendido de modo riguroso: hay que regular con precisión la velocidad de secado de los ladrillos para evitar agrietamientos, provocados por la pérdida demasiado rápida de la humedad en la superficie mientras el interior aún está muy húmedo: el proceso de secado ha de ser gradual, para permitir la difusión continua del agua desde el interior del ladrillo hasta la superficie.

El clima es variable: la humedad relativa ambiental y la temperatura siempre no son las mismas. Bajo condiciones de mucho calor, baja humedad y viento (aunque sea leve) la desecación superficial de los ladrillos (y de cualquier elemento cerámico- será muy rápida e intensa, ocurriendo de seguro el agrietamiento de los ladrillos o de cualquier otro producto en proceso, con la consiguiente merma en sus calidades.

Para eso, siempre se dispuso de cortinas (generalmente hechas de sacos de yute) enrolladas alrededor de las naves de secado; las cuales eran sueltas cuando las condiciones así lo requerían, para lograr el secado adecuado de los elementos.

La quema de los ladrillos y otros elementos cerámicos, se realiza en los establecimientos en hornos “criollos” abiertos, utilizando leña o costanera, para la quema; la cual se hace “a ojo de buen cubero”, sin ningún medio de medición o control de la quema. Además, algunos hornos están en mal estado.

El que sean hornos abiertos, sin cubierta de ninguna índole, implica un mayor consumo de energía debido a la pérdida de gases calientes: el dotar a estos hornos criollos de cubierta abovedada de ladrillos con una adecuada salida de los gases de combustión, debe permitir reducir el consumo de leña en el orden del 30 %; a la vez que incrementará, tanto el rendimiento del horno al acortar los plazos de quema, como la calidad del producto, más uniforme y con menos roturas, así como productos deficientemente cocidos o por el contrario en exceso.

El cerrar los hornos con bóvedas permitiría instalar algunos termopares para determinar la temperatura de los gases de salida y de este modo tener un mejor control de la quema. Además es muy aconsejable el empleo de conos Seger, convenientemente colocados en algunos lugares del horno para evaluar la distribución del calor dentro del mismo durante la quema y adoptar de ser necesario modificaciones en la carga del horno.

Para la construcción y reparación de los hornos los propios establecimientos podrían producir ladrillos con un contenido mayor de caolín para mejor durabilidad; aunque también pueden utilizar los ladrillos de los hogares de las calderas, en los centrales azucareros que fueron paralizados.

Los ladrillos producidos deben ser sometidos periódicamente a un control de calidad mínimo empleando los siguientes parámetros: dimensiones, masa, resistencia a la compresión y absorción de agua.

### **La producción de tejas**

La producción de tejas, como dijimos antes, es un tanto más compleja que la de ladrillos e incluso de tubos y celosías; por cuanto un requisito indispensable es la impermeabilidad, así como una elevada resistencia mecánica; todo lo cual requiere de una preparación más rigurosa de la arcilla, así como un mejor control del resto del proceso.

En Santiago de Cuba hay cientos de miles de tejas “francesas” producidas en el ya inexistente tejero La Campana. Este es un saber hacer que habrá que volver a recuperar, dada la instalación de equipos para producir esas tejas en el establecimiento San Juan, para lo cual ha sido suministrada una prensa, la cual conformará las tejas a partir de pastillas de arcillas obtenidas de una extrusora; pastillas que requerirán de un proceso de curado antes de pasar a la prensa.

La conformación de las tejas ha de ser rigurosa, con tolerancias mínimas en cuanto a variaciones en sus dimensiones, puesto que los techos se arman acomodando unas tejas sobre otras en dos direcciones, hasta formar un entramado impermeable y resistente a los vientos. Lo anterior implica la mayor calidad y resistencia en los moldes de yeso, los cuales han de ser cambiados periódicamente para garantizar la calidad de las tejas.



**INSTRUCTIVOS DE OPERACIÓN**  
DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN  
DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

## Prensa hidráulica FORMEC (Italia)



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Comience la producción de losas hidráulicas (mosaicos) para lo cual proceda del modo siguiente:
  - Limpie el molde y engrase el fondo con el desmoldante, antes de verter en el mismo los materiales en el orden establecido.
  - Ponga encima de estas capas de materiales, dentro del molde, el pisón.
  - Como el recorrido de la prensa es más corto del necesario, ponga encima del pisón una pieza o suplemento de acero con ambas caras



planas, de espesor necesario y lados lisos para evitar desgarraduras en las manos, para lograr que se haga la presión necesaria sobre el mosaico. No se debe utilizar jamás una tubería de acero o cualquier pieza de hierro fundido, por el peligro de fragmentación bajo presión.

- Accione con ambas manos los dos interruptores en el borde de la mesa para comenzar a prensar el mosaico.
  - Espere el tiempo necesario y vuelva a accionar los dos interruptores para que la prensa baje y libere el molde.
  - Desarme el molde y proceda, con sumo cuidado, a despegar el mosaico del fondo del molde.
  - Repita las operaciones anteriores para hacer un nuevo mosaico.
6. Los dos operarios deben de tener el mayor cuidado de alternarse en el proceso de preparación y compresión del mosaico, ya que de lo contrario puede ocurrir algún accidente o daño a cualquiera de los operarios o a la prensa.
  7. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a desconectar el breaker o interruptor, limpie el equipo, moldes, herramientas y demás utensilios, así como el área de trabajo.

## Prensa de bolas



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Haga rotar suavemente los brazos de la prensa en vacío para comprobar que todo está en orden.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Comience la producción de losas hidráulicas (mosaicos) para lo cual proceda del modo siguiente:
  - Limpie el molde y engrase el fondo con el desmoldante, antes de verter en el mismo los materiales en el orden establecido.
  - Ponga encima de estas capas de materiales, dentro del molde, el pisón.
  - Realice una primera rotación suave de los brazos de la prensa, para acomodar el material dentro del molde y luego realice una segunda rotación con fuerza para lograr la mayor compactación posible del



material dentro del molde y, en consecuencia, la mayor resistencia de la losa hidráulica.

- Desarme el molde y proceda, con sumo cuidado, a despegar el mosaico del fondo del molde.
  - Repita las operaciones anteriores para hacer un nuevo mosaico.
6. Los operarios deben de tener el mayor cuidado en el proceso de preparación y compresión del mosaico, ya que de lo contrario puede ocurrir algún accidente o daño a cualquiera de los operarios.
  7. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, moldes y demás utensilios y herramientas; así como el área de trabajo.



## Prensa de tejas francesas



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que le llegue energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Chequee si la brecha (holgura) es de 1mm entre el molde y las tiras de barro en cada molde de teja y ajústelos. Lo mejor es ajustar las cinco tiras de barro en la misma brecha. El molde de tejas superior e inferior debe quedar de manera uniforme a lo largo de toda la rotación, para ello debe frotarse con aceite mezclado la superficie del molde
6. Antes de producir tejas, preste especial atención a la proporción de la relación de la mezcla de aceite, generalmente basada en las temperaturas.



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Bloquera Vibracomp



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que le llegue energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Proceda a producir los bloques, para lo cual se ha de sobrellenar -no en exceso de modo que no ocurran derrames- la cajuela y entonces se empuja en dirección al sistema de vibrocompactación, donde el operador procederá a conformar el bloque: el tiempo de vibrocompactación dependerá de las características del material y del equipo, o sea, de la experiencia del operador.





6. Una vez terminada la operación de vibrocompactado se acciona la palanca y se extraen los bloques conformados, trasladándose el tablero o “palet” hacia un lugar a la sombra.
7. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En casi contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, en este caso pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que le llegue energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción de de que se trate.
5. Para comenzar la conformación de los bloques, primero se pone en marcha la banda (estera) transportadora y se comienza a descargar el hormigón en la misma, procediendo a llenar la tolva.
6. Una vez con material suficiente en la tolva, el operador procederá a accionar la palanca de llenado del molde hasta colmarlo y seguidamente ejecutará la operación de vibrocompactación. Repitiéndose el ciclo durante la jornada de trabajo.



7. Una vez terminada la operación de vibrocompactado se acciona la palanca y se extraen los bloques conformados, trasladándose el tablero o “palet” hacia un lugar a la sombra.
8. No se puede dejar la tolva ni la banda con material dentro, hay que vaciarlas o utilizar todo el material.
9. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Molino de Bolas



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Presione el botón de puesta en marcha del molino hasta que la tapa quede en la posición adecuada para proceder a quitarla, aflojando los pernos.
6. Proceda a cargar el molino con la cantidad de material a moler que ha sido previamente determinada.
7. Coloque la tapa (sin el tamiz o jibe) y asegúrela firmemente con los pernos.





8. Proceda a poner en operación el molino durante el tiempo fijado para lograr la fineza requerida en el producto que se quiere obtener y una vez transcurrido este tiempo, paralice el molino, de modo tal que la tapa quede en la posición adecuada para ser quitada y poner en su lugar el jibe.
9. Una vez puesto el jibe, proceda a poner en marcha el molino para descargar todo el material molido; para lo cual han de estar creadas las condiciones adecuadas para recibir el material que se descarga del molino.
10. Cuando termine la descarga del material del molino, proceda a quitar el jibe o tamiz y poner en el interior del molino una nueva carga de material a moler.
11. Luego de cargado el molino con el material a moler, coloque la tapa y ponga en operación el molino; repitiendo una y otra vez el ciclo.
12. Cuando concluya la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Hormigonera TECH 300



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Ponga el tambor de la hormigonera en un ángulo cómodo para proceder a la carga de los materiales (unos 30° respecto a la vertical).
6. Cargue la hormigonera con las cantidades especificadas para cada templa, siguiendo el siguiente orden: grava, arena, cemento; entonces ponga en marcha la hormigonera y adicione el agua gradualmente, no de golpe y por último el aditivo si está contemplado en la dosificación.



7. Mantenga en rotación la hormigonera durante 1 minuto o minuto y medio, luego, detenga el proceso de mezclado y descargue el contenido de hormigón en un vagón o recipiente adecuado para transportarlo.
8. La limpieza interior del tambor debe hacerse con agua a presión. Si resulta necesario, hay que raspar las pegaduras de hormigón o cemento con una espátula: Jamás se debe golpear el tambor para desprender el material que se ha pegado.
9. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Hormigonera planetaria MP500



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Ponga en operación la hormigonera vacía y proceda a cargarla con los materiales para la preparación del hormigón. Nunca se debe poner en operación la hormigonera cargándola previamente, pues el motor podría quemarse.





6. Cargue la hormigonera con las cantidades especificadas para cada templa, siguiendo el siguiente orden: grava, arena, cemento; entonces ponga en marcha la hormigonera y adicione el agua gradualmente y por último el aditivo si está contemplado en la dosificación.
7. Mantenga en rotación la hormigonera durante unos 2 minutos y después abra la compuerta ,descargue el contenido de hormigón en un medio de transporte adecuado, que deberá ser capaz de llevar toda la templa: No se debe dejar hormigón dentro de la hormigonera, salvo que de modo inmediato se descargue el resto en otro medio de transportación.
8. La limpieza interior del tambor debe hacerse con agua a presión. Si resulta necesario, hay que raspar las pegaduras de hormigón o cemento con una espátula. Jamás se debe golpear la chapa de la hormigonera para desprender el material que se ha pegado.
9. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Mezcladora en seco F-200



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
4. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.
5. Ponga en operación la mezcladora antes de echar los materiales a mezclar, es decir, en vacío.
6. Proceda a echar en la mezcladora —a través de la rejilla de la parte superior— los materiales a mezclar, comenzando por los más finos y subiendo gradualmente en granulometría para evitar posibles tranques y reducir el desgaste del equipo. Por ejemplo, si se va a mezclar cemento con arena, primero se echa el cemento y luego la arena.



7. Bajo ningún concepto se debe quitar la rejilla de la parte superior.
8. No se recomienda mezclar más de tres materiales a la vez.
9. Tampoco deben mezclarse materiales con granulometría superior a los 5 mm (arena).
10. No debe cargarse la mezcladora con más de 150 litros en total, para garantizar el mejor mezclado y evitar roturas o trabajo excesivo del motor.
11. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Triturador (molino) de mandíbulas



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Compruebe, mediante simple inspección visual, que el equipo no tiene material dentro: el triturador de mandíbulas siempre debe ser puesto en marcha en vacío, es decir, sin ningún material dentro.
4. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo de modo tal que reciba la energía eléctrica, En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
5. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.





6. Si el material que saldrá triturado será clasificado en una criba vibratoria (zaranda): Ponga en operación primero la criba antes del triturador de mandíbulas; realizando las operaciones de revisión y comprobación previas en la criba, es decir, las mismas que para el triturador de mandíbulas o cualquier otro equipo.
7. Después de puesto en operación el triturador de mandíbulas, se procede a su alimentación manual o mediante una estera transportadora, regulándose la cantidad de material alimentado al triturador para evitar atascos y tranques en el motor, lo que puede quemarlo.
8. No se debe alimentar el equipo con trozos de rocas mayores que 15 cm o 6 pulgadas, para lograr un trabajo eficiente y evitar atascos.
9. Cuando se vaya a terminar la jornada de trabajo, o se realice alguna parada necesaria, proceda a suspender la alimentación al triturador 3 minutos antes de su paralización, para garantizar que se encuentre vacío cuando se vuelva a poner en operación.
10. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

## Triturador (molino) de martillos



### PROCEDIMIENTO:

1. Compruebe que su área de trabajo está limpia y libre de obstáculos. En caso contrario proceda a limpiarla y acondicionarla.
2. Limpie el equipo, aunque aparente estarlo, pase un paño seco para eliminar la humedad que se ha depositado durante la noche.
3. Compruebe, mediante simple inspección visual, que el equipo no tiene material dentro: el triturador de martillos siempre debe ser puesto en marcha estando vacío, es decir, sin ningún material al interior.
4. Ponga el equipo vacío en operación para comprobar su estado. Para esto es necesario accionar el breaker o interruptor del equipo, de modo tal que reciba la energía eléctrica. En caso de ruido anormal o cualquier dificultad paralice el equipo y llame al jefe.
5. Una vez comprobado que el equipo se encuentra en condiciones para operar, proceda a poner en los lugares pertinentes los utensilios y herramientas de trabajo; así como los materiales necesarios para comenzar la producción.



6. Después de puesto en operación el triturador de martillos, se procede a su alimentación manual o mediante una estera transportadora, regulándose la cantidad de material alimentado al triturador para evitar atascos y tranques en el motor, lo que puede quemarlo.
7. No se debe alimentar el equipo con trozos de rocas mayores que 10 cm o 4 pulgadas, para lograr un trabajo eficiente y evitar atascos.
8. Cuando se vaya a terminar la jornada de trabajo, o se realice alguna parada necesaria, proceda a suspender la alimentación del triturador 5 minutos antes de su paralización, para garantizar que se encuentre vacío cuando se vuelva a poner en operación.
9. Una vez concluida la jornada productiva, proceda a limpiar en detalle el equipo, así como el área de trabajo, poniendo los utensilios y herramientas en el lugar destinado para ello.

Este Manual Técnico se desarrolla  
en el marco del Proyecto de Cooperación  
entre la Federación de Rusia y PNUD:  
**“Apoyo a la Recuperación de viviendas  
en forma resiliente y sostenible en la provincia  
de Santiago de Cuba tras el impacto  
del huracán Sandy”.**

#### PARA MÁS INFORMACIÓN PNUD CUBA:

---

(53) 7 204 1512 | [registry.cu@undp.org](mailto:registry.cu@undp.org) | [www.undp.org.cu](http://www.undp.org.cu)

**ROSENDO MESÍAS GONZÁLEZ**

[rosendo.mesias@undp.org](mailto:rosendo.mesias@undp.org)

**MAYDELIS GÓMEZ SAMÓN**

[maydelis.gomez@undp.org](mailto:maydelis.gomez@undp.org)





# RECONSTRUYENDO MEJOR

CON CAPACIDADES LOCALES

El presente Manual pone a disposición de los productores locales de materiales de construcción de los establecimientos de EPROMAC — así como de los productores de otras empresas, incluso los que laboran por cuenta propia— las normas de operación de los equipos adquiridos en Santiago de Cuba, en el marco del proyecto de cooperación entre la Federación de Rusia y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

También ofrece una serie de recomendaciones, sugerencias y normativas que permiten una mayor eficiencia productiva, la mejor calidad de los productos y en consecuencia mayores resultados económicos.



FEDERACIÓN DE RUSIA



Al servicio de las personas y las naciones

50  
AÑOS

