



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

## FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FISICAS Y NATURALES

### PRACTICA SUPERVISADA **CARACTERIZACIÓN DE BLOQUES SUELO CEMENTO COMO MAMPUESTO**

AUTOR: Raúl Ricardo Berlingieri

TUTOR: Ing. Patricia Irico

Tutor externo: Héctor Gattavara

Fecha: 10/03/2017

## **Resumen**

Con la crisis energética y la importancia de las políticas ambientalistas, aparece la necesidad de estudiar nuevas alternativas sustentables para la fabricación de mampuestos, es así como surge como alternativa el Bloque de suelo cemento.

El objetivo principal del estudio, es lograr un bloque de suelo cemento que cumpla con las normativas vigentes.

El suelo cemento es una mezcla íntima y homogénea de suelo pulverizado con determinadas cantidades de agua y cemento y con un determinado grado de compactación. Obteniendo un mortero (suelo cemento), con distintas densidades y características resistentes. Así se obtiene un nuevo material.

Se caracterizaron los mampuestos provistos por el fabricante, al cual se le realizaron ensayos de compresión y absorción. Los resultados obtenidos no verificaron. Por lo tanto se realizó una re-dosificación de la mezcla utilizando los mismos materiales.

Una vez determinada la nueva dosificación se fabricaron nuevos especímenes, para luego ser ensayados y corroborar si cumplían o no con los requisitos establecidos en el reglamento "CIRSOC 103 tomo III, capítulo 5 y las normas IRAM".

***Agradecimientos***

Quiero agradecer especialmente a mi tutora Ing. Patricia Irico, por su predisposición, paciencia y enseñanza.

Al Ing. Miguel Rico por su colaboración y disponibilidad a lo largo del trabajo.

A mi familia por su apoyo durante este camino recorrido.

Al personal del Laboratorio de Estructuras.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes.

## Índice

1. Introducción .....	7
1.2 Problemática.....	7
1.3    Objetivos .....	8
1.3.1    Generales .....	8
1.3.2    Específicos .....	8
1.4 Tareas desarrolladas.....	9
2. Marco teórico y referencial.....	10
2.1 Antecedentes de Estabilización de suelo. ....	10
2.2 Suelo cemento.....	11
2.3 Fabricación de Bloques Suelo – Cemento .....	12
2.3.1 Suelo.....	12
2.3.2 Clasificación del suelo .....	12
2.3.3 Cemento.....	15
2.3.4 Agua.....	15
2.4 Ensayos.....	16
2.4.1 Suelos .....	16
2.4.2 Bloques de suelo cemento .....	16
2.5 Fabricación de los bloques.....	17
3. Requisitos para los especímenes según Reglamento y Normas IRAM. ....	20
3.1 Cirsoc 103 III .....	20
3.2 NORMAS IRAM .....	21
3.2.1 Resistencia a compresión de los mampuestos. ....	21
3.2.1.1 Bloques no portantes.....	21
3.2.1.2 Bloques portantes.....	21
3.2.2 Absorción y Densidad.....	21
3.2.2.1 Bloques No portantes.....	21
3.2.2.2 Bloques portantes .....	22
4. Caracterización del bloque entregado por el Fabricante.....	23
4.1 DOSAJE .....	23

4.2 MATERIALES .....	23
4.2.1 Suelo .....	23
4.2.2 Cemento .....	23
4.2.3 Cal hidratada .....	23
4.2.4 Agua.....	23
4.3 Resultados de ensayos sobre los especímenes.....	24
4.3.1 Compresión .....	24
4.3.2 Absorción y Densidad.....	25
4.4 Conclusión .....	25
5 Re-dosificación .....	26
5.1 Determinación de la dosificación.....	26
6. Actividades desarrolladas.....	29
6.1 Fabricación de los mampuestos.....	29
7. Resultados de ensayos sobre los mampuestos fabricados.....	34
7.1 Resultados a compresión de los BD2 .....	34
7.2 Resultados de Absorción y Densidad de los bloques BD2. ....	36
7.3 Resultados a compresión de los bloques BD3. ....	38
7.4 Resultados de Absorción y Densidad de los bloques BD3. ....	39
7.5 Resultados a compresión los bloques BD3bis.....	42
7.6 Resultados de absorción y densidad de los bloques BD3bis.....	43
7.7 Resultados a compresión de los bloques patrón (BDP) .....	45
7.8 Resultados de absorción y densidad los bloques patrón BDP. ....	47
8. Conclusiones y Recomendaciones .....	49
8.1 Conclusiones.....	49
8.2 Recomendaciones .....	49
Bibliografía .....	50
Anexos.....	50

Imagen 1 Esquema del problema.....	8
Imagen 2 Prensa de Bloque.....	19
Imagen 3 Desterronadora .....	29
Imagen 4 Homogeneización de la mezcla .....	30
Imagen 5 Control de consistencia de la mezcla .....	31
Imagen 6 Prensado de bloque .....	32
Imagen 7 Desmolde de bloque .....	32
Imagen 8 Encabezado .....	33
Imagen 9 Prensa de ensayo .....	33
Grafico 1 Resistencia a compresión. Elaboración propia.....	24
Grafico 2 Porcentaje de Humedad. Elaboración propia.....	25
Grafico 3 Granulometría de mezclas de 0 a 100% de suelo arenoso, entorno recomendado por la NTC5324. PPS Depieante .....	26
Grafico 4 Resistencia a compresión de los especímenes. Elaboración propia .....	35
Grafico 5 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. Elaboración propia .....	36
Grafico 6 Variación de absorción en volumen respecto a la densidad. Elaboración propia.....	37
Grafico 7 Resistencia a la compresión. Elaboración propia .....	39
Grafico 8 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. Elaboración propia .....	40
Grafico 9 Variación de absorción en volumen respecto a la densidad. Elaboración propia.....	40
Grafico 10 Resistencia a la compresión.....	43
Grafico 11 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. ....	44
Grafico 12 Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad.....	45
Grafico 13 Resistencia a la compresión.....	46
Grafico 14 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. Elaboración propia. ....	47
Grafico 15 Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad. Elaboración propia. ..	48
Tabla 1 Composición de materiales .....	12
Tabla 2 Clasificación de suelo VN-E4-84 .....	14
Tabla 3 Resistencia a la compresión (cirsoc 103 tomoll, cap.5).....	20
Tabla 4 Resistencia a la compresión norma IRAM 11561-2.....	21
Tabla 5 Resistencia a la compresión norma IRAM 11561-3.....	21
Tabla 6 Absorción y Densidad norma IRAM 11561-2.....	21
Tabla 7 Absorción y Densidad norma IRAM 11561-3.....	22
Tabla 8 Resultados de compresión. ....	24
Tabla 9 Resultados de Absorción y Densidad. Elaboración propia. ....	25
Tabla 10 Dosificación según VN-E20-66.....	28
Tabla 11 Dosificaciones. ....	28
12 Resultados a la compresión. ....	34
13 Resultados de absorción y densidad.....	36
Tabla 14 Resistencia a la compresión. Elaboración propia.....	38
Tabla 15 Resultados de absorción y densidad.....	39
Tabla 16 Requisitos según norma IRAM. ....	41
Tabla 17 Resistencia a la compresión. ....	42

*Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto*

Tabla 18 Resultados de absorción y densidad. ....	43
Tabla 19 Resistencia a la compresión. ....	45
Tabla 20 Resultados de absorción y densidad. ....	47

# **1. Introducción**

La Práctica Supervisada (PS) es un requisito para poder acceder al título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. El objetivo fundamental de esta asignatura es que el alumno tome contacto con el medio laboral antes de recibirse; es por ello que debe cumplir un mínimo de 200 horas de trabajo fuera de la Facultad. La práctica supervisada puede desarrollarse en una empresa privada o pública, en una institución educativa o bien en forma independiente, siempre bajo la tutoría de un profesional.

En ese marco, el Laboratorio de Estructuras de la Universidad Nacional de Córdoba se ofrece permanentemente como entidad receptora para que los alumnos puedan desarrollar allí su práctica supervisada. El Laboratorio es una entidad dependiente del Centro de Vinculación del departamento de Estructuras de la mencionada Facultad, que presta servicios (ensayos, asesoramiento, investigación) tanto a empresas privadas como públicas y también a organismos de la Universidad.

Como entidad receptora, el Laboratorio aceptó al autor para que pueda desarrollar allí esta asignatura, asignándole el trabajo “Caracterización del bloque de suelo cemento como mampuesto”.

Esta tarea fue encargada al Laboratorio por el Ingeniero Ariel Abasolo, dueño de una máquina para fabricar bloques de suelo cemento, con el objetivo de poder caracterizar el producto como un mampuesto según las normativas vigentes.

## ***1.2 Problemática***

El ingeniero Abasolo cuenta con una máquina para realizar bloques de suelo cemento y concurrió al Laboratorio de Estructuras para ser asesorado en cuanto a las características del bloque fabricado, y en base a los resultados lograr un producto de mejor calidad.

Para el análisis de la problemática se utilizó el siguiente esquema:

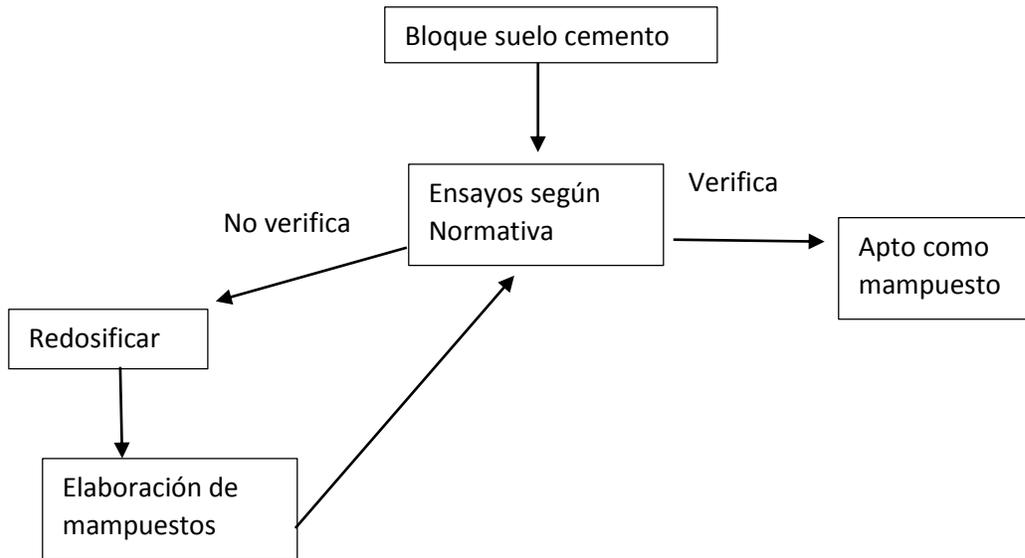


Imagen 1 Esquema del problema.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Generales

- Lograr mampuesto de suelo cemento que cumpla con los requisitos establecidos por la reglamentación.
- Determinar la dosificación adecuada, para la fabricación de un mampuesto alternativo, que cumpla con los requisitos.

#### 1.3.2 Específicos

- Caracterizar el mampuesto fabricado por el cliente.
- En base a los resultados obtenidos mejorar la dosificación con la utilización de la materia prima provista por él.
- Fabricar en el laboratorio un nuevo mampuesto.
- Verificar los requisitos mediante ensayos de laboratorio.

### **1.4 Tareas desarrolladas**

La factibilidad de uso del Bloque de suelo cemento como mampuesto de la construcción, es en función de sus propiedades físicas y mecánicas, estas se miden según las normativas vigentes.

El plan de actividades realizado durante la práctica fue el siguiente:

1. Recopilación bibliográfica y normativa.
2. Definición del marco teórico.
3. Caracterización del mampuesto provisto por el cliente.
4. Análisis de resultados.
5. Determinación de una nueva dosificación.
6. Elaboración de especímenes con nuevas dosificaciones.
7. Ensayo de los nuevos especímenes.
8. Análisis de resultados.
9. Conclusiones

## 2. Marco teórico y referencial

### 2.1 Antecedentes de Estabilización de suelo.

Desde aproximadamente 5000 años atrás se comenzaron a utilizar materiales calizos y puzolánicos con el fin de estabilizar suelos y mejorar sus características, un ejemplo de esta estabilización se puede ver en las pirámides de Shaanxi ubicadas en China. En la época clásica, los caminos construidos por los Romanos, al igual que en Grecia, se utilizaban cementos hidráulicos constituidos por cenizas volcánicas y cal, los mismos reaccionaban de manera lenta con el agua.

En los tiempos modernos, se desarrolló primero la cal hidráulica (J Smeaton, 1976), para pasar luego por los cementos naturales obtenidos de la combustión de calizas, llegando finalmente al Cemento Portland (J aspdin, 1824). Este producto se fue perfeccionando en los años posteriores hasta que pudo emplearse en la pavimentación en el año 1865.

En Estados Unidos en 1930 se comenzó con la adición de cementos a suelos y materiales granulares, acelerándose durante la segunda guerra mundial.

En nuestro país se empleó el suelo cemento como material de uso vial, a fines de la década del 70, por la disminución de pavimentos de hormigón como alternativa estructural, comienza a disminuir el uso de las bases cementadas, en la construcción de carreteras. En la década del 90 con la vuelta a la utilización de pavimentos rígidos, surge de nuevo esta técnica de suelo cemento. En los últimos años se han construido más de 1500km de bases y subbases de suelo cemento en el país.

También existen experiencias con mampuestos de suelo-cemento en numerosas provincias argentinas: Chaco en 1960, Tucumán en 1967, Jujuy en 1969, Buenos Aires en las localidades de Lobos en 1971 y Junín en 1973, en Mendoza en 1977, en Salta en 1981, en Chaco en 1991, con muy buenos resultados.

Si bien la construcción con suelo es una técnica conocida desde hace muchos años, no se utiliza en la actualidad, salvo en poblaciones indígenas y de bajo recursos económicos. El mampuesto de suelo-cemento utiliza como materia prima el suelo no fértil: Bloque ecológico. El suelo no se cuece ya que al incorporarle cemento éste modifica el comportamiento de sus partículas y mejora su estabilidad, le confiere mayor resistencia y durabilidad.

Para esta propuesta se necesita como único equipamiento, una prensa manual para fabricar mampuestos según un procedimiento sencillo, donde el constructor no necesita ser personal calificado de la construcción.

En este trabajo se introduce la conocida mezcla de suelo cemento para la elaboración de bloques, poniendo énfasis en la determinación de su dosificación, características físicas y mecánicas.

## 2.2 Suelo cemento

No cabe duda que el suelo es el material más antiguo empleado por el hombre en la construcción. Hoy en día, aun con la evolución de la tecnología de los materiales, sigue presente como una alternativa para la construcción.

Las tradicionales técnicas de *adobe* (ladrillos de suelo arcilloso secados al sol) y *tapial* (muros de suelo arcilloso con fibras vegetales) han desafiado el paso del tiempo y en la actualidad se pueden observar estructuras construidas con esos materiales. Pero estas técnicas presentaban limitaciones en cuanto a las características mecánicas y físicas, al ser vulnerables a los agentes atmosféricos. Para mejorar estas características se agrega un agente estabilizante, como el cemento, surgiendo de este modo el suelo cemento.

Una definición específica del suelo cemento sería, dada por PCA (Portland Cement Association): *“el suelo cemento es una mezcla íntima de suelo, convenientemente pulverizado, con determinadas porciones de agua y cemento que se compacta y cura para obtener mejor densidad. Cuando el cemento se hidrata se transforma en un material duro, durable y rígido.”*. Otras definiciones: *“un material endurecido formado por el curado de una mezcla íntima de suelo, cemento y agua que se compacta”*(O`Flagerty; 1968).

De acuerdo a ACI (American Concret Institute) *“Un material que se produce mezclando, compactando y curando una combinación de suelo/agregado, cemento portland, agua y posiblemente adiciones incluyendo puzolanas, para formar un material endurecido con propiedades específicas de ingeniería.”*

La adición de cemento genera ventajosas características:

- Disminuye el peso específico.
- Aumenta la resistencia a la compresión.
- Disminuye la sensibilidad a la acción del agua.
- Disminuye la retracción por secado.
- Aumenta la resistencia a la erosión.

Por estas razones, la mezcla de suelo-cemento constituye una alternativa con una gran cantidad de cualidades para ser considerado un material económico y apto para construcciones de viviendas. Los Bloques Construidos con este material pueden ser utilizados en muros de carácter portante o no. Una ventaja adicional es que en la construcción, el costo del flete es elevado, por lo que el uso del suelo del lugar donde se planea edificar posibilita reducir costos.

## 2.3 Fabricación de Bloques Suelo – Cemento

### 2.3.1 Suelo

El suelo utilizado para la elaboración del suelo-cemento puede ser de cualquier tipo: granular limpio, granulares y finos, arcillosos, limosos. Sin embargo, el suelo ideal para la elaboración de la mezcla suelen ser arenas, con una proporción de finos para darle la cohesión necesaria.

Una proporción adecuada sugerida por Roseto (1996) es:

- Arcilla: 5-10%
- Limo: 10-20%
- Arena: 60-80%

Otras sugerencias, recopiladas por Kless y Natalini (1999) se presentan en la Tabla 1

Criterio de	Composición (%)		
	Arena	Arcilla	Limo
ICPA	70 a 85	5 a 10	10 a 20
Houben	40 a 70	20 a 30	0 a 30
CINVA	45 a 80	Suma: 20 a 55	
MERRIL	Más de 50	Suma: Menor de 50	

Tabla 1 Composición de materiales

Técnicamente todo suelo exento de materia orgánica, puede ser usado para ser estabilizado con cemento. Debe estar formado por una mezcla de arena, limo y arcilla; estos dos últimos en proporción tal que den cohesión suficiente a la mezcla y buena composición granulométrica, sin que se originen contracciones perjudiciales.

Para conocer los distintos porcentajes de los constituyentes básicos del suelo se recurre al análisis granulométrico del mismo.

### 2.3.2 Clasificación del suelo

El Sistema de clasificación de suelos del H.B.R. (Highway Research Board), para obras de ingeniería, está basado en el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales. Los suelos de similares capacidades resistentes y condiciones de servicio fueron agrupados en siete grupos básicos según la Norma de Vialidad Nacional.

Los suelos de cada grupo, tienen características en común, dentro de ciertos límites. Dentro de cada grupo hay una amplia variación de sus capacidades de resistencia, cuyos valores pueden ser similares a distintos grupos.

En los últimos años, estos grupos básicos de suelos, fueron divididos en subgrupos y se ideó el índice de grupo, así diferenciando los suelos dentro de cada grupo. El crecimiento del índice de grupo.

La H.B.R. establece la siguiente clasificación:

La clasificación de suelos comprende dos grandes grupos, el de materiales granulares con un 35% o menos pasante tamiz IRAM 75 micrómetros (N°200) y el de los materiales limoarcillosos, con un contenido más del 35% pasante el tamiz N° 200.

Se diferencian 5 fracciones:

- Grava: Pasa tamiz de 3" y retenido en el tamiz N° 10 (2mm).
- Arena gruesa: Pasa tamiz N°10 (2mm) y retenido en el tamiz N°40 (425 micrómetros).
- Arena fina: Pasa tamiz N° 40 y retenido en el tamiz N°200 (75 micrómetros).
- Limo y arcillas combinados: Pasa tamiz N° 200.

Las condiciones y características generales de cada grupo de suelos, se especifican en la norma de Vialidad Nacional VN- E4-84.

Determinación del índice de Grupo.

El índice de Grupo en esta clasificación de suelos, se puede determinar con la fórmula basada en la granulometría, límite líquido e índice plástico del suelo, o recurriendo a determinaciones gráficas.

$$IG = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

- F: porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM N° 200, expresado como un número entero. Este porcentaje se expresa en función del material que pasa por el tamiz 3".

- LL: Límite líquido.
- IP: Índice plástico.

Tabla 2: Clasificación de los suelos para subrasante (con subgrupos), de la norma de VN-E4-84.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 <sup>A</sup>	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. <sup>B</sup>
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

Tabla 2 Clasificación de suelo VN-E4-84

### **2.3.3 Cemento**

En cuanto al cemento, en general se considera que los cementos resultan aptos para la construcción de bloques de suelos-cemento. Frente a la presencia de sulfatos en el suelo, se debe recurrir a cementos especiales (Norma IRAM 50001) ya que el efecto de las sales afecta la durabilidad y la resistencia del Bloque.

La determinación práctica del porcentaje de cemento en las mezclas utilizadas se realiza experimentalmente variando la proporción del volumen de cemento entre un 8 % y un 12 %. La norma VN-E20-66 (DNV; 1966) establece el procedimiento de ensayo para la determinación de las cantidades de cemento portland con que se deben ensayar las mezclas de suelo y cemento para establecer el menor porcentaje de cemento que le confiere al suelo características de estabilidad duraderas. El procedimiento consiste en clasificar el suelo según la metodología de H.R.B. (Highway Research Board) y con la misma, a partir de tablas dadas por la norma se determina el porcentaje de cemento en peso a agregar.

Con la simple incorporación de arena se consiguen suelos artificiales que pueden ser estabilizados con cemento. Sólo es necesario realizar el reconocimiento del tipo de suelo con el que se va a trabajar, para definir la necesidad o “no” de la incorporación de arena y determinar el porcentaje de cemento a utilizar. En general, suelos con un porcentaje de arena del 50%, se pueden estabilizar con un 10% de cemento (Kless y Natalini; 1999).

### **2.3.4 Agua**

La cantidad de agua que se utiliza es un factor fundamental. La falta o exceso de agua exige un mayor trabajo en la compactación, dificultando la cohesión de los componentes de la mezcla. También afecta la resistencia y durabilidad del material.

Cada tipo de suelo requiere un grado de humedad determinado para su correcta compactación. La cantidad de agua total oscila generalmente entre 8 y 16% (Kless y Natalini; 1999).

El agua debe cumplir con todas las condiciones regladas por la norma 1601 para hormigones y el reglamento CIRSOC 201. En términos generales, el agua que sea potable es aceptable.

La función del agua, además de provocar la reacción química de endurecimiento del cemento, es proveer trabajabilidad a la mezcla.

## **2.4 Ensayos**

### **2.4.1 Suelos**

Para clasificar el suelo es necesario realizar los siguientes ensayos:

1. Granulometría de suelo por vía húmeda (VN-E1-65).
2. Tamizado mecánico (VN-E7-65).
3. Límite Líquido (NV-E2-65).
4. Índice Plástico e Índice de plasticidad (NV-E3-65).

Además son necesarios ensayos complementarios:

5. Compactación del suelo (NV-E5-93).
6. Compactación suelo cemento (NV-E19-66).

### **2.4.2 Bloques de suelo cemento**

Ensayos de compresión y absorción según la norma IRAM 11561-4.

## **2.5 Fabricación de los bloques.**

Para la fabricación de bloques de suelo cemento se recomienda la siguiente secuencia de tareas:

1. Selección del suelo.
2. Extracción del suelo.
3. Secado.
4. Tamizado y pulverizado.
5. Mezclado del suelo con el cemento.
6. Adición de agua y control de humedad.
7. Compactación y moldeo.
8. Curado.

1) La etapa de selección del suelo, el método experimental más sencillo y eficaz es el método de la decantación.

Este es realizado con una probeta calibrada, arroja resultados casi inmediatos sobre los contenidos y proporciones de suelo.

2) El suelo a emplear se extrae del lugar donde se va emplear, se tiene que descartar la parte de tierra vegetal aproximadamente 80 cm.

3) Al extraer el suelo este contiene humedad, lo cual dificulta el tamizado del mismo, para evitar este problema es necesario secarlo.

4) Tamizado y pulverizado del suelo

El suelo deberá ser desmenuzado hasta obtener una granulometría que pase por una zaranda de 5 mm de abertura. El material sin pulverizar que queda retenido en la malla se aconseja eliminarlo por ser la parte del suelo con mayor contenido de arcilla.

5) Mezclado del cemento con el suelo en seco

Este trabajo puede efectuarse en forma manual hasta obtener una distribución uniforme del cemento portland en el suelo. Se aconseja efectuar la mezcla sobre un piso firme y limpio. Se considera terminado el mezclado cuando se ha obtenido uniformidad de color en la mezcla.

## 6) Adición de agua y control de humedad

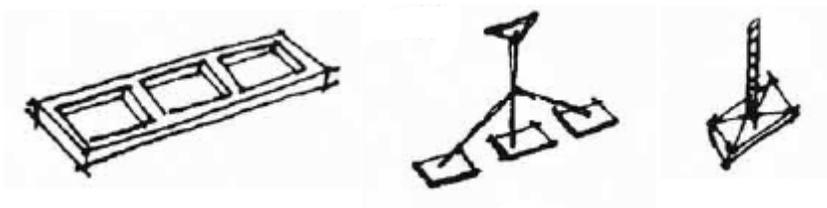
Una vez mezclado el suelo y el cemento portland, se incorpora a la mezcla la cantidad de agua necesaria hasta el contenido óptimo de humedad, con la que se obtiene la máxima densidad al compactarla. La forma de controlar prácticamente la humedad óptima consiste en tomar un puñado de mezcla y apretarlo fuertemente, deberá tomar forma manteniendo ligadas sus partículas (cohesión) sin que se pegue a la mano ni escurra agua. Siempre es preferible una pequeña falta de agua y no el exceso, pues con menos humedad que la óptima puede obtenerse la compacidad máxima con una fuerte compresión, mientras que su exceso impide la correcta compactación y favorece la formación de fisuras por contracción del bloque al perder la humedad de amasado de la mezcla.

La cantidad de agua necesaria se deberá incorporar en forma lenta y uniforme prosiguiéndose a mezclar el suelo y el cemento portland hasta uniformar el color. Una vez preparada la mezcla, se debe proceder a la fabricación de los bloques en forma inmediata. Ver redacción de la variación de humedad en la consistencia.

## 7) Compactación y Moldeo

Durante la compactación, la mezcla suelta se comprime hasta un cierto límite, disminuyendo su volumen inicial y transformándose en una masa más compacta y con un mínimo de vacíos. Existen diversas maneras de realizar la compactación, ya se trate de moldes manuales o máquinas moldeadoras.

El primer caso se refiere a un conjunto de molde, artefacto de desmolde y pisón.



Molde

Art. Desmolde

Pisón

El procedimiento se asemeja más a una técnica tradicional de moldeo de “adobe” que a una producción con calidad técnica de mampuestos de suelo – cemento, debido a lo artesanal de su procedimiento: baja compactación, baja productividad y calidad discontinua.

Entre las máquinas moldeadoras existe la conocida CIMVA-RAM, de fabricación individual de bloques suelo – cemento. Esta máquina produce ladrillos y bloques de excelente calidad, cuyo esquema de funcionamiento está basado en la fuerza compresión que produce un hombre a través de una palanca. Este tipo de prensa es accionada manualmente por un operario y utiliza la fuerza del hombre combinada con

una palanca que, que por impactos sucesivos, aplica sobre los bloques una fuerza de compresión, siendo esta la utilizada para la fabricación de bloque de suelo cemento.



*Imagen 2 Prensa de Bloque.*

#### 8) Curado

El curado es un proceso de protección de los bloques que hace posible el endurecimiento de la mezcla en condiciones óptimas. El trabajo del curado es sencillo de realizar y con un buen curado del Bloque podrá esperarse un buen comportamiento físico y mecánico.

Al secar la mezcla los diferentes componentes del cemento, reaccionan con el agua a diferentes velocidades, sumado el hecho de que no toda la masa del cemento se pone en contacto con el agua para hacer posible la combinación, mientras mayor es el tiempo en que el bloque se mantenga húmedo, mayor es la resistencia que se puede obtener.

Por estos motivos se realiza el curado del bloque en un ambiente húmedo.

### 3. Requisitos para los especímenes según Reglamento y Normas IRAM.

#### 3.1 Cirsoc 103 III

El reglamento CIRSOC contempla diferentes tipos de construcciones según destino y funciones, es decir que las construcciones sismoresistentes se agrupan de acuerdo a su función y la importancia que pueden tener eventuales daños. Definiendo los requisitos de los mampuestos.

El reglamento establece los siguientes tipos de mampuestos:

- Ladrillo cerámico macizo.
- Bloques huecos portantes de cerámicos.
- Bloques huecos portantes de hormigón.

“Se consideran ladrillos cerámicos macizos aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento el cual tenga un área neta no menor que el 80% del área bruta correspondiente, no presentan agujeros cuyas secciones transversales según el mismo plano tengan un área individual mayor al 4% del área bruta, y los espesores de sus paredes no sean menores a 25mm.”

“Consideran bloques huecos portantes aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta no menor que al 40% del área bruta.”

“En ningún caso la altura de los mampuestos será mayor a 2/3 de su longitud, con excepción de los medios mampuestos utilizados en los bordes verticales de los muros para obtener la trabazón correspondiente.”

**“El reglamento admitirá la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos a los especificados, siempre que satisfagan los requisitos que establece para los mampuestos ya mencionados.”**

Resistencia a la compresión según el tipo de mampuesto tabla 3.

Tipo de mampuesto	Tipo de mampuesto			
	Tipo I y II		Tipo III	
	Promedio	Individual	Promedio	Individual
Bloque de Hormigón	> 6,5	> 5,5	> 5	> 4,5

Tabla 3 Resistencia a la compresión (cirsoc 103 tomolll, cap.5)

## 3.2 NORMAS IRAM

### 3.2.1 Resistencia a compresión de los mampuestos.

#### 3.2.1.1 Bloques no portantes.

La norma IRAM 11561-2 especifica que los bloques ensayados según la norma IRAM 11561-4 cumplirán los requisitos de la tabla 4.

	Resistencia a compresión [Mpa]	
	Sección neta	Sección bruta
Promedio de 3 unidades	4	2,5
Unidad individual	3,5	2
1Mpa=10,2 kg/cm <sup>2</sup>		

Tabla 4 Resistencia a la compresión norma IRAM 11561-2

#### 3.2.1.2 Bloques portantes.

La norma IRAM 11561-3 especifica que los bloques ensayados según la norma IRAM 11561-4 cumplirán los requisitos de la tabla 5.

	Resistencia en Mpa	
	Prom. 3 uni.	Individual
Bloque de H° portante	> 6	> 4
1Mpa=10,2 kg/cm <sup>2</sup>		

Tabla 5 Resistencia a la compresión norma IRAM 11561-3

### 3.2.2 Absorción y Densidad

#### 3.2.2.1 Bloques No portantes.

La norma IRAM 11561-2 especifica que los bloques ensayados según la norma IRAM 11561-4 cumplirán los requisitos de la tabla 6.

Designación	Densidad del hormigón kg/m <sup>3</sup>	Absorción de agua kg/m <sup>3</sup>	% de absorción
Liviano	< 1680	290	17,00%
Medio	1680 a 2000	240	13,00%
Normal	> 2000	210	10,50%

Tabla 6 Absorción y Densidad norma IRAM 11561-2

### 3.2.2.2 Bloques portantes

La norma IRAM 11561-3 especifica que los bloques ensayados según la norma IRAM 11561-4 cumplirán los requisitos de la tabla 7.

Designación	Densidad del hormigón kg/m <sup>3</sup>	Absorción de agua kg/m <sup>3</sup>
Liviano	< 1700	290
Medio	1700 a 2000	240
Normal	> 2000	210

Tabla 7 Absorción y Densidad norma IRAM 11561-3

## 4. Caracterización del bloque entregado por el Fabricante.

El cliente entregó 11 mampuestos para ser caracterizados según la normativa.

### 4.1 DOSAJE

El cliente realizó una dosificación por volumen la cual está compuesta de la siguiente manera:

- 8 partes de suelo
- 1 parte de cal
- 1 parte de cemento

### 4.2 MATERIALES

#### 4.2.1 Suelo

El suelo es extraído de la Cumbrecita lugar donde se emplaza la fábrica, este es un suelo limoso, según la HBR es un tipo A4.0

#### 4.2.2 Cemento

Marca: Holcim CPC 40

#### 4.2.3 Cal.

Marca: El milagro.

El suelo dependiendo su composición puede ser de carácter ácido, en este caso el fabricante decidió agregar cal para modificar su pH.

#### 4.2.4 Agua

De la red.

### 4.3 Resultados de ensayos sobre los especímenes.

Los ensayos realizados para la caracterización se realizaron bajo la norma IRAM 11561-4.

#### 4.3.1 Compresión

Los resultados de los bloques ensayados a 28 días a compresión se aprecian en tabla 8.

Identificación		Dimensiones [mm]			Área [cm <sup>2</sup> ]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante	a	b	h			
2637-5	NE	249	124	70	308,76	5,2	0,17
2637-6	NE	249	125	70	311,25	4,7	0,15
2837-3	NE	249	125	70	311,25	40,9	1,31
2837-4	NE	249	124	70	308,76	52,2	1,69
2837-5	NE	249	125	70	311,25	52,9	1,70
2698-1	NE	249	125	70	311,25	58,3	1,87
2698-2	NE	250	125	70	312,50	46,2	1,48
2698-4	NE	249	124	70	308,76	33,6	1,09

Tabla 8 Resultados de compresión.

Se observa la variación de las resistencias de los especímenes en el grafico 1.

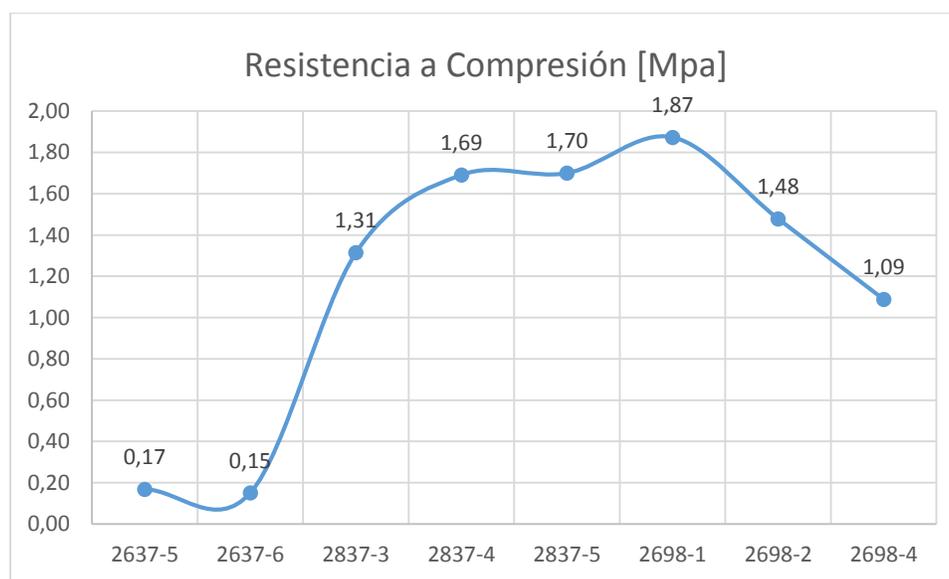


Gráfico 1 Resistencia a compresión. Elaboración propia.

#### 4.3.2 Absorción y Densidad.

Los resultados de los bloques ensayados a densidad y absorción se presentan en la siguiente tabla 9.

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
2670-2	NE	1285,7	NA	995,5	NA	29,15%	NA
2670-3	NE	2517,1	1121,2	1923,1	1377,68	30,89%	425,53
2670-6	NE	1803,8	NA	1411,1	NA	27,83%	NA

Tabla 9 Resultados de Absorción y Densidad. Elaboración propia.

En el gráfico 2 observamos la absorción de los mampuestos.

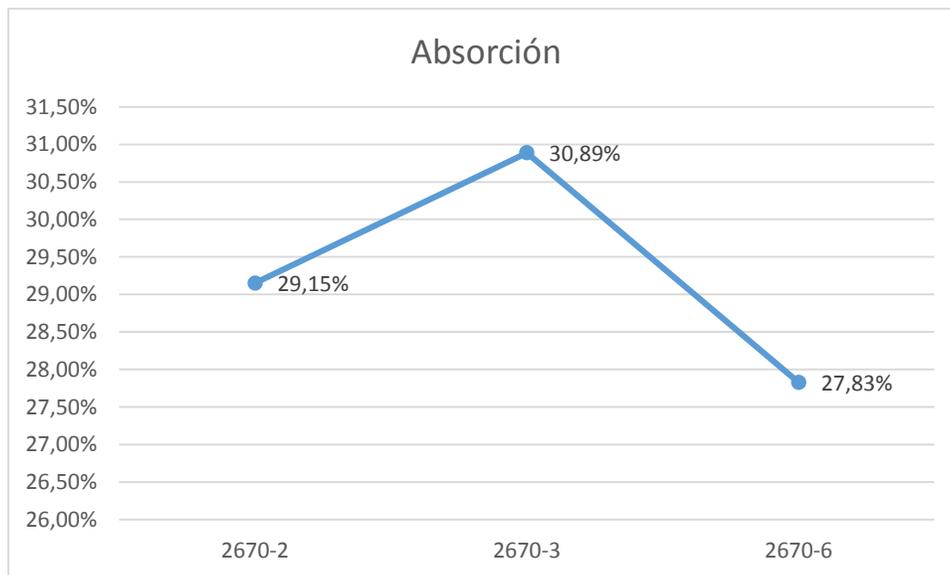


Gráfico 2 Porcentaje de Humedad. Elaboración propia

#### 4.4 Conclusión

Comparando los resultados obtenidos con los establecidos en las normativas vigentes, concluimos que el producto fabricado por el cliente, no cumple con los requisitos mínimos requeridos.

La densidad es la de un mampuesto liviano, este resultado no es confiable, ya que se obtuvo una sola medición. Por la falta de estabilidad en presencia de agua.

De acuerdo a la necesidad del fabricante, realizamos una dosificación nueva.

## 5 Re-dosificación

### 5.1 Determinación de la dosificación.

En base a la caracterización del suelo realizada por el Sr. Depiante con la supervisión del Ing. Miguel Rico en el laboratorio de Transporte III, Se estableció un espectro de dosificaciones que se detallan a continuación:

- 1 Dosificación 1 (D1): 20 % de suelo y 80 % de arena.
- 2 Dosificación 2 (D2): 40 % de suelo y 60 % de arena.
- 3 Dosificación 3 (D3): 60 % de suelo y 40 % de arena.
- 4 Dosificación 4 (D4): 80 % de suelo y 20 % de arena.

Se observa en el grafico 3, las granulometría de los diferentes mezclas suelos.

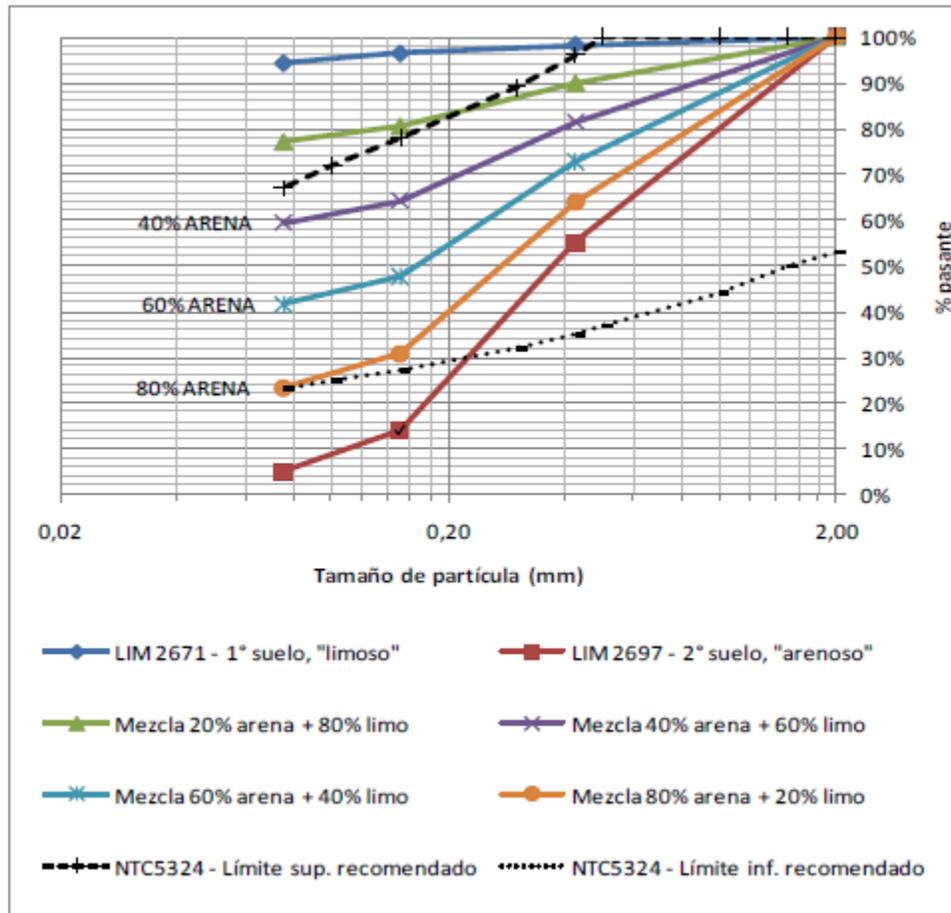


Grafico 3 Granulometría de mezclas de 0 a 100% de suelo arenoso, entorno recomendado por la NTC5324. PPS Depiante

Por criterio de descarte se decidió utilizar las dosificaciones intermedias, ya que si los resultados eran aproximados al óptimo, podríamos determinar la dosificación.

Dosificación N°2:

- Composición de la mezcla: 60% suelo y 40 arena.
- Clasificación del suelo según H.B.R.: A4
- % de cemento según la clasificación H.B.R.: 10%

Una vez clasificado el suelo se determinó el porcentaje de cemento. Con esto se realizó nuevamente el ensayo de compactación y densidad:

- Densidad máxima [gr/cm<sup>3</sup>]: 1,799 g/cm<sup>3</sup>
- Humedad óptima [%]: 17%
- Retenido en el tamiz N°4 [%]: 0%
- Pasante tamiz N°270 [%]: 55%

Dosificación N°3:

- Composición de la mezcla: 40% suelo y 60 arena.
- Clasificación del suelo según H.B.R.: A4.
- % de cemento según la clasificación H.B.R.: 10%

Una vez clasificado el suelo se determinó el porcentaje de cemento. Con esto se realizó nuevamente el ensayo de compactación y densidad:

- Densidad máxima [gr/cm<sup>3</sup>]: 1,85 g/cm<sup>3</sup>
- Humedad óptima [%]: 1,887%
- Retenido en el tamiz N°4 [%]: 0%
- Pasante tamiz N°270 [%]: 45%

Con estos datos se ingresó a la tabla 10 en donde se obtuvo la dosificación para elaborar los especímenes.

Material grueso(% retenido por el tamiz IRAM 4,75 mm)	Limo + Arcilla (% que pasa el tamiz IRAM 53 micrómetros)	Porcentaje de cemento a incorporar (en peso)					
		1,660 a 1,760	1,761 a 1,840	1,841 a 1,920	1,921 a 2,000	2,001 a 2,080	Más de 2,080
0-14	0-19	10	9	8	7	6	5
	20-39	9	8	7	7	5	5
	40-60	11	10	9	8	6	5
15-29	0-19	10	9	8	6	5	5
	20-39	9	8	7	6	6	5
	40-50	12	10	9	8	7	6
30-45	0-19	10	8	7	6	5	5
	20-39	11	9	8	7	6	5
	40-50	12	11	10	9	8	6

Tabla 10 Dosificación según VN-E20-66

Ingresando con las densidades máximas, % de retenido en el tamiz 4,75 mm y el % de pasante del tamiz de 53 micrómetros, se obtuvieron los siguientes porcentajes de cemento:

10 % en peso de cemento para la dosificación N°2.

9 % en peso de cemento para la dosificación N°3.

El cemento utilizado fue un CPC40 Holcim.

Una vez determinado el porcentaje de cemento se detallan las composiciones de la mezcla utilizada en la tabla 11.

Dosificación	% de suelo	% arena	% cemento
2	60	40	10
3	40	60	9

Tabla 11 Dosificaciones.

Desde ahora los bloques fabricados con su respectiva dosificación se nombrarán BD2 o BD3.

## 6. Actividades desarrolladas

### 6.1 Fabricación de los mampuestos.

Para a fabricación de los mampuestos se realizó el siguiente procedimiento:

- 1 Pulverizado del suelo, para lograr la homogeneidad.

La desterronadora se utilizó para lograr la homogeneidad del suelo.



Imagen 3 Desterronadora

- 3 Tamizado del suelo arenoso a través del tamiz 10, para obtener la granulometría adecuada.
- 4 Una vez preparados los materiales se realizó la dosificación de la mezcla.

5 Se preparó la mezcla con la dosificación establecida.



*Imagen 4 Homogeneización de la mezcla*

- 5 Se verificó la consistencia de la mezcla.



*Imagen 5 Control de consistencia de la mezcla*

- 6 Una vez obtenida la consistencia adecuada, se comenzó con la fabricación de los bloques.

Se llenó el molde de la máquina, se aplicó la fuerza de prensado y luego se desmoldó.

*Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto*



*Imagen 6 Prensado de bloque*



*Imagen 7 Desmolde de bloque*

- 7 El curado se realizó en la cámara del laboratorio, el ambiente se encontraba saturado y a una temperatura de 23°C.

8 Se realizaron los ensayos según normas IRAM 11561-4 a 14 y 28 días.

Para el ensayo de compresión se encabezó el bloque para lograr superficies perfectamente planas y perpendicular al eje del espécimen. Luego se realizó el ensayo de compresión en la prensa IBERTEST HIB 150.



*Imagen 8 Encabezado*



*Imagen 9 Prensa de ensayo*

Para el ensayo de absorción y Para el ensayo de absorción y densidad, se utilizó la balanza de Arquímedes y la balanza METTER TOLEDO con precisión de 0,1 gramo.

## 7. Resultados de ensayos sobre los mampuestos fabricados

Se fabricaron 9 mampuestos con la dosificación N°2 (BD2) y la dosificación N°3 (BD3).

### 7.1 Resultados a compresión de los BD2

Los resultados de los bloques BD2 se muestran en la tabla 12.

Identificación		días de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm <sup>2</sup> ]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
1.1	NE	14	249	124	75	308,76	34,30	1,11
1.2	NE	14	249	124	75	308,76	26,70	0,86
1.3	NE	14	249	125	76	311,25	30,10	0,97
1.4	NE	28	249	125	75	311,25	38,40	1,23
1.5	NE	28	250	124	75	310,00	36,70	1,18
1.6	NE	28	249	124	75	308,76	30,80	1,00

12 Resultados a la compresión.

En el grafico 4 se observa la variación de la resistencia.

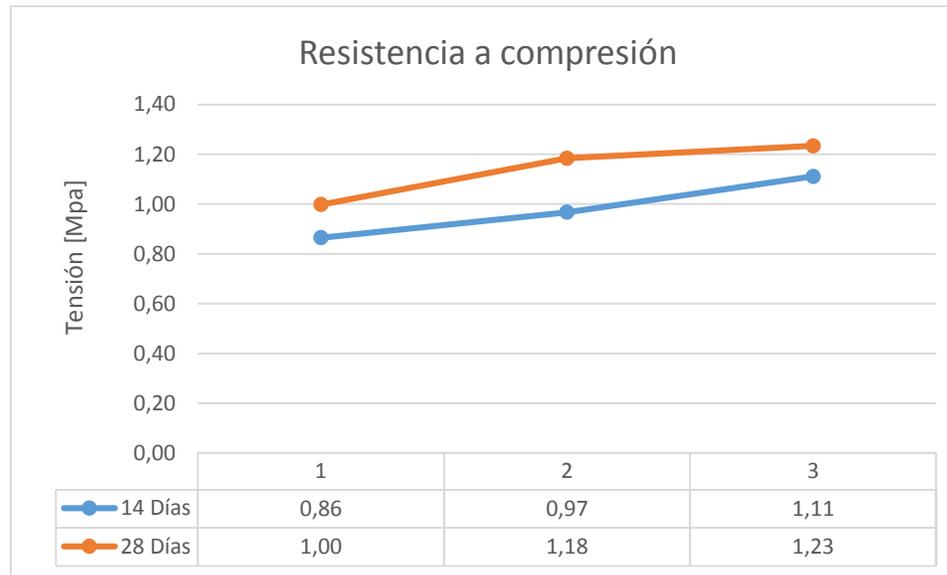


Grafico 4 Resistencia a compresión de los especímenes. Elaboración propia

## 7.2 Resultados de Absorción y Densidad de los bloques BD2.

Los resultados de los bloques BD2 se muestran en la tabla 13.

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
1.7	NE	2634,50	1360,00	2244,00	1760,69	17,40%	306,39
1.9	NE	2199,20	1295,70	1851,00	2048,70	18,81%	385,39
1.8	NE	2205,70	1315,50	2151,40	2416,76	2,52%	61,00

13 Resultados de absorción y densidad.

En los gráficos 5 y 6 se observan las variaciones de absorción respecto a las densidades.

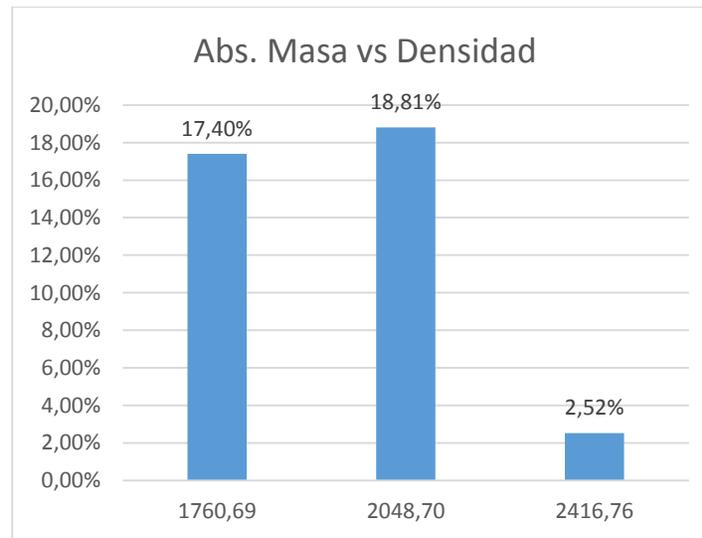
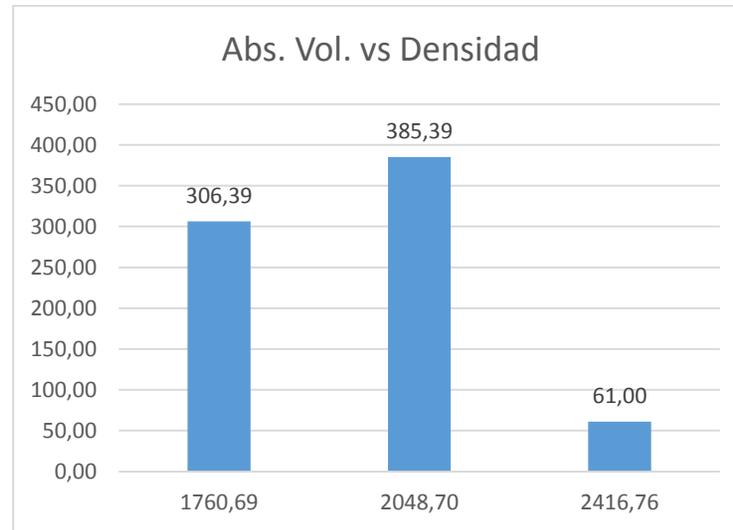


Gráfico 5 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. Elaboración propia

*Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto*



*Grafico 6 Variación de absorción en volumen respecto a la densidad. Elaboración propia*

### 7.3 Resultados a compresión de los bloques BD3.

Los resultados de los bloques BD3 se observan en la tabla 14.

Identificación		Edad de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm <sup>2</sup> ]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
2.1	NE	14	249	124	77	308,76	71,60	2,32
2.6	NE	14	249	124	76	308,76	73,70	2,39
2.7	NE	14	249	124	77	308,76	81,70	2,65
2.2	NE	28	249	125	77	311,25	135,20	4,34
2.5	NE	28	249	124	76	308,76	140,20	4,54
2.8	NE	28	249	124	75	308,76	160,80	5,21

Tabla 14 Resistencia a la compresión. Elaboración propia.

En el grafico 7 se observa la variación de la resistencia.

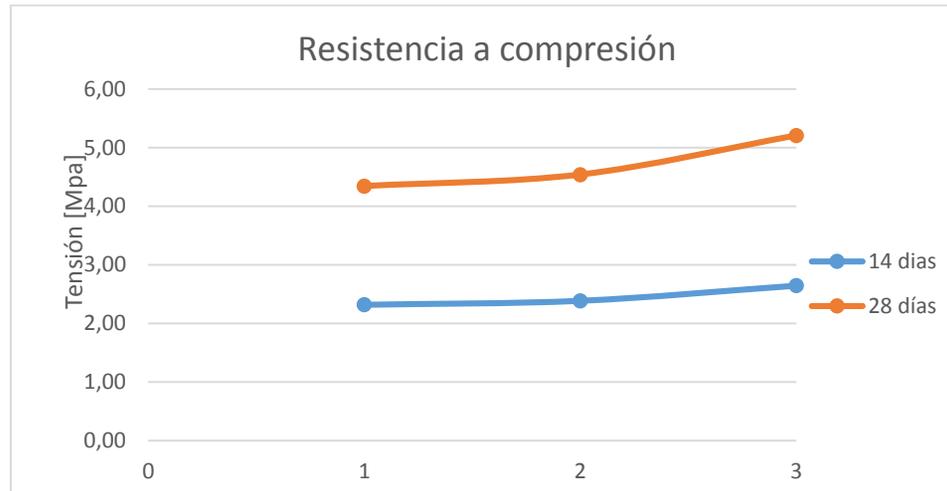


Grafico 7 Resistencia a la compresión. Elaboración propia

#### 7.4 Resultados de Absorción y Densidad de los bloques BD3.

Los resultados de los bloques BD3 se observan en la tabla 15.

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m3]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
2.9	NE	3857,00	1993,00	3361,00	1803,11	14,76%	266,09
2.4	NE	3587,00	1857,40	3129,40	1809,32	14,62%	264,57
2.3	NE	3132,70	1648,60	2740,80	1846,78	14,30%	264,07

Tabla 15 Resultados de absorción y densidad..

En los gráficos 8 y 9 se observan las variaciones de absorción respecto a las densidades.

Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto

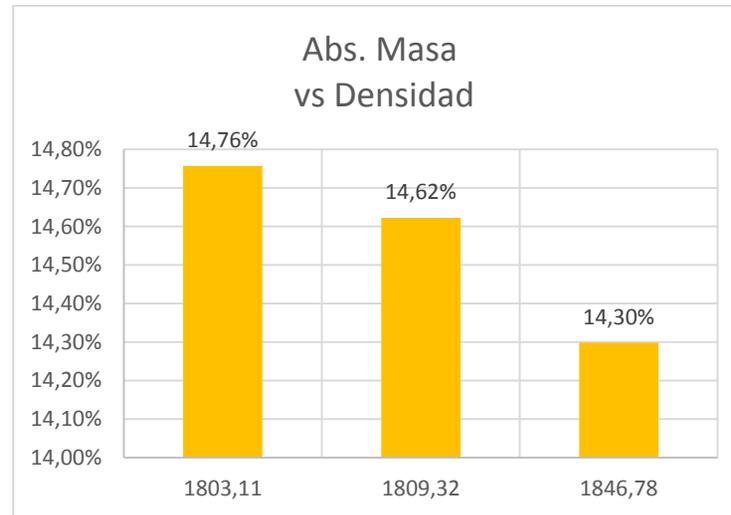


Grafico 8 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. Elaboración propia

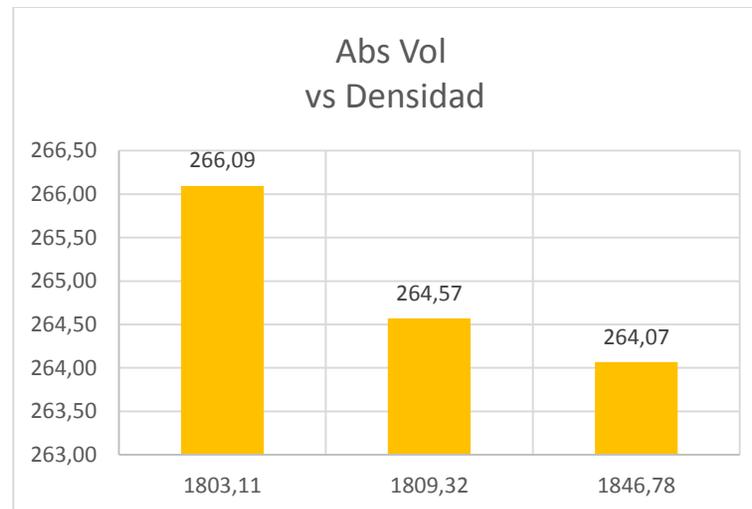


Grafico 9 Variación de absorción en volumen respecto a la densidad. Elaboración propia.

Una vez obtenidos los resultados de los bloques con sus respectivas dosificaciones, podemos concluir que los bloques BD2 no Cumplen con los requisitos. Por esto se decidió descartar la misma.

En cuanto la dosificación 3 la resistencia a compresión según CIRSOC se aproxima a los valores deseados.

Por otro lado según la clasificación IRAM establece las resistencias especificadas en la tabla 16.

Tipo de mampuesto	Resistencia en Mpa	
	Prom. 3 uni.	Individual
Bloque de H° portante	> 6	> 4
Bloque de H° NO portante	> 2,5	> 2

Tabla 16 Requisitos según norma IRAM.

Comparando los resultados obtenidos con la tabla 16, se clasificaría como un mampuesto no portante.

Se procedió a re-dosificar dosificación con un +2% de cemento portland.

Según lo expresado anteriormente se realizaron bloques nuevos con +2 % de cemento (11% de cemento), llamando a esta dosificación 3 bis (BD3bis).

### 7.5 Resultados a compresión los bloques BD3bis.

Los resultados de los bloques BD3bis muestran en la tabla 17.

Identificación		Edad de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm <sup>2</sup> ]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
3.5	NE	14	250	125	77	312,50	84,90	2,72
3.6	NE	14	250	125	76	312,50	104,40	3,34
3.2	NE	14	250	125	77	312,50	108,80	3,48
3.7	NE	28	250	125	76	312,50	166,50	5,33
3.8	NE	28	250	125	76	312,50	184,40	5,90
3.9	NE	28	250	125	76	312,50	194,90	6,24

Tabla 17 Resistencia a la compresión.

En el grafico 10 se observa la variación de la resistencia.

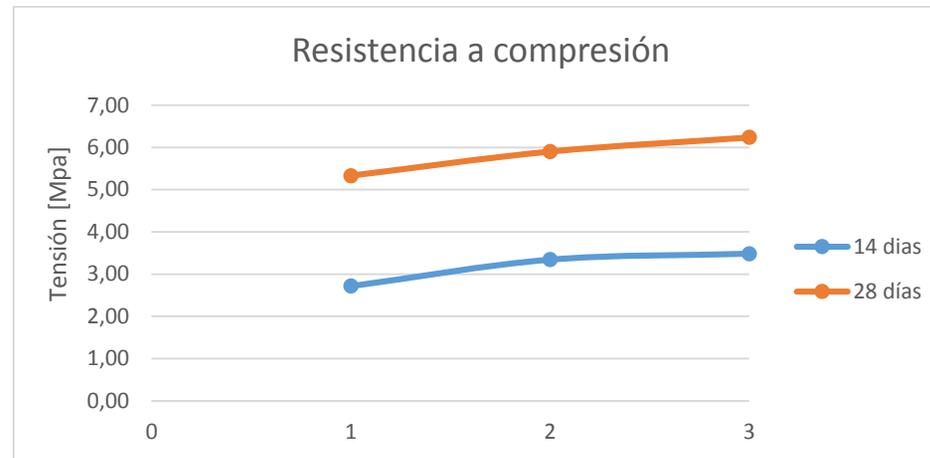


Grafico 10 Resistencia a la compresión.

### 7.6 Resultados de absorción y densidad de los bloques BD3bis.

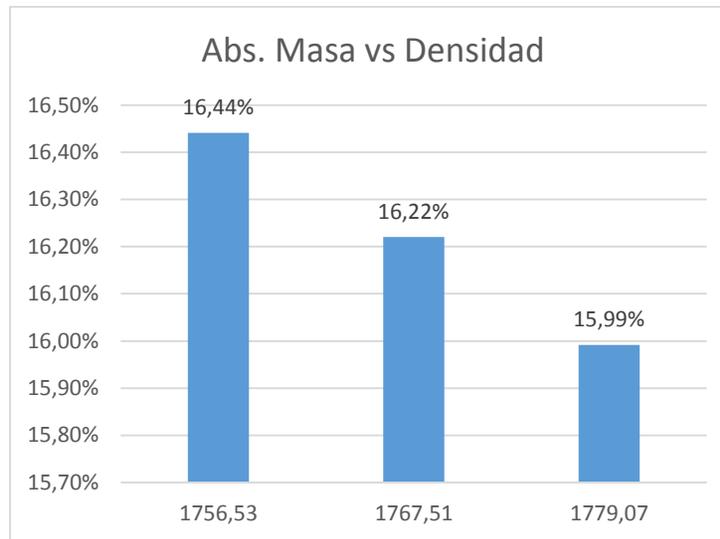
Los resultados de los bloques BD3bis se observan en la tabla 18.

Identificación	N° Lim	S/ solicitante	Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m3]	Absorción	
							Masa	Volumen
3.3	NE		2441,30	1247,70	2096,60	1756,53	16,44%	288,79
3.4	NE		2389,15	1226,10	2055,70	1767,51	16,22%	286,70
3.1	NE		2337,00	1204,50	2014,80	1779,07	15,99%	284,50

Tabla 18 Resultados de absorción y densidad.

En los gráficos 11 y 12 se observan las variaciones de absorción respecto a las densidades.

*Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto*



*Grafico 11 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad.*

Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto

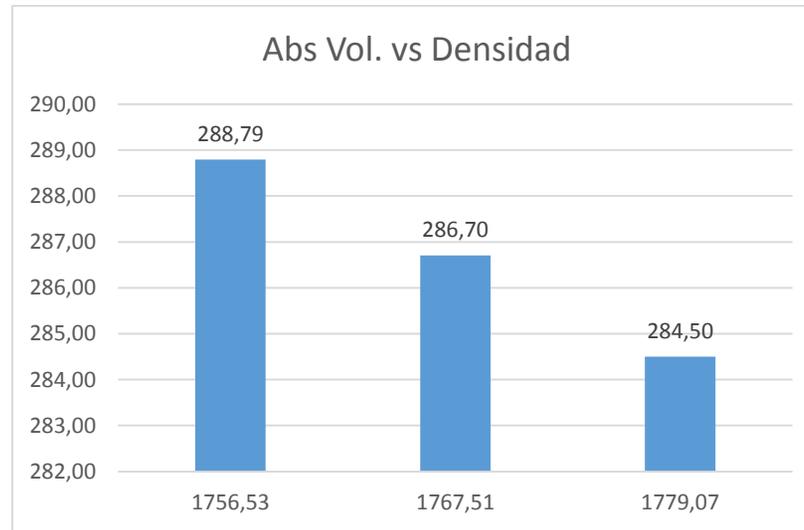


Grafico 12 Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad.

### 7.7 Resultados a compresión de los bloques patrón (BDP)

Se fabricaron 6 bloques con una dosificación patrón, la misma se realizó con arena Paraná, las características de esta se adjuntan en el anexo 1.

Para esta mezcla se utilizó 11 % de cemento.

Los resultados los bloques patrón se observan en la tabla 19.

Identificación		Edad de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm <sup>2</sup> ]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
4.1	NE	28	250	125	77	312,50	133,90	4,28
4.2	NE	28	250	125	76	312,50	154,00	4,93
4.3	NE	28	250	125	76	312,50	143,30	4,59

Tabla 19 Resistencia a la compresión.

En el grafico 13 se observa la variación de la resistencia.

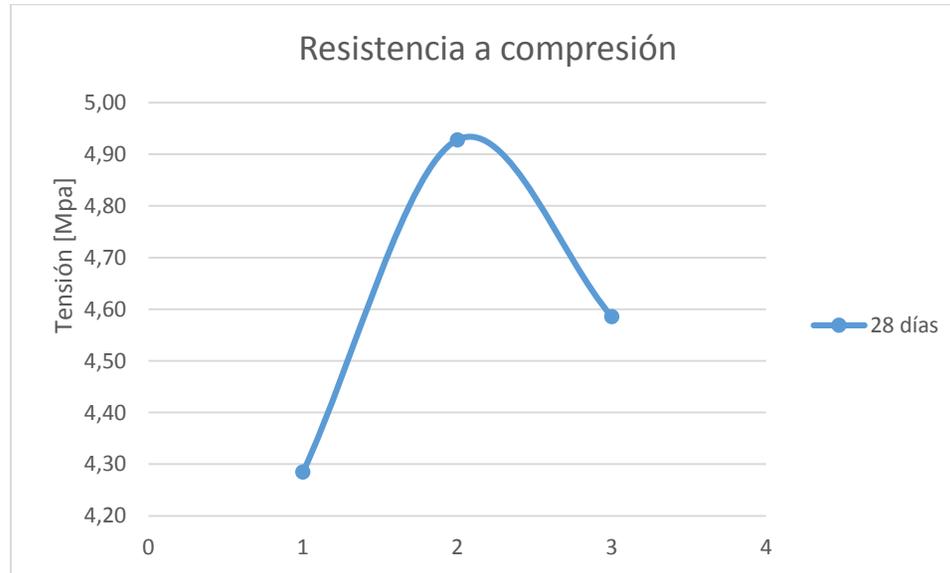


Grafico 13 Resistencia a la compresión.

### 7.8 Resultados de absorción y densidad los bloques patrón BDP.

Los resultados de los bloques patrón (BDP) se observan en la tabla 20.

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
4.5	NE	2862,40	1492,30	2497,80	1823,08	14,60%	266,11
4.4	NE	3363,00	1782,50	2978,80	1884,72	12,90%	243,09
4.6	NE	3254,00	1733,30	2888,70	1899,59	12,65%	240,22

Tabla 20 Resultados de absorción y densidad.

En los gráficos 14 y 15 se observan las variaciones de absorción respecto a las densidades.

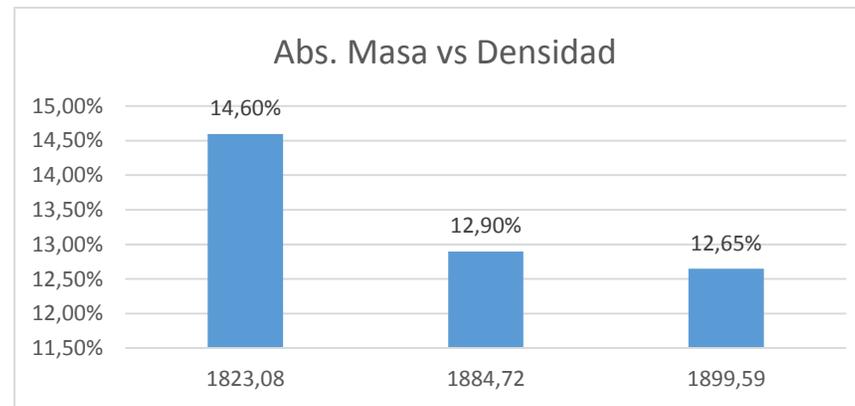


Gráfico 14 Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. Elaboración propia.

Caracterización de bloques de suelo cemento como mampuesto

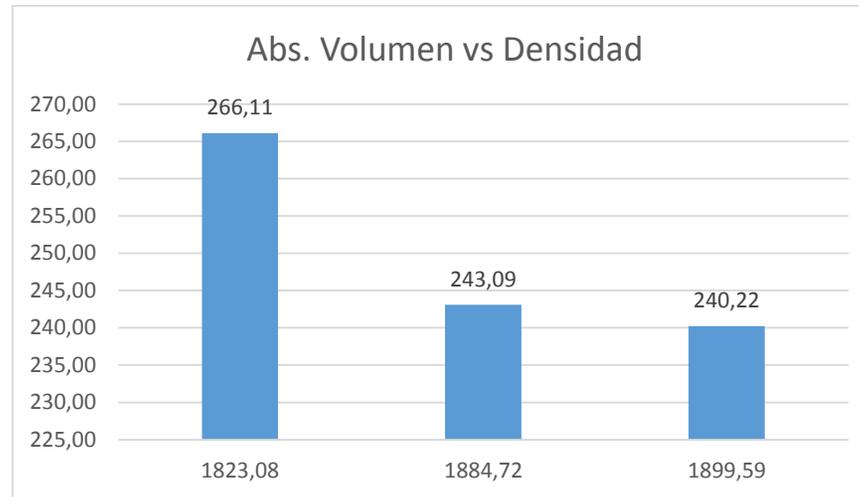


Grafico 15 Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad. Elaboración propia.

## **8. Conclusiones y Recomendaciones**

### ***8.1 Conclusiones***

Los bloques fabricados cumplieron con los requisitos especificados a compresión según IRAM para bloques NO portantes.

No cumplen con los requerimientos de absorción según IRAM.

Los Bloques cumplieron con los requisitos según CIRSOC como mampostería sismoresistente tipo III.

Se observa un leve incremento de resistencia a compresión de los bloques (BD3bis) respecto al patrón (BDP).

Se observó una superposición entre el reglamento CIRSOC y las normas IRAM.

### ***8.2 Recomendaciones***

Llevar este modelo a escala industrial.

Investigar la adición de cenizas volantes.

Incentivar a las industrias que realicen bloques con esta alternativa.

## Anexo I

En el grafico 16 se observa la granulometría de la arena Paraná.

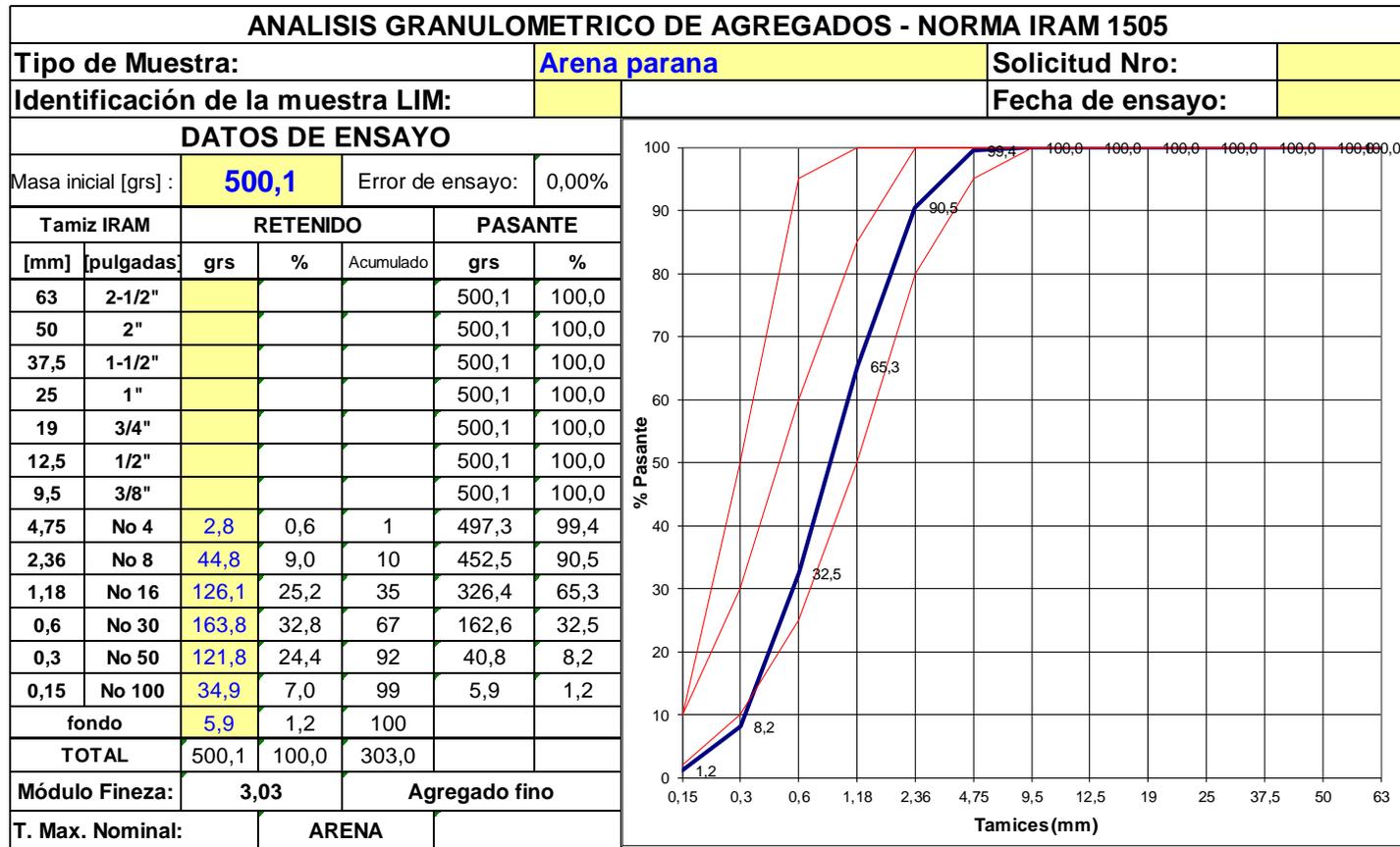


Grafico 16 Granulometría arena Paraná

## Bibliografía

- [1] Begliardo Hugo – Sánchez Mirta - Panigatti M. Cecilia – Casenave Silvia – Fornero Gerardo (2008). *“Ladrillos de suelo cemento elaborados con suelos superficiales y barros de excavación para pilotes”*.
- [2] Cecilio Acosta Valle (1999) *“Durabilidad en ladrillos prensados de suelo cemento”*
- [3] Depiante Paolo (2015) *“Informe técnico PS Desarrollo de bloques suelo cemento”*
- [4] Eithel Xavier Murillo Vázquez (2010). Estudio del comportamiento de las bases de pavimentos rígidos en la ciudad de Cuenca y su influencia en el diseño.
- [5] Gaitana Mariana P (2000); *“Ladrillos Ladrillos de suelo cemento: Mampuesto tradicional en base a un material sostenible”*.
- [6] Impres CIRSOC 103 tomo III
- [7] Impres CIRSOC 201
- [8] Instituto del cemento portland Argentino (2015), *“Artículo técnico Construcción suelo cemento”*
- [9] IRAM. Norma IRAM 11561-2 (1997). Bloques no portantes de hormigón.
- [10] IRAM. Norma IRAM 11561-3 (1997). Bloques portantes de hormigón.
- [11] IRAM. Norma IRAM 50001. CEMENTO
- [12] Kless Delia R., Natalini Mario B. (1999)
- [13] NORMAS DE VIALIDAD NACIONAL
- [14] Toraic Corral, José (2008). El suelo cemento como material de la construcción

