



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

Programa Científico PC - CISMID, 1999-2000

## **FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA**

**Dr. Ing. Javier Arrieta Freyre**  
**Bach. Ing. Enrique Peñaherrera Deza**



**Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres**



**Enero 2001**  
**Lima - Perú**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**PROGRAMA CIENTIFICO PC-CISMID, 1999-2000**

**FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO  
CON UNA MESA VIBRADORA**

**DR. ING JAVIER ARRIETA FREYRE  
BACH. ING. ENRIQUE PEÑAHERRERA DEZA**

**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACION SISMICA Y MITIGACION DE DESASTRES  
ENERO 2001**

## **RECONOCIMIENTOS**

El presente proyecto de investigación fue posible desarrollarlo gracias a la ayuda del Programa Científico PC - CISMID 1999-2000 del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, por lo cual los autores desean agradecer este apoyo desinteresado.

Expresamos nuestro agradecimiento a todas las personas y entidades que han contribuido con el desarrollo de la presente investigación, al personal del CISMID en general nuestro más grande reconocimiento.

## RESUMEN

Los bloques de concreto son elementos modulares premoldeados diseñados para la albañilería confinada y armada. En su fabricación a pie de obra sólo se requiere materiales básicos usuales, como son la piedra partida, la arena, el cemento y el agua; pudiéndose evitar el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual favorece su elaboración y facilita su utilización en la autoconstrucción, la que deberá contar con el respaldo técnico necesario.

Actualmente en la fabrican de bloques se viene utilizando grandes máquinas vibradoras, sin embargo la disponibilidad de este tipo de equipos en muchas zonas rurales es prácticamente nulas, obligando a recurrir a la vibración manual; por tal motivo, la propuesta de utilizar mesas vibradoras pequeñas resulta una alternativa constructiva que hace viable la albañilería con bloques de concreto.

Para la producción de los bloques de concreto se implementa un taller de mediana escala que permita la fabricación de las unidades, con una producción de 300 bloques días con personal mínimo (1 operario y dos ayudantes); el equipamiento está conformado por una mesa vibradora de 1.2m x 0.6 m de 3HP, moldes metálicos y un área de producción de 50 m<sup>2</sup>; ésta comprende una zona de materiales y agregado, una zona de mezclado y fabricación, una zona de desmolde y una zona de curado.

La calidad de los bloques depende de cada etapa del proceso de fabricación, fundamentalmente de la cuidadosa selección de los agregados, la correcta determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo y compactación, y de un adecuado curado.

De los ensayos realizados en esta investigación con diferentes dosificaciones con agregados usuales y cementos Portland tipo I, se puede concluir que la mesa vibradora permite la fabricación de bloques vibracompactados que cumplen con las resistencias establecidas por la normas NTP 339.005 NTP 339.006 NTP 339.007: así mismo se propone como mezcla de diseño óptima la dosificación 1:5:2 (cemento:arena:piedra) en volumen.

En forma similar a los bloques, también se puede fabricar en el mismo taller y variando sólomente los moldes, bloques tipo piso grass y adoquines de concreto , entre otras unidades.

Para la fabricación de los bloques piso grass se determinó la dosificación 1:5:2 (cemento:arena:piedra) con fibras de polipropileno y para la fabricación de los adoquines se recomienda la dosificación: 1:3:1(cemento:arena:piedra).

**PROYECTO DE INVESTIGACION  
FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO  
CON UNA MESA VIBRADORA**

**INDICE**

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.</b>	<b>SISTEMA CON BLOQUES DE CONCRETO</b>	
2.1.2	POSIBILIDADES DE UTILIZACION.....	5
2.1.2	VENTAJAS.....	6
<b>3.0</b>	<b>TECNOLOGIA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>CONCRETO VIBRADO.....</b>	<b>8</b>
3.1.1	TEORIA DE VIBRACION.....	8
3.1.2	PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE VIBRACION. ....	9
3.1.3	CUALIDADES DEL CONCRETO VIBRADO.....	9
3.1.4	APLICACION DEL CONCRETO VIBRADO.....	10
3.1.5	RESISTENCIA DE CONCRETO EN PROBETAS VIBRADAS .....	11
<b>3.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4</b>	<b>PROPIEDADES FISICAS.....</b>	<b>14</b>
<b>3.5</b>	<b>PROPIEDADES MECÁNICAS.....</b>	<b>14</b>
<b>3.6</b>	<b>PROPIEDADES ACUSTICAS Y TERMICAS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.7</b>	<b>NORMAS.....</b>	<b>15</b>
<b>4.0</b>	<b>IMPLEMENTACION DE UN TALLER DE PRODUCCION.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>REQUERIMIENTOS BASICOS PARA LA PRODUCCION.....</b>	<b>16</b>
4.1.1	FLUJOGRAMA DE PRODUCCION.....	17
4.1.2	TALLER DE MEDIANA ESCALA.....	19
4.1.2.1	IMPLEMENTACION DEL EQUIPO.....	19
4.1.2.2	AREAS DE PRODUCCION.....	20
4.1.2.3	INCREMENTO DE LA PRODUCCION .....	20
<b>4.2</b>	<b>INICIO DE LA PRODUCCION.....</b>	<b>21</b>
4.2.1	SECUENCIA DE FABRICACION. ....	21
4.2.2	CONTROL DE CALIDAD.....	23

<b>5.0 ESTUDIOS EXPERIMENTALES.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 ESTUDIO PRELIMINARES DEL AGREGADO.....</b>	<b>24</b>
5.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO. ....	25
5.1.2 PESO ESPECIFICIO.....	31
5.1.3 PESO UNITARIO .....	33
5.1.4 ABSORCION.....	35
<b>5.2 EVALUACION FISICA Y MECANICA DE LA UNIDAD.....</b>	<b>37</b>
5.2.1 ENSAYO DE RESISTENCIA.....	37
<b>5.3 ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>5.4 ESTUDIO OPTIMO DEL DISEÑO.....</b>	<b>43</b>
<b>5.5 FABRICACION DE OTROS ELEMENTOS.....</b>	<b>53</b>
<b>6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>7.0 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>57</b>

**PROYECTO DE INVESTIGACION  
FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO  
CON UNA MESA VIBRADORA**

**1.0 INTRODUCCION**

El CISMID, como ente investigador, permanentemente propone sistemas que coadyuven a la construcción de viviendas económicas, seguras y que cumplan con los requerimientos que establece la normatividad vigente y las buenas prácticas constructivas, contribuyendo activamente al desarrollo nacional.

El proyecto de fabricación de bloques de concreto está orientado a mejorar y proponer unidades constructivas de conveniente comportamiento a través de ajustes de mezclas de concreto y la utilización de una mesa vibradora portátil.

Los bloques de concreto son elementos modulares, premoldeados, diseñados para ser utilizados en los sistemas de albañilería confinada o armada. Para su fabricación se requiere de materiales usuales del concreto, es decir, piedra partida, arena, cemento y agua; siendo posible su elaboración a pie de obra, evitando así las actividades de transporte de las unidades terminadas, lo cual significa aspectos favorables para la ejecución de edificaciones, sobre todo para aquellas realizadas por autoconstrucción.

En la actualidad los costos de construcción de vivienda son altos con tendencia a incrementarse, lo que origina que la mayoría de la población no puede acceder a ella. Para los sectores de altos ingresos (sector A y B) hay actualmente una sobreoferta de viviendas mientras que para los sectores de menos recursos (D y E) la vivienda es inaccesible; en estos últimos sectores la autoconstrucción sigue siendo la alternativa constructiva más factible, sin embargo, debe contar con el apoyo técnico y financiero adecuado, permitiendo elevar el nivel de vida de la población con menos recursos.

En la actualidad, el ladrillo cerámico se presenta como el material más utilizado para la autoconstrucción debido, en algunos casos, a su disponibilidad y a que el poblador que labora en la construcción está familiarizado con las tareas de albañilería de muros portantes; sin embargo en otros casos significa aspectos desfavorables, como por ejemplo cuando la obra se encuentra en sitios alejados de los centros de producción, el transporte del material encarece el costo de la construcción; en otras situaciones se presenta limitada disponibilidad de materiales y equipamientos (hornos) como para fabricar elementos de calidad; así mismo

puede considerarse con criterios de impacto ambiental la utilización ventajosa de recursos locales. En todas estas situaciones es que se plantea la utilización de bloques de concreto como alternativa de abaratamiento de una vivienda segura y de satisfactoria calidad.

Los bloques de concreto vienen siendo utilizados en diversas zonas del país de manera artesanal y frecuentemente sin el aporte técnico adecuado. La modalidad, correctamente ejecutada, bien podría emplearse en el programa de Mi Vivienda, en los programas del Banco de Materiales e inclusive sería reforzada su utilización en los programas llevados a cabo por COFOPRI incluyendo PROFAN.

Lo que propone este trabajo de investigación es realizar un estudio experimental que permita definir las dosificaciones óptimas para fabricar bloques de concreto que cumplan las especificaciones de las normas; así mismo se realizará el estudio de implementación de un taller tipo, que permitirá desarrollar en el CISMID una sección de prefabricación de bloques de concreto mediante la adquisición de una mesa vibradora y moldes metálicos. Este programa con fines de investigación y académicas, incluye la determinación de costos de producción y la elaboración de cartillas de fabricación, con contenido técnico que se orientan a la autoconstrucción, para de esta manera proporcionar un conveniente soporte técnico a esta modalidad de construcción.



## **2.0 GENERALIDADES**

A inicios del siglo XIX en Inglaterra se origina uno de los grandes avances en el campo de la construcción, la fabricación del bloque de concreto. Estos bloques eran sólidos sumamente pesados en los que se utilizaba la cal como material cementante. La introducción del cemento Portland y su uso intensivo, abrió nuevos horizontes a este sector de la industria. A principios del siglo XX aparecieron los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques significa, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto para el área de la construcción en relación a etapas anteriores.

Las primeras máquinas que se utilizan en la entonces incipiente industria se limita a simples moldes metálicos, en los cuales se compacta la mezcla manualmente; este método de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente; más tarde se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de bloques de concreto utilizan el sistema de vibro compactación.

**FOTO N°1**

FABRICACION DE BLOQUES DE  
CONCRETO VIBRADO



En el Perú la primera planta de bloques inició su producción en 1928 y sus productos se utilizaron en la construcción del primer barrio obrero del Callao. Posteriormente se instalaron en Lima dos fábricas más, una de ellas de ubicó en la antigua chancadora del Puente del Ejército y la otra, en el Jr. Tingo María, Breña.

Actualmente existen diversas realizaciones de construcciones con bloques en Lima y en diversas localidades del país, como Marcona, la Oroya, Moquegua, Tacna, Junín, Cerro de Pasco, etc., pudiéndose mencionar también los proyectos de INFES, para la construcción de centros escolares en la sierra y selva en los cuales se plantea utilización intensiva de éstos elementos fabricados directamente en obra.

Los muros con bloques de concreto sujetos a cargas sísmicas en su plano muestran dos tipo de fallas: flexión y corte, debiendo entenderse que la falla principal es aquélla donde se acumulan mayores grietas, originado una fuerte degradación tanto en resistencia como en rigidez. El muro presenta una forma de falla dependiendo de cual de las resistencias sea la menor; sin embargo, la mayoría de las fallas registradas han sido por corte antes que por flexión.

Entre los sistemas afines al tratado en este estudio, se puede mencionar que el sistema constructivo de albañilería confinada, formada por muros portantes, columnas y vigas que es utilizado intensamente; sin embargo el sistema constructivo de albañilería armada con bloques de concreto no se difunde convenientemente, pudiendo ser utilizado ventajosamente en forma masiva para programas multifamiliares de vivienda, campamentos mineros, autoconstrucción, entre otros.



Foto N° 2

Muro de bloques de  
concreto  
Albañilería Armada

## 2.1 SISTEMAS CON BLOQUES DE CONCRETO

Los bloques de concreto, que son elementos modulares y premoldeados, están dentro de la categoría de mampuestos que en obra se manipulan a mano, y son especialmente diseñados para la albañilería confinada y armada.

Los bloques de concreto se emplean en la construcción de muros para viviendas (exteriores e interiores), parapetos, muros de contención, sobrecimientos, etc.



La albañilería confinada con bloques de concreto, de manera similar que cuando se utiliza ladrillo cerámico, requiere de vigas y columnas de confinamiento. En el caso de la albañilería armada con bloques de concreto, se requiere de acero de refuerzo vertical regularmente distribuido, a lo largo del muro, en los alvéolos de las unidades; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando es necesario, se aloja en las juntas pudiendo, los bloques, presentar o no detalles para su colocación.

La ventaja con este tipo de unidad de albañilería es que por su tamaño proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de mano de obra y en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a un abaratamiento del costo de producción, además reduce el número de juntas.

La transmisión de calor a través de los muros es un problema que se presenta en las zonas cálidas y en las frías, siendo así más conveniente el empleo de cavidades con aire en el interior de los muros permitiendo que se formen ambientes más agradables.

### 2.1.1 POSIBILIDADES DE UTILIZACION

Como se ha mencionado, los bloques de concreto pueden utilizarse en la construcción de viviendas multifamiliares, en edificaciones en general, en muros de contención, etc, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

**a) Materiales:** Para la confección del bloque sólo se requiere materiales usuales, como son: piedra partida, arena, cemento y agua; un equipo de vibrado y moldes metálicos correspondientes; siendo posible su elaboración en obra, evitando así el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual representa aspectos favorables para la autoconstrucción.

**b) Economías:** La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas, las cuales se originan en la rapidez de ejecución, por el hecho de sólo necesitar asentar 12 bloques de concreto para construir 1 m<sup>2</sup>; así mismo una fabricación cuidadosa de los ladrillos permitirá obtener piezas de buen acabado que permite ahorra en tarrajeo y pintado posterior.

**c) Resistencias:** Los muros principales de una vivienda construida con ladrillo de arcilla tienen un ancho de 25 cm, en el caso de las construcciones con bloques estos muros principales son de menor espesor sin embargo, tienen la misma resistencia ya que estos últimos están reforzado con varillas de fierro. El muro delgado permite mayor amplitud en los ambientes de la edificación permitiendo una mayor área útil lo cual implica mayor valor comercial de venta.

**d) Mano de Obra:** La mano de obra debe ser calificada a nivel de operario, contándose con apoyo técnico y supervisión en el caso de la autoconstrucción.

### **2.1.2 VENTAJAS**

La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, la que se pone de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra.

Estas ventajas se originan en la rapidez de fabricación, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo, y sobre todo por constituir un sistema modular. Esta circunstancia permite computar todos los materiales en la etapa de proyecto con gran certeza, y dichas cantidades se aproximan a los realmente utilizados en obra. Esto significa que es muy importante la programación y diagramación de todos los detalles, previamente a la iniciación de los trabajos.

Si se compara un muro de bloques de concreto con otro de espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Menor costo por metro cuadrado de muro, originado en la menor cantidad de ladrillos.
- Menor cantidad de mortero de asiento.
- Mayor rendimiento de la mano de obra debido a la menor cantidad de movimientos necesario para levantar un metro cuadrado.
- En la mampostería de concreto reforzada, sólo es necesario contar con un único rubro de mano de obra, es decir el albañil, ya que las tareas de armado, colocación de los bloques y terminaciones, las puede realizar sin el auxilio de los oficiales carpinteros y armadores.
- Asimismo, el hecho de utilizar el bloque en su función estructural, agiliza los trabajos y posibilita una mayor rapidez constructiva, ya que no será necesario contar con los tiempos de encofrado y tiempos de espera para desencofrado de columnas, vigas, etc., típicos de la construcción tradicional de las estructuras de concreto armado convencional.
- El armado de la mampostería reforzada es muy sencillo, ya que sólo es necesario utilizar barras rectas sin ataduras de ningún tipo, siendo muy sencillo el empalme de las mismas por simple traslape.
- Debido a la excelente terminación que presentan los bloques fabricados por vibrocompactación, es posible e inclusive recomendable, dejarlos a la vista, con el consiguiente ahorro en materiales y mano de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación.

### **3.0 TECNOLOGIA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO**

Los bloques de concreto vibrado son elementos paralelepípedos, moldeados, que se adaptan a un manipuleo manual, especialmente diseñado para la albañilería armada y confinada con acabado tarrajado o también con un terminado caravista.

Los materiales utilizados para la fabricación de los bloques estarán constituido por cemento Portland tipo I, por agregados que cumplan con los requisitos para concretos convencionales; se deberá considerar relación a/c mínima a fin de proporcionarles características de durabilidad e impermeabilidad; el equipo necesario para fabricar los bloques lo conforman una pequeña mesa vibradora con su respectivo molde metálico.

#### **3.1 CONCRETO VIBRADO**

##### **3.1.1 TEORIA DE LA VIBRACION**

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.



La duración de la vibración influye determinantemente en la compacidad del elemento. Un inconveniente que se encuentra a menudo en el campo de la vibración, es el efecto de pared, fenómeno que tiene lugar en aquellas piezas de paredes altas y espesor reducido. Aunque se haya calculado un vibrador que responda a la masa total a vibrar, el asentamiento no será completo si tiene lugar tal fenómeno, debiéndose adoptar aparatos de mayor potencia para subsanar el efecto pared.

Los concretos de consistencia seca son los que dan mayor resistencia pero su aplicación en obras resulta muy difícil por su poca trabajabilidad, la vibración viene a solucionar este problema, permitiendo el empleo de mezclas con asentamientos entre 0" a 1".

### **3.1.2 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA VIBRACION**

La vibración queda determinada por su frecuencia e intensidad. Frecuencia es el número de impulsiones o pequeños golpes a que se somete el concreto en un minuto. Amplitud es la máximo desplazamiento de la superficie vibrante entre dos impulsiones. La vibración puede ser de alta o baja frecuencia. Se considera de baja frecuencia valores usuales de 3000 vibraciones por minuto; cuando éstas son iguales o superiores a 6000 vibraciones/minuto se consideran en el rango de alta frecuencia. Con este último se logra una mejor compactación: vibración de baja frecuencia obliga el empleo de mezclas con un mayor relación a/c.

Un factor de considerable importancia es el tiempo que dura el proceso de vibración. Este tiempo depende, entre los factores más importantes, de la frecuencia de vibración, de la calidad del agregado, de la riqueza en cemento de la mezcla; al aumentar la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado, sin embargo, la vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables, **la vibración se da por completa cuando la lechada de cemento empieza a fluir a la superficie.**

### **3.1.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO VIBRADO**

#### **a) Compacidad**

Al amasar un concreto se emplea una cantidad de agua superior a la que el cemento necesita para su perfecta hidratación y que es muy inferior al volumen de agua empleado normalmente en el amasado. Absorbida el agua de combinación por el cemento, la cantidad restante, y que se añade exclusivamente para dar trabajabilidad al concreto, tiende a evaporarse, dejando de ese modo una gran cantidad de poros, resultando un concreto con una compacidad más o menos acusada, según sea la cantidad de agua evaporada. Esta situación trae como exigencia la necesidad de reducir en lo posible la cantidad de agua de amasado con el fin de conseguir un concreto de gran compacidad.

#### **b) Impermeabilidad**

La impermeabilidad de un concreto es función de su compacidad. La granulometría juega un papel muy importante en la impermeabilidad. Con una granulometría continua y un elevado dosaje de cemento, completados por una enérgica vibración, se obtiene un concreto altamente impermeable.

La absorción de humedad del concreto vibrado es aproximadamente la mitad de la correspondiente al concreto ordinario.

#### **c) Resistencia mecánica**

La resistencia mecánica del concreto es quizás el factor más importante dentro de las propiedades del mismo. La resistencia del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa.

#### **d) Resistencia a la abrasión y congelamiento**

La resistencia del concreto vibrado a las acciones extremas se deriva de su propia compacidad; la resistencia al desgaste es mayor. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos agua de amasado y ser más compacto.

#### **e) Desmolde rápido**

En la fabricación de elementos prefabricados de concreto vibrado puede conseguir un desmolde inmediato si el concreto es de granulometría adecuada y se ha amasado con poca agua. **Si al efectuar esta operación la pieza se rompe, se puede afirmar que la causa se encuentra en un exceso de agua o de material fino. La rotura puede sobrevenir también al no estar suficientemente consolidado el concreto, es decir, la vibración ha sido de poca duración.**

### **3.1.4 APLICACIÓN DEL CONCRETO VIBRADO**

Hasta hace poco años, el asentamiento del concreto "in situ" se hacía normalmente por apisonado manual pero para que este método fuera eficaz, era necesario emplear concretos con mucho agua, hecho que va en perjuicio de su resistencia. Hoy en día, gracias a los adelantos técnicos y a una investigación bien dirigida, se ha conseguido sustituir en gran parte el apisonado por la vibración, método que presenta indiscutibles ventajas. Factores de importantes en el concreto vibrado son: granulometría, relación agua/cemento y frecuencia de vibrado.

Por las altas resistencias conseguidas en los concreto vibrados mecánicamente, en comparación de los concretos compactados manualmente, aquél método es ampliamente utilizado en la elaboración de ELEMENTOS PREFABRICADOS: vigas, tubos para instalaciones sanitarias, postes, silos, tubos para conducción eléctrica y telefónicas, etc.



### 3.1.5 RESISTENCIA DE CONCRETO EN PROBETAS VIBRADAS

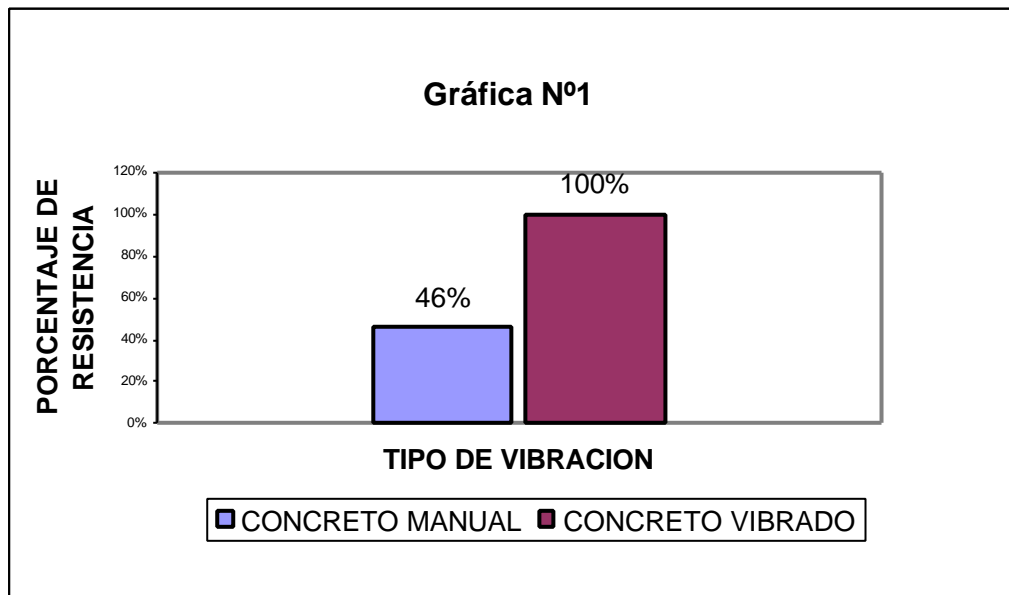
Los siguientes cuadros muestran la variación de resistencia entre un concreto compactado manualmente(Cuadro N°1) y concreto vibrado en una mesa vibradora (Cuadro N°2)

**Cuadro N°1:** Resultado de resistencia probetas compactadas manualmente

CONCRETO VIBRADO MANUALMENTE	DIAMENTRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (kg)	RESISNTECIA (kg/cm <sup>2</sup> )
N1	15	177	17560	99
N2	15	177	17000	96
N3	15	177	13700	77

**Cuadro N°2:** Resultado de resistencia de Probetas vibradas

CONCRETO VIBRADOCON UNA MESA VIBRADORA	DIAMENTRO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (kg)	RESISNTECIA kg/cm <sup>2</sup> )
V1	15	177	36400	206
V2	15	177	32800	185
V3	15	177	34800	197



**Gráfico N°1:** Variación de resistencias entre un concreto vibrado manualmente y un concreto vibrado mecánica.

**Nota.- El bloque vibrado con la mesa alcanza el doble de resistencia que un bloques vibrado manualmente** (práctica muy común en las zonas alejadas del país.)

### **3.2 CARACTERISTICAS**

Los bloques son económicos, livianos, acústicos, impermeables, resistentes al fuego, durables y capaz de resistir cargas pesadas.

La unidad de albañilería, tiene en la resistencia a compresión, como una propiedad mecánica muy importante por que se relaciona con la resistencia del muro; cuanto mayor es la resistencia de la unidad de albañilería, aumenta proporcionalmente la resistencia del elemento estructural. Las propiedades físicas tales como la geometría, la densidad, la absorción y la eflorescencia, también influyen en la resistencia del elemento estructural; otros factores relacionados al proceso constructivo como el desplome con la verticalidad y la excentricidad de la carga actuante, que producirán momentos flexionantes en dirección normal a su plano, reducirán la resistencia comparativamente a una sección sujeta a carga axial simple.

Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua en la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda. En el primer caso se corre el peligro del desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformando la geometría del bloque.

Una vez mezclado los materiales, ya sea en forma manual o con mezcladora, se moldea los bloques en la máquina vibradora. La duración del vibrado así como la potencia del motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques.

Para no alterar las dimensiones y características de los bloques se puede curar por regado a partir de las 6 horas y durante las 48 horas siguientes, hasta que adquiera una resistencia que permita el manipuleo.

Las variaciones de textura pueden lograrse controlando la granulometría del agregado y mediante otras operaciones, lo que permite obtener texturas superficiales finas, medias o gruesas.

La utilización de bloque de concreto en albañilería permite lograr una celeridad de ejecución realmente notable. Estas circunstancias unidas al menor número de unidades requeridas por m<sup>2</sup> de muro y la menor cantidad de mortero en las juntas significa notable economía.

En la construcción de muros portantes, la experiencia de otras investigaciones indica, en relación a las resistencias, que un muro de bloque de 20cm de ancho, es equivalente a uno de ladrillo de 30cm, como es nuestro medio el muro usual portante es de 25cm, se deduce que un muro de bloque de concreto de 20cm sería superior de capacidad portante.

a) Del proceso de producción

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad, no sólo en lo relativo a la regularidades de sus dimensiones, en especial su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

La uniformidad de los bloques depende en gran medida de su proceso de fabricación y del mismo, son factores determinantes los siguientes:

- La cuidadosa selección de los agregados.
- El correcto estudio de la dosificación.
- El adecuado diseño del bloque.
- Una perfecta ejecución del mezclado, moldeo y compactación.
- Un adecuado curado y almacenamiento

En resumen, será necesario controlar durante la producción: la dosificación de la mezcla, la cual se recomienda sea en lo posible en peso, pero pudiéndose dosificar en volumen utilizando latas, cajones ó carretilla; a demás se debe controlar el tiempo de mezclado; el slump o asentamiento; el peso unitario del concreto fresco; el tiempo de vibrado y, los procesos de desmolde y curado de las unidades.

### **3.3 DIMENSIONAMIENTO**

La falta de uniformidad en las medidas de la unidad hace difícil construir un elemento estructural perfectamente vertical y libre de irregularidades que provocan excentricidad de la carga, generando esfuerzos flexionantes adicionales.

La fabricación usualmente comprende una gama de bloques que manteniendo su altura y largo constantes, diferenciándose por sus anchos: 10, 12, 14 y 20 cm según las funciones, de muro o tabique, que deba cumplir según diseño.

Los bloques a su vez presentan dos alvéolos de 13cm x 8cm cada uno, los mismos que se corresponden verticalmente en las mamposterías, de hilada en hilada, lo que da lugar a la formación de ductos que se usan con distintas finalidades.

### **3.4 PROPIEDADES FISICAS**

- **Densidad**

Nos permite determinar si un bloque es pesado o liviano, además indica el índice de esfuerzo de la mano de obra o de equipo requerido para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado.

- **Absorción**

La absorción del agua se mide como el paso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergido en agua según la norma NTP 339.007. Esta propiedad se relaciona con la permeabilidad de la pieza, con la adherencia de la pieza y del mortero y con la resistencia que puede desarrollar.

- **Eflorescencia**

Son concentraciones generalmente blanquecinas que aparecen en la superficie de los elementos de construcción, tales como ladrillos, rocas, concretos, arenas, suelos, debido a la existencia de sales. El mecanismo de la eflorescencia es simple; los materiales de construcción expuestos a la humedad en contacto con sales disueltas, están sujetos a fenómenos de eflorescencia por capilaridad al posibilitar el ascenso de la solución hacia los parámetros expuestos al aire; allí el agua evapora provocando que las sales se depositen en forma de cristales que constituyen la eflorescencia.

### **3.5 PROPIEDADES MECANICAS**

- **Resistencia a la compresión:**

La propiedad mecánica de resistencia a la compresión de los bloques de concreto vibrado, es el índice de calidad más empleado para albañilería y en ella se basan los procedimientos para predecir la resistencia de los elementos estructurales.

La resistencia a la compresión axial (NTP 339.007) se determina mediante la aplicación de una fuerza de compresión sobre la unidad en la misma dirección en que trabaja en el muro. Durante el ensayo, debe tomarse como precaución el enrasa de la cara en contacto con la cabeza de la prensa de compresión, para garantizar una distribución uniforme de la fuerza.

### 3.6 PROPIEDADES ACUSTICAS Y TERMICAS:

Las transmisiones de calor a través de los muros son un problemas que afecta el confort y la economía de la vivienda en las zonas cálidas y frías debido al alto costo que representa el empleo de aislantes o de calefacción, según sea el caso. Los bloques tienen un coeficiente de conductividad térmico variable, en el que influyen los tipos de agregados que se utilice en su fabricación y el espesor del bloque. En general, la transmisión es mayor la que ofrece un muro de ladrillo sólido de arcilla cocida de igual espesor. Se puede bajar la transmisión térmica de los muros revocándolos con mortero preparados con agregados livianos de procedencia volcánica. En lo referente a la absorción y a la transmisión del sonido, los bloques tienen capacidad de absorción variable de un 25 % a un 50%; si se considera un 15% como valor aceptable para los materiales que se utilizan en construcción de muros, la resistencia de los bloques a la transmisión del sonido viene a ser superior a la de cualquier otro tipo de material comúnmente utilizado.

### 3.7 NORMAS:

Los bloques serán fabricados en conformidad con las Normas Peruanas NTP No 339.005 y NTP No 339.007: “ Elementos de concreto (Concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería”, satisfaciendo las dimensiones modulares para muros y tabiques así como requisitos de resistencia y absorción. Se fabricaran principales los siguientes tipos:

**Cuadro N°3: Clasificación de los bloques según resistencias**

<i>TIPO</i>	<b>Dimensión (cm)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
BI	10 x 20 x 40	40
	30 x 20 x 40	40
BII	10 x 20 x 40	50
	30 x 20 x 40	50
BIII	10 x 20 x 40	70
	30 x 20 x 40	70
BIV	10 x 20 x 40	100
	30 x 20 x 40	100
BV	10 x 20 x 40	120
	30 x 20 x 40	120

#### 4.0 IMPLEMENTACION DE UN TALLER DE PRODUCCION

Actualmente se fabrican bloques de alta resistencia a la compresión, (120 kg/cm<sup>2</sup> tipo V), con diferentes mezclas cemento-agregado, utilizando grandes máquinas vibradoras con rendimientos mayores a las 1000 unidades diarias; sin embargo la disponibilidad de este tipo de equipos en muchas zonas rurales es prácticamente nula.

Se fabrican también ladrillos y bloques de concreto utilizando moldes que permiten una compactación manual de la mezcla con ayudas de tacos de metálicos o de madera; las unidades resultantes son de resistencia media ( 50 kg/cm<sup>2</sup>, tipo II) y de bajo rendimiento en la fabricación.

En este contexto para la viabilidad del nuestro proyecto, la implementación de un taller de mediana escala que permita la fabricación de unidades en la misma obra con los mayores rendimientos y estándares de calidad, se convierte en un factor importante, que parte del equipamiento y de un esquema de producción adecuado, que permita el trabajo en las zonas rurales, que garantice que la fabricación de elementos que alcancen la resistencia especificada y los menores costos de producción.

#### 4.1 REQUERIMIENTOS BASICOS PARA LA PRODUCCION

La producción se define como la creación de bienes aptos para poder utilizarlos, para lo cual es necesario realizar diversas actividades u operaciones.

En el proceso de la producción se debe tener claro los **recursos** a ser utilizados, el **esquema de flujo** de la fabricación y los patrones de **calidad** que garantice el mejor producto.

Para asegurar la calidad de los bloques de concreto se deberá controlar, durante la fabricación, la dosificación de los materiales de la mezcla definida, la cual se recomienda se efectúe por peso.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad; no sólo en lo relativo a la constancia de sus dimensiones, especialmente su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

#### **4.1.1 FLUJOGRAMA DE PRODUCCION**

En todo proceso productivo de elementos para la construcción, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; la calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos se realicen cumpliendo con los requisitos técnicos.

De la misma manera, en cada proceso desde las actividades iniciales hasta las finales, deben organizarse concatenadamente y por etapas claramente definidas, que concluyen en la elaboración del producto.

En nuestro caso el producto final es el bloque de concreto; la secuencia del desarrollo de las actividades de este proceso se denominado flujo de producción, el cual se indica a continuación:

## FLUJOGRAMA DE LA PRODUCCION

### 1. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Agregado fino y confitillo  
Cemento Portland  
Agua libre de impurezas

### 2. DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS

Mesa vibradora  
Molde metálico

### 3. DOSIFICACION Y MEZCLADO

- a) Se dosifica en volumen 1:5:2 cemento:arena:confitillo.
- b) Se mezcla con equipo primero en seco.
- c) Se agrega agua poco a poco hasta obtener la textura deseada, durante 5m

### 4. MOLDEADO Y FRAGUADO

- a) se procede a llenar el molde por capas conforme se va vibrando.
- b) El vibrado se mantiene hasta observar una película de agua en la superficie.
- c) el desmolde se debe realizar con cuidado sobre una superficie plana, evitando golpear la unidad
- d) Evitar el manipuleo de los bloques.

### 5. CURADO

- a) se debe cubrir los bloques con plástico transparente; regarlos por un plazo mínimo de 7 días

### 6. ALMACENADO

- a) los Bloques deben mantenerse secos y protegidos de la humedad

### MUESTREO Y CONTROL DE CALIDA AL PRODUCTO FINAL

Ensayo de Resistencia



#### 4.1.2 TALLER DE MEDIANA ESCALA

El equipo adecuado para la fabricación de los bloques se da con una mesa vibradora, equipo que por el poco peso permite la facilidad del transporte y manipuleo y puede ser llevado a obra. Las mesas vibradoras constan esencialmente de una plataforma metálica, debajo de la cual se coloca el motor que transmite el efecto vibratorio a través de uno o varios accesorios (poleas, resortes, correas, etc.). El número y potencia de los motores y accesorios vibradores dependen del peso total a vibrar (peso del molde, de la mesa y de la masa del concreto) y se distribuye de una manera uniforme a lo largo de la mesa. En el caso que haya un solo motor, éste se coloca en el centro de la plataforma. El tamaño de las mesas es muy variable, según sean las dimensiones de los elementos a vibrar.

Una producción a mediana escala puede adaptarse a las condiciones de trabajo que se dan en una obra, considerando que los equipos y herramientas pueden movilizarse sin inconvenientes.

##### 4.1.2.1 IMPLEMENTACION DE LOS EQUIPOS

Para la implementación de un taller de mediana escala en la misma obra, que permita la fabricación de 300 bloques por día con una cuadrilla conformada por 1 Operario + 2 ayudantes, se necesita el siguiente equipo :

##### a) Mesa vibradora

Una mesa vibradora de 1.2m x 0.6 m de 3HP y 1750 r.p.m., motor trifásico 220V y 60 hertz

Con la mesa vibradora puedan fabricarse un gran numero de elementos constructivos tales como adoquines, block-grass, tubos, etc.



##### b) Molde metálico

El molde metálico permite fabricar bloques de 39 cm x 14 cm x 19 cm ( largo, ancho, altura)

Los moldes metálicos tienen un mecanismo de expulsión constituido por una platina adosada a unas asas rotatorias. La caja del molde debe

tener en la base, dimensiones ligeramente mayores que en la parte superior la cual facilita el desmoldaje.

Debe limpiarse con petróleo después de cada jornada.

#### **4.1.2.2 AREAS DE PRODUCCION**

Una producción a mediana escala móvil o estacionaria requiere contar con zonas apropiadas para las diferentes etapas de fabricación, éstas deberán ser niveladas con un terreno apisonado como mínimo y de conveniente accesos para camiones; se debe prever el abastecimiento de agua y fluido eléctrico.

Se debe ambientar una zona de 50 m<sup>2</sup> distribuida en:

- Zonas de materiales y agregado
- Zona de mezclado y fabricación
- Zona de desmolde
- Zona de curado y almacenado.

#### **4.1.2.3 INCREMENTO DE LA PRODUCCION**

Para una producción de 500 bloques por día, con la misma mesa vibradora, se deberá contar con 2 moldes e incrementar el personal a 2 Operarios, manteniendo los mismos 2 ayudantes.:

<b>Cuadrilla</b>	:	2 operarios + 2 peones
<b>Producción diaria</b>	:	500 bloques / día
<b>Máquina empleada</b>	:	1 Mesa vibradora. 2 Moldes metálicos.

## 4.2 INICIO DE LA PRODUCCION

Equipado el taller con las áreas especificadas y establecido el flujo de fabricación se puede dar inicio a la producción.

### 4.2.1 SECUENCIA DE FABRICACION

#### **a) Dosificación**

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforman la mezcla para la elaboración de la unidad.

La dosificación o proporcionamiento de los materiales se hará por volumen, utilizando latas, parihuelas o cajones de madera , carretillas o lampadas, tratando de evitar este último sistema.

#### **b) Mezclado**

**Mezclado manual.-** Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá de arena, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando lampa. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

**Mezclado mecánico.-** Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo o de tolva) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continua la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

#### **c) Moldeado**

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; el método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde de la mesa y se lleva al área de fraguado, con la ayuda de pie y en forma vertical se desmolda el bloque.

#### **d) Fraguado**

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse.

El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro.

Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto.

Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

#### **e) Curado**

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto.

Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

#### **f) Secado Y Almacenamiento**

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.

Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

#### **4.2.2 CONTROL DE CALIDAD ( NTP No 339.007)**

##### **a.) Dimensionamiento**

Se mide en cada espécimen entero el largo, el ancho y la altura, con la precisión de 1mm; cada medida se obtiene como el promedio de tres medidas en los borde y al medio en cada cara.

Los bloques de concreto deben tener una altura no mayor de 20 cm., un ancho menor de 20 cm., un largo menor de 40 cm.

##### **b.) Alabeo**

Es un defecto que tiene el ladrillo de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad .

Para medir la concavidad, se coloca el borde recto de la regla longitudinalmente, y se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima: Para la medición de la convexidad se apoya el ladrillo sobre una superficie plana, se introduce en cada vértice opuestos diagonalmente en dos aristas, buscando el punto para la cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

##### **c.) Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería, es su propiedad más importante; en general no sólo define el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia al intemperismo o cualquier otra causa de deterioro.

Los bloques deben tener una resistencia media a la compresión de 70 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

##### **d). Absorción de agua**

Es la propiedad del material de atrapar agua, se determina pesando el material seco (llevándolo al horno a 110°C), luego se introduce al agua durante 24 horas y se obtiene el peso saturado.

Si no se dispone de facilidades para secar toda la muestra o pesar la unidad entera, los especímenes pueden ser fraccionados en unidades pequeñas, cuyo peso no sea menor del 10% de la unidad entera y que tenga toda la altura.

El porcentaje de absorción no debe ser mayor a un 12%.

## **5.0 ESTUDIOS EXPERIMENTALES**

### **5.1 ESTUDIO PRELIMINAR DEL AGREGADO**

Se define los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento hidratada para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/ 4 partes del volumen total por lo que su calidad influye grandemente en el producto final. En tal razón conocer las propiedades físicas de los agregados constituyen un elemento importante en el diseño de los bloques.

Para el trabajo de investigación se ha utilizado tres canteras de agregados fino con características granulométrica diferentes cada una de ellas y una cantera de agregado grueso (confitillo de 3/8").

Los ensayos realizados para conocer las principales características de los agregados utilizados, tenemos:

- Análisis granulométrico: NTP 400.012
- Peso específico y absorción Agregada Fino NTP 400.022
- Peso específico y absorción Agregada Grueso NTP 400.021
- Peso unitario NTP 400 017

#### **Agregado fino:**

Cantera A	procedencia Desconocido.
Cantera B	procedencia La Molina.
Cantera C	procedencia La Morena

#### **Confitillo:**

Cantera D	procedencia La Molina
-----------	-----------------------

### **5.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 400.012)**

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas del agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico. En la práctica no existe ningún método que permita llegar a una granulometría ideal, aplicable en todos los casos a todos los agregados. Sin embargo, se han desarrollado especificaciones de granulometría las cuales, en promedio permitirán obtener concretos de propiedades satisfactorias a partir de materiales disponibles en una área determinada

#### ***a) Curva granulométrica***

La curva granulométrica es una excelente ayuda para mostrar la granulometría de los agregados individuales y combinados. El ploteo logarítmico es conveniente dado que, en una serie de tamices con aberturas con una relación constante, los puntos que representan los resultados del análisis al ser unidos forman la curva granulométrica del agregado.

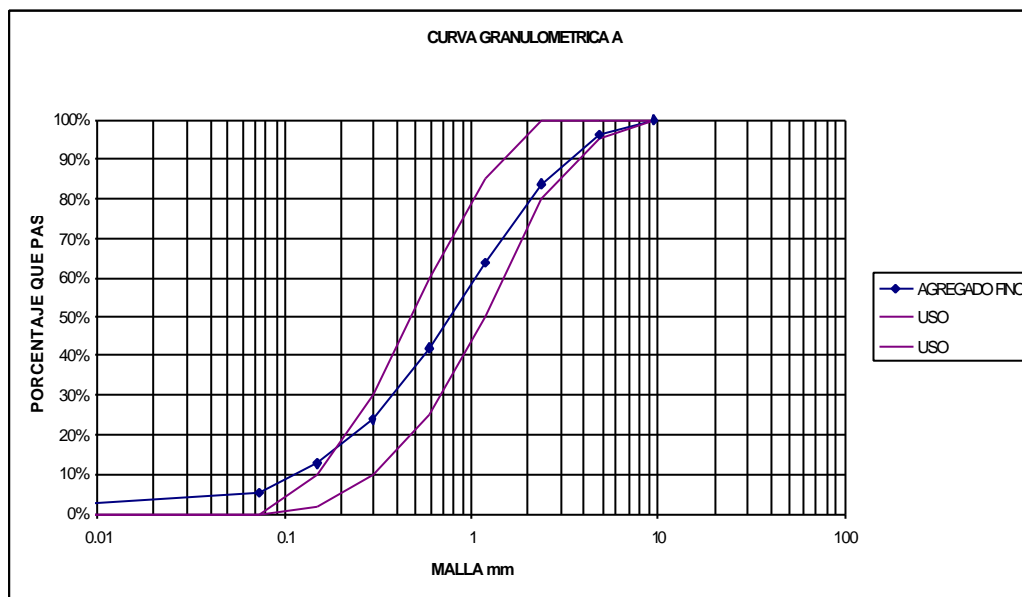
#### ***b) Resultado del ensayo granulométrico***

El resultado del tamizado se expresará en porcentaje retenido en cada tamiz.

Los resultados mostrados en los siguientes Cuadros son el promedio de tres ensayos.

**Cuadro N° 4 : Uso granulométrico Ag. Fino; Cantera A**

TAMIS ASTM	MALLA mm	RETENIDO	PORCENTAJE DE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
					100.00%
N° 4	4.763	19.29	3.87%	3.87%	96.13%
N° 8	2.381	62.34	12.50%	16.37%	83.63%
N° 16	1.191	100.29	20.11%	36.49%	63.51%
N° 30	0.595	106.85	21.43%	57.91%	42.09%
N° 50	0.296	90.57	18.16%	76.08%	23.92%
N° 100	0.149	54.95	11.02%	87.10%	12.90%
N° 200	0.074	37.04	7.43%	94.53%	5.47%
FONDO		27.29	5.47%	100.00%	

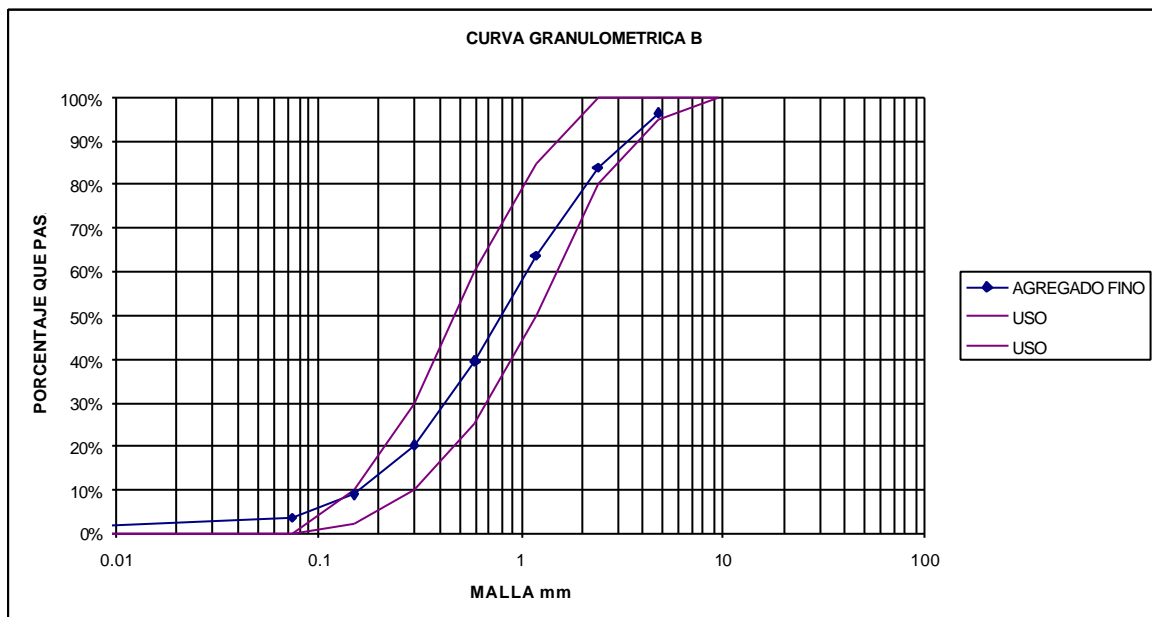


**Gráfico 2:** Curva granulométrica agregada fino; Cantera A



**Cuadro N°5 : Uso granulométrico Ag. Fino; Cantera B**

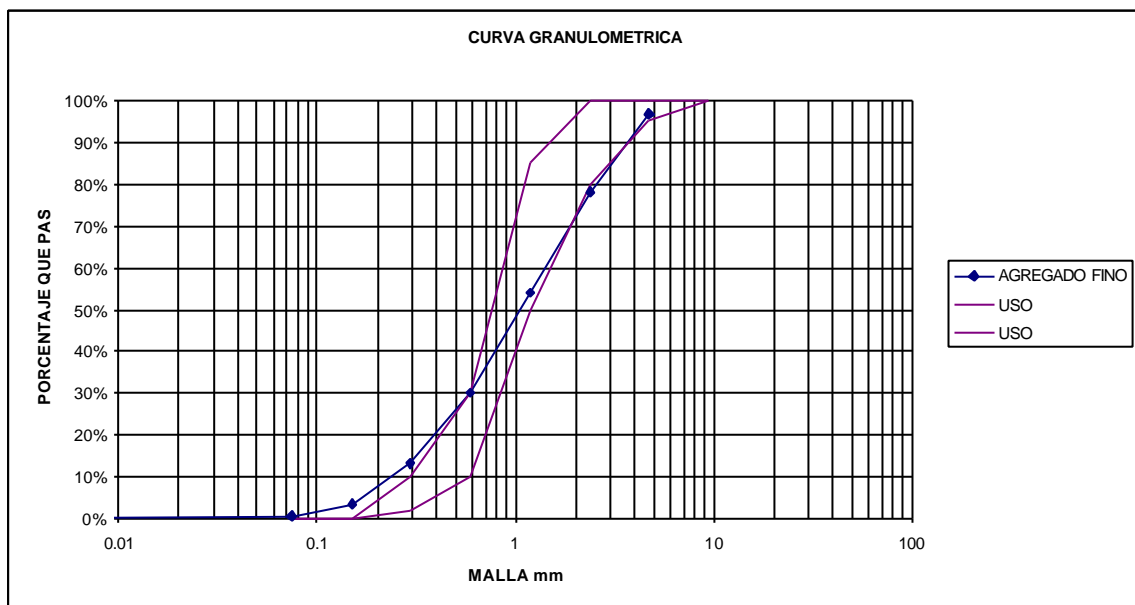
TAMIS ASTM	MALLA mm	RETENIDO	PORCENTAJE DE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
N°4	4.763	18.45	3.70%	3.70%	96.30%
N° 8	2.381	61.87	12.40%	16.09%	83.91%
N°16	1.191	101.60	20.36%	36.45%	63.55%
N° 30	0.595	119.48	23.94%	60.39%	39.61%
N° 50	0.296	95.68	19.17%	79.56%	20.44%
N° 100	0.149	57.73	11.57%	91.13%	8.87%
N° 200	0.074	27.04	5.42%	96.54%	3.46%
FONDO		17.26	3.46%	100.00%	



**Gráfico 3:** Curva granulométrica agregada fino; Cantera B.

**Cuadro N °6: Uso granulométrico Ag. Fino; Cantera C**

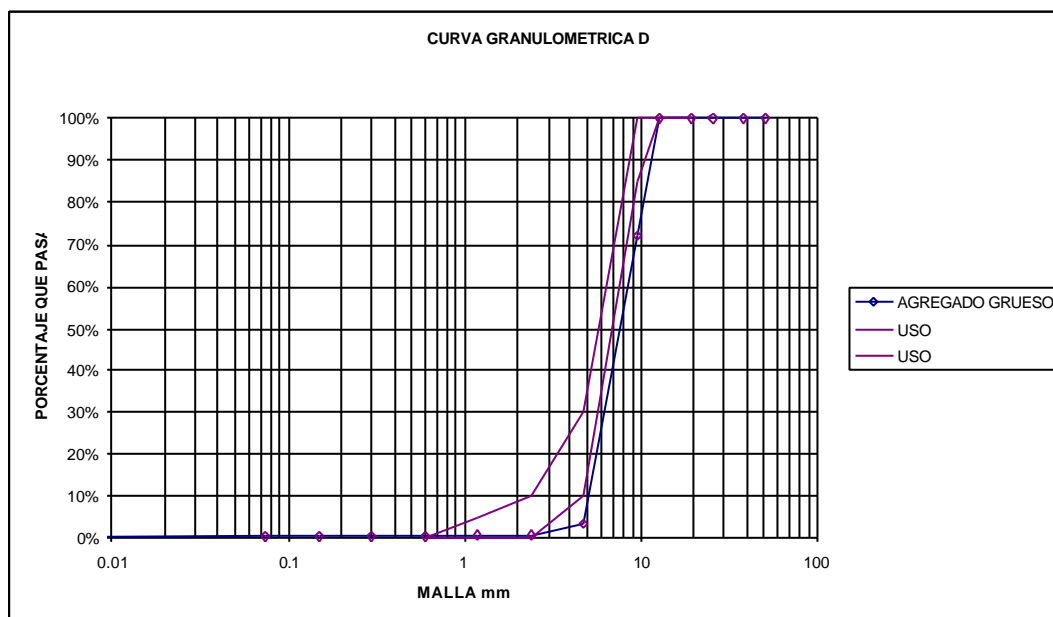
TAMIS ASTM	MALLA mm	RETENIDO	PORCENTAJE DE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
N °4	4.763	16.86	3.38%	3.38%	96.62%
Nº 8	2.381	92.73	18.60%	21.98%	78.02%
N °16	1.191	118.48	23.76%	45.74%	54.26%
Nº 30	0.595	120.05	24.08%	69.82%	30.18%
Nº 50	0.296	84.67	16.98%	86.80%	13.20%
Nº 100	0.149	48.26	9.68%	96.48%	3.52%
Nº 200	0.074	13.94	2.80%	99.28%	0.72%
FONDO		3.60	0.72%	100.00%	



**Gráfico nº4: Curva granulométrica agregada fino; Cantera C**

**Cuadro N º7: Uso granulométrico del Confitillo; Cantera D**

TAMIS ASTM	MALLA mm	RETENIDO	PORCENTAJE DE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
2"	50.8				100.00%
1 1/2"	38.1				100.00%
1"	25.4				100.00%
3/4"	19.05				100.00%
1/2"	12.7				100.00%
3/8"	9.526	558.38	27.95%	27.95%	72.05%
Nº4	4.763	1369.74	68.56%	96.51%	3.49%
Nº 8	2.381	53.92	2.70%	99.21%	0.79%
N º16	1.191	4.89	0.24%	99.45%	0.55%
Nº 30	0.595	2.43	0.12%	99.57%	0.43%
Nº 50	0.296	1.73	0.09%	99.66%	0.34%
Nº 100	0.149	1.34	0.07%	99.73%	0.27%
Nº 200	0.074	1.91	0.10%	99.82%	0.18%
FONDO		3.52	0.18%	100.00%	



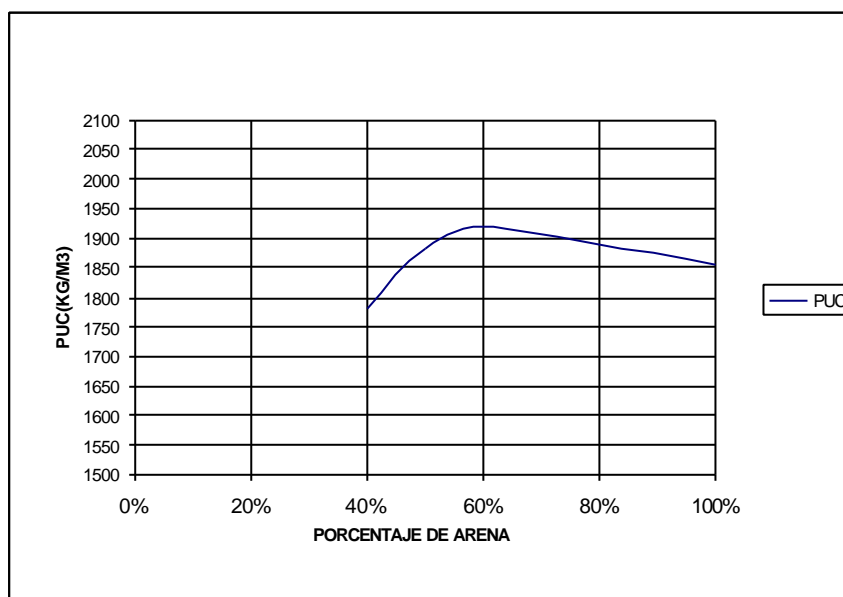
**Gráfico N º5: Curva granulométrica agregada grueso; Cantera D**

### C) Agregado Global

En trabajos importantes se considera conveniente hacer estudios especiales para determinar la óptima combinación de agregados, la cual se logra mediante la determinación de la combinación de materiales que produzca la máxima densidad compatible con una buena trabajabilidad del concreto y un mínimo contenido de cemento.

**Cuadro N° 8 PESO UNITARIO COMPACTADO(PUC) de la COMBINACION DE AGREGADOS**

Peso del balde		1102.75
Peso del balde+agregado		4674.50
Peso del agregado		<u>3571.75</u>
Peso unitario	60%Arena	<b>1779.06</b>
Peso unitario	50%Arena	<b>1884.16</b>
Peso unitario	40%Arena	<b>1917.53</b>
Peso unitario	100%Arena	<b>1854.77</b>



**Gráfico N°6 Determinación gráfica del máximo PUC para diferentes combinaciones de arena y piedra**

***el gráfico podemos observar que la combinación agregado fino 60% y agregado grueso 40% proporciona el mayor valor del peso unitario los que garantiza la máxima densidad compatible con una buena trabajabilidad del concreto.***

### **5.1.2 PESO ESPECIFICO (NTP 400. 022)**

El peso específico de los agregados, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de la calidad, en cuanto los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que un peso bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar otras pruebas adicionales. Aplicado a agregados, el concepto de peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo

El peso específico de masa de la mayoría de los agregados comunes empleados está comprendido dentro de los límites de 2.6 á 3.00.

#### **a) Resultado del ensayo**

**Cuadro N °9: Peso específico agregado fino cantera A**

Peso de la muestra seca al horno	=	495.58 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca	=	500.01 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca+agua	=	794.26 gr
Peso del agua	=	294.25 gr
Volumen de la probeta	=	500 .0 cm3
Peso especifico de masa		
$\frac{495.58}{500-294.25}$	=	2.41 gr/cm3
Peso especifico de masa superficialmente seco		
$\frac{500.01}{500-294.25}$	=	2.43 gr/cm3
Peso especifico aparente		
$\frac{495.58}{205.75-4.42}$	=	2.46 gr/cm3

### Cuadro N º10: Peso específico agregado fino cantera B

Peso De La Muestra Seca Al Horno	=	497.07 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca	=	500.01 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca+Agua	=	795.90 gr
Peso Del Agua	=	295.89 gr
Volumen De La Probeta	=	500.00 cm <sup>3</sup>
Peso especifico de masa		
$\frac{497.07}{500 - 295.890}$	=	2.44 gr/cm <sup>3</sup>
Peso especifico de masa superficialmente seco		
$\frac{500.01}{500-295.89}$	=	2.45 gr/cm <sup>3</sup>
Peso especifico aparente		
$\frac{497.07}{204.11 - 2.93}$	=	2.47 gr/cm <sup>3</sup>

### Cuadro N º 11: Peso específico agregado fino cantera C

Peso De La Muestra Seca Al Horno	=	497.07 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca	=	500.00 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca+Agua	=	793.95 gr
Peso Del Agua	=	293.95 gr
Volumen De La Probeta	=	500.00 cm <sup>3</sup>
Peso especifico de masa		
$\frac{497.07}{500-293.95}$	=	2.41 gr/cm <sup>3</sup>
Peso especifico de masa superficialmente seco		
$\frac{500}{500-293.95}$	=	2.43 gr/cm <sup>3</sup>
Peso especifico aparente		
$\frac{497.07}{206.05-2.93}$	=	2.45 gr/cm <sup>3</sup>

**Cuadro Nº 12: Peso específico agregado grueso cantera D**

Peso De La Muestra Seca Al Horno	=	1726.78 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca	=	1774.12 gr
Peso De La Muestra Saturada Dentro Del Agua	=	1110.8 gr
Peso específico de masa		
$\frac{1726.78}{1774.12-1110.8}$	=	2.60 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa superficialmente seco		
$\frac{1774.12}{1774.12-1110.8}$	=	2.67 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente		
$\frac{1726.78}{1726.78-1110.8}$	=	2.80 gr/cm <sup>3</sup>

**5.1.3 PESO UNITARIO (NTP 400 017)**

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico de material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen.

**a)Resultado del ensayo****Cuadro Nº 13: Peso unitario de agregado fino cantera A**

VOLUMEN DEL BALDE	
Peso del agua=	1985.05 gr
Densidad medida=	1.00 gr/cm <sup>3</sup>
Volumen	0.002008 m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	
Peso del balde	1104.5 gr
Peso del balde+agregado	4250.5 gr
Peso del agregado	3146 gr
Peso unitario suelto	<b>1567.00 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	
Peso del balde	1104.5 gr
Peso del balde+agregado	4761 gr
Peso del agregado	3656.5 gr
Peso unitario suelto	<b>1821.28 kg/m<sup>3</sup></b>

**Cuadro Nº 14: Peso Unitario de agregado fino cantera B**

---

VOLUMEN DEL BALDE	
Peso del agua=	1985.05 gr
Densidad medida=	1 gr/cm3
Volumen	0.002008 m3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	
Peso del balde	1102.75 gr
Peso del balde+agregado	4322 gr
Peso del agregado	3219.25 gr
Peso unitario suelto	<b>1603.49 kg/m3</b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	
Peso del balde	1102.75 gr
Peso del balde+agregado	4818.7 gr
Peso del agregado	3715.95 gr
Peso unitario suelto	<b>1850.89 kg/m3</b>

**Cuadro Nº 15: Peso Unitario agregado fino cantera C**

---

VOLUMEN DEL BALDE	
Peso del agua=	1985.05 gr
Densidad medida=	1 gr/cm3
Volumen	0.002008 m3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	
Peso del balde	1104.5 gr
Peso del balde+agregado	4402.5 gr
Peso del agregado	3298 gr
Peso unitario suelto	<b>1642.71 kg/m3</b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	
Peso del balde	1104.5 gr
Peso del balde+agregado	4826.5 gr
Peso del agregado	3722 gr
Peso unitario suelto	<b>1853.90 kg/m3</b>



### **Cuadro N° 16: Peso Unitario agregado grueso cantera D**

<b>VOLUMEN DEL BALDE</b>	
Peso del agua=	1985.05 gr
Densidad medida=	1 gr/cm3
Volumen	0.002008 m3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	
Peso del balde	1102.75 gr
Peso del balde+agregado	3791.5 gr
Peso del agregado	2688.75 gr
Peso unitario suelto	<b>1339.25 kg/m3</b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	
Peso del balde	1102.75 gr
Peso del balde+agregado	4147 gr
Peso del agregado	3044.25 gr
Peso unitario suelto	<b>1516.32 kg/m3</b>

#### **5.1.4 ABSORCION (NTP 400 022)**

Los agregados presentan poros internos, los cuales se conocen como abiertos cuando son accesibles al agua o humedad exterior sin requisito de presión, diferenciándose de la porosidad cerrada, en el interior del agregado, sin canales de comunicación con la superficie a la que alcanza mediante flujos de baja presión.

Se entiende por absorción al contenido de humedad total interna de una agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por le incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secada superficialmente. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

#### **a) Resultado del ensayo**

La determinación del contenido de absorción es importante en la medida que permiten conocer el volumen de agua que absorberá el agregado en una mezcla de concreto.

Los resultados son el promedio de tres ensayos.

### Cuadro N° 17: Absorción de agregado fino cantera A

---

---

Peso de la muestra seca al horno	=	495.58 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca	=	500.01 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca+agua	=	794.26 gr
Peso del agua	=	294.25 gr
Volumen de la probeta	=	500 cm3
Porcentaje de absorción		
$100 \times \frac{500.01 - 495.58}{495.58} = 0.89 \%$		

### Cuadro N° 18: Absorción de agregado fino cantera B

---

---

Peso de la muestra seca al horno	=	497.07 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca	=	500.01 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca+agua	=	795.90 gr
Peso del agua	=	295.89 gr
Volumen de la probeta	=	500.00 cm3
Porcentaje de absorción		
$100 \times \frac{500.01 - 497.07}{497.07} = 0.59 \%$		

### Cuadro N° 19: Absorción de agregado fino cantera C

---

---

Peso de la muestra seca al horno	=	497.07 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca	=	500 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca+agua	=	793.95 gr
Peso del agua	=	293.95 gr
Volumen de la probeta	=	500. cm3
Porcentaje de absorción		
$100 \times \frac{500 - 497.07}{497.07} = 0.59 \%$		

## Cuadro N° 20: Absorción de agregado grueso cantera D

Peso de la muestra seca al horno	=	1726.78 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca	=	1774.12 gr
Peso de la muestra saturada dentro del agua	=	1110.8 gr

Porcentaje de absorción

$$100 \times \frac{1774.12 - 1726.78}{1726.78} = 2.74 \%$$

### 5.2 EVALUACION FISICA Y MECANICA DE LA UNIDAD

Para determinar la dosificación adecuada que garantice las resistencias especificadas, es necesario hacer un estudio del comportamiento de los bloques en diversas dosificaciones.

Se utilizarán los agregados con diferentes características granulométricas determinadas en el punto anterior; los cementos a utilizarse son los más usados a nivel nacional y son:

Cementos Lima - Sol - Tipo I

Cemento Andino - Tipo I

Cemento Pacasmayo- Tipo I

#### 5.2.1 ENSAYOS DE RESISTENCIA

Luego de evaluar la calidad de los agregados a ser utilizado se inició el estudio de dosificación de fabricación de los bloques.

Los bloques son fabricados de conformidad a las Normas Peruanas NTP 339.005 y 339.007 "Elementos de concreto (Concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería" y satisfaciendo las dimensiones modulares para muros y tabiques así como requisitos de resistencia y absorción.

A partir de bibliografía y experiencias pasadas, se plantea el estudio de tres dosificaciones en volumen, con una relación 60% arena y 40% confitillo, como se estableció anteriormente:

**1:6** en la proporción de 4 de arena gruesa y 2 de confitillo(60%arena 40% confitillo)

**1:7** en la proporción de 5 de arena gruesa y 2 de confitillo

**1:8** en la proporción de 5 de arena gruesa y 3 de confitillo

Para la dosificación del agua se parte de una relación en volumen 1:1, para luego ir agregando más agua hasta obtener una superficie humedad, debido a que cuando la mezcla está seca no permite una buena compactación y el bloque resulta muy quebradizo, haciendo muy difícil el

proceso de desmoldar; no siempre con la misma cantidad de agua se obtiene la misma textura.

#### CUADRO Nº 21 CEMENTO PORTLAND SOL-TIPO I- CANTERA A Y CONFITILLO

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES  
 RESISTENCIA A 28 DIAS  
 FECHA 18/05/2000

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	18/05/2000	19/06/2000	27400	318.59	86
	18/05/2000	19/06/2000	25300	318.62	79
					<b>83</b>
1/7					
	18/05/2000	19/06/2000	22500	317.10	71
	18/05/2000	19/06/2000	22160	316.11	70
					<b>70</b>
1/8					
	18/05/2000	19/06/2000	15680	317.50	49
	18/05/2000	19/06/2000	14120	316.30	45
					<b>47</b>

#### CUADRO Nº 22 CEMENTO PORTLAND SOL-TIPO I- CANTERA B Y CONFITILLO

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES  
 RESISTENCIA A 28 DIAS  
 FECHA 16/09/2000

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	18/05/2000	19/06/2000	23500	316.5	74
	18/05/2000	19/06/2000	24000	316.0	76
					<b>75</b>
1/7					
	18/05/2000	19/06/2000	22400	316.7	71
	18/05/2000	19/06/2000	22600	316.6	71
					<b>71</b>
1/8					
	18/05/2000	19/06/2000	16060	317.5	51
	18/05/2000	19/06/2000	18940	316.3	60
					<b>55</b>

**CUADRO Nº 23 CEMENTO PORTLAND SOL-TIPO I- CANTERA C Y CONFITILLO**

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES  
 RESISTENCIA A 28 DIAS  
 FECHA 18/05/2000

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	18/05/2000	19/06/2000	24600	317.29	78
	18/05/2000	19/06/2000	28400	316.80	90
					<b>84</b>
1/7					
	18/05/2000	19/06/2000	22820	317.51	72
	18/05/2000	19/06/2000	24880	316.11	79
					<b>75</b>
1/8					
	18/05/2000	19/06/2000	19100	317.51	60
	18/05/2000	19/06/2000	19060	316.30	60
					<b>60</b>

**CUADRO Nº 24 CEMENTO PORTLAND ANDINO-TIPO I- CANTERA A Y CONFITILLO**

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES  
 RESISTENCIA A 28 DIAS  
 FECHA 01/06/2000

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	01/06/2000	03/07/2000	32180	317.30	101
	01/06/2000	03/07/2000	32150	316.50	102
					<b>101</b>
1/7					
	01/06/2000	03/07/2000	25460	317.51	80
	01/06/2000	03/07/2000	22840	316.11	72
					<b>76</b>
1/8					
	01/06/2000	03/07/2000	15540	317.51	49
	01/06/2000	03/07/2000	12460	316.30	39
					<b>44</b>

**CUADRO Nº 25 CEMENTO PORTLAND ANDINO-TIPO I- CANTERA B Y CONFITILLO**

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES  
 RESISTENCIA A 28 DIAS  
 FECHA 01/06/2000

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	01/06/2000	03/07/2000	33880	317.30	107
	01/06/2000	03/07/2000	29620	316.50	94
					<b>100</b>
1/7					
	01/06/2000	03/07/2000	22400	316.50	71
	01/06/2000	03/07/2000	22800	315.20	72
					<b>72</b>
1/8					
	01/06/2000	03/07/2000	15540	316.00	49
	01/06/2000	03/07/2000	12460	315.20	40
					<b>44</b>

**CUADRO Nº 26 CEMENTO PORTLAND ANDINO-TIPO I- CANTERA C Y CONFITILLO**

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES  
 RESISTENCIA A 28 DIAS  
 FECHA 16/09/2000

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	18/05/2000	19/06/2000	26040	317.30	82
	18/05/2000	19/06/2000	25520	316.50	81
					<b>81</b>
1/7					
	18/05/2000	19/06/2000	22820	317.40	72
	18/05/2000	19/06/2000	24880	317.40	78
					<b>75</b>
1/8					
	18/05/2000	19/06/2000	19100	317.51	60
	18/05/2000	19/06/2000	19060	316.30	60
					<b>60</b>

**CUADRO Nº 27 CEMENTO PORTLAND PACASMAYO-TIPO I- CANTERA A Y CONFITILLO**

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	10/07/2000	09/08/2000	24540	317.30	77
	10/07/2000	09/08/2000	26660	316.50	84
					<b>81</b>
1/7					
	10/07/2000	09/08/2000	22060	316.00	70
	10/07/2000	09/08/2000	22260	316.80	70
					<b>70</b>
1/8					
	10/07/2000	09/08/2000	17320	317.51	55
	10/07/2000	09/08/2000	17560	316.50	55
					<b>55</b>

**CUADRO Nº 28 CEMENTO PORTLAND PACASMAYO-TIPO I- CANTERA B**

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	10/07/2000	09/08/2000	25140	317.30	79
	10/07/2000	09/08/2000	25740	316.50	81
					<b>80</b>
1/7					
	10/07/2000	09/08/2000	23960	317.51	75
	10/07/2000	09/08/2000	24540	317.40	77
					<b>76</b>
1/8					
	10/07/2000	09/08/2000	22060	318.31	69
	10/07/2000	09/08/2000	22026	317.91	69
					<b>69</b>

### CUADRO Nº 29 CEMENTO PORTLAND PACASMAYO-TIPO I- CANTERA C Y CONFITILLO

MATERIAL CONCRETO  
 TIPO DE PROBETA LADRILLO DE CONCRETO  
 TIPO DE ENSAYO COMPRESION AXIAL EN UNIDADES

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX kg	SECCION cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
1/6					
	10/07/2000	09/08/2000	24460	316.00	77
	10/07/2000	09/08/2000	26660	316.22	84
					<b>81</b>
1/7					
	10/07/2000	09/08/2000	22200	315.20	70
	10/07/2000	09/08/2000	22700	316.11	72
					<b>71</b>
1/8					
	10/07/2000	09/08/2000	13100	317.51	41
	10/07/2000	09/08/2000	14800	316.50	47
					<b>44</b>

### 5.3 ANALISIS DE RESULTADOS

El siguiente cuadro muestra la relación entre la resistencia de los bloques en función de la dosificaciones y el tipo de cemento; claramente se puede observar que la dosificación 1/7 nos proporciona la resistencia de **70kg/cm2** para fabricar bloques tipo III con los que pueden utilizarse en la edificación de viviendas hasta de dos pisos .

**Cuadro Nº30: Resultados de resistencia a la compresión en unidades**

		RESULTADOS DE RESISTENCIA kg/cm2								
CEMENTO PORTLAND		LIMA-SOL TIPO I			ANDINO TIPO I			PACASMAYO TIPO I		
CANTERA		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Dosificación	1/6	83	75	84	101	100	81	81	80	81
	1/7	71	71	75	76	72	75	70	76	71
	1/8	47	55	60	44	11	60	55	69	44

Para la dosificación del agua se partió de la relación en volumen 1:1, para luego ir agregando más agua hasta obtener una superficie húmeda, debido a que cuando la mezcla



esta seca no permite una buena compactación bloque sale muy quebradizo , haciendo muy difícil el proceso de desmoldar y no siempre con las misma cantidad de agua se obtiene la misma textura .

#### **5.4 ESTUDIO DE DISEÑO OPTIMO**

A partir de los resultados obtenidos, sólo utilizaremos para el estudio de verificación del diseño óptimo la dosificación 1:7 con Cemento Portlant tipo I Sol, agregado fino de la Cantera de la Molina (cantera B), tanto para las propiedades físicas, como para las propiedades mecánicas en pilas

##### **5.4.1 ENSAYOS EN PILAS**

El ensayo de pilas y muretes permite conocer el comportamiento de la mampostería sujeta a la acción de elementos mecánicos simples y alguna combinación de ellos.

A partir de los resultados obtenidos, sólo utilizaremos la dosificación 1:7 con Cemento Portlant tipo I Sol, con el agregado fino de la Cantera de la Molina (cantera B), tanto para las propiedades físicas, como para las propiedades mecánicas en pilas .

##### **5.4.1.1 Control de Calidad**

###### **a) Dimensionamiento**

**Cuadro N°31 :RESULTADOS DE ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO**

**Muestra: 1**

<b>LARGO(cm)</b>	<b>ALTURA(cm)</b>	<b>ESPESOR(cm)</b>
38.6	19.2	14.1
38.8	19.2	14
38.9	19.3	14.1
38.6	19.2	14.3
Prom 38.7	Prom 19.2	Prom 14.1

**Muestra: 2**

<b>LARGO(cm)</b>	<b>ALTURA(cm)</b>	<b>ESPESOR(cm)</b>
38.6	19.0	13.9
<b>38.8</b>	<b>19.1</b>	<b>14.0</b>
<b>38.5</b>	<b>19.1</b>	<b>14.2</b>
<b>38.8</b>	<b>19.0</b>	<b>14.5</b>
<b>Prom 38.7</b>	<b>Prom 19.1</b>	<b>Prom 14.2</b>

**Muestra: 3**

<b>LARGO(cm)</b>	<b>ALTURA(cm)</b>	<b>ESPESOR(cm)</b>
38.8	19.0	14.2
<b>38.7</b>	<b>19.2</b>	<b>14.0</b>
<b>38.6</b>	<b>19.1</b>	<b>14.1</b>
<b>38.8</b>	<b>19.2</b>	<b>14.2</b>
<b>Prom 38.7</b>	<b>Prom 19.1</b>	<b>Prom 14.1</b>

**Muestra: 4**

<b>LARGO(cm)</b>	<b>ALTURA(cm)</b>	<b>ESPESOR(cm)</b>
38.7	19.3	14.2
<b>38.5</b>	<b>19.2</b>	<b>14.1</b>
<b>38.9</b>	<b>19.3</b>	<b>14.3</b>
<b>38.5</b>	<b>19.1</b>	<b>14.2</b>
<b>Prom 38.7</b>	<b>Prom 19.2</b>	<b>Prom 14.2</b>

**Muestra: 5**

<b>LARGO(cm)</b>	<b>ALTURA(cm)</b>	<b>ESPESOR(cm)</b>
38.6	19.2	14.1
<b>38.9</b>	<b>19.4</b>	<b>14.0</b>
<b>38.7</b>	<b>19.1</b>	<b>14.2</b>
<b>38.5</b>	<b>19.0</b>	<b>14.1</b>
<b>Prom 38.7</b>	<b>Prom 19.2</b>	<b>Prom 14.1</b>

**Largo**

<b>Muestra</b>	<b>Dimensión Nominal</b>	<b>Dimensión Real</b>	<b>Variación mm</b>	<b>% de variación</b>
1	39cm	38.7cm	-3	0.77%
2	39cm	38.7cm	-3	0.77%
3	39cm	38.7cm	-3	0.77%
4	39cm	38.7cm	-3	0.77%
5	39cm	38.7cm	-3	0.77%

**Altura**

<b>Muestra</b>	<b>Dimensión Nominal</b>	<b>Dimensión Real</b>	<b>Variación mm</b>	<b>% de variación</b>
1	19cm	19.2cm	2	-1.05%
2	19cm	19.1cm	1	-0.50%
3	19cm	19.1cm	1	-0.50%
4	19cm	19.2cm	2	-1.05%
5	19cm	19.2cm	2	-1.05%

**Espesor**

<b>Muestra</b>	<b>Dimensión Nominal</b>	<b>Dimensión Real</b>	<b>Variación mm</b>	<b>% de variación</b>
1	14cm	14.1cm	1	-0.71%
2	14cm	14.2cm	2	-1.42%
3	14cm	14.1cm	1	-0.71%
4	14cm	14.2cm	2	-1.42%
5	14cm	14.1cm	1	-0.71%

**VARIACION DIMENSIONAL**

<b>Muestra</b>	<b>Dimensión Nominal</b>	<b>Dimensión Real</b>	<b>Variación mm</b>	<b>% de variación</b>
LARGO	38cm	38.60cm	-3	-0.71%
ALTURA	19cm	19.16cm	1.6	-0.84%
ESPESOR	14cm	14.14cm	1.4	-1.00%

**b) Alabeo:**

**Cuadro N°32 :RESULTADOS DE ENSAYO DE ALABEO**

MUESTRAS	CONVEXIDAD	CONCAVIDAD
1	0mm	0mm
2	0mm	1mm
3	0mm	0mm
4	2mm	1mm
5	3mm	0mm

**c) Resistencia a la compresión**

**CUADRO N°33 ENSAYO DE RESISTENCIA A 7, 28 Y 42 DÍAS**

MATERIAL                      CONCRETO  
TIPO DE PROBETA            LADRILLO DE CONCRETO  
TIPO DE ENSAYO            COMPRESION AXIAL EN  
   UNIDADES

RESISTENCIA

**7 DIAS**

IDENTIFICACION	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENCIA Kg/cm2
I	17600	325.97	53.99
II	17320	323.43	53.55

**53KG/CM2**

RESISTENCIA

**28 DIAS**

IDENTIFICACION	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENCIA Kg/cm2
I	23500	329.2	71.39
II	29000	330.1	87.85
III	23000	329.2	69.87

**76KG/CM2**

# RESISTENCIA

42 DIAS

IDENTIFICACION	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENCIA KG/CM2
I	24300	331.2	73.37
II	29000	329.92	87.90

RESISTENCIA PROMEDIO

80KG/CM2

$$f'b_{28\text{días}} = 0.7 * f'b_{7\text{días}}$$

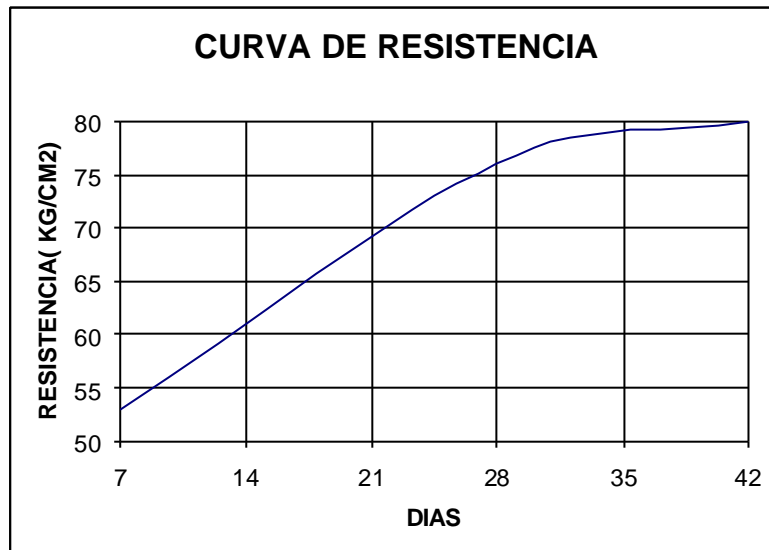


Gráfico 7: Variación de la resistencia vs el tiempo en días

## d) Absorción

	Muestras N	I	II	III	IV	V
Peso de la muestra seca al horno	14300.	14250.0	14180.0	14311	14748	
Peso de la muestra saturada con superficie seca	15010	14953.0	14643.0	14963	15257	

I

$$100 \times \frac{15010 - 14300}{14300} = 4.97 \%$$

<b>II</b>			
100 x	14953.0- 14250.0	4.93	%
	<hr/> 14250.0		
<b>III</b>			
100 x	14643.0-14180.0	3.27	%
	<hr/> 14180.0		
<b>IV</b>			
100 x	<hr/> 14963. -14311.00	4.56	%
	<hr/> 14311.0		
<b>V</b>			
100 x	15257.0-14748.0	3.45	%
	<hr/> 14748.0		
	Abs.	4.23	%
	Promedio		

**d) Densidad:**

Peso de la muestra seca al horno	=	4114 gr
Peso de la muestra saturada con superficie seca	=	4441 gr
Peso de la muestra saturada dentro del agua	=	2492 gr

peso especifico de masa

$$\frac{4114}{4441-2492} = 2.11 \text{ gr/cm}^3$$

Peso especifico de masa superficialmente seco

$$\frac{4441}{4441-2492} = 2.28 \text{ gr/cm}^3$$

Peso especifico aparente

$$\frac{4114}{4114-2492} = 2.54 \text{ gr/cm}^3$$

**f) Absorción Máxima:**

Muestra	1	2
PESO DE LA MUESTRA SECA	= 13900	14224
PESO DE LA MUESTRA SATURADA 5h DE EBULLICION	= 14532	14954
Porcentaje de absorción		

$$100 \times \frac{14532-13900}{13900} = 4.55 \%$$

$$100 \times \frac{14954-14224}{14224} = 5.13 \%$$

$$\text{PROMEDIO} = 4.82 \%$$

**5.4.1.2 Compresión axial en pilas de bloques (f'm)**

Esencialmente la mampostería está formada por dos materiales que tienen comportamiento diferente; al ser sometidas a cargas de compresión éstos se deforman en forma diferente lo cual provoca esfuerzos adicionales en la zona de interacción entre ambos materiales.

Bajo el efecto de la carga vertical, la pieza y el mortero sufren deformaciones verticales acompañadas de un alargamiento transversal, si los dos materiales podrían deformarse libremente, tendrían deformación axial y alargamiento transversal diferentes, dependiendo de las características elásticas de ambos. La adherencia y fricción en las caras de contacto entre los materiales impiden el desplazamiento relativo así que el mortero y el bloque deberán tener la misma deformación, para adoptar esa posición el material más desfavorable (el mortero) sufrirá compresiones transversales en ambas direcciones y el material mas rígido sufrirá tensiones transversales.

La falla podría producirse por aplastamiento de las piezas debido a la fuerza axial, pero también podrá presentarse por agrietamiento vertical producido por las deformaciones transversales que acompañan a la deformación longitudinal, y que en la pieza puede verse incrementada por el efecto junta; cuando el agrietamiento vertical se vuelve excesivo éste produce la inestabilidad del elemento de mampostería y su falla.

El ensayo de resistencia a la compresión en pilas es el representativo para evaluar la resistencia a la compresión de la albañilería, denominado ( $f'_m$ ).

**a) Requisitos que deben cumplir los especímenes:**

- La altura de la pila no debe ser menor a 30 cm.
- La relación, altura de la pila ( $H_{pila}$ ) y ancho de la pila ( $A_p$ ), deberá de estar comprendida entre,  $2 < (H_{pila}/A_p) < 5$ .
- Las caras de asiento superior e inferior de las pilas de los bloques se les cubrirá con un capping a base de (yeso:cemento:agua), en una proporción en volumen de (3,1,1 ¾) el cual será perfectamente nivelado, para obtener una zona plana y uniforme de modo de cubrir todas las irregularidades y deformaciones que presente el bloque.
- Las pilas serán ensayadas a la compresión de acuerdo a los requerimientos, a los 7 o 28 días de elaboradas, para lo cual se colocará una plancha metálica en cada uno de los extremos, para luego aplicar una carga axial a una velocidad no mayor de 1.27mm/minuto.

**b) Expresión de resultados:**

- Se determina la resistencia a la compresión de cada pila aplicando la siguiente formula:

$$F'_{mi} = ( P_i / A_i )$$

**P<sub>i</sub>:** carga máxima de rotura o de falla en la pila el cual se toma al momento de ocurrencia de la primera fisura en la pila.

**A<sub>i</sub>:** Promedio de áreas netas superior e inferior

- Luego se obtiene el promedio de los resultados ( $f'_{mp}$ )

$$f'_{mp} = [ \text{sumatoria} ( F'_{mi} ) ] / n \quad i=1,2,...,n$$

- se obtiene la desviación standard ( $\xi$ ), de la n muestras analizadas, de acuerdo a la siguiente expresión

$$\xi = [ ( \text{sumatoria} ( ( f'_{mi} - f'_{mp} )^2 ) ) / (n-1) ] ^{0.5}$$

- Se obtiene el coeficiente de variación

$$V = \xi / f'_{mp}$$



- Si el coeficiente de variación de las muestras probadas excede a 0.10, el valor de  $f'_m$  será obtenido multiplicando el promedio de todos los resultados por el coeficiente C siguiente:

$$C=1-1.5*(V-0.1)$$

- Finalmente la resistencia características es

$$f'_m = a \times b \times f'_{mp}$$

donde :

- $f'_{mp}$ :** Es la resistencia a la compresión de las pilas
- a:** Coeficiente que está en función a la fecha de ensayo de pilas, si se ensaya a los 7 días de elaboradas y se necesita proyectar estos resultados a los 28 días, entonces ( $a=1.10$ ); si fueron ensayadas a los 28 días ( $a=1.00$ ).
- b :** Es el coeficiente de esbeltez y está definido por la relación, altura de la pila al espesor de la pila, ( $H \text{ pila} / A_p$ )

**Cuadro N°34 ENSAYO DE COMPRESION EN PILAS:**

PILA	L(cm)	a(cm)	H(cm)	A neta(cm <sup>2</sup> )
P-1	39	14	40.16	325
P-2	39	14	40.00	325
P-3	39	14	41.06	325
P-4	39	14	41.00	325
P-5	39	14	40.26	325

ESBELTEZ	F.C	P(KG)	F'm kg/cm <sup>2</sup> Corregido por esbeltez
2.87	0.84	24600	63.58
2.86	0.84	20200	52.21
2.93	0.85	22000	57.54
2.93	0.85	19500	51.00
2.88	0.85	22600	59.11

$$f'_{mp} = [ \text{sumatoria} ( F'_{mi} ) ] / n \quad i=1,2,\dots,n$$

$$f'_{mp} = 56.69$$

#### Desviación estandar

$$\mathcal{E} = [ ( \text{sumatoria} ( ( f'_{bi} - f'_{bp} )^2 ) ) / (n-1) ] ^{0.5}$$

PILA	$\mathcal{E}$
P-1	11.88
P-2	5.01
P-3	0.18
P-4	8.09
P-5	1.46
	<b>5.16</b>

#### Coeficiente de variación

$$v = \mathcal{E} / f'_{mp}$$

$$v = 0.09$$

Cuando V es menor que 0.1 el valor promedio no necesita ser corregido.

#### Compresión axial en pilas

$$f'_m = a \times f'_{mp}$$

$$f'_m = 1.1 \times 56.69$$

$$f'_m = \mathbf{62.36}$$

## 5.5 FABRICACION DE OTROS ELEMENTOS

### **A) Diseño de mezclas para los adoquines de concreto.-**

Para los adoquines de concreto se esta evaluando las siguientes dosificaciones:

1:2:2 cemento :arena:confitillo

1:3:1 cemento :arena:confitillo

**Cuadro N° 35:** Resultados de compresión de adoquines de concreto vibrado

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENCIA 7 DIAS	RESISTENCIA 28 DIAS
1:2:2 a/c=0.53						
	13/07/00	21/07/00	64850	220.5	294	392
			53100	220.5	241	321
1:3:1 a/c=0.58						
	13/07/00	21/07/00	46650	220.5	212	282
			48100	220.5	218	291

### **B)Diseño de mezclas para los blokc grass.-**

Para esta investigación se considera diferentes dosificaciones en volumen

1:7 en la proporción de 5 de arena gruesa y 2 de confitillo.

**Cuadro N° 36:** Resultados de compresión block grass de concreto vibrado

IDENTIFICA	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENC
1/7	11/02/00	7/03/00	55640	649	85.73
	11/02/00	7/03/00	55700	649	85.82

## 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- a) Los bloques vibrocompactados fabricados cumplen con todos los requisitos establecidos por la Norma; además se puede recomendar como patrón de diseño la dosificación **1:7**
- b) La dosificación **1:7** **significa** proporcionamiento en volumen del agregado y es equivalente a utilizar 5:2 (arena:confitillo) ó 4:3 (arena:confitillo) ya que ambas cumplen la proporción establecida anteriormente de 60% arena y 40% confitillo; resultando más conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a los bloques una mejor textura.

Por lo tanto la óptima dosificación en volumen resulta ser la relación:

**1 : 5 : 2 cemento : arena : confitillo**

**Con una dosificación inicial de agua 1:1 ( cemento:agua)**

- c) De los resultados de los agregados podemos concluir que se trata de agregados de uso normal, con diferentes granulometrías, donde la Cantera A presenta exceso de finos; la Cantera B, una distribución granulométrica normal y, la Cantera C, un defecto en finos. Esto permitió estudiar el comportamiento de mezclas vibradas con diferentes granulometría, verificándose que en agregados con exceso de finos se necesita un adicional de agua en la mezcla, la misma que se hacía menos trabajable conforme se iba secando, sin embargo presentó mejor textura.
- d) En todos los casos , la mejor combinación de agregado fino con confitillo fue la relación 60% arena y 40% confitillo , permitiendo la mayor densidad de la mezcla.
- e) La vibración con la mesa permite duplicar la resistencia de las unidades en comparación con la compactación en forma manual. Al mismo tiempo la mesa vibradora permite fabricar unidades que cumplen con las tolerancias dimensionales. Las deformaciones que pudieran presentarse en los bloques serían, por consiguiente, atribuibles sólo a la mano de obra utilizada.
- f) La resistencia de los bloques a los 7 días representa el 70% de la resistencia a los 28 días; valor que nos permite realizar ensayos de calidad a corta edad y poder hacer los ajuste de mezcla correspondientes, si fuera el caso.

- g) El estudio experimental comprendió la fabricación de otros elementos de concreto, como son el block grass y los adoquines para pisos, para los que se puede establecer las siguientes dosificaciones en volumen:
  - piso block- grass: dosificación **1:5:2** (cemento :arena: piedra)
  - adoquines: dosificación **1:3:1** (cemento :arena: piedra).
- h) El bloque de concreto por lo tanto cumple con las condiciones técnico y económicas necesarias para ser empleadas en la construcción de viviendas de bajo costo.
- i) Debido al acabado que presentan los bloques fabricados por vibrocompactación, es posible e inclusive recomendable, dejarlos caravista, con el consiguiente ahorro en materiales y mano de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- a) Será necesario controlar durante la producción, los dosajes de la mezcla, los cuales se recomiendan sean por peso, sin embargo en la mayoría de los casos se realiza por volumen: Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua de la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda; en el primer caso se corre el peligro de la fisuración o el desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformando las dimensiones.
- b) Para obtener bloques de concreto que cumple con las tolerancias dimensionales y que el proceso de desmolde sea inmediato, es necesario controlar que el agregado no tenga exceso de material fino y que la dosificación se realice con la cantidad mínima necesaria de agua, para evitar la rotura del bloque al desmoldar la unidad.
- c) Se debe controlar la duración del vibrado así como la potencia del motor, ya que otra de las causas de la rotura se debe a que el bloque no está suficientemente consolidado, es decir, la vibración ha sido de poca duración. El vibrado se debe realizar por capas hasta que se forme una película de agua en la superficie.
- d) Para conservar la uniformidad de los bloques que dependen en gran medida de los agregados deben verificarse la calidad y la granulometría del agregado empleado, ya que no siempre es constante.
- e) Para mezclar el concreto utilizado en los bloques se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continúa la mezcla húmeda durante 3 minutos. Si los agregados son muy

absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento, luego agregar el cemento y el resto del agua y se continúa la operación durante 2 ó 3 minutos.

- f) Es recomendable en lo posible, usar agregados con granulometría continua a fin de obtener superficies de texturas fina, tratando de utilizar una combinación de agregado con el mayor tamaño máximo, con lo que se puede obtener una reducción en el contenido del cemento para las especificaciones exigidas.
- g) En caso de encontrarse con agregados húmedo se debe agregar a la mezcla menos agua y después se agrega poco a poco hasta alcanzar la consistencia adecuada.
- h) Para que los bloques adquieran una buena resistencia, es necesario que estén constantemente humedecidos por los menos durante 7 días; se apilan los bloques en un máximo de 2 filas sobre una capa de arena y se riega, cubriendo luego con plástico, el riego debe hacerse 2 veces al día en la mañana y en la tarde, el plástico debe ser claro y transparente, luego de secado 28 días se apilan en filas de 6 máximo no debes ser asentado antes de los 14 días.
- i) Se debe verificar la resistencia a la comprensión, absorción, dimensiones, permeabilidad, alabeo de los bloques vibrocompactados de acuerdo a lo establecido en la correspondiente Normas de ensayos.

## 7.0 BIBLIOGRAFIA

- “FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO”;  
INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO-ICPC; BOGOTA,  
COLOMBIA
- “TECNOLOGIA DE LA ALBAÑILERIA DE BLOQUES DE CONCRETO”;  
MOISES ITALO SANDOVAL PINEDO;  
TESIS DE GRADO UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL 1991
- “LA CASA AUTOCONSTRUIDA”;  
KEN KERM; EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A. BARCELONA 1982
- FORUM “MATERIALES BASICOS DE CONSTRUCCION”  
COLEGIO DE INGENIEROS CAPITULO DE ING CIVIL
- “MATERIALES DE CONSTRUCCION “  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS ; MADRID España ;1990.
- “BLOQUES HUECO DE CONCRETO”  
ANIBAL DIAZ GUTIERREZ  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y NORMALIZACION DE LA VIVIENDA.
- CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERIA”  
ANGEL SAN BARTOLOME  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU; FONDO EDITORIAL 1994
- BLOQUES DE CONCRETO,  
DIRECCION DE INVESTIGACION; SENCICO, JUNIO 1999.
- NORMA TECNICA PERUANA – NTP

**ANEXOS**



## Secuencia de fabricación



**Foto N°1**  
**Dosificación y**  
**Mezclado**

La dosificación se ha  
realizado en volumen  
La mezcla debe  
realizarse seco antes  
de agregar poco el  
agua

**Foto N°2**  
**Proceso de vibración**

Se vibra el bloque en capaz  
hasta que se observe una  
película de agua en la superficie.

Personal:  
Un operario y un peón





**Foto N°3**  
**Desmolde**

Con la ayuda del pie jalar el molde en forma vertical evitando deformar el bloque.  
Si la mezcla esta muy seca el bloque no podrá ser desmoldado si esta muy humedad se desmoronara.

**Foto N°4**

**Fraguado**

Se debe dejar el bloque de una día para otro en un lugar techado evitando su manipuleo.





Foto N°5

**Curado**

Los bloques deben ser cubiertos con una bolsa de plástico transparente, y regados por lo menos los primeros 7 días

**Foto N°6  
Ensayo de Resistencia**

La unidad debe ser ensayada a los 28 días de su fabricación para comprobar que alcance la resistencia de 70kg/cm<sup>2</sup>

