

APÉNDICES

Apéndice A Granulometría de la arena

Siguiendo la norma NTC – 3937 se tomaron 150 g de arena (ver Figura 6) como muestra para llevar a cabo la granulometría (ver Anexo 1, Tabla 1) teniendo en cuenta solo los tamices No 16, No 30, No 40, No 50 y No 100 definidos por la norma (ver Figura 7).

Figura 1. *Muestra de arena para la granulometría.*



Figura 2. *Tamices.*



La normativa 3937 especifica un rango de porcentajes que deben pasar por cada tamiz (ver tabla 2) con el fin de asegurarse de que la arena sea apta para el uso en la mezcla del mortero no estructural.

Tabla 1. *Granulometría*

Peso inicial (gr)		150				
TAMIZ	AVERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%ACUMULADO	% Pasa	
16	1.18	0	0.00	0.00	100.00	Cumple
30	0.6	1.04	0.69	0.69	99.31	Cumple
40	0.425	37.63	25.09	25.78	74.22	Cumple
50	0.3	66.92	44.61	70.39	29.61	Cumple
100	0.15	44.22	29.48	99.87	0.13	Cumple
BASE		0.00	0.00	99.87	0.00	
total		149.81				

Tabla 2. *Análisis Granulométrico NTC 3937*

Tamiz por el que pasa	Porcentaje que pasa a través del tamiz
1.18 mm (No. 16)	100%
600 µm (No. 30)	96% a 100%
425 µm (No. 40)	65% a 75%
300 µm (No. 50)	20% a 30%
150 µm (No. 100)	0% a 4%

Adaptado de la NTC 3937.

Tabla 3. *Verificación análisis granulométrico*

TAMIZ	AVERTURA	% Pasa	NTC 3937
No. 16	1.18 mm	100.00	Cumple
No. 30	600 µm	99.31	Cumple
No. 40	425 µm	74.22	Cumple
No. 50	300 µm	29.61	Cumple
No. 100	150 µm	0.13	Cumple

Apéndice B Determinación de la densidad y porcentaje de absorción de la arena.

2.1 Preparación de la muestra

Siguiendo la normativa NTC – 237, se extrajo 1 kg de arena (ver Anexo 2, Figura 1) para llevar a cabo la preparación de la muestra del primer ensayo con el propósito de obtener una muestra superficialmente seca. Para ello, se procedió a sumergir la muestra en agua durante 24 horas, una vez pasado el tiempo necesario se secó la muestra con el horno hasta conseguir la consistencia deseada, la cual se verificó mediante la prueba del cono (ver Anexo 2, Figura 2).

Figura 3. *Peso de la arena.*



Figura 4. *Cono de arena.*



La prueba del cono de arena consiste en tomar una porción de la muestra y aplicarla en 2 capas compactadas por 25 golpes dentro de un molde en forma de cono (ver Anexo 2, figura 3) una vez hecho esto se retira el molde y la forma de arena debe derrumbarse parcialmente lo

que implica que la muestra ya se encuentra en su estado superficialmente seca, de lo contrario si la muestra de arena conserva su forma de cono significa que aún no está lista y debe reincorporarse la porción de muestra extraída y seguir secando la muestra hasta que obtenga su estado superficialmente seco.

Figura 5. *Molde del cono de arena.*



2.2 Procedimiento

Con la muestra ya preparada en su estado superficialmente seco se pudo dar inicio al ensayo de gravedad específica este se realizó por medio de un picnómetro llenado parcialmente por agua al cual se le introdujeron 500gr de la muestra de arena superficialmente seca y se llenó de agua hasta el 90% de la capacidad del picnómetro, es importante tener en cuenta que se tomaron los pesos del picnómetro vacío y con la muestra sumergida (ver Anexo 2, figura 4).

Figura 6. *Picnómetro con muestra.*



Con el picnómetro listo, se procedió a realizar la extracción de los vacíos para obtener el volumen exacto de la muestra de arena sin espacios entre las partículas. La norma dictamina

que se debe hacer con diferentes movimientos manuales (rotación, agitar e invertir); En las instalaciones del laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas se cuenta con un extractor de vacíos una máquina que está compuesto por una bomba de vacíos, un filtro y un tubo de absorción que es capaz de realizar el proceso en cuestión, de forma más precisa y eficiente (ver Anexo 2, figura 5) por lo que este se realizó de forma mecánica y no manual.

Figura 7. *Maquina extractora de vacíos.*



Para obtener el peso de la muestra de arena sin vacíos se debía extraer la muestra del picnómetro evitando que entrara en contacto con el aire, para esto se usó una tara con agua en donde se introdujo la boca del picnómetro y se vertió todo su contenido creando un sello hermético natural con el agua (ver Anexo 2, figura 6) impidiendo el contacto con el aire, después de esto fue cuestión de introducir la tara con la muestra sumergida en el horno y esperar a que se seque completamente y este sería el peso de la muestra sin vacíos ni agua.

Figura 8. *Vertido del contenido del picnómetro en la tara.*



2.3 Resultados

Cuando ya se anotaron todos los datos fue posible realizar los cálculos de las densidades con el uso de las fórmulas descritas por la misma norma, esta etiqueta las variables con letras para diferenciar los valores durante los cálculos (ver Anexo 2, tabla 4)

Tabla 4. *Símbolos para cálculos*

Símbolo	Variable	valor de la variable
A	Masa de la muestra seca al horno (gr)	984.36
B	Masa del picnómetro aforado lleno de agua (gr)	3883
C	Masa total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)	4004
S	Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (gr)	1326
		1007.443

2.4 Cálculos.

Ya teniendo los valores asignados a los símbolos se pudo comenzar con los cálculos, es importante resaltar que la norma diferencia la densidad cuando la muestra se encuentra en su estado superficialmente seco y cuando está completamente seco sin vacíos por lo que propone dos ecuaciones en base a sus dos estados, teniendo eso en cuenta lo primero que se calculo fue la densidad relativa o gravedad específica con las siguientes formulas:

$$\text{Gravedad específica en base a la muestra seca (SH)} = \frac{A}{(B + S) - C}$$

$$\text{Gravedad específica en base a la muestra seca (SH)} = \frac{984.36}{(3883 + 1326) - 4004} = 0.816$$

Gravedad específica en base a la muestra superficialmente seca (SSS)

$$= \frac{S}{(B + S - C)}$$

$$\text{Gravedad específica en base a la muestra superficialmente seca (SSS)} = \frac{1326}{(3883 + 1326 - 4004)} = 1.1$$

Lo siguiente a este cálculo fue calcular la densidad de la muestra también teniendo en cuenta la diferencia en cálculos para los dos estados de la muestra, esto se realizó con las siguientes formulas:

$$\text{Densidad en base a la muestra seca (SH)} = \frac{997.5 * A}{(B + S) - C}$$

$$\begin{aligned} \text{Densidad en base a la muestra seca (SH)} &= \frac{997.5 * 984.36}{(3883 + 1326) - 4004} \\ &= 814.854 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Densidad en base a la muestra superficialmente seca (SSS)} = \frac{997.5 * S}{(B + S - C)}$$

$$\begin{aligned} \text{Densidad en base a la muestra superficialmente seca (SSS)} &= \frac{997.5 * 1326}{(3883 + 1326 - 4004)} \\ &= 1097.66 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Por último, se hizo el cálculo del porcentaje de absorción que tenía la arena este será el mismo en cualquier estado de la arena por lo tanto la norma solo propone una ecuación para estar variable:

$$\% \text{absorción} = \frac{S - A}{A} * 100$$

$$\% \text{absorción} = \frac{1007.443 - 984.36}{984.36} * 100 = 2.345\%$$

Apéndice C Densidad suelta y compacta.

3.1 Preparación de la muestra

Siguiendo el procedimiento de la normativa ASTM C29 se realizó ensayo de densidad aparente suelta y compacta, para esto se llevó a cabo una serie de mediciones para determinar cuánto agregado fino cabía en un recipiente con un volumen específico (ver Anexo 3, Figura 7).

Figura 9. *Recipiente vacío.*



Primero, se empleó el método de caída libre para obtener la densidad aparente suelta, se comenzó vertiendo la cantidad adecuada de material en el recipiente a una distancia establecida aproximadamente 8 cm hasta alcanzar un tercio de su capacidad, este proceso se repitió con las siguientes dos capas hasta llenar completamente el recipiente (ver Anexo 3, Figura 8). Finalmente, se niveló la superficie del agregado para eliminar cualquier depresión o irregularidad (ver Anexo 3, figura 9)

Figura 10. *Recipiente lleno.*



Figura 11. *Recipiente nivelado.*



Para hallar el volumen del recipiente se realizaron 3 mediciones con el fin de hallar el volumen promedio (ver Tabla 5), lo mismo se realizó con la muestra en caída libre con la cual también se realizó tres veces el recipiente con el fin de hallar un peso promedio de la muestra que cabe dentro del recipiente y determinar la densidad aparente suelta (ver Tabla 6)

Tabla 5. *Volumen del recipiente.*

Espécimen	Diámetro (cm)	Altura molde (cm)	V _m (cm ³)
1	15.20	11.80	2141.21
2	15.20	11.70	2123.06
3	15.20	11.60	2104.92
Σ _{prom}	15.20	11.70	2123.06

Tabla 6. *Densidad aparente suelta.*

Espécimen	Peso (gr)	Peso molde (gr)	Peso muestra (gr)	Densidad real (gr/cm ³)
1	8873	5754	3119	1.47

2	8825	5754	3071	1.45
3	8836	5754	3082	1.45
Σ_{prom}	8844.67	5754.00	3090.67	1.46

Luego se empleó el mismo método de caída libre con la diferencia de que se aplicaron 25 golpes uniformes con una varilla sobre toda la superficie de la capa. Este proceso se repitió con las siguientes dos capas hasta llenar completamente el recipiente. Finalmente, se niveló la superficie del agregado para eliminar cualquier depresión o irregularidad (ver Figura 14).

Figura 12. *Muestra compactada y nivelada.*



Luego, se compactó otra muestra de suelo en el mismo cilindro utilizando una presión estándar y se midió la cantidad de suelo que entraba en ese mismo volumen, lo que proporcionó la densidad aparente compacta (ver tabla 7).

Tabla 7. *Densidad compacta.*

Espécimen	Peso (gr)	Peso molde (gr)	Peso muestra (gr)	Densidad compactada (gr/cm ³)
1	9149	5754	3395	1.60
2	9157	5754	3403	1.60
3	9462	5754	3708	1.75
Σ_{prom}	9256.0	5754.00	3502.00	1.65

Apéndice D Determinación de la densidad del cemento con el método de Le Chatelier.

4.1 Procedimiento

Siguiendo la NTC 221 para la determinación de la densidad del cemento se utilizó un frasco de Le Chatelier limpio y completamente seca. Se verificó que el cuello de la botella estuviera intacto (ver figura 22).

Figura 13. *Frasco de Le Chatelier.*



A continuación, se utilizó aceite mineral (ver figura 23) en reemplazo del kerosene, este cumple con los parámetros de densidad establecidos en la norma que menciona que el kerosene puede ser sustituido por una sustancia con una densidad mayor a 0.73 g/cm^3 en el caso del aceite mineral este cuenta con una densidad de 0.8 g/cm^3 , se llenó el frasco con el aceite mineral hasta un punto situado entre las marcas 0 ml y 1 ml (ver figura 24) y se registró su peso con una balanza (ver figura 25).

Figura 14. *Aceite mineral.*



Figura 15. Marca entre los 0 ml y 1 ml.



Figura 16. Peso del frasco con el aceite.



A continuación, se sumerge el frasco con aceite mineral (ver figura 26) en un baño con temperaturas constantes esto mediante el baño de maría (ver figura 27), esto con el fin de evitar

variaciones de temperatura mayores a 0.2°C del frasco entre la lectura inicial y final (ver figura 28).

Figura 17. Frasco de Le Chatelier sumergido en el baño de maría.



Figura 18. Baño de maría.



Figura 19. Lectura inicial.



Después de tomar la lectura inicial, se pesaron 65 gramos de cemento Portland en óptimas condiciones, con la ayuda de un embudo (ver figura 29), se agregó el cemento lentamente al frasco, procurando no derramar ni generar compactación (ver figura 30) y se registró el peso del frasco con la muestra incluida. (ver figura 31)

Figura 20. *Peso de la muestra de cemento.*



Figura 21. incorporación del cemento al frasco mediante un embudo.



Figura 22. *Peso del frasco con el cemento.*



Para asegurar que el aire presente entre las partículas de la muestra cementante no afectara la lectura final se agito suavemente el frasco (ver figura 32), luego se sumerge nuevamente en el baño de maría hasta obtener la temperatura de la lectura inicial y se registra la lectura final (ver figura 33).

Figura 23. *Eliminación de partículas de aire.*



Figura 24. *Lectura final.*



4.2 Cálculos.

Una vez tomados todos los datos estos se registraron (ver Anexo 4, tabla 8) dando si paso al cálculo de la densidad del cemento y la densidad relativa.

Teniendo en cuenta que la diferencia entre la lectura inicial y final representa el volumen de la masa desplazada por el material cementante es posible calcular la densidad del cemento.

$$\text{Volumen desplazado} = V_f - V_i$$

$$\text{Volumen desplazado (V)} = 24 - 0.5 = 23.5 \text{ cm}^3$$

$$\text{Densidad del cemento} = \frac{M \text{ (gr)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}}$$

$$\text{Densidad del cemento} = \frac{65}{23.5} = 2.77 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

Una vez se obtiene la densidad del cemento es posible calcular la densidad relativa teniendo en cuenta que esta depende de la densidad del cemento y del agua.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad del cemento}}{\text{Densidad del agua}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{2.77}{1} = 2.77$$

Tabla 8. *Tabla de datos Le Chatelier*

Símbolo	Variable	valor de la variable
V_i	Volumen inicial (ml)	0.5
V_f	Volumen final (ml)	24
M	Masa del cemento (gr)	65
M_a	Masa del frasco con aceite mineral (gr)	366
M_c	Masa del frasco con aceite mineral y cemento (gr)	436
γ_a	Densidad del agua (g/cm ³)	1

Apéndice E Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm

5.1 Preparación de los materiales y moldes

Siguiendo la NTC – 220, se preparó la arena gradada con los requisitos especificados en la NTC – 3937 y se constató que los moldes presentes en los laboratorios cumplieran con los requisitos de planicidad en sus lados y en la base presentes en la NTC- 220 (ver Anexo 5, tabla 6).

Tabla 9. *Variaciones permisibles de los moldes de los especímenes.*

Parámetro	Cubos de 50,8 mm		Cubos de 50 mm	
	Moldes nuevos	Moldes en uso	Moldes nuevos	Moldes en uso
Planicie de los lados	< 0,025 mm	< 0.05 mm	< 0,025 mm	< 0.05 mm
Distancia entre los lados opuestos	50,8 mm ± 0,13 mm	50,8 mm ± 0,50 mm	50 mm ± 0,13 mm	50 mm ± 0,50 mm
Altura de cada compartimiento	50,8 mm + 0,25 mm a - 0,13 mm	50,8 mm + 0,25 mm a - 0,38 mm	50 mm + 0,25 mm a - 0,13 mm	50 mm + 0,25 mm a - 0,38 mm
Angulo entre caras adyacentes	90° ± 0,5°	90° ± 0,5°	90° ± 0,5°	90° ± 0,5°

Adaptado de la NTC – 220

5.2 Preparación de los morteros base

Una vez preparados todos los materiales y herramientas para hacer los cubos de mortero tipo S fue posible pasar a realizar las dosificaciones, la norma propone que para hacer un mortero tipo S se pueden usar 2,75 partes de arena normalizada por cada parte de cemento que se agregue a la mezcla y un coeficiente de 0,485 para la relación agua/cemento; conociendo estos datos la misma norma proporciona una tabla de dosificaciones para la preparación de 6 o 9 cubos dependiendo de la necesidad del ensayo y capacidad de los materiales (ver Anexo 5, tabla 7)

Tabla 10. Dosificaciones para cubos de mortero tipo S.

Material	6 cubos	9 cubos
Cemento, g	500	740
Arena, g	1375	2035
Agua, ml	242	359
- Portland (0,485)	230	340
- Portland con aire incorporado (0,460)	-	-
Otro (fluidez 110 ± 5)		

Adaptado de la NTC – 220 [1]

Siguiendo los datos de la tabla se realizó la dosificación para 3 cubos los cuales se utilizarán para realizar una muestra base de mortero tipo S, teniendo en cuenta que la dosificación usada entra en el rango tanto de mortero tipo S como M (ver Anexo 5, tabla 8)

Tabla 11. Clasificación de los morteros de pega por propiedad o porción.

Mortero tipo	Especificación de los morteros por propiedad ⁽¹⁾			Especificación de los morteros por proporción				
	Resistencia mínima a la compresión f'_{cp} (MPa) ⁽²⁾	Flujo en (%) ⁽³⁾	Retención mínima de agua	Cemento Portland	Cal hidratada ⁽⁴⁾	Cemento para mampostería ⁽⁷⁾	Arena/Material Cementante ⁽⁵⁾	
							Min.	Máx.
H	22.5	115-125	75%	1	0.25	no aplica	2.00	2.5
M	17.5	115-125	75%	1	0.25	no aplica	2.25	3.0
				1	no aplica	1	2.25	2.5
S	17.5	115-125	75%	1	0.25 a 0.50	no aplica	2.50	3.5
				0.5	no aplica	1	2.50	3.0
N ⁽⁶⁾	17.5	115-125	75%	1	0.5 a 1.25	no aplica	3.00	4.5
				0	no aplica	1	3.00	4.0

Notas:

- 1) Solo para el diseño de mezclas de morteros en laboratorio, con base en los materiales que van a ser utilizados en obra. El control de morteros en obra se debe realizar de acuerdo con la norma NTC 3546 (ASTM C780).
- 2) Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de 50 mm de lado.
- 3) Ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91).
- 4) Se puede utilizar cal hidratada en polvo tipo N o S.
- 5) Para este cálculo no se incluye como cemento una combinación.
- 6) El mortero tipo N solo se permite si se demuestra una disipación mínima de energía en el rango inelástico (DMI).

- 7) El tipo de cemento para mampostería (M, S o N) será el mismo que el tipo de mortero de pega.

Adaptado del título D de la NSR 10 [74].

Para la elaboración de los cubos se utilizaron 3 moldes 2 de acero y uno de cobre (ver figura 18) el procedimiento determinado en la norma NTC – 220 la cual especifica que el molde de mortero debe llenarse con 2 capas de la muestra cada una compactada con 32 golpes manuales dados con el compactador (ver figura 19), con el fin de que el cubo de mortero tipo S este bien compactado y no posea vacíos en su interior que afectarían la resistencia que este posea. Los especímenes permanecieron aproximadamente 24 horas encofrados en los moldes en un cuarto cerrado a temperatura ambiente realizando su proceso de fraguado, después de transcurrido este tiempo fueron desencofrados para ser llevados a una pila de agua permitiendo iniciar el proceso de curado, allí permanecían almacenados hasta el día en que se realizará la falla, según como correspondiera en los días 7, 14 y 28 respecto al día de su encofrado (ver figura 20).

Figura 25. *Moldes para la elaboración de los cubos de mortero.*



Figura 26. *Procedimiento de compactación en la NTC – 220.*

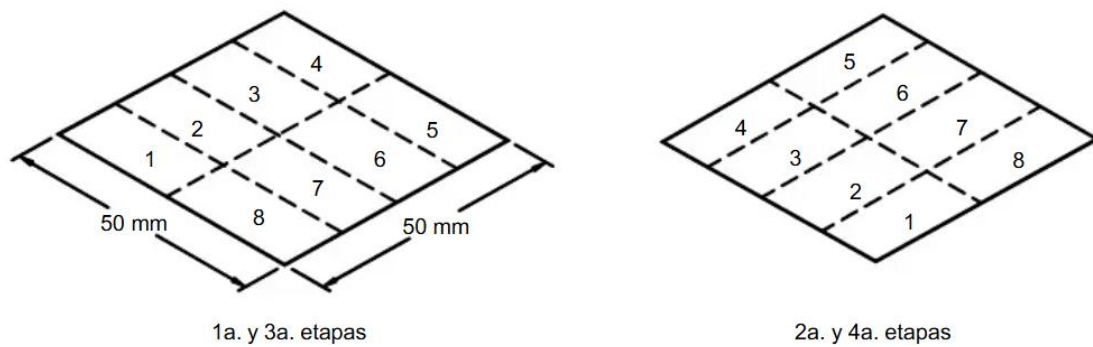


Figura 27. *Almacenamiento de los cubos de mortero.*



Para obtener la resistencia a la compresión que presenten, se usó la máquina hidráulica de compresión del laboratorio con un aditamento especial para realizar la falla del cubo (ver figura 15), esta misma proporciona los datos de la densidad, carga aplicada, resistencia obtenida y tiempo transcurrido.

Figura 28. *Máquina hidráulica de compresión adaptada para el fallo de cubos*



Los datos obtenidos de estas muestras corresponden al trabajo realizado con tres grupos de tres cubos cada uno, con lo que se logró obtener la información de referencia para los ensayos posteriores. (ver tabla 12).

Apéndice F Preparación de los morteros alterados.

6.1 Dosificación de los cubos de mortero alterados

A continuación, siguiendo el mismo procedimiento que los cubos de mortero tipo S sin ninguna alteración se propusieron 15 mezclas alteradas con diferentes porcentajes de reemplazo del material cementante y del material fino, por las cascarillas de arroz carbonizada (ver Anexo 6, figura 25) y la cáscara de huevo triturada (ver Anexo 6, figura 26) y más adelante también se usaría la cascara de pulverizada (ver Anexo 6, figura 27). Se planteo usar la cascarilla carbonizada de arroz como sustituto parcial del material cementante y la cascarilla de huevo triturada como sustituto parcial del agregado fino, se propusieron 15 dosificaciones distintas (ver Anexo 6, tabla 10) variando en los porcentajes de sustitución (ver Anexo 6 tabla 9) con el fin de evaluar el comportamiento de la mezcla de mortero.

Tabla 12. *Dosificaciones de las mezclas de mortero alteradas (en porcentaje)*

Muestra	A/C	%C_Arroz	%C_Huevo
1	0.485	5%	5%
2	0.485	15%	5%
3	0.485	15%	15%
4	0.485	10%	10%
5	0.485	2.93%	10%
6	0.485	17.07%	10%
7	0.485	10%	2.93%
8	0.485	10%	17.07%
9	0.485	5%	15.00%
10	0.485	0%	5.00%
11	0.485	0%	10.00%
12	0.485	0%	15.00%
13	0.485	0%	20.00%
14	0.485	5%	0.00%
15	0.485	10%	0.00%

Tabla 13. *Cantidades de las dosificaciones.*

Muestra	%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Huevo [g]	Cemento - %C_Arroz [g]	Agua [g]
1	10.91	30.00	570.00	207.27	105.82
2	32.73	30.00	570.00	185.45	105.82
3	32.73	90.00	510.00	185.45	105.82
4	21.82	60.00	540.00	196.36	105.82
5	6.39	60.00	540.00	211.79	105.82
6	37.25	60.00	540.00	180.94	105.82

Muestra	%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Huevo [g]	Cemento - %C_Arroz [g]	Agua [g]
7	21.82	17.57	582.43	196.36	105.82
8	21.82	102.43	497.57	196.36	105.82
9	0.00	30.00	570.00	218.18	105.82
10	0.00	60.00	540.00	218.18	105.82
11	0.00	90.00	510.00	218.18	105.82
12	0.00	120.00	480.00	218.18	105.82
13	10.91	0.00	600.00	207.27	105.82
14	21.82	0.00	600.00	196.36	105.82
15	10.91	90.00	510.00	207.27	105.82

Figura 29. *Cascarilla de arroz.*



Figura 30. *Cascara de huevo triturada.*



Figura 31. *Cascara de huevo pulverizada*



6.2 Preparación de los cubos de mortero alterados

Para la producción de la mezcla de mortero se usaron las cantidades descritas para realizar dosificaciones óptimas, estas fueron pesadas con una balanza de alta precisión, además se combinaron todos sus componentes con la ayuda de una mezcladora industrial (ver Anexo 6, figura 28), lo anterior con el fin de tener una mezcla lo más homogénea posible y poder fundir correctamente los cubos de mortero (ver Anexo 6, figura 29).

Figura 32. *Balanza y mezcladora*



Figura 33. *Mezcla y fundida de los cubos de mortero.*



Los cubos de mortero alterados al igual que los cubos que no cuentan con residuos agroindustriales permanecieron aproximadamente 24 horas encofrados en los moldes, todos en el mismo ambiente y siguiendo el mismo proceso que se llevó previamente. (ver Anexo 6, figura 30)

Figura 34. *Fraguado y curado de los cubos del primer.*



Apéndice G Replicación de las dosificaciones con mejores resultados.

En este proyecto se llevaron a cabo diversas dosificaciones para medir el efecto de la inclusión de desechos agroindustriales en el mortero de tipo S. Las dosificaciones se crearon de manera estratégica para investigar cómo diversas mezclas y porcentajes de cáscara de huevo y carbón de arroz influyen en las características del mortero. Se establecieron cuatro hipótesis donde le damos usos diferentes a los residuos orgánicos según su composición y como estos podrían ser aprovechados. Teniendo en cuenta que se emplea tanto la cáscara de huevo triturada como pulverizada por su elevado contenido de carbonato de calcio, comparable al cemento. El volumen y la estabilidad mecánica se incrementan con la versión triturada, mientras que la versión pulverizada ofrece una superficie de reacción más amplia, potenciando la cohesión y la resistencia del mortero [76]. Estas propiedades posibilitan su utilización como reemplazo parcial, fomentando la sostenibilidad del material. Además, considerando la relación costo-beneficio, se opta por utilizar cascarilla de arroz parcialmente calcinada ($< 500\text{ }^{\circ}\text{C}$), con la que se obtiene un material con propiedades puzolánicas moderadas, pero suficientes para aplicaciones no estructurales o mezclas con otros materiales cementantes [71].

Hipótesis A: La intención es mejorar la manejabilidad y estabilidad del mortero al reemplazar el carbono de arroz por cemento y utilizar huevo triturado en vez de arena. La cáscara de huevo, abundante en carbonato cálcico, tiene el potencial de aumentar la resistencia estructural, mientras que el carbón de arroz, por su alto contenido de sílice, aspira a tener un impacto positivo en la adhesión interna de la mezcla, con esta hipótesis se llevó a cabo el sondeo inicial.

Hipótesis B: Reemplazar el huevo pulverizado por cemento y el carbón de arroz por arena podría potenciar la cohesión del mortero gracias a la mayor superficie reactiva del huevo triturado, y favorecer la sostenibilidad del procedimiento.

Hipótesis C: El objetivo es equilibrar el volumen y la reactividad química al sustituir la cáscara de huevo pulverizada por arena y el carbón de arroz por cemento. La pulverización de

la cáscara mejora su relación con el cemento, al tiempo que se explora la capacidad del carbón de arroz para incrementar la durabilidad.

Hipótesis D: Se propone que reemplazar parcialmente el cemento por un 1.83% de carbón de arroz, además de varios porcentajes de cáscara de huevo triturada, proporcionará incrementos en la resistencia del mortero, fundamentados en la reactividad química del huevo y las ventajas ambientales del carbón de arroz.

Estas hipótesis buscan descubrir estructuras que mejoren las características mecánicas del mortero, al mismo tiempo que se fomenta el reaprovechamiento de materiales y se disminuye el efecto en el medio ambiente. La atención se basa en las estructuras químicas del carbonato de calcio presente en la cáscara de huevo y la sílice del carbón de arroz, persiguiendo innovación y sostenibilidad en el sector de la construcción. Los porcentajes de cada hipótesis se seleccionaron basándonos en investigaciones previas [74, 75, 76]. Además del sondeo realizado anteriormente donde se seleccionaron las mejores dosificaciones.

7.1 Hipótesis A

Luego de obtener los primeros resultados se seleccionaron las dosificaciones optimas que registraron la mayor resistencia a compresión del mortero (ver Anexo 7, tabla 11) y se realizaron 6 cubos más con cada mezcla etiquetando este grupo de cubos como “hipótesis A” con el fin de medir la precisión y exactitud de los resultados, además de esta hipótesis se plantearon 3 más con las mismas cantidades de cubos (ver Anexo 7, tabla 12), pero diferentes dosificaciones de mezcla. Estas hipótesis se realizaron con el fin de obtener más datos para un futuro análisis repitiendo el mismo procedimiento anterior.

Tabla 14. *Dosificaciones hipótesis A.*

No de Muestra	A/C	C_Arroz	C_Huevo
#9	0.485	0%	5%
#10	0.485	0%	10%
#11	0.485	0%	15%
#15	0.485	5%	15%

Tabla 15. *Cantidades dosificaciones hipótesis A.*

%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Huevo [g]	Cemento - %C_Arroz [g]	Agua [g]
0.00	60.00	1140.00	436.4	212
0.00	120.00	1080.00	436.4	212
0.00	180.00	1020.00	436.4	212
21.82	180.00	1020.00	414.5	212

7.2 Hipótesis B

El segundo grupo de dosificaciones para los cubos fue marcado como “hipótesis B” este se caracterizó por tener invertidas las sustituciones, esto significa que la cascarilla de arroz reemplaza a la arena mientras que la cascara de huevo reemplaza al material cementante y además se pulverizo la cascara de huevo ya que estas al ser pulverizadas liberan carbonato de calcio (CaCO_3) que puede servir como sustituto del material cementante (ver Anexo 7, tabla 13), se realizaron 7 dosificaciones para dicha hipótesis cada una con 9 cubos (ver Anexo 7, tabla 14) y de esta forma fallar 3 de ellos en cada día de ensayo. Estas pruebas se realizaron con el fin de responder a la pregunta ¿Qué pasaría si invertimos los valores de las dosificaciones?

Tabla 16. *Dosificaciones hipótesis B.*

No de Muestra	A/C	C_Arroz	C_Huevo
#1	0.485	0%	5%
#2	0.485	0%	10%
#3	0.485	0%	15%
#4	0.485	0%	20%
#5	0.485	0%	25%
#6	0.485	0%	30%
#7	0.485	1.83%	0%

Tabla 17. *Cantidades dosificaciones hipótesis B.*

No Muestra	%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Arroz [g]	Cemento - %C_Huevo [g]	Agua [g]
1	0.00	21.8	1200.00	414.5	212
2	0.00	43.6	1200.00	392.7	212
3	0.00	65.5	1200.00	370.9	212
4	0.00	87.3	1200.00	349.1	212
5	0.00	109.1	1200.00	327.3	212

No Muestra	%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Arroz [g]	Cemento - %C_Huevo [g]	Agua [g]
6	0.00	130.9	1200.00	305.5	212
7	22.00	0.0	1178.00	436.4	212

7.3 Hipótesis C

El siguiente grupo de dosificaciones se hizo con el mismo orden de sustitución que el primer grupo la cascarilla de arroz reemplaza al material cementante y la cascara de huevo reemplazan al material fino del mortero, esta teoría se realizó con el fin de observar cómo afecta la pulverización de las cascaras de huevo en las dosificaciones originales, como ya se había dicho al pulverizarlas se libera el carbonato de calcio por lo tanto el fin de hacer estas dosificaciones es ver cómo afecta este carbonato de calcio a las dosificaciones iniciales con las mejores propiedades físico-mecánicas (ver Anexo 7, tabla 15). Estas dosificaciones se hicieron con las cantidades para cumplir con los 9 cubos de mortero para producir la misma cantidad de resultados que las anteriores hipótesis y poder realizar los mismos análisis en dichos resultados. (ver Anexo 7, tabla 16)

Tabla 18. Dosificaciones hipótesis C.

No Muestra	A/C	C_Arroz	C_Huevo
#1	0.485	0%	5%
#2	0.485	0%	10%
#3	0.485	0%	15%
#4	0.485	5%	0%
#5	0.485	10%	0%

Tabla 19. Cantidades de dosificaciones hipótesis C.

No Muestra	%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Huevo [g]	Cemento - %C_Arroz [g]	Agua [g]
#1	0.00	60.0	1140.00	436.4	212
#2	0.00	120.0	1080.00	436.4	212
#3	0.00	180.0	1020.00	436.4	212
#4	21.82	0.0	1200.00	414.5	212
#5	43.64	0.0	1200.00	392.7	212

7.4 Hipótesis D

Este fue el último grupo de cubos que se realizaron, las dosificaciones de este grupo son la combinación de ambas sustituciones en cada cubo, es decir que en cada mezcla de mortero se hace la sustitución con cascarilla de arroz y con cascara de huevo variando en los porcentajes de sustitución entre cada cubo, esta teoría se realizó con el fin de observar cómo actúa la cascarilla de huevo procesada con la cascarilla de arroz caolinizada (ver Anexo, tabla 17). Las cantidades de las dosificaciones están hechas con el mismo objetivo que las anteriores hipótesis, conseguir las suficientes muestras para poder analizar y comparar los resultados de las hipótesis. (ver Anexo 7, tabla 18)

Tabla 20. *Dosificaciones hipótesis D.*

No de Muestra	A/C	C_Arroz	C_Huevo
#1	0.485	1.83%	5%
#2	0.485	1.83%	10%
#3	0.485	1.83%	15%
#4	0.485	1.83%	20%
#5	0.485	1.83%	25%

Tabla 21. *Cantidades de dosificaciones hipótesis D.*

No Muestra	%C_Arroz [g]	%C_Huevo [g]	Arena - %C_Arroz [g]	Cemento - %C_Huevo [g]	Agua [g]
#1	22.00	21.8	1178.00	414.5	212
#2	22.00	43.6	1178.00	392.7	212
#3	22.00	65.5	1178.00	370.9	212
#4	22.00	87.3	1178.00	349.1	212
#5	22.00	109.1	1178.00	327.3	212

Apéndice H Análisis estadístico de resultados de las hipótesis.

8.1 Hipótesis A

Tabla 22. *Análisis de la varianza de la hipótesis A muestra #9.*

	7 días	14 días	28 días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	11.94	17.24	18.25
Mediana	12.35	17.15	17.74
Rango	2.72	2.5	3.5
Varianza	1.98	1.57	3.26
Desviación estándar	1.41	1.25	1.80
Porcentaje de desviación	11.8%	7.3%	9.9%

Tabla 23. *Análisis de la varianza de la hipótesis A muestra #10.*

	7 días	14 días	28 días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	11.37	14.52	15.17
Mediana	11.54	14.35	15.09
Rango	3.34	1.35	0.33
Varianza	2.81	0.48	0.03
Desviación estándar	1.68	0.69	0.18
Porcentaje de desviación	14.74%	4.76%	1.19%

Tabla 24. *Análisis de varianza de la hipótesis A muestra #11.*

	7 días	14 días	28 días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	8.86	16.93	18.78
Mediana	8.62	17.12	18.86
Rango	1.49	0.82	1.43
Varianza	0.60	0.20	0.52
Desviación estándar	0.77	0.44	0.72
Porcentaje de desviación	8.74%	2.62%	3.83%

Tabla 25. *Análisis de varianza de la hipótesis A muestra #15.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	8.41	16.46	17.31
Mediana	8.41	16.58	17.26
Rango	0.11	1.73	1.92
Varianza	0.003	0.76	0.92
Desviación estándar	0.06	0.87	0.96
Porcentaje de desviación	0.66%	5.30%	5.55%

8.2 Hipótesis B

Tabla 26. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #1*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	8.48	19.06	17.99
Mediana	8.48	19.06	17.99
Rango	1.66	0.53	0.86
Varianza	0.69	0.07	0.18
Desviación estándar	0.83	0.27	0.43
Porcentaje de desviación	9.8%	1.4%	2.4%

Tabla 27. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #2.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	14.07	19.01	16.26
Mediana	14.07	19.01	16.26
Rango	1.46	0.9	0.97
Varianza	0.53	0.20	0.24
Desviación estándar	0.73	0.45	0.49
Porcentaje de desviación	5.2%	2.4%	3.0%

Tabla 28. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #3.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	16.69	21.48	18.24
Mediana	16.69	21.48	18.24

Rango	0.71	1.84	1.42
Varianza	0.13	0.85	0.50
Desviación estándar	0.36	0.92	0.71
Porcentaje de desviación	2.1%	4.3%	3.9%

Tabla 29. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #4.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	11.33	11.51	12.19
Mediana	11.33	11.51	12.14
Rango	1.02	1.24	1.71
Varianza	0.26	0.38	0.73
Desviación estándar	0.51	0.62	0.86
Porcentaje de desviación	4.5%	5.4%	7.0%

Tabla 30. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #5.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	9.78	12.92	10.35
Mediana	9.78	12.92	10.1
Rango	2.33	0.14	1.88
Varianza	7.95	0.54	1.44
Desviación estándar	2.82	0.74	1.20
Porcentaje de desviación	28.8%	5.7%	11.6%

Tabla 31. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #6.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	11.13	11.73	10.82
Mediana	11.13	11.73	10.9
Rango	1.23	0.55	1.95
Varianza	0.38	0.08	0.96
Desviación estándar	0.62	0.28	0.98
Porcentaje de desviación	5.5%	2.3%	9.0%

Tabla 32. *Análisis de dispersión de la hipótesis B muestra #7.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	14.60	16.21	14.60
Mediana	14.6	16.21	14.4
Rango	4.65	0.28	3.15
Varianza	5.41	0.02	2.51
Desviación estándar	2.33	0.14	1.58
Porcentaje de desviación	15.9%	0.9%	10.9%

8.3 Hipótesis C

Tabla 33. *Análisis de dispersión de la hipótesis C muestra #1.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	15.13	20.49	21.52
Mediana	15.13	20.49	21.50
Rango	0.54	1.26	0.11
Varianza	0.07	0.40	0.00
Desviación estándar	0.27	0.63	0.06
Porcentaje de desviación	0.02	0.03	0.00

Tabla 34. *Análisis de dispersión de la hipótesis C muestra #2.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	15.24	19.63	18.78
Mediana	15.24	19.63	18.79
Rango	1.71	1.01	0.19
Varianza	0.7	0.3	0.0
Desviación estándar	0.9	0.5	0.1
Porcentaje de desviación	5.61%	2.57%	0.51%

Tabla 35. *Análisis de dispersión de la hipótesis C muestra #3.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	15.38	18.90	22.14
Mediana	15.38	18.9	22.15
Rango	0.4	1.93	1.33
Varianza	0.0	0.9	0.4
Desviación estándar	0.2	1.0	0.7

Porcentaje de desviación	1.30%	5.10%	3.00%
---------------------------------	-------	-------	-------

Tabla 36. *Análisis de dispersión de la hipótesis C muestra #4.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	6.47	8.17	11.29
Mediana	6.47	8.17	11.28
Rango	0.25	0.7	2.04
Varianza	0.02	0.1	1.0
Desviación estándar	0.1	0.4	1.0
Porcentaje de desviación	1.93%	4.28%	9.03%

Tabla 37. *Análisis de dispersión de la hipótesis C muestra #5.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	7.57	9.02	10.50
Mediana	7.57	9.02	10.51
Rango	0.92	2.06	2
Varianza	0.2	1.1	1.0
Desviación estándar	0.5	1.0	1.0
Porcentaje de desviación	6.08%	11.42%	9.53%

8.4 Hipótesis D

Tabla 38. *Análisis de dispersión de la hipótesis D muestra #1.*

	7 Dias	14 Dias	28 Dias
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	6.96	10.34	12.43
Mediana	6.98	10.26	12.30
Rango	0.95	0.66	0.42
Varianza	0.23	0.11	0.06
Desviación estándar	0.48	0.34	0.24
Porcentaje de desviación	0.07	0.03	0.02

Tabla 39. *Análisis de dispersión de la hipótesis D muestra #2.*

	7 Días	14 Días	28 Días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	7.31	11.21	13.18
Mediana	7.29	11.21	13.19
Rango	0.55	0.36	2.55
Varianza	0.1	0.0	1.6
Desviación estándar	0.3	0.2	1.3
Porcentaje de desviación	3.77%	1.61%	9.67%

Tabla 40. *Análisis de dispersión de la hipótesis D muestra #3.*

	7 Días	14 Días	28 Días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	5.10	7.29	10.17
Mediana	5.01	7.13	10.16
Rango	1.03	2.57	0.06
Varianza	0.3	1.7	0.0
Desviación estándar	0.5	1.3	0.0
Porcentaje de desviación	10.21%	17.73%	0.32%

Tabla 41. *Análisis de dispersión de la hipótesis D muestra #4.*

	7 Días	14 Días	28 Días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	7.71	9.32	11.65
Mediana	7.68	9.31	11.61
Rango	0.47	0.07	0.4
Varianza	0.06	0.0	0.0
Desviación estándar	0.2	0.0	0.2
Porcentaje de desviación	3.07%	0.39%	1.74%

Tabla 42. *Análisis de dispersión de la hipótesis D muestra #5.*

	7 Días	14 Días	28 Días
	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]	Esfuerzo [Mpa]
Media	6.68	7.47	9.85
Mediana	6.55	7.31	9.84
Rango	1.9	2.28	0.97
Varianza	0.9	1.3	0.2
Desviación estándar	1.0	1.1	0.5

Porcentaje de desviación	14.32%	15.37%	4.92%
-------------------------------------	--------	--------	-------

Anexo I Anovas de resultados de las hipótesis.

9.1 Anovas hipótesis A

Tabla 43. Anova del día 7 de la hipótesis A.

RESUMEN						
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
	5%	3	35.81	11.94	1.98	
	10%	3	34.12	11.37	2.81	
	15%	3	26.59	8.86	0.60	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	16.06	2.00	8.03	4.47	0.06	5.14
Dentro de los grupos	10.77	6.00	1.80			
Total	26.84	8.00				

Tabla 44. Anova del día 14 de la hipótesis A.

RESUMEN						
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
	5%	3	51.71	17.24	1.57	
	10%	3	43.56	14.52	0.48	
	15%	3	50.78	16.93	0.20	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	13.27	2.00	6.63	8.88	0.02	5.14
Dentro de los grupos	4.48	6.00	0.75			
Total	17.75	8.00				

Tabla 45. Anova del día 28 de la hipótesis A.

RESUMEN					
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
	5%	3	54.74	18.25	3.26
	10%	3	45.52	15.17	0.03
	15%	3	56.33	18.78	0.52
ANÁLISIS DE VARIANZA					

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	22.71	2.00	11.36	8.96	0.02	5.14
Dentro de los grupos	7.61	6.00	1.27			
Total	30.32	8.00				

9.2 Anovas hipótesis B.

Tabla 46. Anova del día 7 de la hipótesis B.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
	3	25.44	8.48	0.69		
10%	3	42.21	14.07	0.53		
15%	3	50.08	16.69	0.13		
20%	3	33.99	11.33	0.26		
25%	3	29.34	9.78	7.95		
30%	3	33.4	11.13	0.38		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	134.36	5.00	26.87	16.22	0.00	3.11
Dentro de los grupos	19.88	12.00	1.66			
Total	154.24	17.00				

Tabla 47. Anova del día 14 de la hipótesis B.

RESUMEN						
	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
	5%	3	57.19	19.06	0.07	
	10%	3	57.03	19.01	0.20	
	15%	3	64.44	21.48	0.85	
	20%	3	34.53	11.51	0.38	
	25%	3	38.77	12.92	0.54	
	30%	3	35.2	11.73	0.08	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	288.88	5.00	57.78	163.56	0.00	3.11

Dentro de los grupos	4.24	12.00	0.35
Total	293.11	17.00	

Tabla 48. *Anova del día 28 de la hipótesis B.*

RESUMEN						
	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
	5%	3	53.97	17.99	0.18	
	10%	3	33.79	11.26	0.24	
	15%	3	54.72	18.24	0.50	
	20%	3	36.57	12.19	0.73	
	25%	3	31.04	10.35	1.44	
	30%	3	32.47	10.82	0.96	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	199.35	5.00	39.87	59.06	0.00	3.11
Dentro de los grupos	8.10	12.00	0.68			
Total	207.45	17.00				

9.3 Hipótesis C

Tabla 49. *Anova del día 7 de la hipótesis C.*

RESUMEN						
	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
	5%	3	45.39	15.13	0.07	
	10%	3	45.73	15.24	0.73	
	15%	3	46.14	15.38	0.04	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.09	2.00	0.05	0.17	0.85	5.14
Dentro de los grupos	1.69	6.00	0.28			
Total	1.78	8.00				

Tabla 50. Anova del día 14 de la hipótesis C para la sustitución con las cascaras de huevo.

RESUMEN						
	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
	5%	3	61.47	20.49	0.40	
	10%	3	58.90	19.63	0.26	
	15%	3	56.71	18.90	0.93	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.78	2.00	1.89	3.59	0.09	5.14
Dentro de los grupos	3.17	6.00	0.53			
Total	6.95	8.00				

Tabla 51. Anova del día 28 de la hipótesis C para la sustitución con las cascaras de huevo.

RESUMEN						
Grupos		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
5%		3	64.55	21.52	0.00	
10%		3	56.34	18.78	0.01	
15%		3	66.42	22.14	0.44	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	19.17	2.00	9.58	63.24	0.00	5.14
Dentro de los grupos	0.91	6.00	0.15			
Total	20.08	8.00				

Tabla 52. Anova del día 7 de la hipótesis C para la sustitución con las cascarillas de arroz.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
5%	3	19.42	6.47	0.02		
10%	3	22.71	7.57	0.21		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.80	1.00	1.80	15.88	0.02	7.71

Dentro de los grupos	0.45	4.00	0.11
Total	2.26	5.00	

Tabla 53. Anova del día 14 de la hipótesis C para la sustitución con las cascarillas de arroz.

RESUMEN						
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
	5%	3	24.51	8.17	0.12	
	10%	3	27.06	9.02	1.06	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<i>Entre grupos</i>	1.08	1.00	1.08	1.83	0.25	7.71
Dentro de los grupos	2.37	4.00	0.59			
Total	3.45	5.00				

Tabla 54. Anova del día 28 de la hipótesis C para la sustitución con las cascarillas de arroz.

RESUMEN						
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
	5%	3	33.88	11.29	1.04	
	10%	3	31.49	10.50	1.00	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<i>Entre grupos</i>	<i>0.95</i>	<i>1.00</i>	<i>0.95</i>	<i>0.93</i>	<i>0.39</i>	<i>7.71</i>
Dentro de los grupos	4.08	4.00	1.02			
Total	5.03	5.00				

9.4 Hipótesis D

Tabla 55. Anova del día 7 de la hipótesis D.

RESUMEN					
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
	5%	3	20.89	6.96	0.23
	10%	3	21.94	7.31	0.08
	15%	3	15.30	5.10	0.27
	20%	3	23.13	7.71	0.06
	25%	3	20.05	6.68	0.92

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	12.03	4.00	3.01	9.74	0.00	3.48
Dentro de los grupos	3.09	10.00	0.31			
Total	15.12	14.00				

Tabla 56. Anova del día 14 de la hipótesis D.

RESUMEN						
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
	5%	3	31.02	10.34	0.11	
	10%	3	33.63	11.21	0.03	
	15%	3	21.88	7.29	1.67	
	20%	3	27.96	9.32	0.00	
	25%	3	22.41	7.47	1.32	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	35.87	4.00	8.97	14.29	0.00	3.48
Dentro de los grupos	6.27	10.00	0.63			
Total	42.14	14.00				

Tabla 57. Anova del día 28 de la hipótesis D.

RESUMEN						
	<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
	5%	3	37.28	12.43	0.06	
	10%	3	39.54	13.18	1.63	
	15%	3	30.52	10.17	0.00	
	20%	3	34.95	11.65	0.04	
	25%	3	29.55	9.85	0.24	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	24.53	4.00	6.13	15.65	0.00	3.48
Dentro de los grupos	3.92	10.00	0.39			
Total	28.45	14.00				

Apéndice J Prueba Mann Whitney

10.1 Hipótesis A

Tabla 58. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis A con solo sustitución de cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
15%	8.24	1
15%	8.62	2
10%	9.62	3
15%	9.73	4
5%	10.37	5
Referencia	10.95	6
10%	11.54	7
Referencia	11.64	8
5%	12.35	9
10%	12.96	10
5%	13.09	11
Referencia	14.66	12
Cálculo del coeficiente U		
R ₁	26	
R ₂	52	
n ₁	3	
n ₂	9	
U ₁	7	
U ₂	20	
α [0.05 - Dos colas]	2	
U	7	
No hay diferencia significativa		

Tabla 59. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis A con solo sustitución de cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
10%	13.93	1
10%	14.35	2
10%	15.28	3
5%	16.03	4
15%	16.42	5
Referencia	16.57	6
Referencia	17.1	7
15%	17.12	8
5%	17.15	9
15%	17.24	10
5%	18.53	11
Referencia	18.78	12

Cálculo del coeficiente U	
R₁	25
R₂	53
n₁	3
n₂	9
U₁	8
U₂	19
α [0.05 - Dos colas]	2
U	8
No hay diferencia significativa	

Tabla 60. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis A con solo sustitución de cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
10%	15.05	1
10%	15.09	2
10%	15.38	3
5%	16.75	4
5%	17.74	5
15%	18.02	6
15%	18.86	7
15%	19.45	8
Referencia	20.15	9
5%	20.25	10
Referencia	20.44	11
Referencia	21.37	12
Cálculo del coeficiente U		
R₁	32	
R₂	46	
n₁	3	
n₂	9	
U₁	1	
U₂	26	
α [0.05 - Dos colas]	2	
U	1	
Diferencia significativa		

Tabla 61. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis A con sustitución combinada.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
5% Arroz - 15% Huevo	8.35	1
5% Arroz - 15% Huevo	8.41	2
5% Arroz - 15% Huevo	8.46	3
Referencia	10.95	4
Referencia	11.64	5
Referencia	14.66	6
Cálculo del coeficiente U		
R ₁	15	
R ₂	6	
n ₁	3	
n ₂	3	
U ₁	0	
U ₂	9	
α [0.05 - Dos colas]	0	
U	0	
Diferencia significativa		

Tabla 62. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis A con sustitución combinada.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
5% Arroz - 15% Huevo	15.53	1
Referencia	16.57	2
5% Arroz - 15% Huevo	16.58	3
Referencia	17.1	4
5% Arroz - 15% Huevo	17.26	5
Referencia	18.78	6
Cálculo del coeficiente U		
R ₁	12	
R ₂	9	
n ₁	3	
n ₂	3	
U ₁	3	
U ₂	6	
α [0.05 - Dos colas]	0	
U	3	
No hay diferencia significativa		

Tabla 63. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis A con sustitución combinada.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
5% Arroz - 15% Huevo	16.38	1
5% Arroz - 15% Huevo	17.26	2
5% Arroz - 15% Huevo	18.3	3
Referencia	20.15	4
Referencia	20.44	5
Referencia	21.37	6
Cálculo del coeficiente U		
R ₁	15	
R ₂	6	
n ₁	3	
n ₂	3	
U ₁	0	
U ₂	9	
α [0.05 - Dos colas]	0	
U	0	
Diferencia significativa		

10.2 Hipótesis B

Tabla 64. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis B con sustitución de la cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
25%	6.96	1
5%	7.65	2
5%	8.48	3
5%	9.31	4
25%	9.78	5
30%	10.52	6
20%	10.82	7
Referencia	10.95	8
30%	11.13	9
20%	11.33	10
Referencia	11.64	11
30%	11.75	12
20%	11.84	13
25%	12.6	14
10%	13.34	15
10%	14.07	16
Referencia	14.66	17
10%	14.8	18
15%	16.34	19
15%	16.69	20
15%	17.05	21
Cálculo del coeficiente U		
R ₁	36	
R ₂	195	
n ₁	3	
n ₂	18	
U ₁	24	
U ₂	30	
α [0.05 - Dos colas]	7	
U	24	
No hay diferencia significativa		

Tabla 65. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis B con sustitución de la cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
20%	10.89	1
30%	11.46	2
20%	11.51	3
30%	11.73	4
30%	12.01	5
20%	12.13	6
25%	12.19	7
25%	12.92	8
25%	13.66	9
Referencia	16.57	10

Referencia	17.1	11
10%	18.56	12
Referencia	18.78	13
5%	18.8	14
10%	19.01	15
5%	19.06	16
5%	19.33	17
10%	19.46	18
15%	20.56	19
15%	21.48	20
15%	22.4	21
Cálculo del coeficiente U		
R₁	34	
R₂	197	
n₁	3	
n₂	18	
U₁	26	
U₂	28	
α [0.05 - Dos colas]	7	
U	26	
No hay diferencia significativa		

Tabla 66. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis B con sustitución de la cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
25%	9.29	1
30%	9.81	2
25%	10.1	3
30%	10.9	4
20%	11.36	5
25%	11.65	6
30%	11.76	7
20%	12.14	8
20%	13.07	9
10%	15.78	10
10%	16.26	11
10%	16.75	12
15%	17.53	13
5%	17.56	14
5%	17.99	15
15%	18.24	16
5%	18.42	17
15%	18.95	18
Referencia	20.15	19

Referencia	20.44	20
Referencia	21.37	21
Cálculo del coeficiente U		
R₁	60	
R₂	171	
n₁	3	
n₂	18	
U₁	0	
U₂	54	
α [0.05 - Dos colas]	7	
U	0	
Diferencia significativa		

Tabla 67. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis B con sustitución de la cascarilla de arroz.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
Referencia	10.95	1
Referencia	11.64	2
1.83%	12.28	3
1.83%	14.6	4
Referencia	14.66	5
1.83%	16.93	6
Cálculo del coeficiente U		
R₁	8	
R₂	13	
n₁	3	
n₂	3	
U₁	7	
U₂	2	
α [0.05 - Dos colas]	0	
U	2	
No hay diferencia significativa		

Tabla 68. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis B con sustitución de la cascarilla de arroz.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
1.83%	16.07	1
1.83%	16.21	2
1.83%	16.35	3
Referencia	16.57	4
Referencia	17.1	5
Referencia	18.78	6
Cálculo del coeficiente U		
R₁	15	

R₂	6
n₁	3
n₂	3
U₁	0
U₂	9
α [0.05 - Dos colas]	0
U	0
Diferencia significativa	

Tabla 69. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis B con sustitución de la cascarilla de arroz.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
1.83%	13.13	1
1.83%	14.4	2
1.83%	16.28	3
Referencia	20.15	4
Referencia	20.44	5
Referencia	21.37	6
Cálculo del coeficiente U		
R₁	15	
R₂	6	
n₁	3	
n₂	3	
U₁	0	
U₂	9	
α [0.05 - Dos colas]	0	
U	0	
Diferencia significativa		

10.3 Hipótesis C

Tabla 70. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis C con sustitución de la cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
Referencia	10.95	1
Referencia	11.64	2
10%	14.39	3
Referencia	14.66	4
5%	14.86	5
5%	15.13	6
15%	15.18	7
10%	15.24	8
15%	15.38	9
5%	15.4	10
15%	15.58	11
10%	16.1	12

R₁	7
R₂	71
n₁	3
n₂	9
U₁	26
U₂	1
α [0.05 - Dos colas]	2
U	1
Diferencia significativa	

Tabla 71. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis C con sustitución de la cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
Referencia	16.57	1
Referencia	17.1	2
15%	17.94	3
Referencia	18.78	4
15%	18.9	5
10%	19.13	6
10%	19.63	7
5%	19.86	8
15%	19.87	9
10%	20.14	10
5%	20.49	11
5%	21.12	12
Cálculo del coeficiente U		
R₁	7	
R₂	71	
n₁	3	
n₂	9	
U₁	26	
U₂	1	
α [0.05 - Dos colas]	2	
U	1	
Diferencia significativa		

Tabla 72. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis C con sustitución de la cascara de huevo.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
10%	18.68	1
10%	18.79	2
10%	18.87	3
Referencia	20.15	4
Referencia	20.44	5
Referencia	21.37	6
5%	21.47	7.5

15%	21.47	7.5
5%	21.5	9
5%	21.58	10
15%	22.15	11
15%	22.8	12
Cálculo del coeficiente U		
R₁	15	
R₂	63	
n₁	3	
n₂	9	
U₁	18	
U₂	9	
α [0.05 - Dos colas]	2	
U	9	
No hay diferencia significativa		

Tabla 73. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis C con sustitución de la cascarilla de arroz.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
5%	6.35	1
5%	6.47	2
5%	6.6	3
10%	7.11	4
10%	7.57	5
10%	8.03	6
Referencia	10.95	7
Referencia	11.64	8
Referencia	14.66	9
Cálculo del coeficiente U		
R₁	24	
R₂	21	
n₁	3	
n₂	6	
U₁	0	
U₂	18	
α [0.05 - Dos colas]	1	
U	0	
Diferencia significativa		

Tabla 74. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis C con sustitución de la cascarilla de arroz.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
5%	7.82	1

10%	7.99	2
5%	8.17	3
5%	8.52	4
10%	9.02	5
10%	10.05	6
Referencia	16.57	7
Referencia	17.1	8
Referencia	18.78	9
Cálculo del coeficiente U		
R₁	24	
R₂	21	
n₁	3	
n₂	6	
U₁	0	
U₂	18	
α [0.05 - Dos colas]	1	
U	0	
Diferencia significativa		

Tabla 75. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis C con sustitución de la cascarilla de arroz.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
10%	9.49	1
5%	10.28	2
10%	10.51	3
5%	11.28	4
10%	11.49	5
5%	12.32	6
Referencia	20.15	7
Referencia	20.44	8
Referencia	21.37	9
Cálculo del coeficiente U		
R₁	24	
R₂	21	
n₁	3	
n₂	6	
U₁	0	
U₂	18	
α [0.05 - Dos colas]	1	
U	0	
Diferencia significativa		

10.4 Hipotesis D

Tabla 76. Mann - Whitney del día 7 de la hipótesis D

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
15%	4.63	1
15%	5.01	2
15%	5.66	3
25%	5.8	4
5%	6.48	5
25%	6.55	6
5%	6.98	7
10%	7.05	8
10%	7.29	9
5%	7.43	10
20%	7.49	11
10%	7.6	12
20%	7.68	13
25%	7.7	14
20%	7.96	15
Referencia	10.95	16
Referencia	11.64	17
Referencia	14.66	18
Cálculo del coeficiente U		
R ₁	42	
R ₂	78	
n ₁	3	
n ₂	12	
U ₁	0	
U ₂	36	
α [0.05 - Dos colas]	4	
U	0	
Diferencia significativa		

Tabla 77. Mann - Whitney del día 14 de la hipótesis D.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
15%	6.09	1
25%	6.41	2
15%	7.13	3
25%	7.31	4
15%	8.66	5
25%	8.69	6
20%	9.29	7
20%	9.31	8
20%	9.36	9
5%	10.05	10
5%	10.26	11

5%	10.71	12
10%	11.03	13
10%	11.21	14
10%	11.39	15
Referencia	16.57	16
Referencia	17.1	17
Referencia	18.78	18
Cálculo del coeficiente U		
R₁	51	
R₂	120	
n₁	3	
n₂	15	
U₁	0	
U₂	45	
α [0.05 - Dos colas]	5	
U	0	
Diferencia significativa		

Tabla 78. Mann - Whitney del día 28 de la hipótesis D.

Muestra	Resistencia [Mpa]	Rango
25%	9.37	1
25%	9.84	2
15%	10.15	3
15%	10.16	4
15%	10.21	5
25%	10.34	6
20%	11.47	7
20%	11.61	8
20%	11.87	9
10%	11.9	10
5%	12.28	11
5%	12.3	12
5%	12.7	13
10%	13.19	14
10%	14.45	15
Referencia	20.15	16
Referencia	20.44	17
Referencia	21.37	18
Cálculo del coeficiente U		
R₁	51	
R₂	120	
n₁	3	
n₂	15	
U₁	0	
U₂	45	

α [0.05 - Dos colas]	5
U	0
Diferencia significativa	

Apéndice K Anova multivariable

11.1 Sustituciones de solo huevo

Tabla 79. *Anova multivariable de las cascarras de huevo.*

ANOVA - Resistencia [Mpa]					
	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
%C_Huevo	626	5	125.18	26.77	<.001
Edad	187	2	93.64	20.03	<.001
%C_Huevo * Edad	159	10	15.94	3.41	<.001
Residuos	421	90	4.68		

Tabla 80. *Medias Marginales Estimadas - %C_Huevo.*

Intervalo de Confianza al 95%				
%C_Huevo	Media	EE	Inferior	Superior
5	16.7	0.416	15.85	17.5
10	16	0.416	15.18	16.8
15	17.5	0.416	16.66	18.3
20	11.7	0.721	10.24	13.1
25	11	0.721	9.58	12.4
30	11.2	0.721	9.8	12.7

Tabla 81. *Medias Marginales Estimadas - Edad.*

					Intervalo de Confianza al 95%
Edad	Media	EE	Inferior	Superior	

7	11.9	0.416	11.1	12.7
14	15.3	0.416	14.5	16.1
28	14.8	0.416	14	15.7

11.2 Sustituciones de solo arroz

Tabla 82. *Anova multivariable de las cascarillas de arroz.*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
%C_Arroz_1	238.9	2	119.46	94.41	<.001
Edad	30.5	2	15.26	12.06	<.001
%C_Arroz * Edad	23.4	4	5.84	4.61	0.01
Residuos	22.8	18	1.27		

Tabla 83. *Medias Marginales Estimadas - %C_Arroz*

				Intervalo de Confianza al 95%
%C_Arroz	Media	EE	Inferior	Superior
1.83	15.14	0.375	14.35	15.93
5	8.65	0.375	7.86	9.43
10	9.03	0.375	8.24	9.82

11.3 Sustituciones de ambos materiales.

Tabla 84. *Anova multivariable de la dosificación con ambos residuos.*

Model Info					
Info					
Estimate	Linear model fit by OLS				
Call	Resistencia [Mpa] ~ 1 + Edad + `%C_Huevo` + `%C_Arroz`				
R-squared	0.809				
Adj. R-squared	0.793				
ANOVA Omnibus tests					
	SS	df	F	p	η²p
Model	471.8	4	51.82	<.001	0.809
Edad	267.3	2	58.72	<.001	0.706
%C_Huevo	21	1	9.21	0.004	0.158
%C_Arroz	183.5	1	80.63	<.001	0.622
Residuals	111.5	49			
Total	583.3	53			

Apéndices

Apéndice A. Prueba post hoc Edad * %C_Rice

Comparaciones Post Hoc - Edad * %C_Rice									
Comparación									
Edad	%C_Rice		Edad	%C_Rice	Diferencia de Medias	EE	gl	t	ptukey
7	0	-	7	5	5.943	0.972	24	6.112	<.001
		-	7	10	4.847	0.972	24	4.984	0.002
		-	7	1,83	-2.187	0.972	24	-2.249	0.534
		-	14	0	-5.067	0.972	24	-5.211	0.001
		-	14	5	4.247	0.972	24	4.367	0.009
		-	14	10	3.397	0.972	24	3.493	0.064
		-	14	1,83	-3.793	0.972	24	-3.901	0.026
		-	28	0	-8.237	0.972	24	-8.471	<.001
	5	-	28	5	1.123	0.972	24	1.155	0.988
		-	28	10	1.92	0.972	24	1.975	0.705
		-	28	1,83	-2.187	0.972	24	-2.249	0.534
		-	7	10	-1.097	0.972	24	-1.128	0.99
		-	7	1,83	-8.13	0.972	24	-8.361	<.001
		-	14	0	-11.01	0.972	24	-11.323	<.001
		-	14	5	-1.697	0.972	24	-1.745	0.831
		-	14	10	-2.547	0.972	24	-2.619	0.323
10	-	14	1,83	-9.737	0.972	24	-10.013	<.001	
	-	28	0	-14.18	0.972	24	-14.583	<.001	
	-	28	5	-4.82	0.972	24	-4.957	0.002	
	-	28	10	-4.023	0.972	24	-4.138	0.015	
	-	28	1,83	-8.13	0.972	24	-8.361	<.001	
	-	7	1,83	-7.033	0.972	24	-7.233	<.001	
	-	14	0	-9.913	0.972	24	-10.195	<.001	
	-	14	5	-0.6	0.972	24	-0.617	1	
1,83	-	14	10	-1.45	0.972	24	-1.491	0.929	
	-	14	1,83	-8.64	0.972	24	-8.886	<.001	
	-	28	0	-13.083	0.972	24	-13.455	<.001	
	-	28	5	-3.723	0.972	24	-3.829	0.031	
	-	28	10	-2.927	0.972	24	-3.01	0.166	
	-	28	1,83	-7.033	0.972	24	-7.233	<.001	
	-	14	0	-2.88	0.972	24	-2.962	0.181	
	-	14	5	6.433	0.972	24	6.616	<.001	
-	14	10	5.583	0.972	24	5.742	<.001		
-	14	1,83	-1.607	0.972	24	-1.652	0.872		
-	28	0	-6.05	0.972	24	-6.222	<.001		
-	28	5	3.31	0.972	24	3.404	0.077		
-	28	10	4.107	0.972	24	4.223	0.012		
-	28	1,83	-1.19e-15	0.972	24	-	1		
									1.22e-15

14	0	-	14	5	9.313	0.972	24	9.578	<.001
	-		14	10	8.463	0.972	24	8.704	<.001
	-		14	1,83	1.273	0.972	24	1.31	0.97
	-		28	0	-3.17	0.972	24	-3.26	0.103
	-		28	5	6.19	0.972	24	6.366	<.001
	-		28	10	6.987	0.972	24	7.185	<.001
	-		28	1,83	2.88	0.972	24	2.962	0.181
	5	-	14	10	-0.85	0.972	24	-0.874	0.999
	-		14	1,83	-8.04	0.972	24	-8.268	<.001
	-		28	0	-12.483	0.972	24	-12.838	<.001
	-		28	5	-3.123	0.972	24	-3.212	0.113
	-		28	10	-2.327	0.972	24	-2.393	0.446
	-		28	1,83	-6.433	0.972	24	-6.616	<.001
	10	-	14	1,83	-7.19	0.972	24	-7.394	<.001
	-		28	0	-11.633	0.972	24	-11.964	<.001
	-		28	5	-2.273	0.972	24	-2.338	0.479
	-		28	10	-1.477	0.972	24	-1.519	0.921
	-		28	1,83	-5.583	0.972	24	-5.742	<.001
	1,83	-	28	0	-4.443	0.972	24	-4.57	0.006
	-		28	5	4.917	0.972	24	5.056	0.002
	-		28	10	5.713	0.972	24	5.876	<.001
	-		28	1,83	1.607	0.972	24	1.652	0.872
28	0	-	28	5	9.36	0.972	24	9.626	<.001
	-		28	10	10.157	0.972	24	10.445	<.001
	-		28	1,83	6.05	0.972	24	6.222	<.001
	5	-	28	10	0.797	0.972	24	0.819	0.999
	-		28	1,83	-3.31	0.972	24	-3.404	0.077
	10	-	28	1,83	-4.107	0.972	24	-4.223	0.012

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Apéndice B. Prueba post hoc Edad * %C_Egg

Apéndice como tal o nota de véase archivo en fuente externa

Comparaciones Post Hoc - %C_Egg * Edad									
Comparación									
%C_Egg	Edad		%C_Egg	Edad	Diferencia de Medias	EE	gl	t	ptukey
0	7	-	0	14	-5.0667	1.73	96	-2.925	0.313
		-	0	28	-8.2367	1.73	96	- 4.7551	0.001
		-	5	7	0.5678	1.41	96	0.4014	1
		-	5	14	-6.5133	1.41	96	- 4.6053	0.002
		-	5	28	-6.8344	1.41	96	- 4.8323	<.001
		-	10	7	-1.1456	1.41	96	-0.81	1
		-	10	14	-5.3044	1.41	96	- 3.7505	0.04
		-	10	28	-4.3222	1.41	96	-3.056	0.24
		-	15	7	-1.2289	1.41	96	- 0.8689	1
		-	15	14	-6.6867	1.41	96	- 4.7278	0.001
		-	15	28	-7.3022	1.41	96	-5.163	<.001
		-	20	7	1.0867	1.73	96	0.6273	1
		-	20	14	0.9067	1.73	96	0.5234	1
		-	20	28	0.2267	1.73	96	0.1309	1
		-	25	7	2.6367	1.73	96	1.5222	0.994
		-	25	14	-0.5067	1.73	96	- 0.2925	1
		-	25	28	2.07	1.73	96	1.195	1
		-	30	7	1.2833	1.73	96	0.7409	1
		-	30	14	0.6833	1.73	96	0.3945	1
		-	30	28	1.5933	1.73	96	0.9198	1
14		-	0	28	-3.17	1.73	96	- 1.8301	0.958
		-	5	7	5.6344	1.41	96	3.9838	0.019

	-	5	14	-1.4467	1.41	96	-	1
							1.0229	
	-	5	28	-1.7678	1.41	96	-	1
							1.2499	
	-	10	7	3.9211	1.41	96	2.7724	0.412
	-	10	14	-0.2378	1.41	96	-	1
							0.1681	
	-	10	28	0.7444	1.41	96	0.5264	1
	-	15	7	3.8378	1.41	96	2.7135	0.453
	-	15	14	-1.62	1.41	96	-	1
							1.1454	
	-	15	28	-2.2356	1.41	96	-	0.991
							1.5807	
	-	20	7	6.1533	1.73	96	3.5524	0.07
	-	20	14	5.9733	1.73	96	3.4484	0.093
	-	20	28	5.2933	1.73	96	3.0559	0.24
	-	25	7	7.7033	1.73	96	4.4472	0.004
	-	25	14	4.56	1.73	96	2.6325	0.512
	-	25	28	7.1367	1.73	96	4.12	0.012
	-	30	7	6.35	1.73	96	3.6659	0.051
	-	30	14	5.75	1.73	96	3.3195	0.13
	-	30	28	6.66	1.73	96	3.8449	0.03
28	-	5	7	8.8044	1.41	96	6.2252	<.001
	-	5	14	1.7233	1.41	96	1.2185	1
	-	5	28	1.4022	1.41	96	0.9914	1
	-	10	7	7.0911	1.41	96	5.0138	<.001
	-	10	14	2.9322	1.41	96	2.0732	0.877
	-	10	28	3.9144	1.41	96	2.7677	0.415
	-	15	7	7.0078	1.41	96	4.9549	<.001
	-	15	14	1.55	1.41	96	1.0959	1
	-	15	28	0.9344	1.41	96	0.6607	1
	-	20	7	9.3233	1.73	96	5.3824	<.001
	-	20	14	9.1433	1.73	96	5.2785	<.001

		-	20	28	8.4633	1.73	96	4.8859	<.001
		-	25	7	10.8733	1.73	96	6.2772	<.001
		-	25	14	7.73	1.73	96	4.4626	0.004
		-	25	28	10.3067	1.73	96	5.9501	<.001
		-	30	7	9.52	1.73	96	5.4959	<.001
		-	30	14	8.92	1.73	96	5.1496	<.001
		-	30	28	9.83	1.73	96	5.6749	<.001
5	7	-	5	14	-7.0811	1	96	- 7.0806	<.001
		-	5	28	-7.4022	1	96	- 7.4016	<.001
		-	10	7	-1.7133	1	96	- 1.7132	0.978
		-	10	14	-5.8722	1	96	- 5.8718	<.001
		-	10	28	-4.89	1	96	- 4.8896	<.001
		-	15	7	-1.7967	1	96	- 1.7965	0.965
		-	15	14	-7.2544	1	96	- 7.2539	<.001
		-	15	28	-7.87	1	96	- 7.8694	<.001
		-	20	7	0.5189	1.41	96	0.3669	1
		-	20	14	0.3389	1.41	96	0.2396	1
		-	20	28	-0.3411	1.41	96	- 0.2412	1
		-	25	7	2.0689	1.41	96	1.4628	0.996
		-	25	14	-1.0744	1.41	96	- 0.7597	1
		-	25	28	1.5022	1.41	96	1.0621	1
		-	30	7	0.7156	1.41	96	0.5059	1
		-	30	14	0.1156	1.41	96	0.0817	1
		-	30	28	1.0256	1.41	96	0.7251	1
	14	-	5	28	-0.3211	1	96	- 0.3211	1
		-	10	7	5.3678	1	96	5.3674	<.001
		-	10	14	1.2089	1	96	1.2088	1
		-	10	28	2.1911	1	96	2.1909	0.817

	-	15	7	5.2844	1	96	5.284	<.001	
	-	15	14	-0.1733	1	96	- 0.1733		1
	-	15	28	-0.7889	1	96	- 0.7888		1
	-	20	7	7.6	1.41	96	5.3736	<.001	
	-	20	14	7.42	1.41	96	5.2463	<.001	
	-	20	28	6.74	1.41	96	4.7655		0.001
	-	25	7	9.15	1.41	96	6.4695	<.001	
	-	25	14	6.0067	1.41	96	4.247		0.008
	-	25	28	8.5833	1.41	96	6.0689	<.001	
	-	30	7	7.7967	1.41	96	5.5126	<.001	
	-	30	14	7.1967	1.41	96	5.0884	<.001	
	-	30	28	8.1067	1.41	96	5.7318	<.001	
28	-	10	7	5.6889	1	96	5.6884	<.001	
	-	10	14	1.53	1	96	1.5299		0.994
	-	10	28	2.5122	1	96	2.512		0.601
	-	15	7	5.6056	1	96	5.6051	<.001	
	-	15	14	0.1478	1	96	0.1478		1
	-	15	28	-0.4678	1	96	- 0.4677		1
	-	20	7	7.9211	1.41	96	5.6006	<.001	
	-	20	14	7.7411	1.41	96	5.4734	<.001	
	-	20	28	7.0611	1.41	96	4.9926	<.001	
	-	25	7	9.4711	1.41	96	6.6966	<.001	
	-	25	14	6.3278	1.41	96	4.4741		0.004
	-	25	28	8.9044	1.41	96	6.2959	<.001	
	-	30	7	8.1178	1.41	96	5.7397	<.001	
	-	30	14	7.5178	1.41	96	5.3155	<.001	
	-	30	28	8.4278	1.41	96	5.9589	<.001	
10	7	-	10	14	-4.1589	1	96	- 4.1586	0.011

	-	10	28	-3.1767	1	96	- 3.1764	0.184
	-	15	7	-0.0833	1	96	- 0.0833	1
	-	15	14	-5.5411	1	96	- <.001 5.5407	
	-	15	28	-6.1567	1	96	- <.001 6.1562	
	-	20	7	2.2322	1.41	96	1.5783	0.991
	-	20	14	2.0522	1.41	96	1.451	0.997
	-	20	28	1.3722	1.41	96	0.9702	1
	-	25	7	3.7822	1.41	96	2.6742	0.481
	-	25	14	0.6389	1.41	96	0.4517	1
	-	25	28	3.2156	1.41	96	2.2736	0.768
	-	30	7	2.4289	1.41	96	1.7173	0.978
	-	30	14	1.8289	1.41	96	1.2931	0.999
	-	30	28	2.7389	1.41	96	1.9365	0.93
14	-	10	28	0.9822	1	96	0.9821	1
	-	15	7	4.0756	1	96	4.0752	0.014
	-	15	14	-1.3822	1	96	- 1.3821	0.998
	-	15	28	-1.9978	1	96	- 1.9976	0.909
	-	20	7	6.3911	1.41	96	4.5188	0.003
	-	20	14	6.2111	1.41	96	4.3916	0.005
	-	20	28	5.5311	1.41	96	3.9108	0.024
	-	25	7	7.9411	1.41	96	5.6148 <.001	
	-	25	14	4.7978	1.41	96	3.3923	0.108
	-	25	28	7.3744	1.41	96	5.2141 <.001	
	-	30	7	6.5878	1.41	96	4.6579	0.002
	-	30	14	5.9878	1.41	96	4.2337	0.008
	-	30	28	6.8978	1.41	96	4.8771 <.001	
28	-	15	7	3.0933	1	96	3.0931	0.221
	-	15	14	-2.3644	1	96	- 2.3643	0.708

		-	15	28	-2.98	1	96	-	0.281
								2.9798	
		-	20	7	5.4089	1.41	96	3.8244	0.032
		-	20	14	5.2289	1.41	96	3.6971	0.046
		-	20	28	4.5489	1.41	96	3.2163	0.167
		-	25	7	6.9589	1.41	96	4.9203	<.001
		-	25	14	3.8156	1.41	96	2.6978	0.464
		-	25	28	6.3922	1.41	96	4.5196	0.003
		-	30	7	5.6056	1.41	96	3.9634	0.02
		-	30	14	5.0056	1.41	96	3.5392	0.073
		-	30	28	5.9156	1.41	96	4.1826	0.01
15	7	-	15	14	-5.4578	1	96	-	<.001
								5.4574	
		-	15	28	-6.0733	1	96	-	<.001
								6.0729	
		-	20	7	2.3156	1.41	96	1.6372	0.987
		-	20	14	2.1356	1.41	96	1.5099	0.995
		-	20	28	1.4556	1.41	96	1.0292	1
		-	25	7	3.8656	1.41	96	2.7331	0.439
		-	25	14	0.7222	1.41	96	0.5106	1
		-	25	28	3.2989	1.41	96	2.3325	0.729
		-	30	7	2.5122	1.41	96	1.7763	0.969
		-	30	14	1.9122	1.41	96	1.352	0.999
		-	30	28	2.8222	1.41	96	1.9955	0.909
14	-		15	28	-0.6156	1	96	-	1
								0.6155	
		-	20	7	7.7733	1.41	96	5.4961	<.001
		-	20	14	7.5933	1.41	96	5.3689	<.001
		-	20	28	6.9133	1.41	96	4.8881	<.001
		-	25	7	9.3233	1.41	96	6.5921	<.001
		-	25	14	6.18	1.41	96	4.3696	0.005
		-	25	28	8.7567	1.41	96	6.1914	<.001

		-	30	7	7.97	1.41	96	5.6352	<.001
		-	30	14	7.37	1.41	96	5.211	<.001
		-	30	28	8.28	1.41	96	5.8544	<.001
28	-		20	7	8.3889	1.41	96	5.9314	<.001
	-		20	14	8.2089	1.41	96	5.8041	<.001
	-		20	28	7.5289	1.41	96	5.3233	<.001
	-		25	7	9.9389	1.41	96	7.0273	<.001
	-		25	14	6.7956	1.41	96	4.8048	0.001
	-		25	28	9.3722	1.41	96	6.6266	<.001
	-		30	7	8.5856	1.41	96	6.0704	<.001
	-		30	14	7.9856	1.41	96	5.6462	<.001
	-		30	28	8.8956	1.41	96	6.2896	<.001
20	7	-	20	14	-0.18	1.73	96	- 0.1039	1
	-		20	28	-0.86	1.73	96	- 0.4965	1
	-		25	7	1.55	1.73	96	0.8948	1
	-		25	14	-1.5933	1.73	96	- 0.9198	1
	-		25	28	0.9833	1.73	96	0.5677	1
	-		30	7	0.1967	1.73	96	0.1135	1
	-		30	14	-0.4033	1.73	96	- 0.2328	1
	-		30	28	0.5067	1.73	96	0.2925	1
14	-		20	28	-0.68	1.73	96	- 0.3926	1
	-		25	7	1.73	1.73	96	0.9987	1
	-		25	14	-1.4133	1.73	96	- 0.8159	1
	-		25	28	1.1633	1.73	96	0.6716	1
	-		30	7	0.3767	1.73	96	0.2175	1
	-		30	14	-0.2233	1.73	96	- 0.1289	1
	-		30	28	0.6867	1.73	96	0.3964	1
28	-		25	7	2.41	1.73	96	1.3913	0.998

		-	25	14	-0.7333	1.73	96	-	1
								0.4234	
		-	25	28	1.8433	1.73	96	1.0642	1
		-	30	7	1.0567	1.73	96	0.61	1
		-	30	14	0.4567	1.73	96	0.2636	1
		-	30	28	1.3667	1.73	96	0.789	1
25	7	-	25	14	-3.1433	1.73	96	-	0.961
								1.8147	
		-	25	28	-0.5667	1.73	96	-	1
								0.3271	
		-	30	7	-1.3533	1.73	96	-	1
								0.7813	
		-	30	14	-1.9533	1.73	96	-	1
								1.1277	
		-	30	28	-1.0433	1.73	96	-	1
								0.6023	
	14	-	25	28	2.5767	1.73	96	1.4875	0.996
		-	30	7	1.79	1.73	96	1.0334	1
		-	30	14	1.19	1.73	96	0.687	1
		-	30	28	2.1	1.73	96	1.2123	1
	28	-	30	7	-0.7867	1.73	96	-	1
								0.4541	
		-	30	14	-1.3867	1.73	96	-	1
								0.8005	
		-	30	28	-0.4767	1.73	96	-	1
								0.2752	
30	7	-	30	14	-0.6	1.73	96	-	1
								0.3464	
		-	30	28	0.31	1.73	96	0.179	1
	14	-	30	28	0.91	1.73	96	0.5253	1

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas