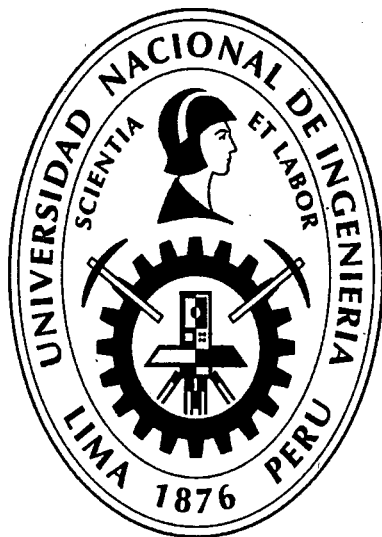


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE
LOS BLOQUES DE CONCRETO DE TRES BLOQUETERAS
DE PUERTO MALDONADO - MADRE DE DIOS**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LEONIDAS EDISON MORALES MORALES

Lima- Perú

2013

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

“A mis padres Leonidas y Lida que me apoyaron siempre en los buenos y malos momentos. A mis hermanos que fueron cómplices de los episodios de mi vida. A Carla, Piere y Joaquín, los tres amores de mi vida, por ser fuente de inspiración. A mi alma mater UNI.”

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi asesora Ing. Isabel Moromi Nakata y especialista Ing. Ana Torre Carrillo por su apoyo y orientación en la elaboración de la presente tesis.

Al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI por su colaboración, así como a las personas que me apoyaron en los ensayos.

	Pág.
ÍNDICE	1
RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE GRÁFICOS	8
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	9
INTRODUCCION	11
CAPITULO I: GENERALIDADES	12
1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	12
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS	13
1.3 POSIBILIDADES DE AUTOCONSTRUCCIÓN	14
1.4 VENTAJAS	15
1.5 DESVENTAJAS	16
1.6 APOYO TÉCNICO	16
1.7 SITUACIÓN ACTUAL DE UTILIZACIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO A NIVEL NACIONAL	17
CAPITULO II: TECNOLOGIA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO	18
2.1 MATERIALES	18
2.1.1 Cemento	18
2.1.1.1 <i>Cementos Yura (marca cemento portland Rumi IP)</i>	28
2.1.2 Agregados	29
2.1.2.1 <i>Propiedades físicas de los agregados</i>	31
2.1.2.2 <i>Propiedades químicas</i>	38
2.1.2.3 <i>Contaminación de los agregados</i>	38
2.1.2.4 <i>Almacenamiento de los agregados</i>	40
2.1.3 Agua	40
2.2 BLOQUES DE CONCRETO	43
2.2.1 Características	44
2.2.2 Dimensionamiento	44
2.2.3 Consistencia de la mezcla	46
2.2.4 Tipos de bloques de concreto	46
2.2.4.1 <i>Formas básicas de los bloques usados</i>	47
2.2.5 Sistema de compactación de los bloques	49
2.2.5.1 <i>La vibración</i>	49

2.2.5.2 Principios fundamentales de la vibración	50
2.2.5.3 Cualidades del concreto vibrado	50
2.2.5.4 Aplicación del concreto vibrado	51
2.2.6 Propiedades físicas	52
2.2.7 Propiedades mecánicas	53
2.2.8 Control de calidad	53
2.2.8.1 Ensayo de la unidad	53
2.2.8.2 Compresión axial en pilas de bloques	55
2.2.8.3 Ensayo en muretes	57
CAPITULO III: EVALUACION DE LOS BLOQUES DE CONCRETO	58
DE LAS TRES BLOQUETERAS SELECCIONADAS	
3.1 EVALUACION DE LAS BLOQUETERAS	58
3.1.1 Bloquetera N° 1	61
3.1.1.1 Selección de los bloques de concreto	61
3.1.1.2 Evaluación física y mecánica de la unidad	62
3.1.2 Bloquetera N° 2	66
3.1.2.1 Selección de los bloques de concreto	67
3.1.2.2 Evaluación física y mecánica de la unidad	67
3.1.3 Bloquetera N° 3	72
3.1.3.1 Selección de los bloques de concreto	73
3.1.3.2 Evaluación física y mecánica de la unidad	73
CAPITULO IV: ESTUDIO DE LAS TRES CANTERAS	79
4.1 ESTUDIO DE LAS TRES CANTERAS	79
4.1.1 Estudio preliminares de agregado	81
4.1.2 Análisis granulométrico	82
4.1.3 Peso específico	87
4.1.4 Peso unitario	89
4.1.5 Absorción	91
4.1.6 Contenido de humedad	92
4.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS	93
CAPITULO V: PROPUESTA PARA LA FABRICACION	94
DE BLOQUES CONCRETO	
5.1 PRODUCCION DE BLOQUES DE CONCRETO	94
5.1.1 Plan de fabricación de los bloques de concreto	95

5.1.2 Equipos, herramientas y materiales utilizados	96
5.1.3 Secuencia de fabricación	99
5.1.3.1 Selección del agregado	99
5.1.3.2 Dosificación	99
5.1.3.3 Mezclado	106
5.1.3.4 Moldeado	106
5.1.3.5 Fraguado	107
5.1.3.6 Curado	108
5.1.3.7 Secado y almacenamiento	109
5.1.4 Evaluación física y mecánica de la unidad	110
5.1.4.1 Ensayo de resistencia	110
5.1.4.2 Variación dimensional	113
5.1.4.3 Alabeo	115
5.1.4.4 Absorción	116
5.1.4.5 Densidad	116
5.1.5 Ensayo en pilas y muretes	117
5.1.5.1 Compresión axial en pilas de bloques ($f'm$)	117
5.1.5.2 Compresión diagonal en muretes	119
5.1.5.3 Relación entre la resistencia del bloque y la resistencia del concreto ($f'c$)	121
5.2 COSTO DE FABRICACIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO	122
CAPITULO VI: ESTUDIO COMPARATIVO	124
6.1 CUADRO COMPARATIVO DEL NIVEL TECNOLÓGICO DE LAS BLOQUETERAS.	124
6.2 COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO.	125
6.3 COMPARACIÓN DEL PRECIO DE VENTA DEL BLOQUE	126
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
7.1 CONCLUSIONES	127
7.2 RECOMENDACIONES	130
BIBLIOGRAFIA	132
ANEXOS	134

RESUMEN

En el Perú uno de los problemas sociales que más se ha agudizado en los últimos años es el de la vivienda, esto constituye un problema no solamente económico sino también tecnológico.

Dentro de este contexto se propone la alternativa de construir con bloques de concreto. Las construcciones con bloques de concreto están ampliamente difundidas en el mundo. Estos también son empleados en techos aligerados, pavimentos, muros de contención, etc., de tal forma que su uso es una alternativa que puede ser muy bien empleada en todas las zonas del Perú

El desarrollo de la presente investigación es el analizar el comportamiento físico mecánico de los bloques de concreto de las bloqueteras más importante de Puerto Maldonado, para ello se hizo una recopilación de información, como la identificación de la empresa, su ubicación, las características de su infraestructura, su capacidad de producción, mano de obra, insumos y las características generales de la producción de los bloques de concreto.

Con el objetivo de que los bloques de concreto cumplan con las Normas Técnicas Peruanas, como son la resistencia a la compresión, dimensionamiento y absorción, se diseñará una mezcla patrón con materiales de la zona, para ello se seleccionará el agregado (hormigón) de las diferentes canteras, cemento Rumi IP, donde los bloques individualmente serán analizadas física y mecánicamente, así también se investigará los resultados a compresión en pilas y compresión diagonal en muretes.

	Pág.
Cuadro N° 1: Cementos adicionados en el Perú	21
Cuadro N° 2: Compuestos Químicos del Cementos Portland de producción nacional.	24
Cuadro N° 3: Requisitos físicos y químicos de los Cementos Portland	24
Cuadro N° 4: Análisis Químico Cementos Yura marca Rumi IP utilizado en la presente investigación	29
Cuadro N° 5: Medida de mallas para agregados	33
Cuadro N° 6: Cantidad de muestra para el ensayo de granulometría	33
Cuadro N° 7: Límites granulométricos del agregado global	34
Cuadro N° 8: Valores límites de contenido de partículas perjudiciales	40
Cuadro N° 9: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	47
Cuadro N° 10: Cuadro de Niveles de Tecnología	59
Cuadro N° 11: Información general de las bloqueteras	60
Cuadro N° 12: Nivel tecnológico de las bloqueteras	60
Cuadro N° 13: Resultados de resistencia a la compresión en unidades (28 días) B1	62
Cuadro N° 14: Variación dimensional de B1	64
Cuadro N° 15: Resultado de ensayo de alabeo de B1	65
Cuadro N° 16: Resultados de Ensayo de Absorción de B1	66
Cuadro N° 17: Resultados de resistencia a la compresión en unidades (28 días) B2	68
Cuadro N° 18: Variación dimensional de B2	70
Cuadro N° 19: Resultado de ensayo de alabeo de B2	71

Cuadro N° 20: Resultados de Ensayo de Absorción de B2	72
Cuadro N° 21: Resultados de resistencia a la compresión en unidades (28 días) B3	74
Cuadro N° 22: Variación dimensional de B3	76
Cuadro N° 23: Resultado de ensayo de alabeo de B3	77
Cuadro N° 24: Resultados de Ensayo de Absorción de B3	77
Cuadro N° 25: Ubicación de cantera N° 1	80
Cuadro N° 26: Ubicación de cantera N° 2	80
Cuadro N° 27: Ubicación de cantera N° 3	81
Cuadro N° 28: Límites granulométricos del agregado global	83
Cuadro N° 29: Módulo de Finura cantera N° 1	83
Cuadro N° 30: Módulo de Finura cantera N° 2	84
Cuadro N° 31: Módulo de Finura cantera N° 3	85
Cuadro N° 32: Clasificación del Agregado Fino	86
Cuadro N° 33: Módulo de Finura agregado fino cantera N° 3	87
Cuadro N° 34: Resumen Características Físicas del Agregado Global	93
Cuadro N° 35: Tabla para hallar volumen unitario de agua confeccionada por el Comité ACI 211	101
Cuadro N° 36: Tabla para hallar el aire incorporado confeccionada por el comité ACI 211	101
Cuadro N° 37: Resistencia a Compresión para los diferentes diseños de mezcla a los 8 días	111
Cuadro N° 38: Resistencia a Compresión para los diferentes diseños de	112

Mezcla a los 28 días

Cuadro N° 39: Variación dimensional del bloque propuesto	115
Cuadro N° 40: Resultado de ensayo de alabeo del bloque propuesto	115
Cuadro N° 41: Resultados de Ensayo de Absorción del bloque propuesto	116
Cuadro N° 42: Resultados de Ensayo de Densidad seca al horno	116
Cuadro N° 43: Coeficiente de Esbeltez	118
Cuadro N° 44: Ensayo de compresión axial en pilas	118
Cuadro N° 45: Desviación estándar	119
Cuadro N° 46: Ensayo de compresión diagonal en muretes	120
Cuadro N° 47: Resistencia a la compresión de testigos de concreto	121
Cuadro N° 48: Análisis de Precios Unitarios	122
Cuadro N° 49: Nivel tecnológico de las bloqueteras	124
Cuadro N° 50: Comparación del ensayo de resistencia	125
Cuadro N° 51: Comparación de la variación dimensional	125
Cuadro N° 52: Comparación del alabeo	125
Cuadro N° 53: Comparación de la absorción	126
Cuadro N° 54: Comparación del precio de venta del bloque de concreto	126

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1 : Molienda del Clinker	18
Gráfico N° 2 : Formación de los Productos de Hidratación	19
Gráfico N° 3 : Esquema del proceso de fabricación del cemento por vía seca	22
Gráfico N° 4 : Mesa vibradora y molde para bloques de concreto	43
Gráfico N° 5 : Ladrillo de concreto (0.15x0.24x0.09m)	47
Gráfico N° 6 : Bloque de Concreto (0.19x0.19x0.39m y 0.14x0.19x0.39m)	48
Gráfico N° 7 : Bloque de Concreto de dos agujeros (0.19x0.19x0.39m, 0.14x0.19x0.39m)	48
Gráfico N° 8 : Bloque de Concreto (0.19x0.19x0.39m)	48
Gráfico N° 9 : Bloque de concreto p/Techo (0.30x0.25x0.10m)	49
Gráfico N° 10 : Ensayo de pilas	56
Gráfico N° 11 : Ensayo de corte en muretes	57
Gráfico N° 12 : Curva granulométrica agregado Global; Cantera N° 1	84
Gráfico N° 13 : Curva granulométrica agregado Global; Cantera N° 2	85
Gráfico N° 14 : Curva granulométrica agregado Global; Cantera N° 3	86
Gráfico N° 15 : Curva granulométrica agregado Fino; Cantera N° 3	87
Gráfico N° 16 : Ensayo de corte en muretes	120
Gráfico N° 17 : Variación de la resistencia Vs el tiempo en días	122

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

a/c	:	Relación de agua cemento
ACI	:	American Concrete Institute.
Ai	:	Promedio de áreas netas superior e inferior
Ap	:	Ancho de la pila
ASOCEM	:	Asociación de productores de cemento.
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
Av	:	Área bruta del espécimen
cm.	:	Centímetros.
cm ²	:	Centímetros cuadrados.
f'b	:	Resistencia a la compresión de los bloques
f'c	:	Resistencia especificada a la compresión del concreto
f'cr	:	Resistencia a la Compresión Promedio Requerida
f'm	:	Resistencia a la compresión de la albañilería
Hpila	:	Altura de la pila
Kg.	:	Kilogramo.
Kg/cm ²	:	Kilogramo por centímetro cuadrado.
Kg/m ³	:	Kilogramo por metro cubico.
m	:	Metro
Mf	:	Módulo de finura
°C	:	Grados centígrados
P.U.C.	:	Peso unitario compactado
Ph	:	Peso húmedo
phs	:	Peso húmedo saturado
Pi	:	Carga máxima de rotura o de falla en la pila
Ps	:	Peso seco
Pu	:	Carga de rotura
V'm	:	Compresión diagonal en muretes
Vprob	:	Volumen de la probeta
Vr	:	Volumen del recipiente
Wagua	:	Peso del agua
Wm	:	Peso de la muestra
Wmsa	:	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca + agua

W_{msec}	:	Peso de la Muestra Seca al Horno
W_{mss}	:	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca
W_r	:	Peso del recipiente
δ	:	Desviación estándar
% Abs	:	Absorción
%v	:	Variación dimensional

INTRODUCCIÓN

Como es sabido, la fabricación de los bloques de concreto en Puerto Maldonado - Madre de Dios, ha crecido de manera desordenada y a ritmo acelerado, y viene siendo empleado también en gran parte de la selva del País de manera artesanal y sin el aporte técnico permanente. El bloque de concreto es uno de los componentes constructivos más utilizado debido a su accesibilidad, pues su elaboración requiere de materiales básicos de toda construcción (piedra partida, arena, cemento y agua), siendo en nuestro caso el agregado básico el Hormigón, pudiendo ser posible su elaboración "in situ", y su uso en la autoconstrucción. El poblador utiliza principalmente el bloque de concreto para muros portantes.

Esta accesibilidad viene dada por la economía de la unidad en sí y por ser su proceso constructivo altamente conocido y de relativa fácil elaboración. El factor que define su economía viene a ser la facilidad que implica su producción, por no requerir de maquinarias de alta tecnología, por la accesibilidad de sus insumos requeridos y por el amplio conocimiento de su proceso constructivo; entendiéndose amplitud en cuanto a su difusión mas no a la especialización. Es fácil e implica un bajo costo instalar una pequeña bloquetera de tipo artesanal.

Sin embargo esta accesibilidad y la ausencia de controles para este tipo de productos que en su mayoría no tienen siquiera un registro comercial (en algunos casos son sólo patios de viviendas utilizados como productoras), hace que en busca de su rentabilidad y a causa de la competencia, la calidad del producto sea mínima. En este tipo de producción, normalmente no se lleva un control ni registro de la calidad, cantidad, dosificación, procedimiento, etc. Las decisiones están en manos de maestros de obra, o peor aún de personal poco experimentado, basados en ensayos y errores aplicando conocimientos adquiridos de manera poco científica o profesional desde otras experiencias de aplicación, donde los dueños de las bloqueteras asumen que la persona a cargo de la producción tendrá el suficiente conocimiento práctico para su elaboración y cumplimiento de la norma E-070.

*Capítulo **I***

GENERALIDADES

1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Los bloques de concreto tienen su origen en Europa, alcanzan gran avance en su producción con el desarrollo de la industria del cemento. Los primeros bloques eran sólidos y pesados, empleándose cal en su fabricación como una sustancia aglomerante.

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. Los muros huecos fueron concebidos para reducir los problemas asociados con la penetración del agua, es decir, el agua que pudiese filtrarse dentro del muro exterior luego podría correr por ese muro, mientras que el muro interior permanece seco. Los muros huecos rápidamente fueron reconocidos como la mejor manera de construir, no sólo porque permitía reducir los problemas del agua, sino porque permitía soportar una carga pesada como los techos. La fabricación y los usos del bloque del concreto evolucionaron en el transcurso de un largo periodo. El desarrollo de los muros huecos apresuró su evolución.

En 1850 se crea en Inglaterra un bloque de concreto con cavidades de aire. En 1889 se inventa en Francia la albañilería de concreto. A comienzos del siglo pasado se realizaron modificaciones al bloque de concreto hasta que la industria logró el producto estandarizado que conocemos en la actualidad. En las primeras décadas del siglo pasado, principalmente en Estados Unidos y Japón se desarrolló la albañilería de concreto mediante procedimientos racionales de diseño.

En 1918, cuando aparece el bloque hueco de concreto, dando una gran transformación a la actividad constructora, la cual se volcó a optimizar las técnicas de producción, dando inicio a su empleo masivo en Europa Occidental. Conforme pasaba el tiempo se fueron perfeccionando las técnicas de fabricación, desde la utilización de moldes metálicos con una compactación de la mezcla en forma manual; luego aparecieron las máquinas con martillos manuales.

Por el año de 1930, en EE.UU., se descubrió que se tenía mejor eficacia con una compactación lograda basándose en vibración y compresión, en la actualidad se siguen usando dichas máquinas las cuales funcionan con un sistema de vibro-compresión. Posterior a la II Guerra Mundial, se obtiene

otro avance significativo alcanzando logros importantes con el empleo de las máquinas que permiten moldear, vibrar, comprimir y desmoldar los bloques. En el Perú, no se conoció el ladrillo hasta que se construyó la Gran Penitenciaría de Lima, por los Españoles (1856-1862), instalando la primera fábrica de ladrillos de arcilla. 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 se ubicó en la antigua chancadora del Puente del Ejército y la otra, en el Jr. Tingo María, Breña. En la actualidad, se vienen dando mayor importancia al uso del bloque de concreto como unidad de albañilería, vistos desde el punto económico y facilidad de construcción.

1.2 CONCEPTOS BÁSICOS.-

Existen dos conceptos fundamentales en lo que se refiere a la unidad de albañilería, los mismos que nos permitirán establecer las diferencias entre el bloque y el ladrillo.

a. Ladrillo.-

Unidad de albañilería, se caracteriza principalmente en que sus dimensiones son tales que hacen posible su manejo con una sola mano.

b. Bloque

Unidad de albañilería, fabricado para manipularse con ambas manos permitiendo que su peso aumente considerablemente además de proveer huecos (alvéolos), permitiendo cogerlos y manipularlos sin peligro de maltratarse los dedos. Los bloques de concreto se emplean en la construcción de muros para viviendas (exteriores e interiores), parapetos, muros de contención, sobrecimientos, etc.

La albañilería armada con bloque de concreto, sólo 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.

Este tipo de unidad de albañilería es que, por su tamaño, proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de la mano de obra y

en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a una disminución 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.

1.3 POSIBILIDADES DE AUTOCONSTRUCCIÓN

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, arena, cemento y agua; un equipo de vibrado y moldes metálicos correspondientes. Esto posibilita grandemente su elaboración en obra, evitando así el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual representa aspectos favorables para la autoconstrucción.

b) Económicas.- 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 m²; así mismo una fabricación cuidadosa de los elementos permitirá obtener piezas de buen acabado con ahorro en tarrajeo y pintado posterior.

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.

c) Resistencia.- Los muros principales de una vivienda construida con ladrillo de arcilla tienen un ancho de 25 cm; en el caso de la albañilería armada con bloques estos muros principales son de menor espesor, sin embargo, pueden diseñarse con niveles de resistencia similares dado que estos últimos están reforzados con varillas de acero.

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

la curva de aprendizaje es acelerada dada la simplicidad y diferenciación de las diferentes actividades en caso de sistemas con bloques.

1.4 VENTAJAS

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

Estas ventajas se originan en la rapidez de la fabricación, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo, y sobre todo por construir un sistema modular. Esta característica permite computar todos los materiales en la etapa de proyecto con gran exactitud tanto que dichos metrados se aproximan grandemente 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 espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo, se obtiene las siguientes ventajas:

- Menor costo por metro cuadrado de muro, originado por 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 reforzado, sólo es necesario 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 vibro-compactación, es posible e inclusive recomendable, dejarlos a la vista, con el consiguiente ahorro en materiales y manos de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación.

1.5 DESVENTAJAS

Entre las desventajas que presenta la utilización de bloques de concreto podemos mencionar que:

- Se requieren de una mano de obra capacitada, para no terminar doblando el refuerzo vertical al forzar su penetración en los alvéolos de la unidad.
- Se requiere que los ambientes tengan dimensiones modulares que encajen con las medidas de las unidades.
- Se requiere esperar desde el momento de su fabricación hasta su utilización 28 días originando esto un aumento en los tiempos de ejecución.
- Se requiere el exhaustivo control en la colocación del concreto fluido que garantice la no formación de cangrejas.

1.6 APOYO TÉCNICO

El sistema constructivo con bloques de concreto es conocido desde hace varios años en el País, pero su uso sigue siendo limitado en autoconstrucción a pesar que presenta marcadas ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo y tradicional. Pero el uso de los bloques de autoconstrucción sólo será factible cuando se cuente con el apoyo técnico tanto en el proceso de fabricación de los bloques, como en la edificación de las viviendas; se necesita igualmente de la preparación de la información técnica y elaboración de cartillas que permitan su difusión.

1.7 SITUACIÓN ACTUAL DE UTILIZACIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional los departamentos donde existe mayor número de construcciones con bloque de concreto son: Piura, La Libertad, Lima, Arequipa, Tacna, Huancayo, Junín, Cerro de Pasco (fuente: SENCICO, "Bloques de Concreto: Fabricación y Construcción", segunda edición – oct. 2001). En estas localidades, la forma como los pobladores fabrican y utilizan los bloques de concreto para la autoconstrucción de sus viviendas no es la más adecuada; dando lugar actualmente a la formación de ciudades vulnerables a la ocurrencia de un sismo.

Capítulo **II**

**TECNOLOGIA DE LOS BLOQUES DE
CONCRETO**

En esta parte se presenta un marco teórico sobre los bloques de concreto en lo que se refiere a los materiales, fabricación y características de los bloques.

2.1 MATERIALES

2.1.1 Cemento

a) Definición:

El vocablo cemento proviene del término “pus Cementitium” que utilizaron los Romanos para identificar una mezcla de agregados gruesos, cal, polvo de arcilla y puzolanas que usaban en sus construcciones. En una definición más amplia se podría decir que el cemento es cualquier material que posee propiedades cohesivas. La definición actual del cemento Portland puede enunciarse de la siguiente forma: Cemento Portland es el resultado de una mezcla de materiales calcáreos arcillosos en proporciones preestablecidas, llevada a una fusión incipiente y luego molida muy finamente.

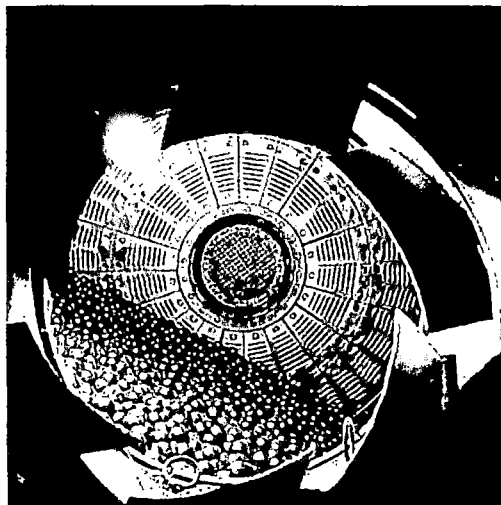


Gráfico N° 1: Molienda del Clinker

Los cementos Portland se llaman hidráulicos porque fraguan y endurecen al reaccionar con el agua; esta reacción química se llama hidratación.

El cemento es el componente activo del concreto y generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto

dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener e forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada.

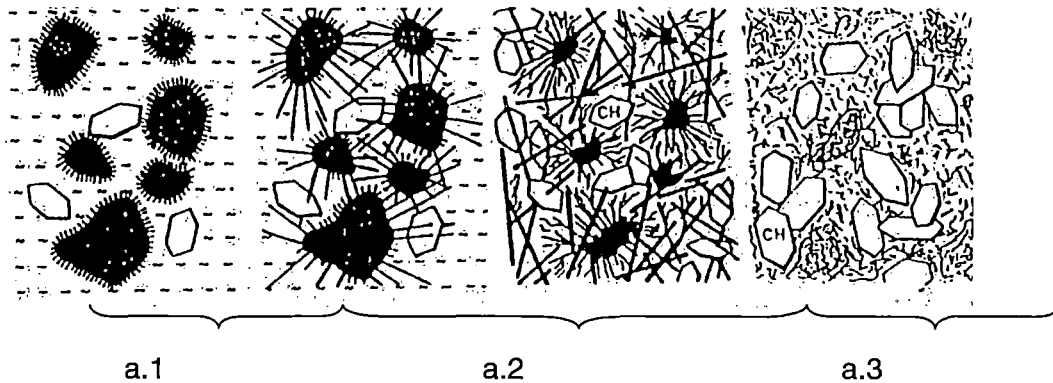


Gráfico N° 2: Formación de los Productos de Hidratación

a.1) Fase de suspensión: Granos de sólido aislados dentro de una fase líquida.

a.2) Fase de fraguado: Los hidratos establecen conexiones mecánicas entre los granos de cemento apareciendo un esqueleto sólido y una red capilar.

a.3) Fase de endurecimiento: Se caracteriza por el llenado de los espacios capilares por la masa sólida de hidratos.

b) Clasificación:

El cemento portland se clasifica de acuerdo a su composición y a sus usos. Según esta definición los cementos Portland Nacionales se pueden clasificar en cementos Portland estándar o no mezclados tal como lo especifica la Norma (ASTM C-150, NTP 334.009:2013) y Portland adicionados o mezclados, de acuerdo a lo indicado en la Norma (ASTM C-595, NTP 334.090:2013).

Dentro de los cementos Portland estándar se tienen los siguientes tipos:

▪ Cemento Portland Tipo I:

Para obras en general donde no se requiere especificaciones particulares para su uso; es el más utilizado tanto para aspectos estructurales o para tarrajeos y asentados de unidades de albañilería.

- **Cemento Portland Tipo II:**

Para obras donde se requiere resistencia moderada a la acción de los sulfatos y donde se necesita un moderado calor de hidratación. El C3A es limitado al 8% máx.

- **Cemento Portland Tipo III:**

Para obras donde se requieran altas resistencias iniciales. No se produce a nivel nacional.

- **Cemento Portland Tipo IV:**

Para obras donde se requiera un bajo calor de hidratación; adecuado para concretos masivos. No se produce a nivel nacional.

- **Cemento Portland Tipo V:**

Para obras donde se requiere alta resistencia a los sulfatos; el C3A está limitado al 5%; cada vez se utiliza más y debe hacerse pedidos con anticipación.

Los denominados cementos adicionados, son mezclas de cemento y un material de características puzolánicas molida en forma conjunta. En el Perú se fabrican los siguientes tipos: (Cuadro N°1)

- **Cemento Portland Tipo IS:**

Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escorias de altos hornos referidos al peso total.

- **Cemento Portland Tipo ISM:**

Cemento al que le ha añadido menos del 25% de escorias de altos hornos referidos al peso total.

- **Cemento Portland Tipo IP:**

Contiene hasta un 40% de puzolana, este cemento es para los mismos usos del cemento portland tipo I especialmente para obras de grandes masa de concreto y otras obras que requieren resistencias a las aguas agresivas.

- **Cemento Portland Tipo IPM:**

Es una mezcla íntima y uniforme de cemento Portland y puzolana finamente dividida. El producto se obtiene por la pulverización conjunta de clinker de cemento Portland y puzolana o, por la mezcla conjunta de cemento Portland y puzolana finamente molida o una combinación de molienda y mezclado. En el

producto final la puzolana estará presente en no más del 20% en masa, de la masa total del cemento Portland puzolánico.

Cuadro N°1: Cementos adicionados en el Perú

FABRICA	TIPO DE CEMENTO	LUGAR
Cemento Lima	IP(ATLAS)	Lima
Cemento Yura	IP, IPM	Arequipa
Cemento Pacasmayo	MS	Pacasmayo
Cemento Pacasmayo	IP	Rioja
Cemento Rumi	IP, IPM	Puno

Fuente: Elaboración Propia

c) Proceso de fabricación del cemento:

La fabricación del cemento Portland es un proceso tecnológico complejo que requiere gran cantidad de energía, en los hornos verticales u horizontales se emplean petróleo, carbón, gas, etc. El análisis de materiales y dosificación son esenciales para obtener un cemento Portland de alta calidad uniforme. Materias primas seleccionadas se pulverizan y se dosifican de manera que la mezcla resultante tenga la composición química deseada una vez culminado el proceso de clinkerización hacia los 1450 °C.

La fabricación del cemento puede hacerse mediante un proceso húmedo o seco.

c.1) Procedimiento por vía húmeda

Proceso en el que la materia prima después de haber sido molidas separadamente, se dosifican y mezclan, amasándolas con agua; el lodo así formado pasa a los hornos, es poco utilizado ya que consume más energía en el proceso.

c.2) Procedimiento por vía seca

Proceso en el cual las materias primas se muelen y se desecan, en primer lugar, se mezclan enseguida dosificándolas y después son reducidas a polvo, pasando luego a los hornos de cocción. Es el proceso de mayor uso.

(Gráfico N° 3)

c.2.1) Etapas por el método de la vía seca

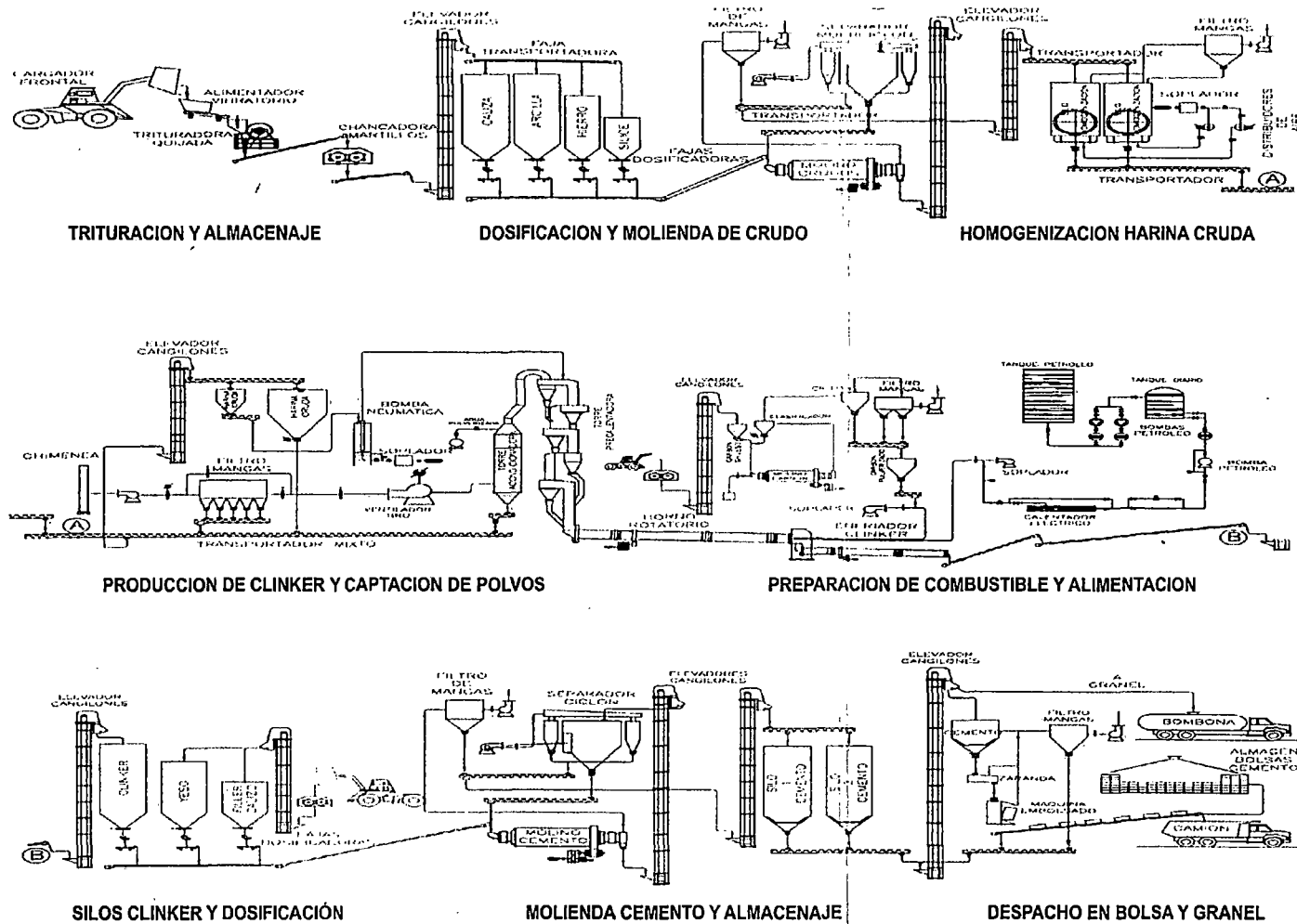


Gráfico N° 3: Esquema del proceso de fabricación del cemento por vía seca

c.2.1.1) Extracción en la cantera y transporte de las materias primas:

Mediante el uso de explosivos y equipos pesados los diferentes materiales tales como caliza, margas, Creta y arcilla se extraen de las canteras y se trituran por separado en una chancadora de martillo (0.40 m – 1.50 m) reduciendo a las partículas de caliza y de arcillas.

También se usan escorias de altos hornos formado por silicatos fusibles así como álcalis residuales.

c.2.1.2) Preparación de la mezcla cruda:

Consiste en un secado previo, luego en una molienda fina en molinos de bolas. Después, se llevan en las cantidades precisamente calculadas a un silo con un dispositivo de mezclado en el que se consigue una mezcla íntima y homogénea. Las materias primas en la mezcla cruda están en la relación 3:1, 75% de caliza, y 25% de arcillas. En esta operación se introducen aditivos que corrigen la composición química, a fin de regular la temperatura de sintetización de la mezcla y la cristalización de los minerales del clinker, estos aditivos son el S_1O_2 , trípoli, escoria de pirita, etc.

c.2.1.3) Cocción de la mezcla:

Es la cocción de la mezcla cruda o calcinación hasta la sintetización, se realiza generalmente en hornos rotativos circulares horizontales que pueden llegar, en plantas medias, a los 100 m de longitud y 4 m de diámetros.

c.2.1.4) El clinker:

Las partículas pétreas de color verde oscuro o gris se producen en el horno a una temperatura de 1450 °C y en la zona de enfriamiento se enfría de 1000 °C a 100 °C y se refriega en un tambor rotatorio, se mantiene durante 1 a 2 semanas en almacén para completar el proceso.

Al combinarse la materia prima durante el proceso de sintetización en el horno los tres elementos: Calcio, Aluminio y Hierro, se producen cuatro nuevos compuestos principales en el clinker:(Cuadro N° 2)

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| ▪ El Silicato Tricálcico (C_3S) | $3CaO.SiO_2$ —Alita |
| ▪ El Silicato Bicálcico (C_2S) | $2CaO.SiO_2$ —Belita |

- El Aluminato Tricálcico (C_3A) $3CaO \cdot Al_2O_3$
- El Ferro Aluminato Tetracálcico (C_4Af) $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$

Cuadro N° 2: Compuestos Químicos del Cementos Portland de producción nacional.

Designación	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	$3CaO \cdot SiO_2$	C3S	48% - 52%
Silicato dicálcico	$2CaO \cdot SiO_2$	C2S	17% - 27%
Aluminato tricálcico	$3CaO \cdot Al_2O_3$	C3A	6% - 10%
Ferro aluminato tetracálcico	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	C4AF	9% - 11%

Fuente: Asociación de Productores de Cemento, "Química del Cemento", Boletín Técnico, Lima-2008

Cuadro N°3: Requisitos físicos y químicos de los Cementos Portland

Elemento	ASTM C 150 N.T.P. 334.009	Elemento	ASTM C 150 N.T.P. 334.009
CAO (%)	-	Peso Específico (gr/cm ³)	-
SiO ₂ (%)	-	Finura malla N° 100 (%)	-
Al ₂ O ₃ (%)	-	Finura malla N° 200 (%)	-
Fe ₂ O ₃ (%)	-	Sup. Específ. Blaine (cm ² /gr)	Mín. 2800
K ₂ O (%)	-	Contenido de aire (%)	Máx. 12%
Na ₂ O (%)	-	Exp. Autoclave (%)	Máx. 0.8%
SO ₃ (%)	2.3 - 3.5	Fragua Inic. Vicat (h:min)	Mín. 0:45
MgO (%)	Máx. 6.00	Fragua Fin. Vicat (h:min)	Máx. 5:45
Cal libre (%)	-	f'c a 3 días (kg/cm ²)	Mín. 98
P. Ignición (%)	Máx. 3.00	f'c a 7 días (kg/cm ²)	Máx. 196
R. insolubles (%)	Máx. 3.50	f'c a 28 días (kg/cm ²)	Opción Mín. 280
C ₃ S (%)	-	Calor Hidrat. 7 días (cal/gr)	-
C ₂ S (%)	-	Calor Hidrat. 7 días (cal/gr)	-
C ₃ A (%)	-		
C ₄ AF (%)	-		

Fuente: INDECOPI, "NTP 334.090:2013, Cementos. Cementos Portland adicionados. Requisitos"

Ellos son los que le dan las características de comportamiento, el clinker obtenido de las materias primas que se utilizan en cada fábrica de cemento. Por su importancia pasaremos a describir brevemente sus características individuales:

- Silicato Tricálcico

El contenido puede variar entre 40% y 50%, cuando es más alto se obtiene un más rápido desarrollo de las resistencias iniciales, (a los 3 y 7 días), incrementándose el calor de hidratación, que llega a 380 j/gr. A los 28 días.

- Silicato Bicálcico

Se encuentran presentes entre el 10% y 30% del total de la composición. A diferencia del Silicato tricálcico, su desarrollo de resistencia es lento en las edades iniciales, siendo menor su calor de hidratación que llega aproximadamente a 105 j/gr. A los 28 días.

La suma entre el silicato tricálcico y el bicálcico es de alrededor de 70% a 75% del total de la composición del clinker, siendo los que determinan el desarrollo de resistencia mecánica de las mezclas.

- Aluminato Tricálcico

Su bajo contenido puede llegar hasta un 15%. Es el primer elemento en reaccionar. Su reacción con el agua es muy violenta y conduce el endurecimiento inmediato de la pasta, motivo por el cual se agrega yeso (aprox. 4%) en la molienda del cemento, formando un compuesto denominado etringita, que es el primer producto de la hidratación del cemento. Desarrolla una gran velocidad de hidratación y su calor de hidratación es muy llevado llegando hasta 1380 j/gr. A los 28 días.

c.2.1.5) Molienda:

La molienda del clinker se realiza en molinos circulares (de bolas) rotatorias hasta obtener un finísimo polvo de color oscuro o gris verdoso (74 μm – 149 μm). En esta etapa se le adiciona hasta un 4% de yeso para aumentar el poder de aglutinación y retardar el fraguado; se incluyen los aditivos según el análisis y usos requeridos.

c.2.1.5) Enfriamiento y comercialización:

El cemento así obtenido se almacena en silo hasta un enfriamiento e hidratación de los restos de CaO libre, que transcurre bajo la acción de la humedad del aire. De los silos el cemento se envía a máquinas que le pesan y envasan en bolsas de 42.5 kg. o se vende a granel.

d) Propiedades físicas del cemento:

d.1) Peso específico (NTP 334.005:2011)

El peso específico del cemento corresponde al material en estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos portland normales, entre 3.0 y 3.2. Las Normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15 y las Normas Alemanas e Inglesas un valor promedio de 3.12. En el caso de los cementos combinados el valor es menor a 3.0 y depende de la fineza del material adicionado. Usualmente en el Perú se considera un valor promedio de 2.97 para cementos tipo IP y IPM.

d.2) Superficie específica (NTP 334.002:2013)

Se llama superficie específica de un polvo, a la superficie (expresada en m² por ejemplo) de un gramo de este polvo, al igual a la suma de las superficies individuales de todos los granos.

La superficie específica del cemento está comprendida entre 2500 y 4500 cm²/gr (BLAINE). Precisemos, sin embargo, que la superficie así definida no es la superficie real, ya que los métodos que permiten obtenerla no tiene en cuenta más que de un modo imperfecto las fisuras y sinuosidades que existen en la superficie de los granos. La superficie medida proporciona así todo una referencia útil, elemento importante del control de fabricación.

Es interesante también conocerlos porque los fenómenos de fraguado son primeramente fenómenos superficiales; es la superficie del cemento lo que primero se hidrata y el grado de hidratación está relacionado con esta superficie.

d.3) Tiempo de fraguado (NTP 334.006:2003)

El término fraguado se refiere al cambio del estado fluido al estado sólido. El tiempo de fraguado indica que tan rápido se endurece una pasta de cemento a partir de su situación plástica al mezclarse con el agua.

Se pueden dividir en dos clases:

- Tiempo de Fraguado inicial.- Se produce cuando empiezan las reacciones químicas, pudiendo sentirse un aumento de calor en la pasta.
- Tiempo de Fraguado final.- Se produce cuando la pasta se convierte en un cuerpo sólido y a partir de aquí, la pasta empieza a ganar resistencia con el transcurso del tiempo. En la práctica se puede apreciar cuando este cuerpo, ya puede soportar una pequeña presión.

El tiempo de fraguado del cemento es afectado en algo por su contenido de C_3A , cuya acción es regulada por el SO_4Ca adicionado al clinker en el proceso de molienda. Además podemos mencionar que cuando más fino es el cemento más rápida es la fragua.

d.4) Calor de hidratación (NTP 334.064:2009)

El fraguado y endurecimiento de la pasta es un proceso por lo que durante las reacciones que tienen lugar entre los compuestos del cemento y el agua, la hidratación del cemento es acompañada por la liberación de una cantidad de calor, lo cual depende principalmente de la composición química y de la fineza del cemento. El calor de hidratación se expresa en calorías por gramo de cemento no hidratado, desarrollado por hidratación completa a una temperatura determinada.

El calor de hidratación de los cementos normales es de 85 a 100 cal/gr por lo que en condiciones normales de construcción el calor se disipa rápidamente.

Fundamentalmente el calor de hidratación de los cementos depende:

- De la finura del cemento (eleva o disminuye el calor de hidratación)
- Contenido de Aluminato Tricálcico (C_3A), el calor aumenta con este contenido.
- Contenido de Silicato Tricálcico (C_3S) (Guarda relación directa)

Es importante conocer el calor de hidratación ya que su influencia puede ser determinante cuando se vacía grandes cantidades de cemento.

2.1.1.1 Cementos Yura (marca cemento portland Rumi IP)

El cemento RUMI IP como cemento Portland Puzolánico se define según la norma, como el cemento que se obtiene por la pulverización conjunta de una mezcla de Clinker Portland y Puzolana con la adición eventual de sulfato de calcio.

Las puzolanas son sustancias naturales (tierra de diatomeas, cocas opalinas, esquistos, cenizas volcánicas, pumitas, etc.) o artificiales (óxido de silicio precipitado y cenizas volantes) que reducidas a polvo y amasadas con cal, le proporcionan a ésta propiedades hidráulicas.

Los compuestos silicosos de la puzolana finalmente molida reacciona con los hidróxidos de calcio liberados durante la hidratación de los cementos, formando compuestos que poseen propiedades hidráulicas.

El cemento Portland Puzolánico se normaliza en dos tipos, según las proporciones de sus componentes, a saber:

- Cemento Portland Puzolánico modificado tipo IPM: es el cemento Portland que representa un porcentaje adicional de puzolana entre 0 y 15%.
- Cemento Portland Puzolánico IP: es el cemento Portland que representa un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%. Es el caso del cemento IP material para el presente estudio.

Ubicación de la Planta

La planta de Cemento Sur S.A. productora del cemento RUMI, está ubicado en Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno.

La materia prima la extraen de canteras propias, donde se encuentran grandes yacimientos calcáreos, arcillosos y ferrosos.

Proceso de Fabricación

Siguen el procedimiento por vía Húmeda, dicho proceso consiste en preparar una pasta de materias primas con contenidos de 18% a 45% de agua por

sedimentación o por molienda, en presencia de agua o por combinación de ambos procesos.

Se adopta la preparación por vía húmeda, cuando lo exigen las propiedades físicas de las materias primas (arcillas plásticas, cretas con elevada humedad, etc), que no permiten la preparación por vía seca.

Cuadro N° 4: Análisis Químico Cementos Yura marca Rumi IP utilizado en la presente investigación

Componentes y Compuestos		%
Dióxido de Silicio	(Si O ₂)	20.62
Oxido de Fierro	(Fe ₂ O ₃)	3.08
Oxido de Aluminio	(Al ₂ O ₃)	5.84
Oxido de Calcio	(Ca O)	60.50
Oxido de Magnesio	(Mg O)	3.40
Trióxido de Azufre	(S O ₃)	2.10
Pérdidas po Ignición	(P C)	1.85
Cal Libre		0.45
Resid. Insolubles		6.90
Silicato Tricálcico		-----
Silicato Bicálcico		-----
Aluminato Tricálcico		-----
Ferro Aluminato Tetracálcico		-----

Fuente: Datos proporcionados por Cmento del Sur S.A.

2.1.2 Agregados

Son materiales inorgánicos que entran en la composición de morteros y concretos pero que no experimentan cambios de estructura química o mineralógica.

Tienen gran influencia en mezclas donde intervienen; ya que de las características físicas, químicas y mecánicas de estos dependen los resultados que se obtengan en el concreto.

Los agregados constituyen aproximadamente el 75% de la masa del concreto, por ello cumplen un rol importante; su conocimiento es esencial dado que es el factor variable que el poblador va a utilizar y debe conocer para la fabricación de sus bloques.

La aceptación del agregado para ser empleado en la preparación del concreto debe basarse en la información obtenida a partir de los ensayos básicos de laboratorio y que están al alcance de los usuarios.

Agregados utilizados

Los agregados utilizados para la presente investigación son agregados de río, cantos rodados y arena de río, de formas redondeadas y semiredondeadas, pertenecientes al Madre de Dios; son principalmente materiales fluvio-aluvionales, estos materiales generalmente son de buena durabilidad y gran resistencia al desgaste, ya que el proceso de transporte sufrido le dan dichas características.

Con el hormigón clasificado de río utilizado en nuestra investigación se realizaron ensayos para determinar sus propiedades físicas.

Hormigón.-

El agregado denominado comúnmente hormigón es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregado fino y grueso procedente de río o cantera. En lo que sea aplicable se seguirán para el hormigón las recomendaciones correspondientes a los agregados fino y grueso.

El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica, u otras sustancias dañinas para el concreto. Su granulometría deberá estar comprendida entre la malla de 2" como máximo y la malla N° 200 como mínimo.

Es recomendable que el hormigón sólo sea empleado en la elaboración de concretos en los que la resistencia a la compresión de diseño, dependiendo de la relación fino-grueso, sea hasta de 175 kg/cm² a los 28 días. El contenido

mínimo de cemento portland normal Tipo I será de 255 kg/m³ y el de cemento portland Puzolánico Tipo IP de 300 kg/m³.

En lo pertinente se seguirán para el hormigón las recomendaciones correspondientes a los agregados fino y grueso. Se evitará la contaminación del hormigón con materiales que podrían originar cambios en el comportamiento de la mezcla. La mayoría de las Normas Internacionales no recomiendan el empleo del hormigón como agregado, e inclusive algunas ni lo mencionan, sin embargo en el Perú se viene empleando para los niveles de resistencia indicados, con resultados muy aceptables.

2.1.2.1 Propiedades físicas de los agregados

Forma y textura superficial de las partículas

La forma de las partículas y la textura superficial de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que el endurecido; las partículas de superficie rugosas o las planas alargadas requieren mas de agua para producir un concreto manejable por lo que deberá considerarse con todo rigor en el diseño de mezclas y fabricación de los elementos, deberá preferirse partículas regulares y redondas con textura rugosa.

Granulometría: (NTP 400.012:2013)

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas.

El agregado comprende del 70% al 80% del volumen unitario del concreto. En razón de su importancia en el volumen de la mezcla la granulometría seleccionada para los agregados fino y grueso deberá permitir obtener en las mezclas una máxima densidad, con una adecuada trabajabilidad y características de acabado del concreto fresco y con obtención de las propiedades deseadas en el concreto endurecido.

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.

El sistema usual de expresar la granulometría de un agregado es aquel en el cual las aberturas consecutivas de los tamices son constantemente dobladas. Con tal sistema y empleando una escala logarítmica se puede espaciar líneas a intervalos constantes para representar los tamaños sucesivos. Normalmente la granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200. Normalmente la granulometría del agregado grueso se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM 1/4"; 3/8"; 1/2"; 3/4"; 1"; 1 1/2"; y mayores.

Análisis granulométrico

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función al número de aberturas por pulgada cuadrada.

La distribución de las partículas por tamaños se determina por análisis mecánico vibrando el material a través de una serie de tamices de aberturas cuadradas.

La muestra debe ser representativa del conjunto del agregado.

Los datos obtenidos se registran en forma tabulada incluyendo:

- Peso retenido en cada tamiz
- Porcentaje retenido en cada tamiz
- Porcentaje acumulado retenido o que pasa cada tamiz.

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 el espaciamiento logarítmico es igual.

Los puntos que representan los resultados de un análisis son unidos para formar la «curva granulométrica» del agregado ensayado. Si se ha planteado una «granulometría ideal» para el proyecto, la curva obtenida puede aproximarse a la ideal empleando porcentajes de prueba de las granulometrías ideales incluidas.

Cuadro N° 5: Medida de mallas para agregados

Agregado Fino		Agregado Grueso	
Malla	Medida (mm)	Malla	Medida (mm)
N° 4	4.763	4"	101.6
N° 8	2.381	3 1/2"	90.5
N° 16	1.191	3"	76.1
N° 30	0.595	2 1/2"	64.0
N° 50	0.297	2"	50.8
N° 100	0.149	1 1/2"	38.1
		1"	25.4
		3/4"	19.0
		1/2"	12.7
		3/8"	9.5
		1/4"	6.4

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.037:2002

Cuadro N° 6: Cantidad de muestra para el ensayo de granulometría

Tamaño máximo del agregado		Peso de la muestra (kg)
(Pulg)	(mm)	
3/8"	9.51	2
1/2"	12.70	4
3/4"	19.00	8
1"	25.40	12
1 1/2"	38.10	16
2"	50.80	20
2 1/2"	64.00	25
3"	76.10	45
3 1/2"	90.00	70

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.037:2002

Granulometría del Agregado Global

Lo más importante de acuerdo a la granulometría, es la gradación total, por lo que puede darse el caso que al evaluarse individualmente la arena y la piedra no entren en los husos granulométricos propuestos por las normas ASTM C-33, sin embargo mezclados adecuadamente proporciona una distribución homogénea de partículas, que se encuentre dentro de los husos establecidos por las normas.

En la presente Tesis para el agregado global de río se usará la NTP 400.037-2002, en lo referente a granulometría, establece límites para las curvas granulométricas (cuadro N° 7).

Cuadro N° 7: Límites granulométricos del agregado global.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa		
	Tamaño nominal 37.5 mm (1 1/2")	Tamaño nominal 19 mm (3/4")	Tamaño nominal 9.5 mm (3/8")
50 mm (2")	100	-	-
37.5 mm (1 1/2")	95 a 100	100	-
19 mm (3/4")	45 a 80	95 a 100	-
12.5 mm (1/2")	-	-	100
9.5 mm (3/8")	-	-	95 a 100
4.75 mm (N°4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2.36 mm (N°8)	-	-	20 a 50
1.18 mm (N°16)	-	-	15 a 40
0.6 mm (N°30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
0.3 mm (N°50)	-	-	5 a 15
0.15 mm (N°100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

* Incrementar a 10% para los finos de roca triturada

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.037:2002

Módulo de fineza: (NTP 400.037:2002)

El módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N°30; N° 50; y N° 100, dividida entre 100. Gran número de granulometrías de agregados fino o grueso, o de una combinación de ambos, pueden dar un módulo de fineza determinado. Esta es la principal desventaja del empleo de este factor, el cual se utiliza como un índice de control de uniformidad de materiales.

El módulo de fineza usualmente se determina para el agregado fino, pero el conocimiento del módulo de fineza del agregado grueso puede ser necesario para la aplicación de algunos métodos de proporcionamiento de mezclas.

Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con un área superficial total muy alta, la que será necesario cubrir con pasta. El módulo de fineza sirve como una medida del valor lubricante de un agregado, dado que cuanto mayor es su valor menor será el valor lubricante y la demanda de agua por área superficial.

Pudiendo obtenerse con diferentes granulometrías el mismo módulo de fineza, éste no deberá emplearse para definir la granulometría de un agregado.

Peso específico: (NTP 400.021:2002, NTP 400.022:2002)

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 que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico 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. Pudiendo definirse al peso específico como la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

Su valor para agregados normales oscila entre 2,600 y 3000 kg/m³.

La Norma ASTM C 128 considera tres formas de expresión de la gravedad específica:

- a. **Peso Específico de masa;** el cual es definido por la Norma ASTM C 128 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.
- b. **Peso Específico de masa saturado superficialmente seco;** el cual es definido como el mismo que el peso específico de masa, excepto que ésta incluye el agua en los poros permeables.
- c. **Peso Específico Aparente;** el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

Peso Unitario: (NTP 400.017:2011)

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 del material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen.

El peso unitario está influenciado por:

- Su gravedad específica;
- Su granulometría;
- Su perfil y textura superficial
- Su condición de humedad;
- Su grado de compactación de masa.

El peso unitario varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso incrementos en el contenido de humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente seco pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua origina que las partículas estén juntas facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución del peso unitario. El fenómeno anterior, conocido como esponjamiento, es de pequeña importancia si el agregado va a ser dosificado en peso. Si se dosifica en volumen, el esponjamiento debe ser tomado en cuenta cuando varía el contenido de humedad.

Las granulometrías sin deficiencias o exceso de un tamaño dado generalmente tienen un peso unitario más alto que aquellas en las que hay preponderancia de un tamaño dado en relación a los otros. Cuanto más alto el peso específico para una granulometría dada mayor el peso unitario del concreto. El peso unitario de los agregados en los concretos de peso normal, entre 2,200 y 2,400 kg/m³, generalmente varía entre 1500 y 1700 kg/m³.

Absorción: (NTP 400.022:2002)

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 se alcanza mediante flujos de baja presión.

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

La capacidad de absorción del agregado se determina por el 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.

$$\% Abs = \frac{(Ph - Ps) * 100}{Ps}$$

Ph= Peso
húmedo
Ps= Peso seco

Contenido de humedad: (NTP 400.022:2002)

En los cálculos para el proporcionamiento del concreto se considera al agregado en condición de saturado superficialmente seco, es decir, con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial. Esta situación, que no es correcta en la práctica, conviene para fines de clasificación.

Si el agregado está saturado y superficialmente seco no puede absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla. Sin embargo, un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado, superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el concreto. En estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, a fin que el contenido de agua resulte el correcto. El contenido de humedad o agua total del agregado es la diferencia entre el estado actual de humedad del mismo y el estado seco.

$$\% \text{húmedo saturado} = \frac{(S - phs) * 100}{phs}$$

S = Peso agreg. húm.
phs = Peso húm.
saturado.

Resistencia al desgaste: (NTP 400.019:2002, NTP 400.020:2002)

Se utiliza como indicador de la calidad del agregado, esta propiedad es esencial cuando el agregado se va usar en concreto sujeto a desgaste como el pavimento o para tráfico pesados.

Se obtiene mediante el ensayo de Los Ángeles, el cual fundamentalmente consiste en colocar una muestra de agregado con granulometría específica en un cilindro rotatorio horizontal, conjuntamente con un número de bolas de acero, aplicando al tambor un número de vueltas. El porcentaje de material fragmentado constituye un indicador de calidad.

El agregado que va ser empleado en concretos para pisos o estructuras sometidas a abrasión no deberá tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de Los Ángeles realizado de acuerdo a las Normas NTP 400.019:2002.

Resistencia a la congelación y al deshielo

Esta propiedad es importante cuando el concreto va a quedar expuesto a la intemperie y está relacionado a la absorción y a la estructura porosa. Si el agregado absorbe demasiada agua, el espacio en los poros o grietas, no serán suficientes para dar cabida a la dilatación del agua durante la congelación. Arriba del tamaño crítico falla si está completamente saturada. Este tamaño crítico depende de la permeabilidad, resistencia y la tensión de las partículas. El ensayo hace referencia a la inmersión de los agregados en soluciones químicas.

2.1.2.2 Propiedades químicas

Estabilidad química

Se considera que los agregados tienen estabilidad, cuando no reaccionan químicamente con el cemento en forma peligrosa, ni sufren la influencia química de otras fuentes externas. En algunas zonas, los agregados que tienen ciertos elementos químicos (el ópalo – sílice hidratada amorfa) reacciona con los álcalis del cemento produciendo el deterioro de los elementos.

2.1.2.3 Contaminación de los agregados

Los elementos contaminantes de los agregados actúan sobre el concreto, reduciendo su resistencia, disminuyendo la durabilidad y atentando contra la apariencia externa, a continuación se mencionan algunos de ellos que pueden ser fácilmente controlados por los usuarios.

Impurezas orgánicas

Originada por la descomposición de los elementos vegetales, que suelen aparecer en forma de, margas orgánicas, barro orgánico o humus. Se presenta con más frecuencia en el agregado fino que en el grueso el cual puede ser fácilmente lavado. Estas impurezas pueden afectar las reacciones de hidratación, modificando el fraguado o reduciendo la resistencia. El control inicial del agregado se realiza de manera cualitativa, mediante una prueba colorimétrica, aplicable especialmente al agregado fino; si el ensayo resulta positivo se establece una prueba adicional relativa a la resistencia de los morteros a la compresión, comparando con la fabricada con la arena a utilizar y otra fabricada con arenas estándar.

Partículas livianas

Son materiales de baja densidad, como el carbón, los materiales fibrosos y la madera; pueden afectar la durabilidad del concreto. Las normas establecen el máximo de partículas livianas permisibles, las mismas son evaluadas por suspensión el líquido de alta densidad.

Material más fino que la malla N° 200

El material muy fino, constituido por arcilla y limo, se encuentra recubriendo el agregado grueso, o mezclado con la arena. En el primer caso afecta la adherencia del agregado y la pasta; en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de la mezcla. En principio, un moderado porcentaje de elementos muy finos puede favorecer la trabajabilidad, pero su incremento afecta la resistencia del concreto. El control se realiza, mediante el ensayo que consiste en lavar la muestra del agregado por el tamiz N° 200.

Partículas inestables

Algunos elementos que contaminan los agregados no mantienen su integridad o experimentan en contacto con el agua expansiones destructivas. Tal es el caso de las pizarras y otras partículas de baja densidad. En otros casos, inclusiones blandas, como el carbón, pueden hincharse y causar roturas en el concreto. La presencia de estas partículas se determina por la prueba de decantación en líquido denso. Las piritas de hierro presentan características expansivas al reaccionar con el aluminato cálcico del cemento. La mica puede alterarse en el proceso de hidratación del cemento, además de requerir un exceso de agua en la mezcla.

Terrones de arcilla y partículas deleznable

Este tipo de inclusiones afecta la calidad del concreto. La determinación de las partículas deleznable se efectúa mediante la rotura de las partículas por medio de la compresión y deslizamientos entre los dedos pulgar e índice, luego se tamizará por vía húmeda.

Las partículas perjudiciales presente en el agregado no deberán exceder los siguientes valores:(Ver cuadro N° 8)

Cuadro N° 8: Valores límites de contenido de partículas perjudiciales

PARTICULAS PERJUDICIALES	VALORES MAX. PERMISIBLES
Impurezas orgánicas	1.0%
Partículas livianas	5.0%
Material más fino que la malla N° 200	5.0%
Partículas inestables	3.0%
Terrones de arcilla y partículas deleznables	3.0%

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.037:2002.

2.1.2.4 Almacenamiento de los agregados

Para el almacenamiento del agregado deberá tomarse las siguientes precauciones:

- Se almacenarán en pilas o silos de manera de impedir la segregación de los mismos, su contaminación con otros materiales, o su mezclado con agregados de características diferentes.
- La zona de almacenamiento deberá ser lo suficientemente extensa y accesible para facilitar su acomodo y traslado al sitio de mezclado.
- Las pilas de agregado se formarán en capas horizontales
- Durante la descarga del material para la formación de las pilas, deberá evitarse cualquier procedimiento que permita que éste ruede por los taludes de la pila y segregue.
- En lo posible habilitar una base compacta, de preferencia de concreto, a fin de evitar las contaminaciones de la parte inferior de la pila.

2.1.3 Agua

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

a. La formación de gel

b. Permitir que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que:

- En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación

de la misma; y

- En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, Se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozcan que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto. Debe recordarse que no todas las aguas que son adecuadas para beber son convenientes para el mezclado y que, igualmente, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones que en las diferentes secciones se han de dar, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares.

Adicionalmente, el agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en éste. Previamente a su empleo, será necesario investigar y asegurarse que la fuente de provisión no está sometida a influencias que puedan modificar su composición y características con respecto a las conocidas que permitieron su empleo con resultados satisfactorios.

2.1.3.1 Requisitos de calidad

El agua que a de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto.

Cloruros300 ppm.

Sulfatos300 ppm.

Sales de magnesio150 ppm.

Sales solubles totales500 ppm.

pHmayor de 7

Sólidos en suspensión1,500 ppm.

Materia orgánica10 ppm.

La Norma Peruana (NTP 339.088:2006), considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- a. El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3ppm)
- b. El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/l (5000 ppm)
- c. El pH estará comprendido entre 5.5 y 8.0
- d. El contenido de sulfatos, expresado como ión SO_4 , será menor de 0,6 gr/l (600) ppm
- e. El contenido de cloruros, expresado como ion Cl, será menor de 1 gr/l (1000 ppm)
- f. El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en $NaHCO_3$, será menor de 1 gr/l (1000 ppm)
- g. Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.

El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.

Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de Laboratorio, deberá ser aprobada por la Supervisión.

La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en los que se ha utilizado en la preparación del concreto agua de la fuente elegida.

2.2 BLOQUES DE CONCRETO

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

La Norma NTP 339.005 define así los bloques de concreto: *“Es la unidad de albañilería, cuyas dimensiones nominales mínimas son de 30mm de largo, 200mm de ancho y 200mm de alto, en el que su alto es tal, que no excede a su largo ni a seis veces su ancho. Generalmente posee cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos y cuyos ejes son paralelos a una de las aristas.”*

Los materiales utilizados para la fabricación de los bloques estarán constituidos por cemento Portland tipo IP, 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 desde una pequeña mesa vibradora con su respectivo molde metálico hasta maquinarias pesada de uso industrial.

El presente estudio sólo haremos referencia a equipos ligeros. Ver gráfico N°4

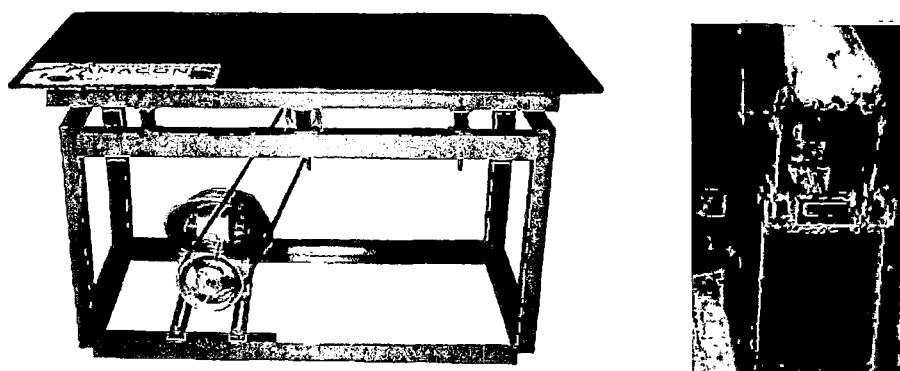


Gráfico N° 4: Mesa vibradora y molde para bloques de concreto

2.2.1 Características

Entre las características que permiten resaltar las ventajas comparativas de los bloques de concreto podemos citar, entre otros, que son económicos, acústicos, impermeables, resistentes al fuego, durable y presentan un buen comportamiento ante solicitaciones exigentes; así, la unidad de albañilería, presenta una conveniente resistencia a la compresión, como propiedad mecánica muy importante dado que esta se relaciona con la resistencia del muro; de manera similar que en la albañilería de arcilla. Cuanto mayor es la resistencia de la unidad de albañilería, aumenta proporcionalmente la resistencia del elemento estructural.

En lo que respecta a la dosificación, es necesario determinar muy cuidadosamente el contenido de agua en la mezcla, para que esto 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 de las características que lo hacen competitivo frente al ladrillo es la textura. Las variaciones de textura pueden lograrse controlando la granulometría del agregado, cuando se utiliza mayor cantidad de arena se obtiene una textura más fina, pero la mezcla requiere mayor cantidad de cemento.

La utilización del bloque de concreto en albañilería permite lograr una rapidez de ejecución realmente notable. Estas circunstancias unidas al menor número de unidades requeridas por m² de muro y la menor cantidad de mortero en las juntas significan una notable economía que es significativa cuando se habla de autoconstrucciones en sectores de la población a quienes va dirigido.

2.2.2 Dimensionamiento:

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es la uniformidad de sus dimensiones, ya que la falta de similitud 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 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

2.2.2.1 Coordinación Modular.- La técnica de la construcción modular parte de la premisa por la cual todas las dimensiones, incluso el espesor de los muros, deben ser múltiplos de una medida modular, orientado al ahorro y a la racionalización en la construcción.

El bloque, como unidad, es el principio fundamental de la albañilería, sus dimensiones determinan el ancho y la esbeltez de los muros, en función a la capacidad para soportar cargas; de igual forma, un aparejo perfecto, requiere del empleo de piezas enteras o de piezas parciales, confeccionadas para tal fin, eliminando al máximo el corte de piezas, implicando una construcción más económica, para proyectos en el que el diseño de las paredes se basa en una unidad modular.

2.2.2.2 Formas y Dimensiones.- La modulación de los bloques de concreto, implica que estos adopten la forma de un paralelepípedo rectangular, el cual presenta sus perforaciones verticales (alvéolos) limitadas por los pretilos o paredes del bloque; dichas perforaciones sirven para aligerar el peso del bloque, aumentar sus propiedades aislantes, contener las tuberías de instalaciones eléctricas y/o sanitarias, y permite el paso ocasional del refuerzo vertical, al igual que servirá como encofrado permanente para todo elemento de concreto armado, que se quisiera empotrar en el espesor del muro.

El bloque ha evolucionado con respecto a sus medidas, alcanzando la modulación actual, con dimensiones nominales de 10, 14, 15 y 20 cm de ancho, 20 cm de alto y de 40 cm de largo, según el tipo estructural del muro. La variación en el ancho del bloque obedece a su capacidad de soporte de cargas,

en función de su área y de su esbeltez del muro; debemos de tener presente que las medidas reales (medidas de fabricación), son un centímetro menor a las medidas nominales o modulares, esto tiene razón de ser, debido a que, las juntas (horizontal y vertical), son de 1 cm de espesor, con lo cual se completaría la medida modular.

2.2.3 Consistencia en la mezcla

La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad.

La consistencia es una mezcla en función de su contenido de agua y se define por el grado de asentamiento de la misma. Corresponde por el proceso de fabricación de los bloques de concreto, ser de consistencia seca es decir con muy poco contenido de agua, esto para evitar se produzcan asentamientos en el proceso de fraguado.

2.2.4 Tipos de Bloques de Concreto

Los bloques de concreto se identifican por sus medidas, las cuales van en el siguiente orden: ancho, alto y largo. Por ejemplo, un bloque de 10x20x40, tiene 10 cm de ancho, 20 cm de alto y 40 cm de largo y se conoce como un bloque de 10. Los bloques de concreto usualmente se fabrican con diferentes anchos (10, 12, 14, 15 ó 20 cm), altos (20 ó 25 cm) y de largo, constante (40 cm); es importante que todos los bloques tengan las mismas dimensiones para que se puedan utilizar como un buen elemento para la construcción de muros; por esto es importante que los moldes sean todos iguales y se conserven en buen estado.

CUADRO N° 09					
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque P ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Fuente: NTE E.070 Albañilería

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

2.2.4.1 Formas básicas de los bloques usados

La tipología de las unidades de albañilería se basa casi universalmente en la relación del área neta (área efectiva) y área bruta (área total), en lo que respecta al área de asiento de la unidad y en las características de los alvéolos; mas no tiene que ver, ni con los materiales que se elaboran, ni con el tamaño de la unidad:

a) Unidad Sólida o Maciza.-

Los alvéolos son perpendiculares a la cara de asiento, los cuales ocupan un área menor al 25% del área de la sección bruta; para efectos de cálculo, se considera el área bruta (Gráfico N° 5)

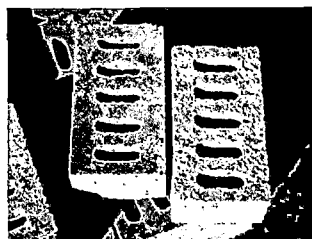


Gráfico N° 5
Ladrillo de concreto
0.15x0.24x0.09m

b) Unidad Hueca.-

En el cual los alvéolos ocupan más del 25% de la sección bruta, dichos alvéolos son de dimensiones tales que puedan llenarse con concreto líquido, considerándose para efectos de cálculo, el área de la sección bruta.

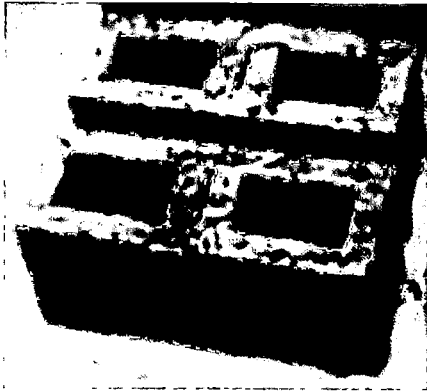


Gráfico N° 6
Bloque de Concreto
0.19x0.19x0.39m
0.14x0.19x0.39m

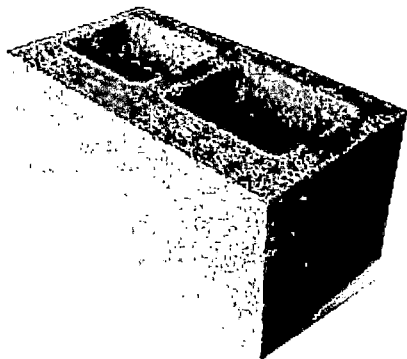


Gráfico N° 7
Bloque de Concreto de
dos agujeros
0.19x0.19x0.39m
0.14x0.19x0.39m

c) Unidad Perforada.-

Diferenciándose de la unidad hueca, debido a que sus alvéolos son de menor dimensión, no permitiéndose ser rellenos con concreto líquido.

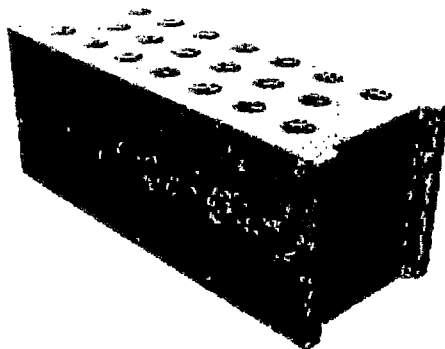


Gráfico N° 8
Bloque de Concreto
0.19x0.19x0.39m

d) Unidad Tubular.-

Dichas unidades tienen sus alvéolos paralelos a la cara del asiento y se consideran como unidades de tipo sólido.

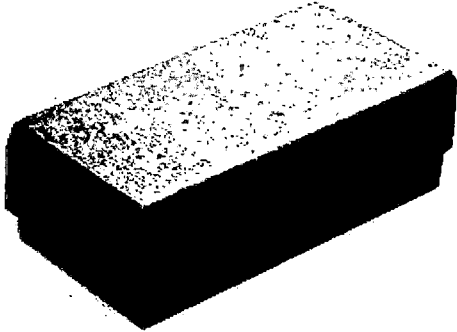


Gráfico N° 9
Bloque de concreto p/Techo
0.30x0.25x0.10m

2.2.5 Sistema de compactación de los Bloques

Los bloques de concreto están constituidos por una mezcla de consistencia seca, de tal manera que el proceso de compactación de los bloques deberá ser tal que se garantice la mayor densidad de la unidad, por tanto deben ser compactados mediante un sistema de vibración. Para el caso de la presente Tesis utilizaremos un equipo mediano de vibración.

2.2.5.1 La Vibración:

La vibración es el método de consolidación práctico más eficiente y de bajo costo 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 encuentra en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodación y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

Los concretos de consistencia seca son los que dan mayor resistencia pero su aplicación en obra 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", es decir mezclas secas.

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.

2.2.5.2 Principios fundamentales de la vibración:

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 por 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 una 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.

2.2.5.3 Cualidades del concreto vibrado:

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. La vibración permite reducir en lo posible la cantidad de agua de amasado con el fin de conseguir un concreto de gran compacidad y más resistentes.

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.

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.

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.

2.2.5.4 Aplicación del concreto vibrado:

Hasta hace pocos años, la colocación 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 importantes que

influye en el concreto vibrado son: la granulometría, relación agua/cemento y frecuencia de vibrado.

Por las altas resistencias conseguidas en los concretos 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.

2.2.6 Propiedades Físicas

2.2.6.1 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.

2.2.6.2 Absorción:

La absorción del agua se mide como el paso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergida en agua según la norma NTP 399.604:2002. 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.

2.2.6.3 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.

2.2.7 Propiedades Mecánicas

2.2.7.1 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 399.604:2002) 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 enrase de la cara en contacto con la cabeza de la prensa de compresión, para garantizar una distribución uniforme de la fuerza.

2.2.8 Control de Calidad

Se debe verificar que el bloque así fabricados cumpla las propiedades requeridas, lo cual de cada lote se tomará al azar los elementos necesarios para efectuar los ensayos y comprobaciones.

2.2.8.1 Ensayo de la Unidad

El control de la calidad sobre los bloques de concreto se realiza sobre las siguientes propiedades:

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.

Las dimensiones de las unidades de albañilería deberán ser tales que cualquiera de ellas mas el espesor que le corresponda de la junta, de una medida modular.

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.

Las unidades de albañilería ensayadas según la Norma Técnica E.070 no deberán tener un alabeo mayor a 4mm.

Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión es, por sí, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición, en cambio, los valores bajos son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. La resistencia a la rotura (por compresión) debe ser suficiente para soportar las cargas a que estarán sometidos los muros.

Cuando hablamos de resistencia, hablamos de la capacidad del material para resistir los esfuerzos de compresión, además de resistir esfuerzos de tensión, esfuerzos de corte y esfuerzos de adherencia, todo depende de las dosificaciones de los agregados y de la capacidad de liga de los aglomerantes, con las cuales se fabrican los bloques; para hablar acerca de la resistencia de los bloques, se debe conocer la denominada "Carga última de rotura (f_c)", el cual, es el esfuerzo último de compresión, obteniéndose al aplicar a una probeta de concreto, un ensayo de compresión, posterior a los 28 días de curado.

Absorción del 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.

Las unidades de albañilería ensayadas según la Norma NTP 399.604:2002 absorberán máximo 12% de agua de su peso seco.

Densidad:

La densidad está relacionada directamente con la resistencia a compresión, y para su evaluación se usa el principio de Arquímedes:

Se pesa el espécimen sumergido en agua (G2); luego se retira el espécimen del recipiente secando el agua superficial del bloque con un trapo y se pesa (G1). Se deja secar la unidad en un horno a aproximadamente 100 °C luego de 24 horas se pesa la muestra seca (G3).

La densidad está dada por: $Densidad = G3/(G1-G2)$

2.2.8.2 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 más 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 ($f'm$).

$$\text{Esbeltez} = \text{Altura/Espesor}$$

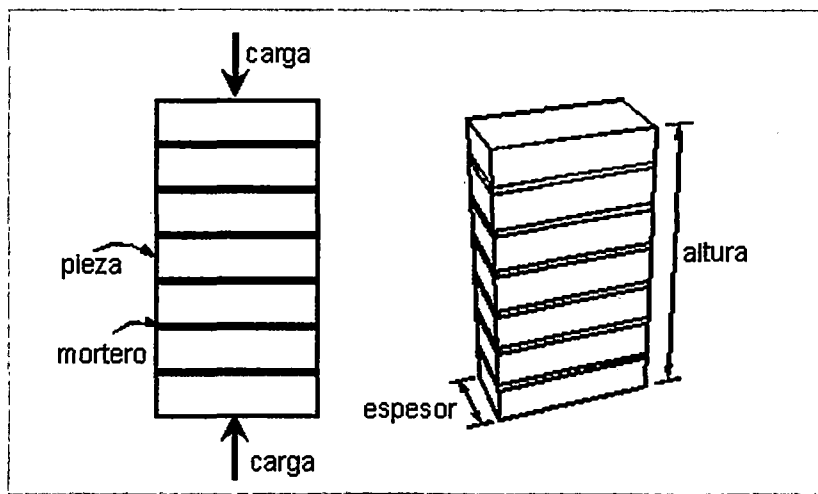


Gráfico N° 10: Ensayo de pilas

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 $\frac{3}{4}$) 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 14 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.

2.2.8.3 Ensayo en muretes:

Este ensayo determina la resistencia a tracción del muro y principalmente el comportamiento ante carga lateral, ya que esta induce esfuerzos de tensión diagonal que pueden causar la falla del muro. Este tipo de falla se reconoce por la grieta diagonal, que al presentarse atraviesa indistintamente la pieza, y el mortero con un alineamiento aproximadamente recta; la grieta se empieza a formar en correspondencia con el centro del muro y se prolonga rápidamente a los extremos.

Después de estar alineado la carga vertical y nivelada el espécimen este se lleva directamente la falla registrando únicamente la carga máxima de rotura según la dirección de una de las diagonales; la carga se aplica con ángulos metálicos colocados en aristas opuestas el esfuerzo cortante es obtenido dividiendo la componente horizontal de la carga máxima entre el área bruta o área neta del espécimen, según sea el caso.

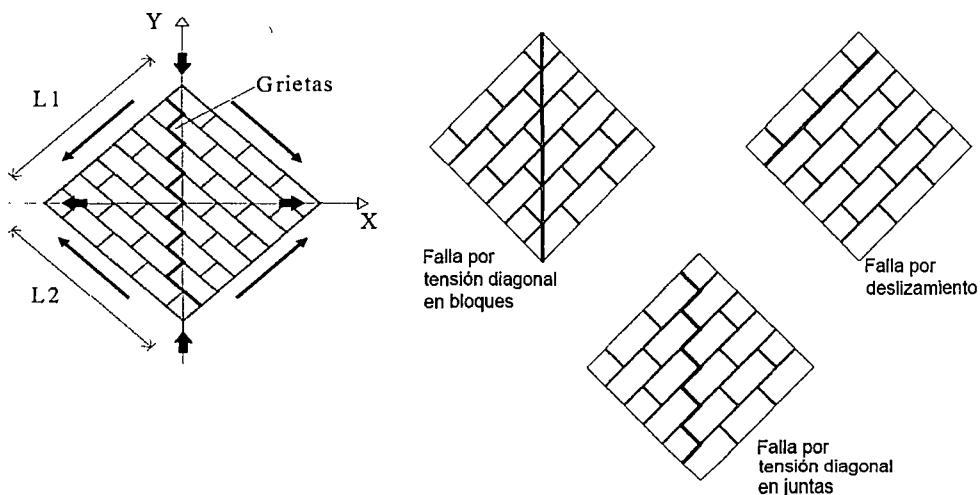


Gráfico N° 11: Ensayo de corte en muretes

Capítulo **III**

***EVALUACION DE LOS BLOQUES DE CONCRETO
DE LAS TRES BLOQUETERAS SELECCIONADAS***

3.1 EVALUACION DE LAS BLOQUETERAS

Para seleccionar las tres bloqueteras más importantes de Puerto Maldonado, se realizó la primera etapa que consistió en: la recopilación de información del nivel tecnológico de las bloqueteras más representativas, como es la identificación de la empresa, infraestructura, capacidad de producción, y las características generales de los bloques de concreto.

También se recogió información sobre las características generales de la producción, grado de industrialización, calificación del personal, volumen de producción, cantidad de personal y tipos de maquinarias utilizadas, se consideró el tipo de comercialización del producto, considerando aspectos como el volumen y condiciones de venta, tipo de clientes, así también como la edad de venta del bloque producido.

También se recopiló información sobre el control de calidad que realizaban a los bloques de concreto (resistencia a la compresión del bloque de concreto), donde ninguna de las empresas encuestadas tenía información.

Quedando clasificadas doce (12) bloqueteras, entre ellas se pudo observar pequeñas bloqueteras de tipo familiar y artesanal, esto nos llevo a identificar 7 bloqueteras informales de tipo familiar y artesanal y 5 bloqueteras formales, quedando finalmente 3 bloqueteras que serán utilizados para el estudio de nuestra investigación.

El tiempo de recopilación de información de la bloqueteras fue de dos (2) semanas.

Según la clasificación referida a los niveles de tecnología de las productoras de bloques de concreto "bloqueteras", propuesta por los ingenieros Abuhamad, W.; Bellorín, F.; Carmona, J. "Estudio de las Propiedades Mecánicas de los Bloques de Concreto utilizados para la construcción en el área metropolitana" Tesis de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas 1987. Estos niveles son: Nivel Artesanal, Nivel Bajo, Nivel Medio y Nivel alto. Ver Tabla N° 2.

Cuadro N° 10: Cuadro de Niveles de Tecnología

ASPECTO	NIVEL ARTESANAL	NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	NIVEL ALTO
Equipo	Molde manual Vibradoras estandar Elementos de transporte Carretilla.	Máquina vibradora ponedora Elementos de transporte Carretilla, montacarga, etc.	Tolvas de almacenaje, Mezcladoras Máquina vibradora ponedora	Tolvas dosificadoras vibradoras, compactadoras, rodillos transportadores, Montacargas, etc.
Dosificación	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero.	Sobre elemento de transporte Sin control Depende del obrero.	Empírica Depende del obrero	Control estricto. Dosificada por la máquina.
Secado y Curado	En patios descubiertos con Manguera. En ocasiones no se realiza curado suficiente.	En patios descubiertos con Manguera, sin control.	En patios descubiertos con Manguera, con mayor control.	Patio descubierto Manguera Curado insuficiente
Almacenaje	Insumos y productos almacenados en patios descubiertos. Cemento en sacos bajo techo.	Insumos y productos almacenados en patios descubiertos. Cemento en sacos bajo techo.	Insumos y productos almacenados en patios descubiertos. Cemento en sacos bajo techo.	Insumos y productos almacenados en patios descubiertos. El producto llega al patio cuando ha fraguado, cemento en saco bajo techo.
Control de Calidad	Nulo	Nulo	Escaso	Estricto Máquinas de ensayo para evaluar resistencia a compresión. En general sometidas a las NTP.

Fuente: Abuhamad, W.; Bellorín, F.; Carmona, J. "Estudio de las Propiedades Mecánicas de los Bloques de Concreto.

Para esta etapa de clasificación se desarrolló un cuestionario de preguntas que permitió recabar la información requerida del nivel tecnológico, capacidad de producción, infraestructura, experiencia, y las características generales de los bloques de concreto, clasificándose las siguientes empresas bloqueteras:

1. Bloquetera La Joya de: Avel Tomas Perea Ovalle
Av. La Joya km. 3.5 CPM La Joya Madre de Dios Tambopata
2. Fábrica de Bloquetas V y V EIRL.
Jr. Crosby cuadra 7 S/N A.H. Huerto Familiar Madre de Dios Tambopata
3. Bloquetera Tambopata de: Huamaní Ala Isabel
Jr. José María Grain Mz. 9-I Lt. 20 A.H. Francisco Bolognesi Madre de Dios Tambopata

A. Información general de las Bloqueteras

Cuadro N° 11: Información general de las bloqueteras

ITEM	NOMBRES	RUC	DIRECCIÓN	CODIFICACIÓN
1	Bloquetera La Joya de: Avel Tomas Perea Ovalle	10048182351	Av. La Joya km. 3.5 CPM La Joya Madre de Dios Tambopata	B1
2	Fábrica de Bloquetas V y V EIRL.	20309342292	Jr. Crosby cuadra 7 S/N A.H. Huerto Familiar Madre de Dios Tambopata	B2
3	Bloquetera Tambopata de: Huamaní Ala Isabel	10048096587	Jr. José María Grain Mz. 9-I Lt. 20 A.H. Francisco Bolognesi Madre de Dios Tambopata	B3

Fuente: Elaboración propia

B. Nivel tecnológico de las Bloqueteras

Cuadro N° 12: Nivel tecnológico de las Bloqueteras

ASPECTO	BLOQUETERAS		
	B1	B2	B3
Equipo	Molde manual Carretilla, palas Vibradoras estándar	Molde manual Carretilla, palas Vibradoras estándar	Molde manual Carretilla, palas Vibradoras estándar
Dosificación	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero
Secado y Curado	Patio bajo techo Manguera Curado insuficiente	Patio bajo techo Manguera Curado insuficiente	Patio bajo techo Manguera Curado insuficiente
Almacenaje	Insumos al descubierto cemento bajo techo	Insumos al descubierto cemento bajo techo	Insumos al descubierto cemento bajo techo
Control de Calidad	Nulo	Nulo	Nulo
NIVEL	ARTESANAL	ARTESANAL	ARTESANAL

Fuente: Elaboración propia

3.1.1 Bloquetera (B1)

Bloquetera La Joya de: Avel Tomas Perea Ovalle, con RUC. N° 10048182351, se encuentra ubicado en la Av. La Joya km. 3.5 CPM La Joya Madre de Dios Tambopata.

Trabaja desde el año 2006, hasta el 10 de septiembre de 2009 como informal, a partir de esa fecha se constituyó como una empresa de persona natural.

La producción mensual es de 20,000 bloques.



Foto N° 1

3.1.1.1 Selección de los bloques de concreto

La selección de las muestras se hizo de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 399.604:2002, indica para determinar la resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad, se seleccionará seis unidades de cada lote de 10,000 unidades o menos y doce unidades de cada lote de más de 10,000 y menos de 100,000 unidades. Para lotes de más de 100,000 unidades, se seleccionarán seis unidades por cada 50,000 unidades o fracción. Especímenes adicionales se pueden tomar por acuerdo del comprador y el vendedor. En nuestro caso la bloquetera seleccionada "B1" a la semana produce 5 millares de bloques de concreto, como la producción es poca seleccionaremos 6 muestras al azar, sobre las que efectuarán las pruebas de variación dimensional y alabeo, tres de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras tres a absorción.

Por otra parte, como el resultado del nivel tecnológico de las bloqueteras es artesanal, teníamos como factor común la ausencia de control de calidad, así como la calificación del personal. Esto nos llevó a considerar la necesidad de tomar las muestras de producción de diferentes días, las cuales fueron escogidas dos (2) bloques por día, para un total de 6 unidades.

3.1.1.2 *Evaluación física y mecánica de la unidad*

La calidad de los bloques se evaluará a través de los ensayos de resistencia, variación dimensional, alabeo y absorción. Todas las pruebas se efectuarán de acuerdo a la Norma pertinente del NTP 339.604:2002.

a. Ensayo de Resistencia

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil, el equipo utilizado fue: Maquina Tinius Olsen de 150 tn de capacidad.

Todos las muestras se ensayaron con una edad mínima de 28 días, utilizando como capping (yeso:cemento:agua), en una proporción en volumen de (3,1,1 $\frac{3}{4}$).

En el cuadro N° 13 se muestra la resistencia a la compresión a los 28 días, siendo los lotes de bloques fabricados en diferentes días. El ensayo se realizó siguiendo la Norma NTP 339.604:2002

Cuadro N° 13: Resultados de resistencia a la compresión en unidades (28 días) B1

IDENTIFICACION	FECHA DE FABRICACION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX. (kg)	SECCION (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
B1-2	21/11/2009	19/12/2009	11,150.00	588.80	18.94
B1-3	22/11/2009	21/12/2009	13,950.00	591.32	23.59
B1-5	23/11/2009	22/12/2009	10,950.00	604.33	18.12
					20.22

Fuente: Elaboración propia

El ensayo a compresión permitió determinar que los bloques de concreto producidos por la bloquetera “B1”, están muy por debajo de lo que establece la Norma Técnica E. 070 de Albañilería, llegando a una resistencia promedio de 20.22 kg/cm² (ver cuadro N° 13), no llegando a resistir ni la

mitad que exige la Norma (50 kg/cm^2), para muros de elemento estructurales (muros portantes).

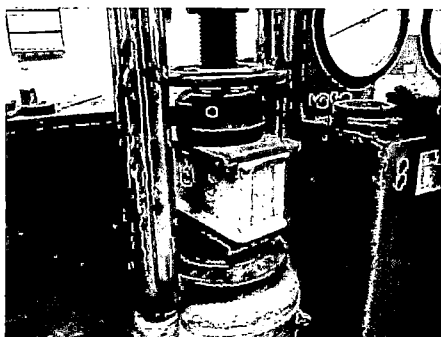


Foto N° 2

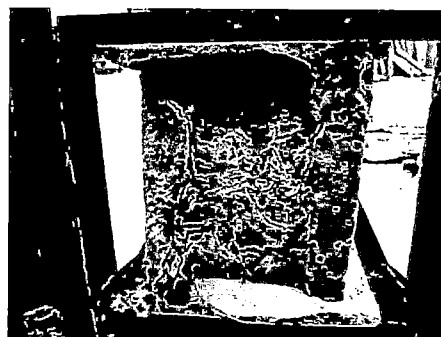


Foto N° 3

b. Variación dimensional

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

Es oportuno precisar que las variaciones en las dimensiones de los bloques es muy sensible al momento del desmoldado, por lo que la habilidad del operador constituye el factor que determina la perfección del bloque.

Dimensionamiento de los bloques

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1-1	395.00	147.00	205.00	30.20
	398.00	148.00	204.00	32.00
	395.00	148.00	203.00	31.70
	398.00	149.00	204.00	32.20
	396.00	147.00	204.00	30.00
	397.00	147.00	204.00	30.80
Dn	396.50	147.67	204.00	31.15

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1-2	400.00	150.00	199.00	34.80
	400.00	152.00	200.00	37.40
	400.00	153.00	203.00	35.40
	400.00	152.00	200.00	38.00
	401.00	152.00	200.00	35.50
	399.00	151.00	202.00	36.20
Dn	400.00	151.67	200.67	36.22

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1-3	402.00	151.00	198.00	36.00
	400.00	153.00	199.00	38.10
	401.00	153.00	200.00	36.30
	401.00	152.00	200.00	38.50
	402.00	152.00	199.00	36.20
	400.00	153.00	198.00	36.30
Dn	401.00	152.33	199.00	36.90

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1-4	401.00	146.00	203.00	31.00
	400.00	147.00	203.00	31.30
	400.00	148.00	203.00	31.20
	401.00	148.00	202.00	32.00
	400.50	147.00	203.00	31.60
	400.50	146.00	204.00	31.30
Dn	400.50	147.00	203.00	31.40

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1-5	400.00	155.00	195.00	39.20
	403.00	155.00	196.00	38.60
	401.00	155.00	194.00	39.70
	402.00	156.00	193.00	38.20
	401.30	155.00	196.00	39.10
	401.70	154.00	196.00	36.70
Dn	401.50	155.00	195.00	38.58

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1-6	397.00	147.00	200.00	31.20
	396.00	148.00	200.00	32.00
	395.00	150.00	202.00	30.80
	398.00	150.00	201.00	31.00
	396.00	148.00	201.00	30.00
	397.00	147.00	200.00	30.10
Dn	396.50	148.33	200.67	30.85

$$V\% = (\delta/Dn) * 100 \quad \delta = \sqrt{\sum(Di - Dn)^2 / (n - 1)}$$

Cuadro N° 14: Variación dimensional de B1

Muestra	DIMENSIONES			VARIACIONES					
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)		Ancho (mm)		Alto (mm)	
				(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2
B1-1	396.50	147.67	204.00	-2.83	8.03	-2.67	7.11	3.61	13.04
B1-2	400.00	151.67	200.67	0.67	0.44	1.33	1.78	0.28	0.08
B1-3	401.00	152.33	199.00	1.67	2.78	2.00	4.00	-1.39	1.93
B1-4	400.50	147.00	203.00	1.17	1.36	-3.33	11.11	2.61	6.82
B1-5	401.50	155.00	195.00	2.17	4.69	4.67	21.78	-5.39	29.04
B1-6	396.50	148.33	200.67	-2.83	8.03	-2.00	4.00	0.28	0.08
Dn	399.33	150.33	200.39	Σ	25.33	Σ	49.78	Σ	50.98

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
δ	2.25	3.16	3.19
V%	0.56%	2.10%	1.59%

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, establece como máxima variación dimensional de ± 3% para longitudes de hasta 150 mm, y de ± 2% para longitudes de más de 150 mm, por lo cual las medidas de los bloques de concreto de la bloquetera "B1", están dentro de lo permitido por la Norma.

c. Alabeo

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.

Cuadro N° 15: Resultado de ensayo de alabeo de B1

Muestra	Convexidad	Concavidad
B1-1	1	3.5
B1-2	1	0
B1-3	2	0
B1-4	2	0
B1-5	0	2.5
B1-6	1	0

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma NTE E.070 ALBAÑILERÍA, establece como medida máxima de concavidad o convexidad de 4 mm, por lo cual los bloques de concreto de la bloquetera “B1”, de acuerdo al cuadro N° 15, están dentro de lo permitido por la Norma.

d. Absorción

El ensayo se realizó siguiendo lo indicado en la Norma NTP 339.604:2002 “Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”.

Cuadro N° 16: Resultados de Ensayo de Absorción de B1

Muestra	Peso Bloque Saturado (kg)	Peso Bloque Seco al Horno (kg)	% Absorción
B1-1	15.30	14.50	5.52
B1-4	15.05	14.40	4.51
B1-6	15.10	14.45	4.50
			4.84

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma NTP 339.602:2002, establece como máxima absorción el 12%, por lo cual los bloques de concreto de la bloquetera “B1”, de acuerdo al cuadro N° 16, están dentro de lo permitido por la Norma.

3.1.2 Bloquetera (B2)

Fábrica de Bloquetas V y V EIRL., con RUC. N° 20309342292, se encuentra ubicado en la Jr. Crosby cuadra 7 S/N A.H. Huerto Familiar Madre de Dios Tambopata.

Trabaja desde el año 1982 hasta el 01/09/1997 como una empresa informal, a partir de esa fecha se constituyó como una empresa Jurídica.

La producción mensual es de 50,000 bloques.



Foto N° 4

3.1.2.1 Selección de los bloques de concreto

La selección de las muestras se hizo de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 399.604:2002, como se indica en párrafo (3.1.1.1).

En nuestro caso la bloquetera seleccionada “B2” a la semana produce 12.5 millares de bloques de concreto, como la producción es poca seleccionaremos 6 muestras al azar, sobre las que efectuarán las pruebas de variación dimensional y alabeo, tres de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras tres a absorción.

Por otra parte, como el resultado del nivel tecnológico de las bloqueteras es artesanal, teníamos como factor común la ausencia de control de calidad, así como la calificación del personal. Esto nos llevó a considerar la necesidad de tomar las muestras de producción de diferentes días, las cuales fueron escogidas dos (2) bloques por día, para un total de 6 unidades.

3.1.2.2 Evaluación física y mecánica de la unidad

La calidad de los bloques se evaluará a través de los ensayos de resistencia, variación dimensional, alabeo y absorción. Todas las pruebas se efectuarán de acuerdo a la Norma pertinente del NTP 339.604:2002

a. Ensayo de Resistencia

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil, el equipo utilizado fue: Maquina Tinius Olsen de 150 tn de capacidad.

Todos las muestras se ensayaron con una edad mínima de 28 días, utilizando como capping (yeso:cemento:agua), en una proporción en volumen de (3,1,1 ¾).

En el cuadro N° 17 se muestra la resistencia a la compresión a los 28 días, siendo los lotes de bloques fabricados en diferentes días. El ensayo se realizó siguiendo la Norma NTP 339.604:2002.

Cuadro N° 17: Resultados de resistencia a la compresión en unidades (28 días) B2

IDENTIFICACION	FECHA DE FABRICACION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX. (kg)	SECCION (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)
B2-2	21/11/2009	19/12/2009	17,000.00	572.68	29.68
B2-3	22/11/2009	21/12/2009	12,400.00	576.00	21.53
B2-6	23/11/2009	22/12/2009	12,100.00	572.96	21.12
					24.11

Fuente: Elaboración propia

El ensayo a compresión permitió determinar que los bloques de concreto producidos por la bloquetera “B2”, están muy por debajo de lo que establece la Norma Técnica E. 070 de Albañilería, llegando a una resistencia promedio de 24.11 kg/cm² (ver cuadro N°17), no llegando a resistir ni la mitad que exige la Norma (50 kg/cm²), para muros de elemento estructurales (muros portantes).



Foto N° 5



Foto N° 6

b. Variación dimensional

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

Es oportuno precisar que las variaciones en las dimensiones de los bloques es muy sensible al momento del desmoldado, por lo que la habilidad del operador constituye el factor que determina la perfección del bloque.

Dimensionamiento de los bloques

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2-1	398.00	142.00	202.00	30.30
	398.00	150.00	202.00	32.00
	397.00	149.00	202.00	30.70
	399.00	148.00	201.00	32.20
	399.00	148.00	202.00	32.60
	397.00	145.00	203.00	31.70
Dn	398.00	147.00	202.00	31.58

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2-2	399.00	148.00	203.00	32.10
	399.00	148.00	201.00	31.70
	399.00	147.00	199.00	32.10
	399.00	149.00	201.00	30.70
	400.00	147.00	201.00	32.00
	398.00	147.00	201.00	30.00
Dn	399.00	147.67	201.00	31.43

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2-3	395.00	149.00	199.00	30.80
	397.00	149.00	200.00	31.10
	396.00	149.00	201.00	32.20
	396.00	150.00	201.00	30.20
	397.00	149.00	200.00	32.00
	395.00	148.00	199.00	30.00
Dn	396.00	149.00	200.00	31.05

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2-4	400.00	154.00	195.00	39.00
	404.00	155.00	194.00	38.30
	401.00	154.00	194.00	38.50
	403.00	156.00	195.00	35.00
	401.00	154.00	194.00	40.80
	403.00	153.00	194.00	34.40
Dn	402.00	154.33	194.33	37.67

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2-5	400.00	153.00	198.00	38.00
	401.00	153.00	199.00	36.60
	400.00	152.00	198.00	38.20
	401.00	154.00	199.00	34.70
	400.50	152.00	197.00	38.60
	400.50	152.00	199.00	36.20
Dn	400.50	152.67	198.33	37.05

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2-6	397.00	149.00	205.00	31.50
	398.00	149.00	201.00	31.60
	399.00	148.00	200.00	30.80
	396.00	150.00	203.00	30.60
	398.00	148.00	201.00	30.20
	397.00	148.00	202.00	32.60
Dn	397.50	148.67	202.00	31.22

$$V\% = (\delta/Dn) * 100 \quad \delta = \sqrt{\sum(Di - Dn)^2 / (n - 1)}$$

Cuadro N° 18: Variación dimensional de B2

Muestra	DIMENSIONES			VARIACIONES					
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)		Ancho (mm)		Alto (mm)	
				(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2
B2-1	398.00	147.00	202.00	-0.83	0.69	-2.89	8.35	2.39	5.71
B2-2	399.00	147.67	201.00	0.17	0.03	-2.22	4.94	1.39	1.93
B2-3	396.00	149.00	200.00	-2.83	8.03	-0.89	0.79	0.39	0.15
B2-4	402.00	154.33	194.33	3.17	10.03	4.44	19.75	-5.28	27.85
B2-5	400.50	152.67	198.33	1.67	2.78	2.78	7.72	-1.28	1.63
B2-6	397.50	148.67	202.00	-1.33	1.78	-1.22	1.49	2.39	5.71
Dn	398.83	149.89	199.61	Σ	23.33	Σ	43.04	Σ	42.98

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
δ	2.16	2.93	2.93
V%	0.54%	1.96%	1.47%

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, establece como máxima variación dimensional de $\pm 3\%$ para longitudes de hasta 150 mm, y de $\pm 2\%$ para longitudes de más de 150 mm, por lo cual las medidas de los bloques de concreto de la bloquetera "B2", están dentro de lo permitido por la Norma.

c. Alabeo

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.

Cuadro N° 19: Resultado de ensayo de Alabeo de B2

Muestra	Convexidad	Concavidad
B2-1	0	0
B2-2	0	0
B2-3	1	0
B2-4	0	0
B2-5	0	0
B2-6	2	1

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, establece como medida máxima de concavidad o convexidad de 4 mm, por lo cual los bloques de concreto de la bloquetera "B2", de acuerdo al cuadro N° 19, están dentro de lo permitido por la Norma.

d. Absorción

El ensayo se realizó siguiendo lo indicado en la Norma NTP 339.604:2002 "Elementos de hormigón (concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería. Método de ensayo".

Cuadro N° 20: Resultados de Ensayo de Absorción de B2

Muestra	Peso Bloque Saturado (kg)	Peso Bloque Seco al Horno (kg)	% Absorción
B2-1	15.15	13.90	8.99
B2-4	15.35	14.15	8.48
B2-5	15.30	14.05	8.90
			8.79

Fuente: Elaboración propia

Según la NTP 339.602:2002, establece como máxima absorción el 12%, por lo cual los bloques de concreto de la bloquetera "B2", de acuerdo al cuadro N° 20, están dentro de lo permitido por la Norma.

3.1.3 Bloquetera (B3)

Bloquetera Tambopata de: Huamaní Ala Isabel, con RUC. N° 10048096587, se encuentra ubicado en el Jr. José María Grain Mz. 9-I Lt. 20 A.H. Francisco Bolognesi Madre de Dios Tambopata.

Trabaja desde el año 1997 hasta el 13/03/1998 como una empresa informal, a partir de esa fecha se constituyó como una empresa de persona Natural.

La producción mensual es de 30,000 bloques.

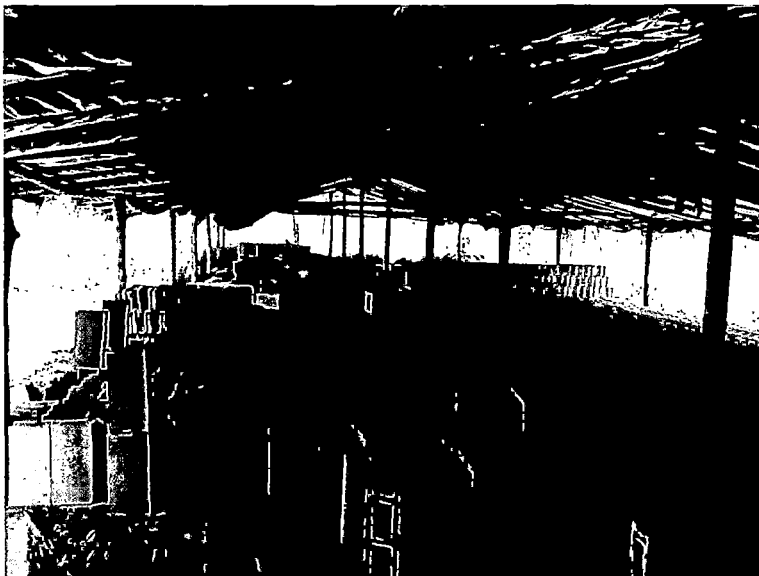


Foto N° 7

3.1.3.1 Selección de los bloques de concreto

La selección de las muestras se hizo de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 399.604:2002, como se indica en párrafo (3.1.1.1).

En nuestro caso la bloquetera seleccionada "B3" a la semana produce 7.5 millares de bloques de concreto, como la producción es poca seleccionaremos 6 muestras al azar, sobre las que efectuarán las pruebas de variación dimensional y alabeo, tres de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras tres a absorción.

Por otra parte, como el resultado del nivel tecnológico de las bloqueteras es artesanal, teníamos como factor común la ausencia de control de calidad, así como la calificación del personal. Esto nos llevó a considerar la necesidad de tomar las muestras de producción de diferentes días, las cuales fueron escogidas dos (2) bloques por día, para un total de 6 unidades.

3.1.3.2 Evaluación física y mecánica de la unidad

La calidad de los bloques se evaluará a través de los ensayos de resistencia, variación dimensional, alabeo y absorción. Todas las pruebas se efectuarán de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 399.604:2002.

a. Ensayo de Resistencia

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil, el equipo utilizado fue: Maquina Tinius Olsen de 150 tn de capacidad.

Todos los las muestras se rompieron con una edad mínima de 28 días, utilizando como capping (yeso:cemento:agua), en una proporción en volumen de (3,1,1 $\frac{3}{4}$).

En el cuadro N°21 se muestra la resistencia a la compresión a los 28 días, siendo los lotes de bloques fabricados en diferentes días. El ensayo se realizó siguiendo la NTP 339.604:2002.

Cuadro N° 21: Resultados de resistencia a la compresión en unidades (28 días) B3

IDENTIFICACION	FECHA DE FABRICACION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX. (kg)	SECCION (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
B3-3	21/11/2009	19/12/2009	10,600.00	575.59	18.42
B3-5	22/11/2009	21/12/2009	11,050.00	574.28	19.24
B3-6	23/11/2009	22/12/2009	11,000.00	571.61	19.24
					18.97

Fuente: Elaboración propia

El ensayo a compresión permitió determinar que los bloques de concreto producidos por la bloquetera “B3”, están muy por debajo de lo que establece la Norma Técnica E. 070 de Albañilería, llegando a una resistencia promedio de 18.97 kg/cm² (ver cuadro N°21), no llegando a resistir ni la mitad que exige la Norma (50 kg/cm²), para muros de elemento estructurales (muros portantes).



Foto N° 8



Foto N° 9

b. Variación dimensional

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

Es oportuno precisar que las variaciones en las dimensiones de los bloques es muy sensible al momento del desmoldado, por lo que la habilidad del operador constituye el factor que determina la perfección del bloque.

Dimensionamiento de los bloques

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3-1	396.00	149.00	200.00	28.30
	398.00	149.00	201.00	29.50
	397.00	149.00	200.00	28.40
	397.00	150.00	201.00	28.60
	397.00	149.00	200.00	29.70
	397.00	148.00	200.00	29.40
Dn	397.00	149.00	200.33	28.98

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3-2	401.00	153.00	199.00	35.40
	400.00	150.00	201.00	37.70
	401.00	151.00	200.00	36.40
	400.00	152.00	200.00	36.90
	400.00	151.00	200.00	36.30
	401.00	151.00	200.00	36.20
Dn	400.50	151.33	200.00	36.48

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3-3	397.00	148.00	204.00	28.90
	397.00	150.00	203.00	28.70
	398.00	150.00	205.00	29.50
	396.00	149.00	204.00	29.30
	396.00	149.00	204.00	29.30
	398.00	150.00	204.00	28.80
Dn	397.00	149.33	204.00	29.08

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3-4	398.00	148.00	204.00	28.50
	400.00	150.00	204.00	29.00
	399.00	149.00	203.00	28.10
	399.00	150.00	204.00	28.80
	400.00	150.00	203.00	28.00
	398.00	147.00	204.00	29.40
Dn	399.00	149.00	203.67	28.63

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3-5	397.00	148.00	205.00	30.00
	398.00	150.00	205.00	28.80
	399.00	149.00	205.00	28.70
	396.00	150.00	205.00	29.00
	397.00	148.00	206.00	28.70
	398.00	149.00	204.00	28.60
Dn	397.50	149.00	205.00	28.97

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3-6	398.00	147.00	204.00	28.30
	397.00	150.00	203.00	28.60
	399.00	148.00	203.00	28.60
	396.00	149.00	204.00	28.70
	397.50	149.00	204.00	29.00
	397.50	147.00	202.00	29.30
Dn	397.50	148.33	203.33	28.75

$$V\% = (\delta/Dn) * 100 \quad \delta = \sqrt{\sum(Di - Dn)^2 / (n - 1)}$$

Cuadro N° 22: Variación dimensional de B3

Muestra	DIMENSIONES			VARIACIONES					
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)		Ancho (mm)		Alto (mm)	
				(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2
B3-1	397.00	149.00	200.33	-1.08	1.17	-0.33	0.11	-2.39	5.71
B3-2	400.50	151.33	200.00	2.42	5.84	2.00	4.00	-2.72	7.41
B3-3	397.00	149.33	204.00	-1.08	1.17	0.00	0.00	1.28	1.63
B3-4	399.00	149.00	203.67	0.92	0.84	-0.33	0.11	0.94	0.89
B3-5	397.50	149.00	205.00	-0.58	0.34	-0.33	0.11	2.28	5.19
B3-6	397.50	148.33	203.33	-0.58	0.34	-1.00	1.00	0.61	0.37
Dn	398.08	149.33	202.72	Σ	9.71	Σ	5.33	Σ	21.20

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
δ	1.39	1.03	2.06
V%	0.35%	0.69%	1.02%

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, establece como máxima variación dimensional de $\pm 3\%$ para longitudes de hasta 150 mm, y de $\pm 2\%$ para longitudes de más de 150 mm, por lo cual las medidas de los bloques de concreto de la bloquetera "B3", están dentro de lo permitido por la Norma.

c. Alabeo

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.

Cuadro N° 23: Resultado de ensayo de Alabeo de B3

Muestra	Convexidad	Concavidad
B3-1	2	0
B3-2	0	0
B3-3	1	0
B3-4	2	0
B3-5	1	1
B3-6	2	1

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, establece como medida máxima de concavidad o convexidad de 4 mm, por lo cual los bloques de concreto de la bloquetera "B3", de acuerdo al cuadro N°23, están dentro de lo permitido por la Norma.

d. Absorción

El ensayo se realizó siguiendo lo indicado en la Norma NTP 339.604:2002 "Elementos de hormigón (concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería. Método de ensayo".

Cuadro N° 24: Resultados de Ensayo de Absorción

Muestra	Peso Bloque Saturado (kg)	Peso Bloque Seco al Horno (kg)	% Absorción
B3-1	15.10	14.30	5.59
B3-2	15.00	14.15	6.01
B3-4	15.05	14.25	5.61
			5.74

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma NTP 339.602:2002, establece como máxima absorción el 12%, por lo cual los bloques de concreto de la bloquetera "B3", de acuerdo al cuadro N° 24, están dentro de lo permitido por la Norma.

Capítulo **IV**

ESTUDIO DE LAS TRES CANTERAS

4.1 ESTUDIO DE LAS TRES CANTERAS

Se denomina **diseño global de hormigón**, al diseño y fabricación del concreto con el hormigón clasificado de río utilizado de manera global; el hormigón clasificado de río, es aquel agregado que tomado en su estado natural se clasifica haciendo el tamizado por la malla de 2”.

El material obtenido para el presente estudio, es del cauce del río Madre de Dios, cuyo agregado grueso es de tipo canto rodado y la arena es aquella que se encuentra junto con el agregado grueso (arena fina).

En Puerto Maldonado, existen varias canteras de agregados, que se encuentran en las laderas de los ríos, abasteciendo a las diferentes obras de la ciudad y distritos aledaños.

Puerto Maldonado se presenta hoy como una ciudad activa y en franco crecimiento acelerado, por la migración andina y el paso de la carretera Interoceánica que es el principal eje entre Perú – Brasil y Bolivia, debido a este crecimiento es necesario evaluar la extracción del hormigón ya que es un material que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Para el estudio se tomó las canteras más representativas basadas en el volumen de venta y el volumen total de la cantera, estas son:

Cantera Chorrillos.- (Cantera N°1)

Esta cantera se encuentra ubicada aprox. en el km 20 de la carretera a Chorrillos, en los cauces de río MADRE DE DIOS, en el distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, De acuerdo a la Resolución de Gerencia N° 006-2009-GGA-MPT de la Municipalidad Provincial de Tambopata de la Gerencia de Gestión Ambiental, se autoriza la extracción de 2,000 m³ de material de construcción (hormigón), que acarrearán y depositarán las aguas en los álveos o cauces del río MADRE DE DIOS. en un área de 7.36 hectáreas, ubicado en las siguiente coordenada UTM, Zona 19, PSAD 56.

Cuadro N°25: Ubicación de cantera N° 1

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	465615	8610169
P2	466181	8610268
P3	466131	8610130
P4	465566	8610030

Fuente: Municipalidad Provincial de Tambopata - Madre de Dios

Cantera Rompeolas.- (Cantera N°2)

Esta cantera se encuentra ubicada aprox. en el km 6.5 de la carretera a Rompeolas, en los cauces de río MADRE DE DIOS, en el distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, De acuerdo a la Resolución de Gerencia N° 005-2009-GGA-MPT de la Municipalidad Provincial de Tambopata de la Gerencia de Gestión Ambiental, se autoriza la extracción de 2,000 m³ de material de construcción (hormigón), que acarrearán y depositarán las aguas en los álveos o cauces del río MADRE DE DIOS. en un área de 3.48 hectáreas, ubicado en las siguiente coordenada UTM, Zona 19, PSAD 56.

Cuadro N° 26: Ubicación de cantera N° 2

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	475809	8614860
P2	476112	8614977
P3	476115	8614863
P4	475821	8614747

Fuente: Municipalidad Provincial de Tambopata - Madre de Dios

Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Esta cantera se encuentra ubicada aprox. en el km 10.1 de la carretera a Puerto Arturo, en los cauces de río MADRE DE DIOS, en el distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, De acuerdo a la Resolución de Gerencia N° 009-2009-GGA-MPT de la Municipalidad Provincial

de Tambopata de la Gerencia de Gestión Ambiental, se autoriza la extracción de 2,000 m³ de material de construcción (hormigón), que acarrearán y depositarán las aguas en los álveos o cauces del río MADRE DE DIOS. en un área de 0.75 hectáreas, ubicado en las siguiente coordenada UTM, Zona 19, PSAD 56.

Cuadro N° 27: Ubicación de cantera N° 3

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	477000	8619150
P2	477000	8619040
P3	476969	8619000
P4	476800	8619000

Fuente: Municipalidad Provincial de Tambopata - Madre de Dios

4.1.1 Estudio preliminar del agregado

Se define a los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento hidratada para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor del 75% del volumen total por metro cúbico, 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 presente trabajo de investigación, se ha utilizado tres canteras de agregados de (hormigón clasificado de río) con características granulométricas diferentes cada una de ellas, como también se investigó una cantera de agregado de (arena fina).

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

- Análisis granulométrico: NTP 400.012:2013
- Peso específico y absorción del Hormigón NTP 400.021:2002, NTP 400.022:2002
- Peso unitario NTP 400 017:2011

Canteras estudiadas

CANTERAS	PROCEDENCIA	PROVINCIA	DISTRITO
CANTERA N° 1	CHORRILLOS	TAMBOPATA	TAMBOPATA
CANTERA N° 2	ROMPEOLAS	TAMBOPATA	TAMBOPATA
CANTERA N° 3	OTILIA	TAMBOPATA	TAMBOPATA

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Análisis granulométrico (NTP 400.012:2013)

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.

4.1.2.1 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.

a. Resultado del ensayo granulométrico (Agregado Global de río)

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

Se usará como huso granulométrico según la NTP 400.037-2002, en lo referente a granulometría, establece límites para las curvas granulométricas (cuadro N° 28).

Cuadro N° 28: Límites granulométricos del agregado global.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa
	Tamaño nominal 37.5 mm (1 1/2")
50 mm (2")	100
37.5 mm (1 1/2")	95 a 100
19 mm (3/4")	45 a 80
12.5 mm (1/2")	-
9.5 mm (3/8")	-
4.75 mm (N°4)	25 a 50
2.36 mm (N°8)	-
1.18 mm (N°16)	-
0.6 mm (N°30)	8 a 30
0.3 mm (N°50)	-
0.15 mm (N°100)	0 a 8*
* Incrementar a 10% para los finos de roca triturada	

Fuente: NTP 400.037:2002

a.1 Cantera Chorrillos.- (Cantera N°1)

Cuadro N° 29: Módulo de Finura cantera N° 1

TAMIZ ASTM	MALLA (mm)	RETENIDO (gr)	% DE RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
1 1/2"	37.5	301.46	1.45%	1.45%	98.55%
1"	25.4	871.04	4.20%	4.20%	95.80%
3/4"	19.05	1,089.50	5.25%	9.45%	90.55%
1/2"	12.7	1,889.50	9.11%	18.55%	81.45%
3/8"	9.51	1,312.50	6.33%	24.88%	75.12%
1/4"	6.35	1,152.00	5.55%	30.43%	69.57%
N° 4	4.75	367.48	1.77%	32.20%	67.80%
N° 8	2.38	565.36	2.72%	34.93%	65.07%
N° 16	1.19	268.55	1.29%	36.22%	63.78%
N° 30	0.595	310.95	1.50%	37.72%	62.28%
N° 50	0.297	6,657.11	32.08%	69.80%	30.20%
N° 100	0.149	3,293.22	15.87%	85.67%	14.33%
FONDO	0	2,671.33	12.87%	98.55%	1.45%
		20,750.00	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Finura = 3.32

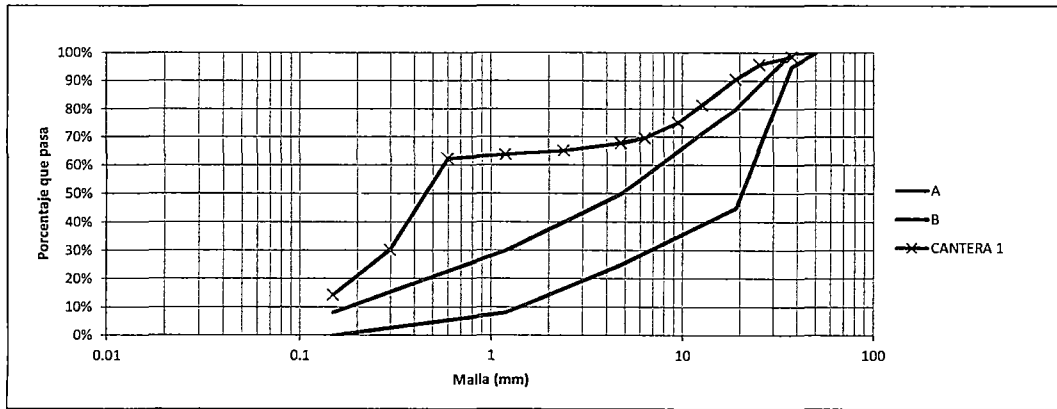


Gráfico N°12: Curva granulométrica agregado Global; Cantera N° 1

a.2 Cantera Rompeolas.- (Cantera N°2)

Cuadro N° 30: Módulo de Finura cantera N° 2

TAMIZ ASTM	MALLA (mm)	RETENIDO (gr)	% DE RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
1 1/2"	37.5	295.55	1.13%	1.13%	98.87%
1"	25.4	1,159.45	4.42%	4.42%	95.58%
3/4"	19.05	2,269.50	8.65%	13.06%	86.94%
1/2"	12.7	3,329.00	12.68%	25.74%	74.26%
3/8"	9.51	1,999.00	7.62%	33.36%	66.64%
1/4"	6.35	1,755.50	6.69%	40.05%	59.95%
Nº 4	4.75	478.70	1.82%	41.87%	58.13%
Nº 8	2.38	648.56	2.47%	44.34%	55.66%
Nº 16	1.19	262.51	1.00%	45.34%	54.66%
Nº 30	0.595	293.40	1.12%	46.46%	53.54%
Nº 50	0.297	7,597.46	28.94%	75.40%	24.60%
Nº 100	0.149	4,107.58	15.65%	91.05%	8.95%
FONDO	0	2,053.79	7.82%	98.87%	1.13%
		26,250.00	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Finura = 3.92

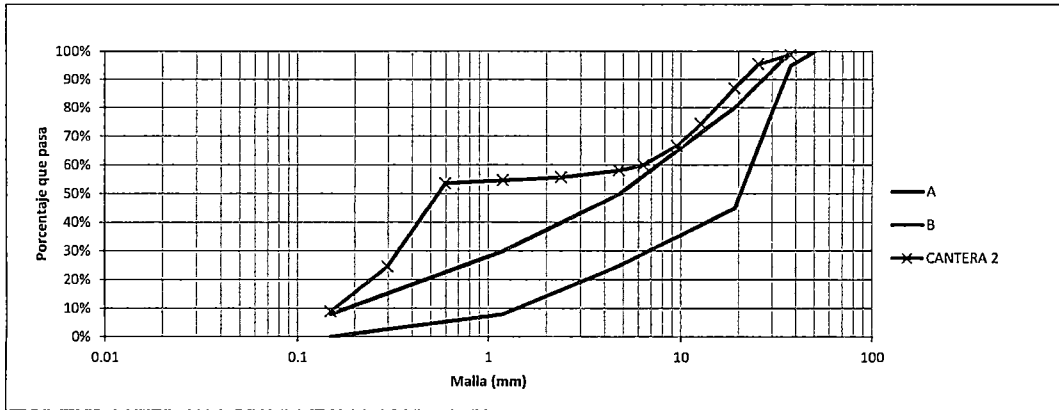


Gráfico N°13: Curva granulométrica agregado Global; Cantera N° 2

a.3 Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Cuadro N° 31: Módulo de Finura cantera N° 3

TAMIZ ASTM	MALLA (mm)	RETENIDO (gr)	% DE RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
1 1/2"	37.5	283.30	1.27%	1.27%	98.73%
1"	25.4	1,137.20	5.10%	5.10%	94.90%
3/4"	19.05	2,255.50	10.11%	15.21%	84.79%
1/2"	12.7	2,515.50	11.28%	26.49%	73.51%
3/8"	9.51	1,794.50	8.05%	34.54%	65.46%
1/4"	6.35	1,426.00	6.39%	40.94%	59.06%
N° 4	4.75	373.75	1.68%	42.61%	57.39%
N° 8	2.38	515.52	2.31%	44.92%	55.08%
N° 16	1.19	219.10	0.98%	45.91%	54.09%
N° 30	0.595	257.76	1.16%	47.06%	52.94%
N° 50	0.297	6,456.89	28.95%	76.02%	23.98%
N° 100	0.149	3,260.66	14.62%	90.64%	9.36%
FONDO	0	1,804.32	8.09%	98.73%	1.27%
		22,300.00	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Finura = 3.98

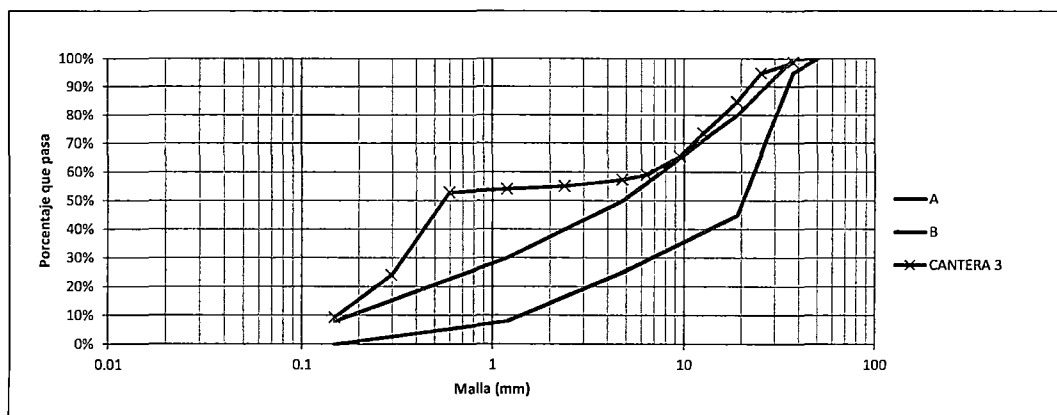


Gráfico N°14: Curva granulométrica agregado Global; Cantera N° 3

b. Resultado del ensayo granulométrico (Arena Fina)

La norma recomienda que el módulo de finura de la arena, debe de encontrarse en el rango de 2.3 a 3.2; las arenas comprendidas en el rango de 2,3 – 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y los que se encuentran entre 2.8 – 3.2 son los más favorables para concretos de alta resistencia, las arenas con módulo de finura 2.3 le otorgan a la mezcla, la plasticidad, compacidad, pero a la vez hace que se requiera una cantidad adicional de agua lo que llevaría a incrementar el contenido de cemento.

Para calcular el módulo de finura del agregado fino, se suman los porcentajes retenidos acumulados desde la malla N°4, hasta la malla N°100 tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$M_{farena} = \frac{\%N^{\circ}4 + \%N^{\circ}8 + \%N^{\circ}16 + \%N^{\circ}30 + \%N^{\circ}50 + \%N^{\circ}100}{100}$$

Con el valor obtenido se clasifica la arena según el cuadro N° 26

Cuadro N° 32 Clasificación del Agregado

Módulo de finura	Tipo de Arena
Menor a 3	Fina
Igual a 3	Normal
Mayor a 3	Gruesa

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.012.

b.1 Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Cuadro N° 33: Módulo de Finura agregado fino cantera N° 3

TAMIS ASTM	MALLA (mm)	RETENIDO (gr)	% DE RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
3/8"	9.5		0.00%	0.00%	100.00%
Nº 4	4.75	2.00	0.40%	0.40%	99.60%
Nº 8	2.36	1.50	0.30%	0.70%	99.30%
Nº 16	1.18	1.00	0.20%	0.90%	99.10%
Nº 30	0.6	1.00	0.20%	1.10%	98.90%
Nº 50	0.3	15.50	3.10%	4.20%	95.80%
Nº 100	0.15	365.00	73.00%	77.20%	22.80%
Nº 200	0.074	114.00	22.80%	100.00%	0.00%
FONDO			0.00%	100.00%	0.00%
		500.00	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Finura = 0.85

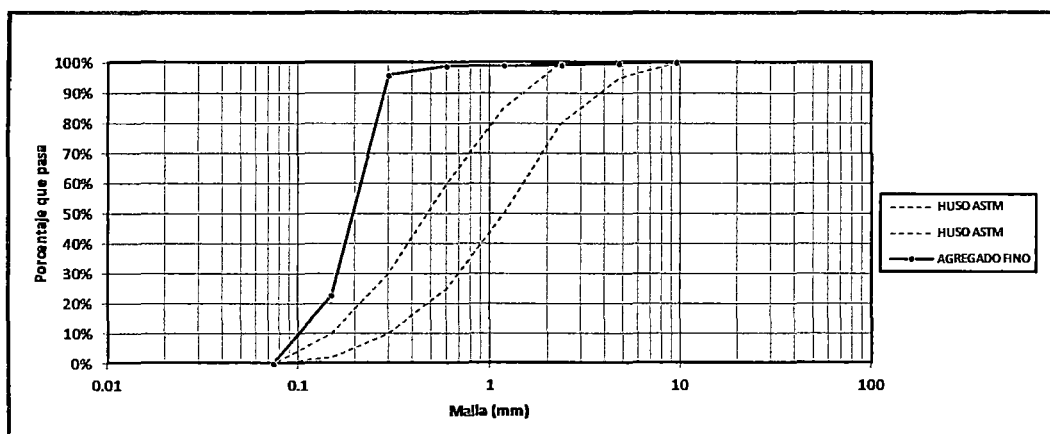


Gráfico N°15: Curva granulométrica agregado Fino; Cantera N° 3

4.1.3 Peso específico (NTP 400.022:2002)

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 a 3.00.

4.1.3.1 Resultado del ensayo (Agregado Global de río)

a) Cantera Chorrillos.- (Cantera N°1)

Wmseca	=	Peso de la Muestra Seca al Horno	gr	1987.5
Wmsss	=	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	2000
Wmsa	=	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca + agua	gr	2260
Wagua	=	Peso del Agua	gr	260
Vprob	=	Volumen de la Probeta	cm ³	1000

$$\text{Peso Específico de la Masa} = \frac{Wmseca}{(1000 - Wagua)} = 2.69 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Peso Específico de la Masa superficialmente seco} = \frac{Wmsss}{(1000 - Wagua)} = 2.70 \text{ kg/cm}^3$$

b) Cantera Rompeolas.- (Cantera N°2)

Wmseca	=	Peso de la Muestra Seca al Horno	gr	1985.5
Wmsss	=	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	2000
Wmsa	=	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca + agua	gr	2260
Wagua	=	Peso del Agua	gr	240
Vprob	=	Volumen de la Probeta	cm ³	1000

$$\text{Peso Específico de la Masa} = \frac{Wmseca}{(1000 - Wagua)} = 2.61 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Peso Específico de la Masa superficialmente seco} = \frac{Wmsss}{(1000 - Wagua)} = 2.63 \text{ kg/cm}^3$$

c) Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Wmseca	=	Peso de la Muestra Seca al Horno	gr	1983.5
Wmsss	=	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	2000
Wmsa	=	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca + agua	gr	2260
Wagua	=	Peso del Agua	gr	260
Vprob	=	Volumen de la Probeta	cm ³	1000

$$\text{Peso Específico de la Masa} = \frac{Wmseca}{(1000 - Wagua)} = 2.68 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Peso Específico de la Masa superficialmente seco} = \frac{Wmsss}{(1000 - Wagua)} = 2.70 \text{ kg/cm}^3$$

4.1.4 Peso unitario (NTP 400.017:2011)

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.

4.1.4.1 Resultado del ensayo**a) Cantera Chorrillos.- (Cantera N°1)**Peso unitario suelto

Wm+Wr	=	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	35.65
Wr	=	Peso de Recipiente	kg	11.55
Wm	=	Peso de la Muestra	kg	24.1
Vr	=	Volumen del Recipiente	m ³	0.014158

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{Wm}{Vr} = 1,702.22 \text{ kg/m}^3$$

Peso unitario compactado

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	37.05
Wr =	Peso de Recipiente	kg	11.55
Wm =	Peso de la Muestra	kg	25.5
Vr =	Volumen del Recipiente	m3	0.014158

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{w_m}{v_r} = 1,801.10 \text{ kg/m}^3$$

b) Cantera Rompeolas.- (Cantera N°2)

Peso unitario suelto

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	36.8
Wr =	Peso de Recipiente	kg	11.55
Wm =	Peso de la Muestra	kg	25.25
Vr =	Volumen del Recipiente	m3	0.014158

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{w_m}{v_r} = 1,783.44 \text{ kg/m}^3$$

Peso unitario compactado

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	37.45
Wr =	Peso de Recipiente	kg	11.55
Wm =	Peso de la Muestra	kg	25.9
Vr =	Volumen del Recipiente	m3	0.014158

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{w_m}{v_r} = 1,829.35 \text{ kg/m}^3$$

c) Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Peso unitario suelto

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	36.7
Wr =	Peso de Recipiente	kg	11.55
Wm =	Peso de la Muestra	kg	25.15
Vr =	Volumen del Recipiente	m3	0.014158

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{W_m}{V_r} = 1,776.38 \text{ kg/m}^3$$

Peso unitario compactado

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	37.9
Wr =	Peso de Recipiente	kg	11.55
Wm =	Peso de la Muestra	kg	26.35
Vr =	Volumen del Recipiente	m3	0.014158

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{W_m}{V_r} = 1,861.14 \text{ kg/m}^3$$

4.1.5 Absorción (NTP 400.022:2002)

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 un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el 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.

4.1.5.1 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.

a) **Cantera Chorrillos.-** (Cantera N°1)

Wmseca =	Peso de la Muestra Seca al Horno	gr	1987.5
Wmsss =	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	2000

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(W_{mss} - W_{mseca}) \times 100}{W_{mseca}} = 0.63\%$$

b) Cantera Rompeolas.- (Cantera N°2)

Wmseca =	Peso de la Muestra Seca al Horno	gr	1985.5
Wmss =	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	2000

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(W_{mss} - W_{mseca}) \times 100}{W_{mseca}} = 0.73\%$$

c) Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Wmseca =	Peso de la Muestra Seca al Horno	gr	1983.5
Wmss =	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	2000

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(W_{mss} - W_{mseca}) \times 100}{W_{mseca}} = 0.83\%$$

4.1.6 Contenido de humedad (NTP 339.185:2002)

Puesto que la absorción representa el agua contenida en agregado en condición saturada y de superficie seca, podemos definir el contenido de humedad como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca. Así el contenido total de agua de un agregado húmedo será igual a la suma de la absorción y del contenido de humedad. La masa de agua añadido a la mezcla debe disminuirse y la masa de agregado incrementarse en cantidad igual a la masa del contenido de humedad, puesto que cambia con el clima y de una pila a otra, el contenido de humedad debe medirse con frecuencia

4.1.6.1 Resultado del ensayo

Cantera Chorrillos.- (Cantera N°1)

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	512.50
Wr =	Peso de Recipiente	gr	12.50
Wm =	Peso de la Muestra	gr	500.00
Wmseca =	Peso de la Muestra Seca al horno	gr	496.50

$$\% \text{ Contenido de Humedad} = \frac{(W_m - W_{mseca}) \times 100}{W_{mseca}} = 0.70$$

a) Cantera Rompeolas.- (Cantera N°2)

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	512.50
Wr =	Peso de Recipiente	gr	12.50
Wm =	Peso de la Muestra	gr	500.00
Wmseca =	Peso de la Muestra Seca al horno	gr	497.00

$$\% \text{ Contenido de Humedad} = \frac{(Wm - Wmseca) \times 100}{Wmseca} = 0.60$$

a) Cantera Otilia.- (Cantera N°3)

Wm+Wr =	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	512.50
Wr =	Peso de Recipiente	gr	12.50
Wm =	Peso de la Muestra	gr	500.00
Wmseca =	Peso de la Muestra Seca al horno	gr	496.00

$$\% \text{ Contenido de Humedad} = \frac{(Wm - Wmseca) \times 100}{Wmseca} = 0.81$$

4.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS

A continuación se presenta un cuadro de resumen, de las características físicas obtenidas de los diferentes ensayos realizados al agregado global de río de las tres canteras de estudio.

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GLOBAL DE RÍO

Cuadro N° 34: Resumen Características Físicas del Agregado Global

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	CANTERA N° 1 CHORRILLOS	CANTERA N° 2 ROMPEOLAS	CANTERA N° 3 OTILIA
MODULO DE FINURA	3.32	3.92	3.98
PESO ESPECÍFICO (kg/cm3)	2.69	2.61	2.68
PESO ESPECÍFICO SUPERF. SECO (kg/cm3)	2.70	2.63	2.70
P. UNITARIO SUELTO (kg/cm3)	1,702.22	1,783.44	1,776.38
P. UNITARIO COMPACTADO (kg/cm3)	1,801.10	1,829.35	1,861.14
ABSORCIÓN (%)	0.63	0.73	0.83
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.70	0.60	0.81
GRANULOMETRÍA	MALA	MALA	MALA

Fuente: Elaboración propia

Capítulo **V**

***PROPUESTA PARA LA FABRICACION
DE BLOQUES CONCRETO***

5.1 PRODUCCION DE BLOQUES DE CONCRETO

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.

El equipo que usaremos para la fabricación de los bloques de concreto será 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.

5.1.1 Plan de fabricación de los bloques de concreto

Primero.- De las tres canteras de agregados estudiadas, se seleccionará un agregado (hormigón clasificado de río) en su estado natural, realizando para ello el estudio granulométrico utilizando la NTP 400.012:2013, también se realizará ensayos para determinar el peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico, absorción y Contenido de Humedad.

Segundo.- Una vez seleccionado el agregado, se harán tres dosificaciones, en busca de la dosificación óptima, donde definiremos las proporciones de agregado, agua y cemento que conforman la mezcla para la elaboración de la unidad.

En la presente investigación como guía práctica seguiremos el procedimiento descrito en el reporte de comité del ACI, tomando en consideración para este caso solamente un volumen absoluto del agregado (hormigón) ya que se diseñará en base global; el agua se determinará de manera experimental.

Una secuencia de pasos a seguir que se han establecido, en el método del ACI, para obtener una adecuada dosificación, así tenemos:

- ✚ Elección del asentamiento
- ✚ Elección del tamaño máximo del agregado
- ✚ Estimación del agua de mezclado y del contenido del aire
- ✚ Elección de la relación agua/cemento
- ✚ Cálculo del contenido de cemento
- ✚ Estimación del contenido del agregado global
- ✚ Ajustes por el contenido de humedad del agregado
- ✚ Ajustes del agua en la mezcla de prueba

Cabe indicar que en el diseño se inicia siguiendo los pasos descritos, donde para el asentamiento elegido se busca la cantidad de agua requerida, esto se realiza de manera experimental.

Una vez encontrado la cantidad de agua estimada se hace reajustes en la cantidad de agua y la cantidad de agregado que participará en el diseño en las condiciones húmedas o de obra, para las diferentes relaciones agua/cemento.

5.1.2 Equipos, herramientas y materiales utilizados

5.1.2.1 Descripción de los equipos

Para la elaboración de los bloques de concreto se utilizarán los siguientes equipos:

a) Mesa Vibradora

Una mesa vibradora de 0.8m x 0.8 m de 1,5 HP y 1800r.p.m., motor trifásico 220V y 60 hertz. Con la mesa vibradora puedan fabricarse un gran número de elementos constructivos tales como bloques de concreto, adoquines, block-grass, tubos, etc.

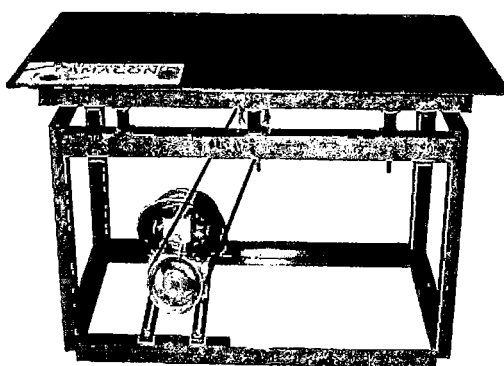


Foto N° 8

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.



Foto N° 9

c) Mezcladora de concreto

Una mezcladora de concreto de 6 pie³ tipo trompo de 5HP.

La mezcladora permitirá la elaboración uniforme de la mezcla para la fabricación del bloque. Se debe limpiar las paredes internas del trompo para evitar la acumulación de desperdicios.



Foto N° 10

5.1.2.2 Descripción de las herramientas

Conjuntamente al equipo que se ha descrito anteriormente necesitamos las siguientes herramientas:

- Carretillas: Para el transporte de los materiales. La capacidad de la carretilla es de 2 pie³ o del buggi que es de 3 pie³.

- Badilejo: Se emplea para remover la mezcla y ayudar al mortero de llenado del molde. Se debe de contar con dos badilejos.
- Lampa: Para apilado de agregados, así mismo para el proceso de mezclado para llenar las latas.
- Latas: Para el acarreo de agua, y como unidad de medida del agregado y cemento.

5.1.2.3 Descripción de las materiales

Los materiales deben cumplir las especificaciones técnicas mencionadas en el capítulo II y se tomará también en cuenta las siguientes condiciones particulares observadas.

- Cemento: Deberá estar libre de grumos o piedras que indiquen que el cemento haya podido estar expuesto a agua o humedad.
- Agregados: Los agregados deben reunir las características de tamaño (granulometría) previstas en el diseño de mezclas.

No deberá contener restos vegetales, papeles, sales ni aceites.

- Agua: Debe tener apariencia clara y cristalina.

Deberá estar libre de aceites, ácidos, sales y materiales orgánicos.

5.1.3 Secuencia de la Fabricación

Los bloques de concreto deben ser fabricados siguiendo los siguientes procesos:

5.1.3.1 Selección del Agregado

Al realizar el análisis granulométrico del agregado global de río de las tres canteras, se determina lo siguiente:

Se observa de los gráficos N°12, 13 y 14 que las curvas de gradación de las tres canteras, son curvas discontinuas con mayor presencia de finos. También se observa gráficamente; que las curvas de gradación de las canteras N° 2 y 3 se encuentran más cerca del Huso B, esta tendencia discontinua de dicha curva nos muestra a un material cuya participación en la fabricación del concreto a de ser poca satisfactoria.

Para nuestro diseño de mezcla usaremos el agregado global de río de la cantera N° 3 por las siguientes razones:

Porque la curva granulométrica de la cantera N° 3 (Otilia), se encuentra cerca del Huso B (ver gráfico N° 14).

Para determinar el agregado más óptimo donde exista menor cantidad de vacíos en su consolidación comparamos los Pesos Unitarios Compactados de acuerdo al (Cuadro N° 34) notamos que la Cantera N° 3 (Otilia) es el mayor de todos.

5.1.3.2 Dosificación

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforma 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.

En la presente investigación como guía práctica seguiremos el procedimiento descrito en el reporte de comité del ACI., tomando en consideración para este caso solamente un volumen absoluto del agregado (hormigón) ya que se diseñará en base global; el agua se determinará de manera experimental.

Haciendo reajustes de manera experimental, para cada relación de agua/cemento se determina la cantidad de agua necesaria para obtener la trabajabilidad y fluidez necesaria para el diseño global de río.

a) Diseño de mezcla para la relación agua cemento a/c= 0.63

Característica del agregado

		CANTERA N° 3 OTILIA
1	M. FINURA	: 3.98
2	PESO ESPECÍFICO (kg/cm ³)	: 2.68
3	PESO ESPECÍFICO SUPERF. SECO (kg/cm ³)	: 2.70
4	P. UNITARIO SUELTO (kg/cm ³)	: 1,776.38
5	P. UNITARIO COMPACTADO (kg/cm ³)	: 1,861.14
6	ABSORCIÓN (%)	: 0.83
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 0.81
8	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	: 1"

Elección del asentamiento (SLUMP)

Elegiremos un asentamiento igual a SLUMP = 1", mezcla seca, para luego ir agregando agua hasta obtener una superficie húmeda, debido a que cuando al

mezcla está seca no permite una buena compactación y el bloque resulta muy quebradizo, haciendo difícil el proceso de desmoldar, y si la mezcla está muy húmeda se produce asentamientos y por consiguiente se produce variación dimensional del bloque.

Volumen Unitario del Agua (lt/m³)

Cuadro N° 35: Tabla para hallar volumen unitario de agua confeccionada por el comité ACI 211

Asentamiento	Tamaño Máximo del Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Comité ACI 211

De acuerdo al cuadro N° 35 el volumen unitario de agua será: 179 lt/m³

Selección del contenido de aire atrapado

Cuadro N° 36: Tabla para hallar el aire incorporado confeccionada por el comité ACI 211

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0

1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: Comité ACI 211

De acuerdo al cuadro N° 36 el contenido de aire atrapado será de 1,5%

Diseño de mezcla para la relación agua cemento a/c= 0.63

DISEÑO DE MEZCLA - METODO DEL AGREGADO GLOBAL													
PROPIEDADES FISICAS						CEMENTO							
DESCRIPCIÓN	AG. HORMIGON					Marca	RUMI TIPO IP	TANDA (KG)					
Nombre Cantera	OTILIA					Peso Espec.	3,15	185.00					
Tamaño Nom Máx	1"					ADITIVO		DATOS A CAMBIAR					
Modulo de Fineza	3.98					Marca		<input type="checkbox"/> NO OBLIGATORIO <input type="checkbox"/> OBLIGATORIO					
Peso Unit. Suelto (kg/m3)	1.77638					Peso Esp. (kg/lt)							
Peso Unit. Comp. (kg/m3)	1.86114					% W Cemento							
Peso Especifico	2.68					AIRE							
Cont. de Humedad (%)	0.81					% aire atrap	1.50						
Porc. de Absorción (%)	0.83					DISEÑO							
% Ag. Hormigón (% volumen)	100	A / C		0.63		AGUA (lt)		179					
MATERIAL	peso kg	volumen m3	VOL. ABS. M3	PESO SECO KG	D.U.S (en peso)	(en)	CORRECCION AGUA	PESO HUMEDO KG	D.U.H (en peso)	TANDA (KG)	P/BOL CEM (KG)	P. VOL	
Cemento	284.13	0.09	0.09	284.13	1.00			284.13	1.00	21.93	42.50	1.00	
Agua	179.00	0.18	0.18	179.00	0.63			179.38	0.63	13.84	26.83	26.83	
Hormigón			0.72	1918.35	6.75		-0.38	1933.89	6.81	149.23	289.27	5.65	
Aire	1.50	0.015	0.015										
		0.28	1.00	2381.47			-0.38	2397.40	8.44				
				P.U.C.S.					P.U.C.H.				

Diseño de mezcla para la relación agua cemento a/c= 0.70

DISEÑO DE MEZCLA - METODO DEL AGREGADO GLOBAL												
PROPIEDADES FISICAS						CEMENTO				TANDA (KG)		
DESCRIPCIÓN	AG. HORMIGON					Marca	RUMI TIPO IP			185.00		
Nombre Cantera	OTILIA					Peso Espec.	3.15					
Tamaño Nom Máx	1"					ADITIVO				DATOS A CAMBIAR		
Modulo de Fineza	3.98					Marca				<input type="checkbox"/> NO OBLIGATORIO <input type="checkbox"/> OBLIGATORIO		
Peso Unit. Suelto (kg/m3)	1.77638					Peso Esp. (kg/lt)						
Peso Unit. Comp. (kg/m3)	1.86114					% W Cemento						
Peso Especifico	2.68					AIRE						
Cont. de Humedad (%)	0.81					% aire atrap	1.50					
Porc. de Absorción (%)	0.83											
% Ag. Hormigón (% volumen)	100											
DISEÑO												
		A / C	0.7			AGUA (lt)	179					
MATERIAL	peso kg	volumen m3	VOL. ABS. M3	PESO SECO KG	D.U.S (en peso)	(en CORRECCION AGUA)	PESO HUMEDO KG	D.U.H (en peso)	TANDA (KG)	P/BOL CEM (KG)	P. VOL	
Cemento	255.71	0.08	0.08	255.71	1.00		255.71	1.00	19.77	42.50	1.00	
Agua	179.00	0.18	0.18	179.00	0.70		179.39	0.70	13.87	29.81	29.81	
Hormigón			0.72	1942.52	7.60	-0.39	1958.25	7.66	151.37	325.46	6.36	
Aire	1.50	0.015	0.015									
		0.28	1.00	2377.23		-0.39	2393.36	9.36				
				P.U.C.S.					P.U.C.H.			

Diseño de mezcla para la relación agua cemento a/c= 0.8

DISEÑO DE MEZCLA - METODO DEL AGREGADO GLOBAL												
PROPIEDADES FISICAS						CEMENTO					TANDA (KG)	
DESCRIPCIÓN	AG. HORMIGON					Marca	RUMI TIPO IP				185.00	
Nombre Cantera	OTILIA					Peso Espec.	3.15					
Tamaño Nom Máx	1"					ADITIVO					DATOS A CAMBIAR	
Modulo de Fineza	3.98					Marca						
Peso Unit. Suelto (kg/m ³)	1.77638					Peso Esp. (kg/lt)					NO OBLIGATORIO	
Peso Unit. Comp. (kg/m ³)	1.86114					% W Cemento						
Peso Especifico	2.68					AIRE					OBLIGATORIO	
Cont. de Humedad (%)	0.81					% aire atrap	1.50					
Porc. de Absorción (%)	0.83											
% Ag. Hormigón (% volumen)	100											
DISEÑO												
A / C		0.8		AGUA (lt)		179						
MATERIAL	peso kg	volumen m ³	VOL. ABS. M ³	PESO SECO KG	D.U.S (en peso)	CORRECCION AGUA	PESO HUMEDO KG	D.U.H (en peso)	TANDA (KG)	P/BOL CEM (KG)	P. VOL	
Cemento	223.75	0.07	0.07	223.75	1.00		223.75	1.00	17.33	42.50	1.00	
Agua	179.00	0.18	0.18	179.00	0.80		179.39	0.80	13.89	34.07	34.07	
Hormigón			0.73	1969.71	8.80	-0.39	1985.67	8.87	153.78	377.17	7.37	
Aire	1.50	0.015	0.015									
		0.27	1.00	2372.46		-0.39	2388.81	10.68				
				P.U.C.S.						P.U.C.H.		

5.1.3.3 Mezclado

Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá del agregado; 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 como se muestra en la foto N° 11, 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.



Foto N° 11

5.1.3.4 Moldeado

Obtenida la mezcla se procede a vaciar dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora como se muestra en la foto N° 12; 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.



Foto N° 12

5.1.3.5 *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 reduciría la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento en el concreto.

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

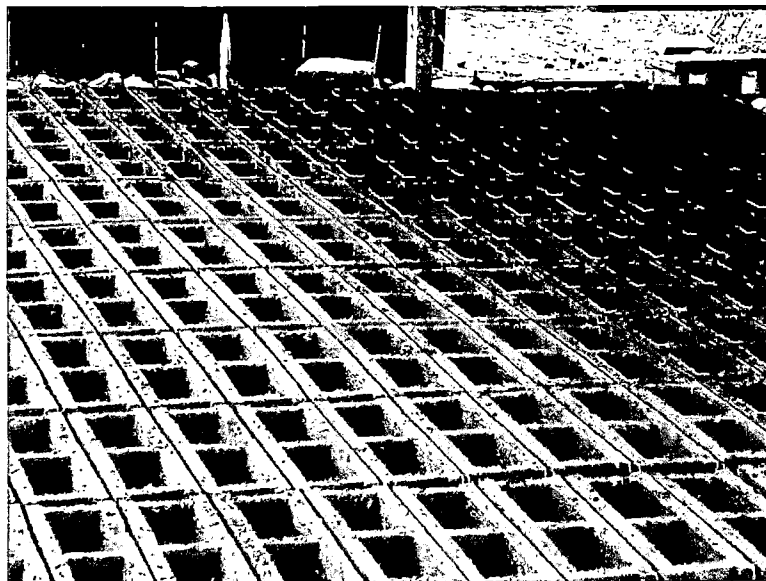


Foto N° 13

5.1.3.6 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.



Foto N° 14

5.1.3.7 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.

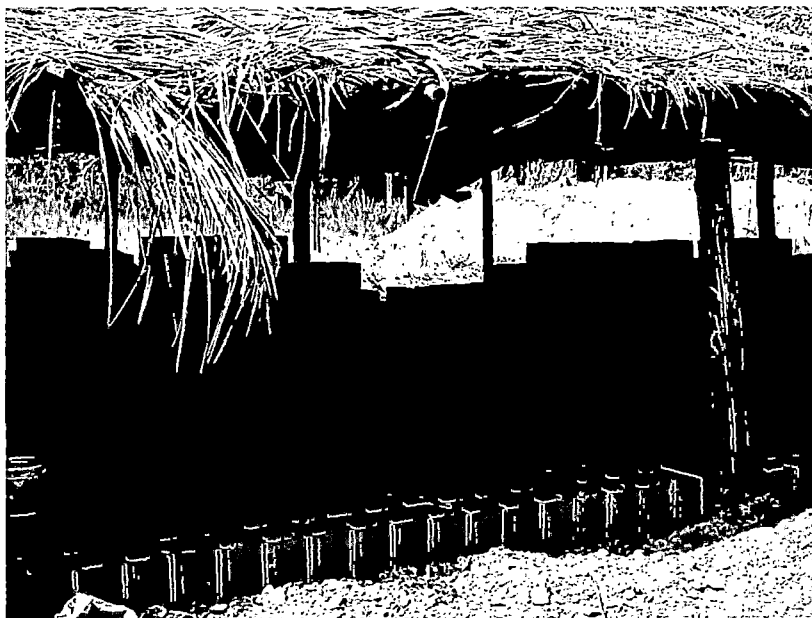


Foto N° 15

5.1.4 Evaluación Física y Mecánica de la Unidad

La calidad de los bloques se evaluará a través de los ensayos de resistencia, variación dimensional, alabeo y absorción. Todas las pruebas se efectuarán de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 - 2002.

5.1.4.1 Ensayo de Resistencia

Los Primeros ensayos de resistencia a compresión se realizó en el laboratorio GEOIN (Geotecnia e Ingenieros EIRL) en la ciudad de Puerto Maldonado, el equipo utilizado fue: Máquina digital PINZUAR, modelo PC-42, capacidad 1200 KN con velocidad 0.25 MPa/seg.

Las nueve muestras se ensayaron con una edad mínima de 8 días, utilizando como capping (yeso:cemento:agua), en una proporción en volumen de (3,1,1 $\frac{3}{4}$).

En el cuadro N° 37 y en la hoja N° 147 de anexos, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión de las tres diferentes dosificaciones, con una edad mínima de 8 días.

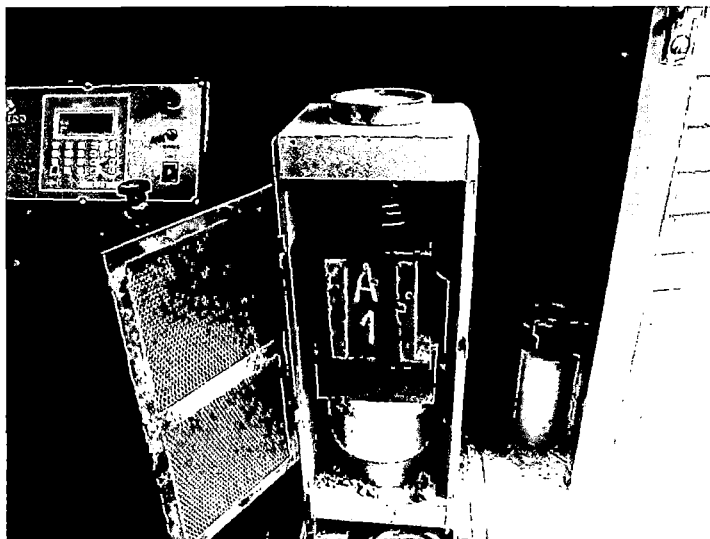


Foto N° 16

Cuadro N° 37 Resistencia a Compresión para los diferentes diseños de mezcla

Material	Concreto
Tipo de Probeta	Bloque de Concreto
Tipo de Ensayo	Compresión Axial en unidades
Resistencia	8 días
Fecha	20/02/2012

Identificación	Fecha de Obtención	Fecha de Ensayo	Carga Max. Kg	Sección cm ²	Resistencia kg/cm ²
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.63	12/02/2012	20/02/2012	24702	600	41.17
	12/02/2012	20/02/2012	24372	600	40.62
Rel. de Volumen 1/5.65	12/02/2012	20/02/2012	23879	600	39.80
					40.53
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.70	12/02/2012	20/02/2012	23433	600	39.06
	12/02/2012	20/02/2012	21739	600	36.23
Rel. de Volumen 1/6.36	12/02/2012	20/02/2012	16332	600	27.22
					34.17
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.80	12/02/2012	20/02/2012	17672	600	29.45
	12/02/2012	20/02/2012	16413	600	27.36
Rel. de Volumen 1/7.37	12/02/2012	20/02/2012	18571	600	30.95
					29.25

Fuente: Elaboración propia

El segundo grupo de ensayos de resistencia a compresión se realizó en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM) de la Facultad de Ingeniería Civil, el equipo utilizado fue: Máquina Tinius Olsen de 150 tn de capacidad.

Las nueve muestras se ensayaron con una edad mínima de 28 días, utilizando como capping (yeso:cemento:agua), en una proporción en volumen de (3,1,1 %).

En el cuadro N°38 se muestra los resultados de la resistencia a la compresión de las tres diferentes dosificaciones, con una edad mínima de 8 días.

Cuadro N° 38 Resistencia a Compresión para diferentes diseños de mezcla

Material Concreto
 Tipo de Probeta Bloque de Concreto
 Tipo de Ensayo Compresión Axial en unidades
 Resistencia 28 días
 Fecha 12/03/2012

Identificación	Fecha de Obtención	Fecha de Ensayo	Carga Max. Kg	Sección cm2	Resistencia kg/cm2
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.63 Rel. de Volumen 1/5.65	12/02/2012	12/03/2012	44800	600	74.67
	12/02/2012	12/03/2012	45800	600	76.33
	12/02/2012	12/03/2012	47400	600	79.00
					76.67
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.70 Rel. de Volumen 1/6.36	12/02/2012	12/03/2012	31900	600	53.17
	12/02/2012	12/03/2012	34400	600	57.33
	12/02/2012	12/03/2012	32900	600	54.83
					55.11
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.80 Rel. de Volumen 1/7.37	12/02/2012	12/03/2012	31200	600	52.00
	12/02/2012	12/03/2012	31300	600	52.17
	12/02/2012	12/03/2012	30300	600	50.50
					51.56

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 17

El cuadro N° 37 y 38 muestra la relación entre la resistencia de los bloques en función de la dosificaciones; claramente se puede observar que las tres dosificaciones de las relaciones de $a/c = 0.63, 0.70$ y 0.80 nos proporciona la resistencia mayores a 50kg/cm^2 , para fabricar bloques tipo P, que son usados mayormente para la construcción de muros portantes.

A partir de los resultados obtenidos, sólo utilizaremos para el estudio de verificación del diseño óptimo la dosificación de la relación $a/c = 0.80$ con Cemento de la marca Rumi IP, agregado de la Cantera de (Otilia), tanto para las propiedades físicas, como para las propiedades mecánicas en pilas y muretes.

5.1.4.2 Variación Dimensional

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

Es oportuno precisar que las variaciones en las dimensionales de los bloques es muy sensible al momento del desmoldado, por lo que la habilidad del operador constituye el factor que determina la perfección del bloque.

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B1	397.00	149.00	201.00	30.10
	398.00	148.00	202.00	30.00
	399.00	149.00	200.00	32.20
	397.00	149.00	204.00	32.20
	397.75	147.00	203.00	30.00
	397.75	148.00	204.00	31.80
Dn	397.75	148.33	202.33	31.05

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B2	400.00	152.00	201.00	32.60
	399.00	153.00	201.00	33.40
	400.00	153.00	203.00	31.20
	399.00	150.00	200.00	34.00
	399.50	151.00	202.00	31.40
	399.50	151.00	202.00	30.00
Dn	399.50	151.67	201.50	32.10

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B3	401.00	150.00	199.00	33.40
	400.00	152.00	200.00	32.00
	401.00	153.00	200.00	33.00
	401.00	153.00	200.00	32.20
	400.75	152.00	200.00	36.20
	400.75	152.00	199.00	31.80
Dn	400.75	152.00	199.67	33.10

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B4	400.00	150.00	200.00	31.60
	400.00	149.00	203.00	30.80
	400.00	148.00	200.00	31.00
	401.00	149.00	202.00	31.00
	400.25	147.00	200.00	30.80
	400.25	150.00	201.00	32.20
Dn	400.25	148.83	201.00	31.23

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B5	400.00	150.00	199.00	33.00
	399.00	150.00	196.00	32.00
	401.00	155.00	199.00	32.20
	401.00	152.00	198.00	32.80
	400.25	153.00	198.00	31.50
	400.25	155.00	198.00	32.40
Dn	400.25	152.50	198.00	32.32

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Espesor (mm)
B6	400.00	150.00	199.00	30.00
	399.00	149.00	200.00	31.80
	398.00	150.00	201.00	30.80
	398.00	150.00	201.00	32.00
	398.75	148.00	199.00	30.00
	398.75	149.00	201.00	30.80
Dn	398.75	149.33	200.17	30.90

$$V\% = (\delta/Dn) * 100$$

$$\delta = \sqrt{\sum(Di - Dn)^2 / (n - 1)}$$

Cuadro N° 39: Variación dimensional del bloque propuesto

Muestra	DIMENSIONES			VARIACIONES					
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)		Ancho (mm)		Alto (mm)	
				(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2	(Di-Dn)	(Di-Dn)^2
B1-1	397.75	148.33	202.33	-1.79	3.21	-2.11	4.46	1.89	3.57
B1-2	399.50	151.67	201.50	-0.04	0.00	1.22	1.50	1.06	1.12
B1-3	400.75	152.00	199.67	1.21	1.46	1.56	2.42	-0.77	0.59
B1-4	400.25	148.83	201.00	0.71	0.50	-1.61	2.60	0.56	0.31
B1-5	400.25	152.50	198.00	0.71	0.50	2.06	4.23	-2.44	5.95
B1-6	398.75	149.33	200.17	-0.79	0.63	-1.11	1.24	-0.27	0.07
Dn	399.54	150.44	200.44	Σ	6.30	Σ	16.46	Σ	11.63

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
δ	1.12	1.81	1.53
V%	0.28%	1.21%	0.76%

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, ver tabla N° 1, establece como máxima variación dimensional de $\pm 3\%$ para longitudes de hasta 150 mm, y de $\pm 2\%$ para longitudes de más de 150 mm, por lo cual las medidas de los bloques de concreto, están dentro de lo permitido por la Norma.

5.1.4.3 Alabeo

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.

Cuadro N° 40: Resultado de ensayo de alabeo del bloque propuesto

Muestra	Convexidad	Concavidad
B1	1	2
B2	0	1
B3	2	0
B4	1	2
B5	0	1
B6	0	0

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA, ver tabla N° 1, establece como medida máxima de concavidad o convexidad de 4 mm, por lo cual los bloques de concreto, de acuerdo al cuadro N° 31, están dentro de lo permitido por la Norma.

5.1.4.4 Absorción

El ensayo se realizó siguiendo lo indicado en la Norma NTP 339.604:2002 “Elementos de hormigón (concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería. Método de ensayo”.

Cuadro N° 41: Resultados de Ensayo de Absorción del bloque

Muestra	Peso Bloque Saturado (kg)	Peso Bloque Seco al Horno (kg)	% Absorción
B1	15.00	14.50	3.45
B2	15.10	14.25	5.96
B3	15.06	14.45	4.22
			4.54

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma NTP 339.602:2002, establece como máxima absorción el 12%, por lo cual los bloques de concreto de acuerdo al cuadro N° 41, están dentro de lo permitido por la Norma.

5.1.4.5 Densidad

El ensayo se realizó siguiendo lo indicado en la Norma NTP 339.604:2002 “Elementos de hormigón (concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería. Método de ensayo”.

Cuadro N° 42: Resultados de Ensayo de Densidad seca al horno

Muestra	Peso Bloque Saturado (kg)	Peso Bloque Seco al Horno (kg)	Peso Bloque Sumergido (kg)	Densidad seca al horno (kg/m ³)
B1	15.00	14.50	8.04	2,082.74
B2	15.10	14.25	8.14	2,047.44
B3	15.06	14.45	8.69	2,267.73
				2,132.64

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Ensayo en Pilas y Muretes

5.1.5.1 Compresión axial en pilas de bloques ($f'm$) NTP 399.605:2013

1. Se determina la resistencia a la compresión de cada pila aplicando la siguiente fórmula:

$$F'm_i = (P_i / A_i)$$

P_i : 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_i : Promedio de áreas netas superior e inferior.

2. Luego se obtiene el promedio de los resultados ($f'm_p$)

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

3. Se obtiene la desviación standard (ξ), de la n muestras analizadas, de acuerdo a la siguiente expresión:

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

4. Se obtiene el coeficiente de variación

$$V = \xi / f'm_p$$

5. 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:

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

6. Finalmente la resistencia características es

$$f'm_c = a \times b \times f'm_p$$

donde :

$f'm_p$: 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 14 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 pila/Ap) del prisma de acuerdo al cuadro N° 43

Cuadro N° 43: Coeficiente de Esbeltez

Factores de Corrección $f'm$ por Esbeltez						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: NORMA E.070

Resultado experimental

Se construyeron 3 pilas compuestas por 3 bloques enteros, asentados uno sobre otro sin traslaparlos ni rellenarlos con concreto fluido (grout). Estas pilas tuvieron diferentes alturas y espesores como se indica en el cuadro N° 44.

Luego de cumplir 28 días de edad, las pilas se ensayaron a compresión axial, lo que permitió obtener la resistencia característica a compresión de la albañilería ($f'm$) sobre el área bruta, los resultados aparecen en el cuadro N° 44

Cuadro N° 44: Ensayo de compresión axial en pilas

PILA	L(cm)	a(cm)	H(cm)	A bruta (cm ²)	Esbeltez	F.C.	P(kg)	F'm (kg/cm ²) Corregido por esbeltez
P-1	39.9	14.8	63.6	600	4.30	0.968	29300	47.27
P-2	39.9	14.8	64	600	4.32	0.969	29800	48.13
P-3	39.9	14.9	63.5	600	4.26	0.966	29500	47.50

Fuente: Elaboración propia

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

$$f'm_p = 47.63$$

Cuadro N° 45: Desviación estándar

$f'mi$	$f'mp$	$(f'mi - f'mp)^2$
47.27	47.63	0.1296
48.13	47.63	0.25
47.50	47.63	0.0169
Σ		0.45

Fuente: Elaboración propia

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

$$\Sigma = 0.45$$

Hallamos el coeficiente de variación:

$$V = \Sigma / f'mp = 0.45 / 47.63 = 0.009$$

Finalmente la compresión Axial en pilas será

$$f'm = 47.63 \text{ kg/cm}^2$$

5.1.5.2 Compresión diagonal en muretes ($V'm$) NTP 399.621:2004

Se construyeron 3 muretes de 85x83x15 cm aprox. los tres muretes no contaron con refuerzos internos ni con grout (concreto líquido) en el interior, pues la intención fue evaluar la adherencia bloque – mortero. Cabe indicar que sólo los bloques que iban a estar en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo, fueron rellenados con grout días antes de asentarlos; el objeto de esta operación fue evitar fallas locales por trituración de estas unidades.

El resultado del ensayo es el valor nominal unitario de corte ($V'm$) obtenido a partir de la fórmula:

$$V'm = 0.707 * Pu / Av$$

En donde:

Pu = Es la carga de rotura

A_v = Es el área bruta del espécimen. Esta se calcula con la fórmula:

$$A_v = (W + h) \cdot b / 2$$

w y h = son los lados reales del testigo.

b = Es su espesor

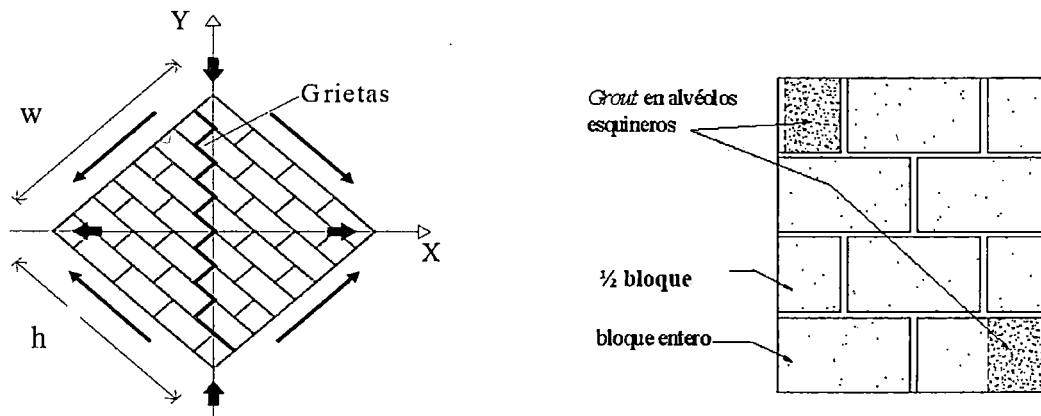


Gráfico N° 16: Ensayo de corte en muretes

Cuadro N° 46: Ensayo de compresión diagonal en muretes

MUESTRA	W (cm)	h (cm)	B (cm)	P (kgf)	A_v (cm ²)	$v'm$ (kg/cm ²)
M1	82.50	85.50	15.00	6,000.00	1,260.00	3.37
M2	82.30	85.50	15.00	5,400.00	1,258.50	3.03
M3	83.50	84.50	14.80	6,600.00	1,243.20	3.75
						3.20

Fuente: Elaboración propia

5.1.5.3 Relación entre la resistencia del bloque y la resistencia de concreto ($f'c$)

En el estudio experimental de las unidades de concreto se ha determinado la resistencia de los bloques ($f'b$), sin conocer la resistencia del concreto ($f'c$) que constituye la mezcla de la unidad.

Conocer la resistencia del concreto, permitirá fabricar bloques partiendo de un diseño de mezcla que puede ser controlado en un laboratorio a través de testigos de cilindros normalizados, en la práctica es más simple que elaborar los bloques y que me garantice que el bloque alcance los 50 kg/cm² de resistencia a la compresión.

Cuadro N° 47: Resistencia a la compresión de testigos de concreto

Material	Concreto
Tipo de Probeta	Cilindros
Tipo de Ensayo	Compresión Axial
Resistencia	7, 14 y 28 días

PROBETA	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Carga max (kg)	Sección (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)
P1	13/03/2012	20/03/2012	19,250.00	176.72	108.93
P2	13/03/2012	20/03/2012	19,500.00	176.72	110.34
P3	13/03/2012	20/03/2012	18,100.00	176.72	102.42
P4	13/03/2012	27/03/2012	23,150.00	176.72	131.00
P5	13/03/2012	27/03/2012	23,500.00	176.72	132.98
P6	13/03/2012	27/03/2012	23,000.00	176.72	130.15
P7	13/03/2012	10/03/2012	26,600.00	176.72	150.52
P8	13/03/2012	10/03/2012	24,900.00	176.72	140.90
P9	13/03/2012	10/03/2012	29,350.00	176.72	166.08

Fuente: Elaboración propia

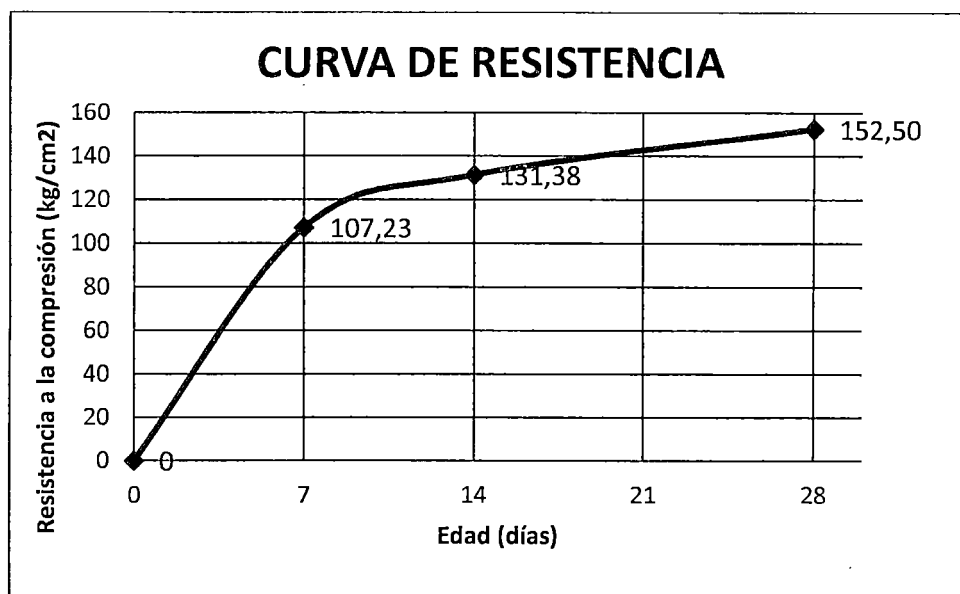


Gráfico N° 17: Variación de la resistencia Vs el tiempo en días

Se puede concluir que la resistencia $f'c$ característicos de los bloques es:

$$f'c = 152.50 \text{ kg/cm}^2$$

5.2 COSTO DE FABRICACIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO

El análisis de Precios Unitarios corresponde a la actividad de fabricación de un bloque de concreto, con lo cual cumpla con la evaluación física y mecánica dada por las NTP.

Cuadro N° 48: Análisis de Precios Unitarios

PARTIDA: FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO		S/.	1.8445825		
Especificaciones:	Mezcla C:H : 1:7.37	Und. Bloque			
Cuadrilla:	0.1 Cap + 1 Oper + 1 Peón				
Rendimiento:	400 Und/día Turno:	8 Horas			
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Total
MANO DE OBRA					
Capataz	HH	0.002	16.65	0.0333	
Operario	HH	0.02	15.14	0.3028	
Peón	HH	0.02	11.86	0.2372	
					0.5733
MATERIALES					
Cemento	bol	0.0367	25	0.9175	
Hormigón	m3	0.007	30	0.21	
Agua	m3	0.00126	7.5	0.00945	
					1.13695

EQUIPO, HERRAMIENTAS

Mesa Vibradora	HM	0.02	5.5	0.11		
Molde metálico	HM	0.02	0.5	0.01		
Herramientas 2.5%	%M.O.	0.025	0.5733	0.0143325	0.1343325	

Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados se puede concluir que la cuadrilla de 0.1 Capataz + 1 Operario + 1 Peón, es la que representa una composición de trabajo óptima para el rendimiento proyectada a una jornada de 8 horas diarias, de 400 unidades de bloques de concreto, utilizando una mesa vibradora, molde metálico y herramientas manuales, esta se da de acuerdo al seguimiento de los rendimientos de las diferentes bloqueteras estudiadas.

También podemos concluir que el precio para la fabricación de un bloque de concreto sería de S/. 1.85

Capítulo **VI**

ESTUDIO COMPARATIVO

CAPITULO VI ESTUDIO COMPARATIVO

6.1 CUADRO COMPARATIVO DEL NIVEL TECNOLÓGICO DE LAS BLOQUETERAS

Cuadro N° 49: Nivel tecnológico de las bloqueteras

ASPECTO	BLOQUETERAS		
	Bloquetera de Avel Tomas Perea Ovalle (B1)	Fábrica de bloquetas V y V EIRL (B2)	Bloquetera Huamaní Ala Isabel (B3)
Equipo	Molde manual Carretilla, palas Vibradoras estándar	Molde manual Carretilla, palas Vibradoras estándar	Molde manual Carretilla, palas Vibradoras estándar
Dosificación	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero	Sobre el suelo Sin control Depende del obrero
Secado y Curado	Patio bajo techo Manguera Curado insuficiente	Patio bajo techo Manguera Curado insuficiente	Patio bajo techo Manguera Curado insuficiente
Almacenaje	Insumos al descubierto cemento bajo techo	Insumos al descubierto cemento bajo techo	Insumos al descubierto cemento bajo techo
Control de Calidad	Nulo	Nulo	Nulo
NIVEL	ARTESANAL	ARTESANAL	ARTESANAL

6.2 COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO.

Cuadro N° 50: Comparación del ensayo de resistencia

DESCRIPCIÓN		ENSAYO DE RESISTENCIA (kg/cm ²)	NTE. 070		CLASIFICACIÓN
			f'b Mín. NP (kg/cm ²)	f'b Mín. P (kg/cm ²)	
Bloqueteras	B1	20.22	20.00	50.00	NP**
	B2	24.11			NP**
	B3	18.97			NO CLASIFICA
BLOQUE DISEÑADO		51.56			p*

* Bloque usado en la construcción de muros portantes

** Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Cuadro N° 51: Comparación de la variación dimensional

DESCRIPCIÓN		VARIACION DIMENSIONAL (%)	NTE. 070	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
			Variación Dimensional Máx. (%)	
Bloqueteras	B1	0.56% - 2.1%	± 3%	SE ACEPTA
	B2	0.54% - 1.96%		SE ACEPTA
	B3	0.35% - 1.02%		SE ACEPTA
BLOQUE DISEÑADO		0.28% - 1.20%		SE ACEPTA

Cuadro N° 52: Comparación del alabeo

DESCRIPCIÓN		ALABEO (mm)	NTE. 070	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
			Alabeo Máx. (mm)	
Bloqueteras	B1	3.5	4.00	SE ACEPTA
	B2	1		SE ACEPTA
	B3	1		SE ACEPTA
BLOQUE DISEÑADO		2		SE ACEPTA

Cuadro N° 53: Comparación de la absorción

DESCRIPCION		ABSORCION (%)	NTP 339.602:2002	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
			Absorción Máx. (%)	
Bloqueteras	B1	4.82%	12.00	SE ACEPTA
	B2	8.79%		SE ACEPTA
	B3	5.74%		SE ACEPTA
BLOQUE DISEÑADO		4.54%		SE ACEPTA

6.3 COMPARACIÓN DEL PRECIO DE VENTA DEL BLOQUE DE CONCRETO.

Cuadro N° 54: Comparación del precio de venta del bloque de concreto

DESCRIPCION		PRECIO DE VENTA (S/.)
Bloqueteras	B1	1.70
	B2	1.70
	B3	1.70
BLOQUE DISEÑADO		2.00

Nota: Al precio de costo de fabricación se le incremento el 10% de utilidad para su precio de venta.

Capítulo **VII**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

De las Bloqueteras

- Las empresas productoras de bloques de concreto analizadas en el presente trabajo, reflejan lo que sucede en Puerto Maldonado. Manejan una tecnología tipo artesanal, caracterizada por el uso de moldes para fabricación manual. Además la dosificación, la compactación, el curado y otros aspectos que determinan la buena y mala calidad del producto, dependen del operario de turno: Este normalmente es personal no calificado que ejercen el oficio en forma empírica, de esto se desprende la irregularidad y la ausencia de calidad de sus productos.
- La casi totalidad de los productores de bloques de concreto ignora la existencia de normativas que controlan la calidad de sus productos, o la obvian. Esto se debe a la ausencia de controles y de exigencia por parte del comprador, que en su mayoría también desconoce las mismas. Por otro lado la demanda y competencia exigen bajo costo y no mejor calidad desestimando la rigurosidad en la búsqueda de la misma.

De los agregados

- El hormigón clasificado de río, utilizado para la fabricación de los bloques de concreto del presente estudio, es procedente de la cantera de Otilia por las siguientes razones:
- Porque la curva granulométrica de la cantera N° 3 (Otilia), se encuentra cerca del Huso B (ver gráfico N° 14).

Para determinar el agregado más óptimo donde exista menor cantidad de vacíos en su consolidación comparamos los Pesos Unitarios Compactados de acuerdo al (Cuadro N° 34) notamos que la Cantera N° 3 (Otilia) es el mayor de todos.

Del diseño de mezcla

- Se siguió el procedimiento descrito en el reporte de comité del ACI., tomando en consideración para este caso solamente un volumen absoluto del agregado (hormigón) ya que se diseñará en base al agregado global; el agua se determinará de manera experimental. Siguiendo el procedimiento del ACI se llegó a una relación inicial de agua cemento de $a/c= 0.63$. Haciendo reajustes de manera experimental, se llegó a las relaciones de agua cemento de $a/c= 0.70$ y 0.80 y para cada relación de agua/cemento se determinó la cantidad de agua necesaria para obtener la trabajabilidad y fluidez recomendable para diseño global con agregado de río, dando como resultado para el diseño de mezcla óptimo la relación de **$a/c= 0.80$**

Por lo tanto la dosificación en volumen óptimo es la relación de:

1 : 7.37 (cemento : hormigón)

De los bloques de concreto de las bloqueteras analizadas

- Los valores de resistencia a la compresión de los bloques de concreto de las tres bloqueteras analizadas, están muy por debajo establecidas por las Normas Técnicas Peruanas, variando desde un valor de 18.97 kg/cm^2 hasta 24.11 kg/cm^2 , es decir que los bloques de concreto alcanzan el 48.22% de la resistencia mínima para muros portantes.
- Es importante recalcar que en todas las bloqueteras los bloques de concreto pasan por un proceso artesanal (manual y empírico de dosificación, mezclado, compactación y curado).
- La ausencia de control y el desconocimiento, hace que los bloques de concreto sean vendido con edades de 3 a 7 días como máximo, no alcanzando valores siquiera para el uso como bloque no portante (Tipo Bloque NP).

De los bloques de concreto fabricados

- El bloque de concreto vibrado clasificó como tipo P, con lo cual, puede ser utilizado en la construcción de muros portantes.

- La vibración con la mesa permite aumentar la resistencia de las unidades respecto a si hubiesen sido realizadas en forma manual. Al mismo tiempo la mesa nos permite fabricar unidades que cumplan con las tolerancias dimensionales, ya que las deformaciones de los bloques mayormente son responsabilidad de los trabajadores al desmoldar la muestra.
- En la dosificación el volumen del agregado que se puede utilizar es de 1:7.37 (cemento:hormigón), donde resulta conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a la muestra una mejor textura.
- La variación dimensional fue calculada para seis especímenes escogidos al azar, dando como resultado 0.28% - 1.20% en promedio, estando por debajo del 3% establecido en la Norma Técnica E-070.
- El porcentaje de absorción fue calculada para tres especímenes escogidos al azar, dando como resultado 4.54% en promedio, estando por debajo del 12% establecido en la Norma NTP 339.602:2002.
- Su resistencia de los bloques a los 7 días es el 70% de la resistencia a los 28 días, valor que nos permite realizar ensayos de calidad a la semana de realizar las mezclas y proyectar los resultados a los 28 días para poder hacer los reajustes correspondientes.
- El resultado del ensayo a compresión axial en unidades obtenidos como indica la norma fueron en promedio de $f'b = 51.56 \text{ kg/cm}^2$, como se indica en el cuadro siguiente:

Identificación	Fecha de Obtención	Fecha de Ensayo	Carga Max. Kg	Sección cm^2	Resistencia kg/cm^2
Rel. Agua/Cemento a/c = 0.80	12/02/2012	12/03/2012	31200	600	52.00
	12/02/2012	12/03/2012	31300	600	52.10
Rel. de Volumen 1/7.37	12/02/2012	12/03/2012	30300	600	50.50
					51.56

- Para el ensayo de compresión axial en pilas se construyeron tres pilas compuestas por tres bloques enteros con una edad de 14 días, asentados uno sobre otros sin rellenarlos con concreto fluido, dando como resultado un valor de $f'm = 52.39 \text{ kg/cm}^2$, calculado sobre el área bruta según las NTP 399.621:2004 para un prisma sin relleno.

Los prismas presentaron en general fallas por tracción manifestada por grietas verticales.

- Para el ensayo de compresión diagonal en muretes se construyeron 3 muretes de 85x83x15 cm aproximadamente. los tres muretes se construyeron sin refuerzos internos ni grout (concreto líquido) en el interior, pues la intención fue evaluar la adherencia bloque – mortero. Cabe indicar que sólo los bloques que iban a estar en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo, fueron rellenados con grout días antes de asentarlos; para evitar fallas locales por trituración de estas unidades.

Luego de realizar los ensayos se encontró que el esfuerzo de corte promedio fue de 3.20 kg/cm² como se indica en el cuadro:

MUESTRA	w (cm)	h (cm)	B (cm)	P (kgf)	Av (cm ²)	v'm (kg/cm ²)
M1	82.50	85.50	15.00	6,000.00	1,260.00	3.37
M2	82.30	85.50	15.00	5,400.00	1,258.50	3.03
M3	83.50	84.50	14.80	6,600.00	1,243.20	3.75
						3.20

La falla típica que se encontró en los tres muretes fueron fallas por deslizamiento, esta falla se produce entre la pieza y el mortero por baja adherencia entre el bloque y mortero, produciendo una separación de la junta horizontal.

7.2 RECOMENDACIONES

- Es posible establecer unas acciones mínimas que cumplan las bloqueteras para garantizar una calidad mínima del bloque de concreto, esto incidirá positivamente en la mejora y costo final (vida útil) de las viviendas.
- Se recomienda realizar más estudios acerca del hormigón natural de río para el uso de concretos de diferentes resistencias, a fin de acumular mayor cantidad de datos que permitan determinar de manera cuantitativa

y cualitativa las bondades y defectos que ofrece este agregado para uso en concretos.

- Será necesario controlar durante la producción, las dosificaciones 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 deformándose.
- 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.
- 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 continua la mezcla húmeda.
- 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.
- Para que los bloques adquieran una buena resistencia, es necesario que estén constantemente humedecidos por los menos durante 7 días, luego 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 debe ser asentado antes de los 14 días.
- Se debe verificar la resistencia a la compresión, absorción, dimensiones, alabeo de los bloques vibrocompactados de acuerdo a lo establecido en las correspondientes Normas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anchayhua Segovia Guido, "Uso del Hormigón Clasificado de Río en la Fabricación del Concreto de Mediana Baja Resistencia y su Explotación como Agregado Global", Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 2005
2. Armas Mejía Walter, "Utilización de Arenas Eólicas en la Fabricación de Bloques de Concreto Vibrado", Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 1989
3. Arroyo Escudero Jesús, "Bloques de Concreto con Dolomita", Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 1995
4. Cruz Godoy Richard Hipólito, "Estudio Experimental de Estructuras de Bloques de Concreto", Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 2005
5. Díaz, A.C.; Oteiza, I., "Análisis Experimental de la Calidad de los Bloques de Concreto Producidos por el Taller Undel", Fondo Editorial de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid – España, 2000
6. Díaz Gutiérrez Aníbal, "Bloques Hueco de Concreto", Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), Lima – Perú, 1987
7. Flores Fernández Paulo Cesar, "Estado del Arte de la Construcción con Bloques de Concreto", Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 2000
8. INDECOPI, "Normas Técnicas Peruanas", 2 da Edición, Lima – Perú, 2001

9. Ortiz Bazán, “Estudio de los ladrillos Fabricados Artesanalmente Mediante el Proceso de Moldeado a Presión”, Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 1998
10. Peñaherrera Deza Arturo Enrique, “Estudio para la Implementación de un Taller de Producción de Bloques de Concreto como Alternativa de Autoconstrucción de Viviendas”, Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 2002
11. Riva López Enrique, “Naturaleza y Materiales del Concreto”, II Congreso Nacional de Estructuras y Construcción – ACI Perú, Lima – Perú, 2000
12. San Bartolomé P. Ángel, “Construcciones de Albañilería”, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú, 1994
13. Sandoval Pinedo Moisés Ítalo, “Tecnología de la Albañilería de Bloques de Concreto”, Tesis de Grado FIC – Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 1991
14. SENCICO, “Bloques de Concreto”, Dirección de Investigación Sencico, Lima – Perú, 1999
15. SENCICO, “Bloques de Concreto”, Dirección de Investigación Sencico, Lima – Perú, 2001

ANEXOS

Anexo 1 (Bloqueteras)

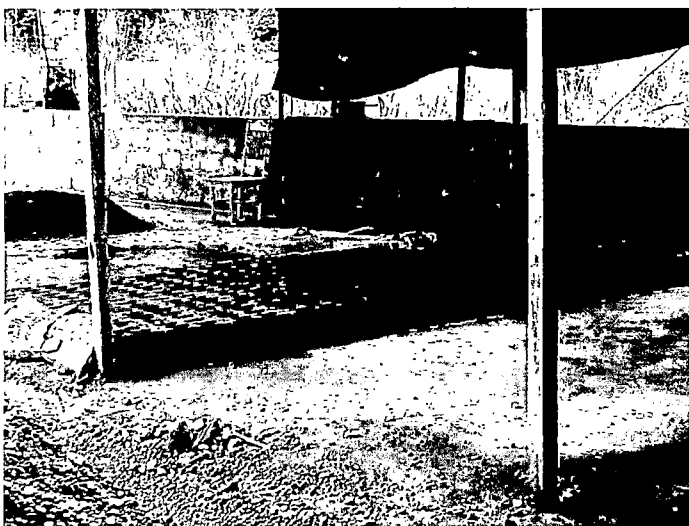
1.1 Bloquetera La Joya de Avel Tomas Perea Ovalle



Agregado (hormigón clasificado de río en su estado natural)



Elaboración de los bloques de concreto vibrocompactados

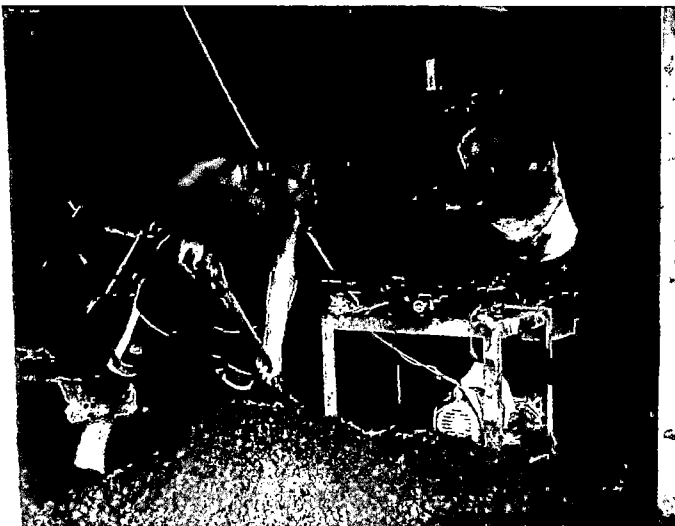


Curado de los bloques de concreto sobre techo

1.2 Bloquetera Fábrica de Bloquetas V y V EIRL.



Agregado (hormigón clasificado de río en su estado natural)



Elaboración de los bloques de concreto vibrocompactados



Curado de los bloques de concreto sobre techo

1.3 Bloquetera Tambopata de Huamaní Ala Isabel



Agregado (hormigón clasificado de río en su estado natural)



Elaboración de los bloques de concreto vibrocompactados



Curado de los bloques de concreto sobre techo

Anexo 2 (Agregados)

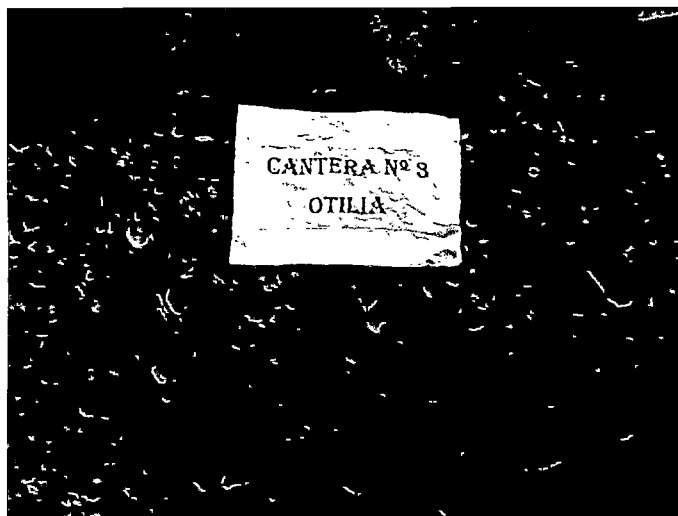
2.1 Cantera Otilia



Hormigón clasificado
de río en su estado
natural

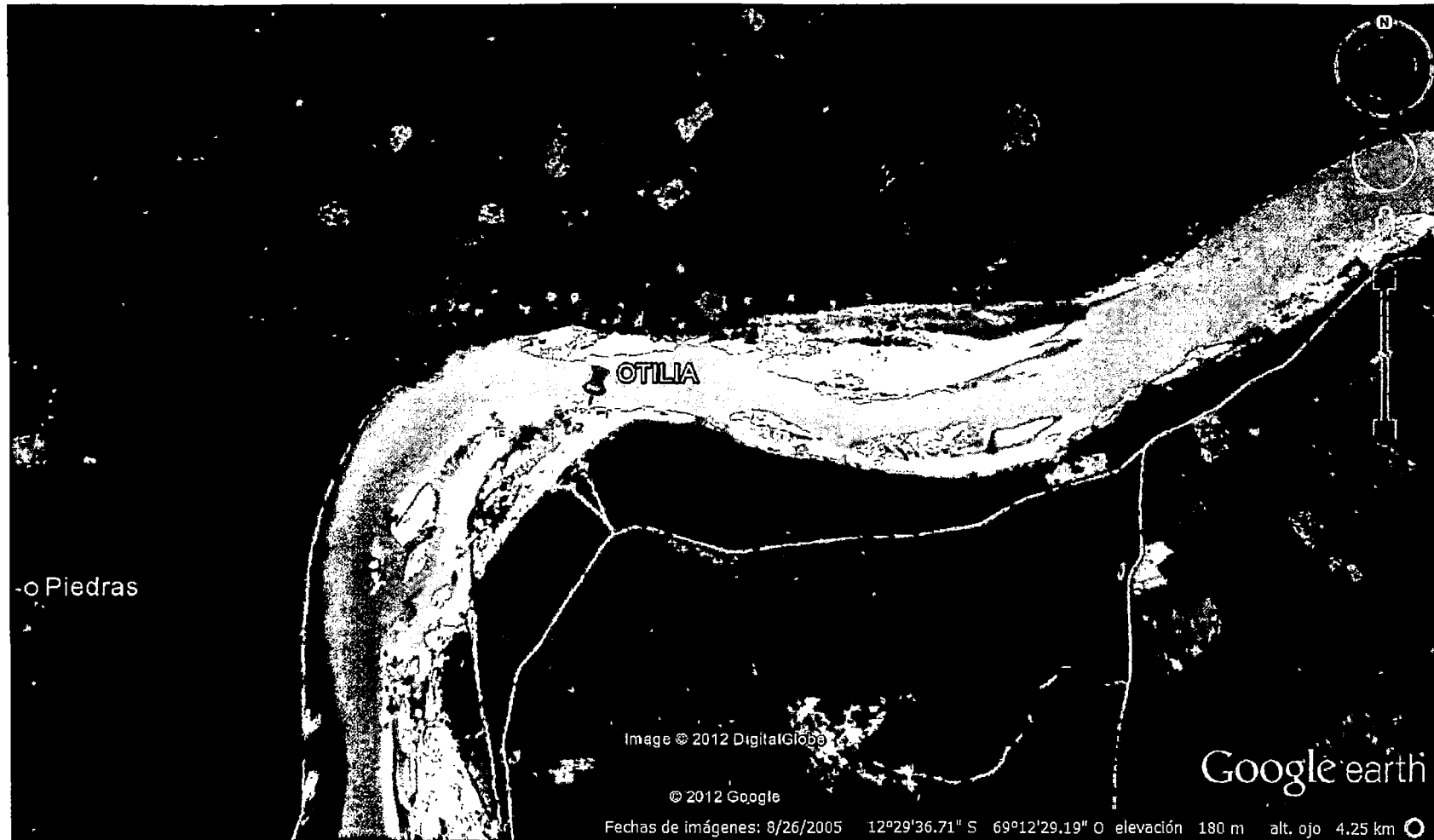


Arena fina



Muestra para los
estudios preliminares
del agregado

2.2 Ubicación de la cantera Otilia en el lecho del río



Anexo 3 (Fabricación de los bloques de concreto)

3.1 Secuencia de fabricación

1. Selección de los materiales

Agregado (hormigón)
Cemento Rumi IP
Agua libre de impurezas

2. Equipos

Mesa Vibradora
Molde metálico

3. Dosificación y mezclado

a.) Se dosifica en volumen de 1 : 7.37
(cemento : hormigón)
b.) Se mezcla en seco hasta tener un color
uniforme
c.) Se agrega agua poco a poco hasta tener
una textura deseada

4. Moldeado y fraguado

a.) Se procede a llenar el molde por capas
según se va vibrando
b.) El vibrado se mantiene hasta observar
una película de agua en la superficie
c.) Se desmolda con cuidado sobre una
superficie plana, evitando el manipuleo de
los bloques

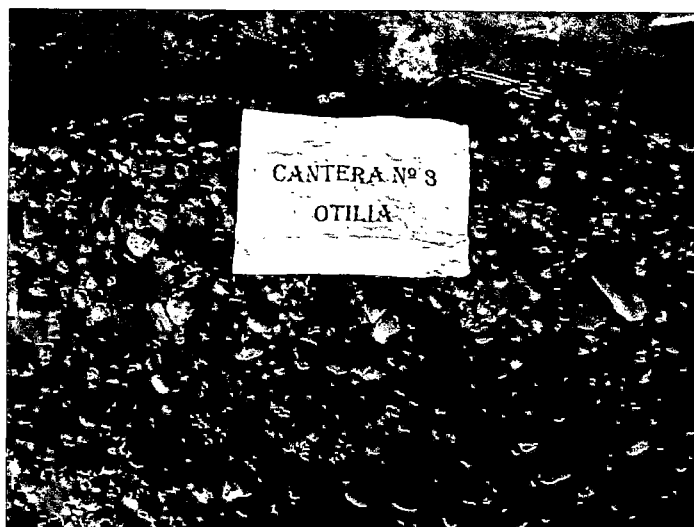
5. Curado

a.) Se debe cubrir los bloques con plástico
transparente y regarlos con agua por 7 días
como mínimo.

6. Almacenado

a.) Los bloques deben mantenerse secos y
protegidos de la humedad

Muestreo y control de
calidad al producto final
(Ensayo de resistencia)



Agregado hormigón
seleccionado de río
(cantera Otilia)

Cemento RUMI IP
(Portland Puzolánico)





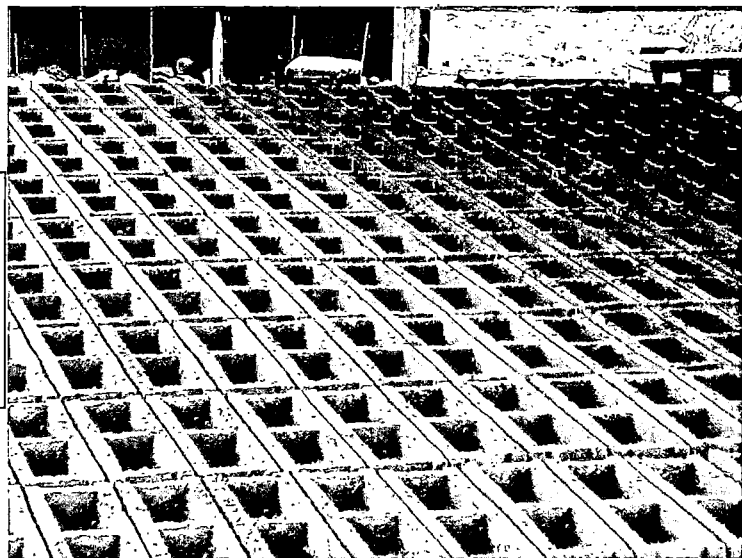
Dosifica en volumen de 1 : 7.37 (cemento: hormigón)
Se mezcla en seco hasta tener un color uniforme
Se agrega agua poco a poco hasta tener una textura deseada

Se procede a llenar el molde por capas según se va vibrando
El vibrado se mantiene hasta observar una película de agua en la superficie





Se desmolda con cuidado sobre una superficie plana, evitando el manipuleo de los bloques



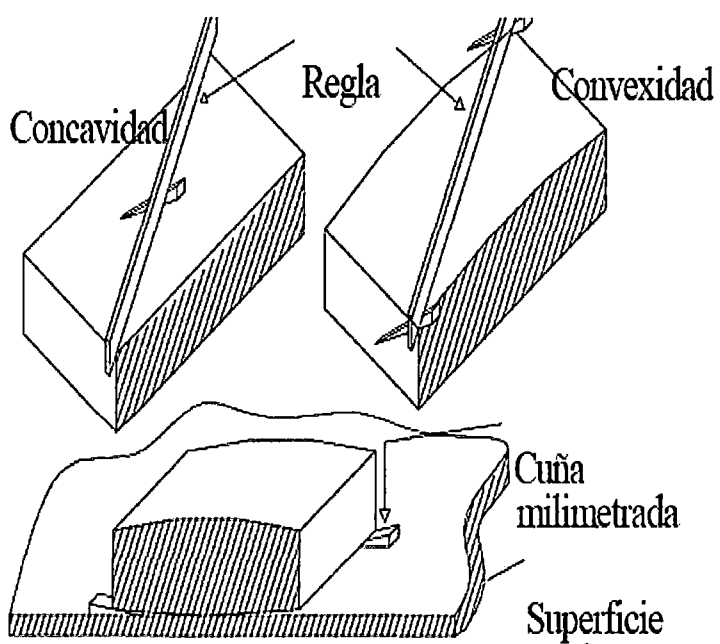
Debe ser regado con agua durante 7 días como mínimo, y luego los bloques deben mantenerse secos y protegidos de la humedad.

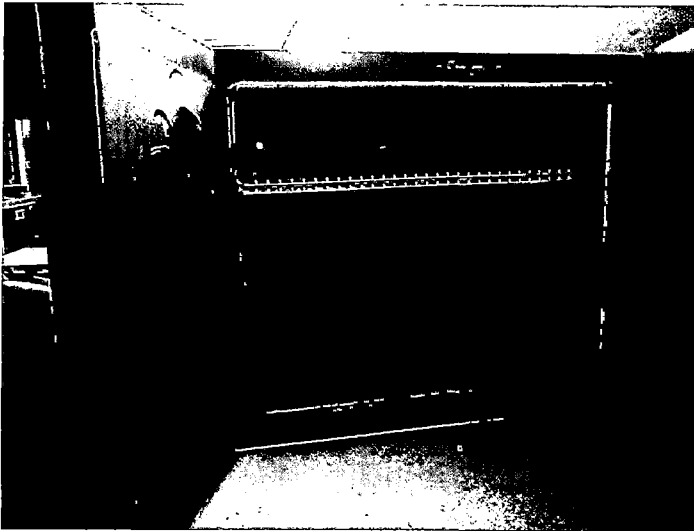
3.2 Evaluación física de la unidad



Dimensionamiento, Se mide en cada espécimen el largo, el ancho y la altura, con la precisión de 1 mm

Alabeo, el alabeo se presenta como concavidad o convexidad



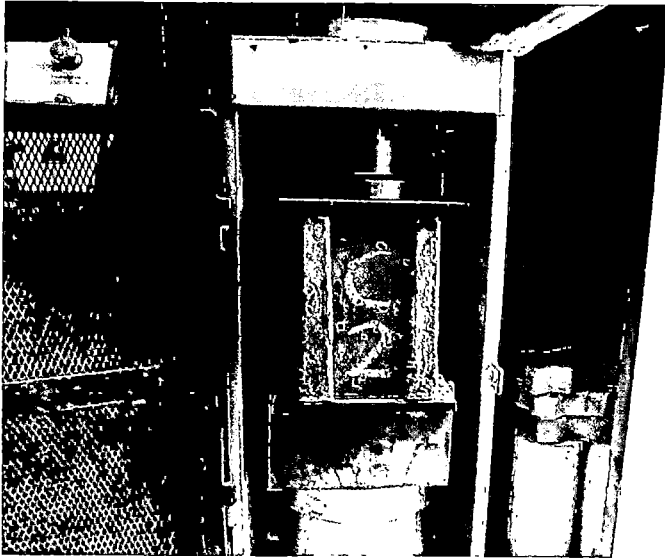


La absorción se determina pesando el material seco (llevándolo al horno a 110°C), luego se introduce al agua durante 24 horas y se obtiene el peso saturado

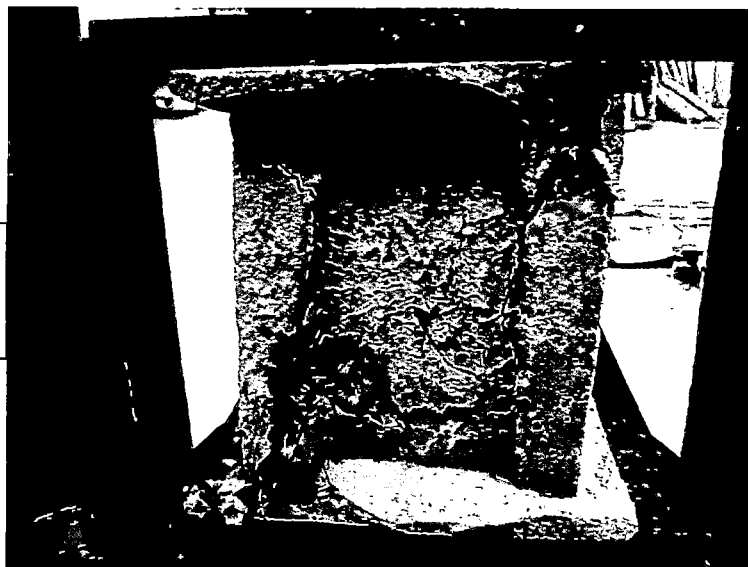
La capacidad de absorción del bloque de concreto se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secada superficialmente



3.3 Evaluación mecánica de la unidad



Ensayo de compresión axial a los 8 días de edad



Ensayo de compresión axial a los 28 días de edad

GEOM GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA & CONSTRUCTORA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN BLOQUES DE CONCRETO

OBRA : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LACALIDAD DE LOS BLOQUES DE CONCRETO DE TRES BLOQUETERAS DE PUERTO MALDONADO - MADRE DE DIOS .

REGION: MADRE DE DIOS

PROVINCIA: TAMBOPATA

DISTRITO : TAMBOPATA

SOLICITA : LEONIDAS EDISON MORALES MORALES .

ESPECIFICACIONES DE LA PRENSA

PRENSA DIGITAL PARA ENSAYO A COMPRESION, FLEXION Y TRACCION INDIRECTA

Marca : PINZUAR

Modelo: PC-42 Serie: 300

Año de fabricación : 2010

Rango = 1200 KN.

Velocidad = 0.25 MPa/seg.

Certificado de Calibración No 0310

ESPECIFICACIONES TESTIGOS.

Ancho = 150 mm.

Largo = 400 mm.

Área Sec. = 600.00 Cm²

ITEM	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA Kg	DISEÑO	RESISTENCIA KG/CM ²	RESISTENCIA EN: %
1	BLOQUETA A1	12/02/2012	20/02/2012	8	24702	50	41,1	82,20
2	BLOQUETA A2	12/02/2012	20/02/2012	8	24372	50	40,6	81,20
3	BLOQUETA A3	12/02/2012	20/02/2012	8	23879	50	39,7	79,40
4	BLOQUETA B1	12/02/2012	20/02/2012	8	23433	40	39,0	97,50
5	BLOQUETA B2	12/02/2012	20/02/2012	8	21739	40	36,2	90,50
6	BLOQUETA B3	12/02/2012	20/02/2012	8	16332	40	27,2	68,00
7	BLOQUETA C1	12/02/2012	20/02/2012	8	17672	40	29,4	73,50
8	BLOQUETA C2	12/02/2012	20/02/2012	8	16413	40	27,3	68,25
9	BLOQUETA C3	12/02/2012	20/02/2012	8	18571	40	30,9	77,25

CERTIFICO: Que, el solicitante ha traído al Laboratorio de Control de Calidad, 9 (Nueve) Testigos Bloquetas de concreto para someterlo al ensayo normalizado de RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L

Puerto Maldonado, 20 de febrero del 2012

VICTOR H. CARAZA

Victor Hugo Carazas Mayanga

INGENIERO CIVIL

CIP: 108357

PUERTO MALDONADO. Jr. Cusco 138 RPM # 0405060 (982-737067) (082-574754) E-Mail: victorhugocarazas@hotmail.com

CUSCO Urb. Mesa Redonda A-9 Tlf. 084-232924 REGISTRO OSCE: S0511366 RUC 20490031961





"AÑO DE LA UNIÓN NACIONAL FRENTE A LA CRISIS EXTERNA"
 "MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERU"

"MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TAMBOPATA"
GERENCIA DE GESTION AMBIENTAL

canteras localizadas en la jurisdicción de la provincia de Tambopata" y el Texto Único de Procedimientos Administrativos de la Municipalidad Provincial de Tambopata (TUPA) aprobado con Ordenanza N° 041-2008-MPT-A-SG y modificado por Decreto de alcaldía N° 001-2009-MPT-A-SG;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Otorgar la **AUTORIZACIÓN PROVISIONAL PARA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION** al Sr. **VÍCTOR ERNESTO PICCHOTITO HAQUEHUA**, por un Volumen de **Doś Mil (2000 m3) metros cúbicos**, según se detalla a continuación:

VOLUMEN AUTORIZADO:

N°	Material a extraer	Volumen (m3)
1	HORMIGÓN Y ARENA FINA	2000 M3
	TOTAL	2000 M3

ARTÍCULO 2.- Realizar la extracción de materiales de construcción en el sector de **OTILIA**, cauce del río **MADRE DE DIOS**, en el distrito de **TAMBOPATA**, provincia de **TAMBOPATA**, departamento de **MADRE DE DIOS**, en un área de **0.75 hectáreas**, ubicado en las siguientes coordenadas UTM, Zona 19, PSAD 56:

UBICACIÓN DEL AREA DE EXTRACCION:

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	477 000	8 619 150
P2	477 000	8 619 040
P3	476 969	8 619 000
P4	476 800	8 619 000

ARTÍCULO 3.- Autorizar como único centro de acopio de materiales de construcción solicitado por el Sr. **Victor Ernesto Picchotito Haquehua**, un área de **01 hectárea** en la carretera a **Puerto Arturo Km. 7.5 aprox.**, ubicado en las siguientes coordenadas UTM, Zona 19, WGS - 84:

UBICACIÓN DEL CENTRO DE ACOPIO:

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	477 109	8 615 883
P2	477 206	8 615 871
P3	477 157	8 615 979
P4	477 106	8 615 975

ARTÍCULO 4.- Abonar los derechos por concepto de extracción de materiales de construcción en relación al volumen autorizado, de la siguiente manera:



"AÑO DE LA UNIÓN NACIONAL FRENTE A LA CRISIS EXTERNA"
"MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERU"

"MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TAMBOPATA" GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Otorgar la **AUTORIZACIÓN PROVISIONAL PARA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN** a la señora ISABEL HUMANANI ALA, por un Volumen de **Dos Mil (2000 m³) metros cúbicos**, según se detalla a continuación:

VOLUMEN AUTORIZADO:

N°	Material a extraer	Volumen (m3)
1	HORMIGÓN Y ARENA FINA.	2000 M3
	TOTAL	2000 M3

ARTÍCULO 2.- Realizar la extracción de materiales de construcción en el sector de ROMPEOLAS, cauce del río MADRE DE DIOS, en el distrito de TAMBOPATA, provincia de TAMBOPATA, departamento de MADRE DE DIOS, en un área de **3.48 ha**, ubicado en las siguientes coordenadas UTM, Zona 19, PSAD 56:

UBICACIÓN DEL AREA DE EXTRACCIÓN:

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	475809	8614860
P2	476112	8614977
P3	476115	8614863
P4	475821	8614747

ARTÍCULO 3.- Autorizar como único centro de acopio de materiales de construcción solicitado por la señora Isabel Huamani Ala, carretera a Rompeolas Km 3.5, ubicado en las siguientes coordenadas UTM, Zona 19, WGS 84:

UBICACIÓN DEL CENTRO DE ACOPIO:

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	477543	8611861
P2	477513	8611830
P3	477540	8611795
P4	477533	8611820

ARTÍCULO 4.- Abonar los derechos por concepto de extracción de materiales de construcción en relación al volumen autorizado, de la siguiente manera:

PAGO POR EL DERECHO DE EXTRACCIÓN:

N°	Material a extraer	Volumen Autorizado (m3)	Monto a pagar en soles (S/.)
	HORMIGÓN, ARENA Y FINA	2000 M3	S/. 2000.00
			previo al otorgamiento de la autorización de extracción de materiales de construcción (Equivalente al 50% del valor del volumen solicitado)
			S/. 2000.00
	antes de iniciar la extracción del 50% restante del valor del volumen autorizado)		
TOTAL			S/.4000.00



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE TAMBOPATA

"AÑO DE LA UNION NACIONAL FRENTE A LA CRISIS EXTERNA"
"MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERU"

"MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TAMBOPATA"
GERENCIA DE GESTION AMBIENTAL

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Otorgar la **AUTORIZACIÓN PROVINCIONAL PARA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION** a la señora **ISABEL HUMANANI ALA**, por un Volumen de Dos Mil **(2000 m3)** metros cúbicos, según se detalla a continuación:

VOLUMEN AUTORIZADO:

N°	Material a extraer	Volumen (m3)
1	HORMIGÓN Y ARENA FINA	2000 M3
	TOTAL	2000 M3

ARTÍCULO 2.- Realizar la extracción de materiales de construcción en el sector de **CHORRILLOS**, cauce del río **MADRE DE DIOS**, en el distrito de **TAMBOPATA**, provincia de **TAMBOPATA**, departamento de **MADRE DE DIOS**, en un área de **7.36 hectáreas**, ubicado en las siguientes coordenadas UTM, Zona 19, PSAD 56:

UBICACIÓN DEL AREA DE EXTRACCION:

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	465615	8610169
P2	466181	8610268
P3	466131	8610130
P4	465566	8610030

ARTÍCULO 3.- Autorizar como único centro de acopio de materiales de construcción solicitado por la señora **Isabel Huamani Ala**, carretera a Chorrillos Km. 20 aprox., ubicado en las siguientes coordenadas UTM, Zona 19, WGS 84:

UBICACIÓN DEL CENTRO DE ACOPIO:

VERTICES	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
P1	478827	8609729
P2	478817	8609693
P3	478908	8609685
P4	478906	8609705

ARTÍCULO 4.- Abonar los derechos por concepto de extracción de materiales de construcción en relación al volumen autorizado, de la siguiente manera:

PAGO POR EL DERECHO DE EXTRACCION:

N°	Material a extraer	Volumen Autorizado (m3)	Monto a pagar en soles (S/.)
1	HORMIGÓN, ARENA Y FINA	2000 M3	S/. 2000.00
			previo al otorgamiento de la autorización de extracción de materiales de construcción (Ecuivalente al 50% del valor del volumen solicitado)
			S/. 2000.00
			antes de iniciar la extracción del 50% restante del valor del volumen autorizado)
	TOTAL		S/. 4000.00