
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**“ELABORACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL
ADICIONANDO CONCHAS DE DIVERSOS MOLUSCOS DE LA
PLAYA LA POCITA – HUARMEY PARA LA MEJORA DE SUS
PROPIEDADES FÍSICAS”**

AUTORES:

BACH. DEIVI JUNIOR ORE CRUZ

BACH. ALEXANDRE FELIPE ROJAS GARCÍA

ASESOR:

Ms. Ing. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

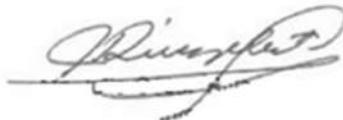
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**“ELABORACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL
ADICIONANDO CONCHAS DE DIVERSOS MOLUSCOS DE
LA PLAYA LA POCITA – HUARMEY PARA LA MEJORA DE
SUS PROPIEDADES FÍSICAS”**

REVISADO Y APROBADA POR:

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Julio César Rivasplata Díaz", is written over a horizontal line.

Ms. Ing. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**“ELABORACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL
ADICIONANDO CONCHAS DE DIVERSOS MOLUSCOS DE
LA PLAYA LA POCITA – HUARMEY PARA LA MEJORA DE
SUS PROPIEDADES FÍSICAS”**

REVISADO Y APROBADA POR:



Ms Ing. Abner Itamar León Bobadilla

Presidente



Ing. Lino Olascuaga Cruzado

Integrante



Ms Ing. Julio Rivasplata Díaz

Integrante



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las ocho horas del día ocho de Agosto del año dos mil diecinueve, en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del Campus Universitario de la Universidad Nacional del Santa, El Jurado Evaluador integrado por los docentes Ms. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ing. Cirilo Lino Olascuaga Cruzado (Secretario), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N° 308-2019-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 433-2019-UNS-FI, dan inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "ELABORACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL ADICIONANDO CONCHAS DE DIVERSOS MOLUSCOS DE LA PLAYA LA POCITA-HUARMY PARA LA MEJORA DE SUS PROPIEDADES FISICAS" presentado por los Bachilleres: ORE CRUZ DEIVI JUNIOR Y ROJAS GARCIA ALEXANDRE FELIPE, quienes fueron asesorados por el Ms. Julio César Rivasplata Díaz, según Resolución Decanal N° 455-2018-UNS-FI.

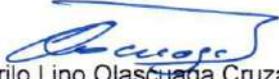
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ORE CRUZ DEIVI JUNIOR	16	BUENO

Siendo las nueve horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 08 de Agosto 2019


Ms. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante


Ing. Cirilo Lino Olascuaga Cruzado
Secretario


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

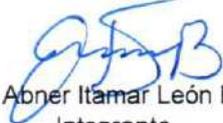
Siendo las ocho horas del día ocho de Agosto del año dos mil diecinueve, en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del Campus Universitario de la Universidad Nacional del Santa, El Jurado Evaluador integrado por los docentes Ms. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ing. Cirilo Lino Olascuaga Cruzado (Secretario), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N° 308-2019-UNS-CFI y Resolución Decana! N° 433-2019-UNS-FI, dan inicio a la sustentación de la Tesis titulada: "ELABORACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL ADICIONANDO CONCHAS DE DIVERSOS MOLUSCOS DE LA PLAYA LA POCITA-HUARMEY PARA LA MEJORA DE SUS PROPIEDADES FISICAS" presentado por los Bachilleres: ORE CRUZ DEIVI JUNIOR Y ROJAS GARCIA ALEXANDRE FELIPE, quienes fueron asesorados por el Ms. Julio César Rivasplata Díaz, según Resolución Decana! N° 455-2018-UNS-FI.

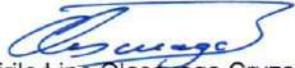
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

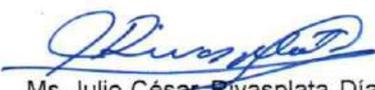
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ROJAS GARCIA ALEXANDRE FELIPE	16	BUENO

Siendo las nueve horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 08 de Agosto 2019


Ms. Abner Itamar León Bobadilla
Integrante


Ing. Cirilo Lino Olascuaga Cruzado
Secretario


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante

Dedicatoria

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo y la fortaleza espiritual para seguir superándome día a día.

A mi mamá Gladis Cruz Rojas, la mujer más maravillosa, por ser única, por ser un ejemplo a seguir y apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y metas.

A mi papá Elías Ore Rosales, por el apoyo en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para seguir adelante en todo momento.

A mis hermanos José, Jonathan y Ruth, por su inmenso cariño, muestras de afecto y darme ánimos para alcanzar esta meta tan importante en mi carrera profesional.

DEIVI JUNIOR ORE CRUZ

Dedicatoria

A **Dios**, por permitirme culminar mis estudios superiores iluminándome y guiándome en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar mis metas.

A mi **mama Karen Patricia García y a su familia**, la mujer más maravillosa, por ser única, por ser un ejemplo a seguir y apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y metas.

Al **Ing. Gerson Arguelles Neyra, Ing. Jimmy Villanueva Mercedes, Ing. Carlos Mantilla Azañedo e Ing. Frank Santa María Podesta** por el apoyo en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para seguir adelante en todo momento.

A mis **hijos Sebastián y Chloe Rojas Chávez**, por su inmenso cariño, muestras de afecto y darme ánimos para alcanzar esta meta tan importante en mi carrera profesional.

ALEXANDRE FELIPE ROJAS GARCÍA

Índice

Dedicatoria.....	iv
Dedicatoria.....	v
Índice.....	vi
Resumen.....	xx
Abstract.....	xxi
I.CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	23
1.1.Antecedentes.....	25
1.1.1.A nivel internacional:.....	25
1.1.2.A nivel nacional:.....	27
1.1.3.A nivel local.....	28
1.2.Formulación del problema.....	30
1.3.Objetivos.....	31
1.3.1.Objetivo principal.....	31
1.3.2.Objetivos secundarios.....	31
1.4.Formulación de la hipótesis.....	31
1.4.1.Variables e indicadores de la investigación.....	31
1.4.1.1.Variable dependiente.....	31
1.4.1.2.Variable independiente.....	31
1.5.Justificación.....	32

1.5.1.Medio ambiental	32
1.5.2.Económico	32
1.5.3.Social.....	33
1.5.4.Industrial	33
1.6.Limitación.....	34
1.6.1.Limitación espacial.....	34
1.6.2.Limitación temporal.....	34
II.CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	36
2.1.Concreto.....	36
2.1.1.Definición	36
2.1.2.Componentes del concreto.....	36
2.1.2.1.Cemento	39
2.1.2.2.Agregados	43
2.1.3.Propiedades del concreto	44
2.1.3.1.Concreto fresco.....	44
2.1.3.2.Concreto endurecido.....	52
2.1.3.2.1.Influencia de los agregados pétreos en las propiedades del concreto endurecido.....	55
2.1.3.2.2.Influencia de la textura superficial de los agregados	55
2.1.3.2.3.Influencia del tamaño máximo de los agregados	56

2.1.3.2.4. Influencia de la cantidad de agregado.....	57
2.1.3.2.5. Influencia de la capacidad de absorción de los agregados.....	58
2.1.3.2.6. Influencia de la densidad de los agregados.....	59
2.1.4. Características.....	59
2.1.4.1. Peso unitario.....	59
2.1.4.2. Peso específico.....	60
2.1.4.3. Absorción.....	61
2.1.4.4. Humedad.....	61
2.2. Agua.....	62
2.3. Residuos de moluscos.....	63
2.3.1. Definición.....	63
III. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	68
3.1. Método de investigación.....	68
3.2. Diseño o esquema de la investigación.....	69
3.2.1. Flujo de la investigación.....	69
3.2.2. Diseño experimental.....	70
3.3. Población.....	71
3.4. Muestra.....	71
3.5. Actividades del proceso de investigación.....	73
3.5.1. Obtención en laboratorio de muestras representativas.....	73

3.5.1.1.Procedimiento	73
3.5.2.Ensayos de los agregados.....	74
3.5.2.1.Determinación de peso unitario suelto según la norma ntp 400.017 /astm c-29	74
3.5.2.2.Determinación de peso unitario varillado según según la norma ntp 400.017 /astm c-29.....	75
3.5.2.3.Análisis granulométricos de agregados gruesos y agregados finos según la norma ntp 400.012/astm c-136.....	76
3.5.2.4.Análisis granulométricos de los residuos de conchas de moluscos calcinados.....	78
3.5.2.5.Peso específico y absorción del agregado fino según la norma ntp 400.021/ astm c-127.....	79
3.5.2.6.Peso específico y absorción del agregado grueso según la norma ntp 400.022/ astm c-128.....	81
3.5.2.7.Contenido de humedad	83
3.5.3.Diseño de mezcla.....	84
3.5.3.1.Pasos en el diseño de mezcla del concreto.....	84
3.5.4.Elaboración y curado de los especímenes de concreto en el laboratorio.....	99
3.5.4.1.Mezclado.....	99
3.5.4.2.Asentamiento del concreto (slump).....	100
3.5.4.3.Vaciado del concreto.....	101
3.5.4.4.Curado.....	102
3.6.Técnicas, instrumentos.....	103

3.6.1.Técnicas de recolección de información.....	103
3.6.1.1.Observación	103
3.6.1.2.Análisis de documentos	103
3.6.2.Descripción de instrumentos utilizados	103
3.7.Procedimientos de recolección de datos.	105
3.8.Técnicas de procedimientos y análisis de datos.....	108
IV.CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	111
4.1.Resultados de los ensayos realizados.....	111
4.1.1.Resultados de los ensayos realizados a los agregados utilizados en laboratorio para el Cálculo de los diseños de mezcla.....	112
4.1.1.1.Agregado grueso (piedra zarandeada– cantera “Tayca”).....	112
4.1.1.2.Agregado fino (arena gruesa – cantera “Tayca”).....	113
4.1.1.3.Diseño de mezcla	114
4.1.2.Resultados de dosificación y características de testigos de concreto realizados en laboratorio.....	115
4.1.2.1.Muestra de concreto con 0% de adición de residuo de conchas de molusco.....	115
4.1.2.2.Muestra de concreto con 3% de adición de residuo de conchas de molusco.....	117
4.1.2.3.Muestra de concreto con 5% de adición de residuo de conchas de molusco.....	120
4.1.2.4.Muestra de concreto con 7% de adición de residuos de conchas de molusco.....	123
4.1.2.5.Muestra de concreto con 9% de adición de residuos de conchas de moluscos.....	125

4.1.2.6.Comparación entre testigos de concreto con y sin adición de residuos de conchas de molusco calcinadas	129
4.1.3.Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos con mejor comportamiento resistente	134
4.1.4.Análisis estadístico.....	135
4.1.4.1.Análisis estadístico de las muestras de concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7% de adición.....	135
4.1.5.Análisis de resultados.	138
4.1.5.1.Sobre la hipótesis.....	138
4.1.5.2.Características del concreto durante su elaboración	139
4.1.6.Evaluación estadística.....	141
4.2.Discusión.....	143
V.CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
5.1.Conclusiones	147
5.2.Recomendaciones	149
VI.CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
VII.CAPITULO VII. ANEXOS.....	154
7.1.Anexo 01 - Ensayo de los agregados	154
7.1.1.Análisis granulométrico del agregado fino (astm c136 / ntp 400.037).....	154
7.1.2.Análisis granulométrico del agregado grueso (astm c136 / ntp 400.037).....	155
7.1.3.Contenido de humedad del agregado grueso y fino (astm d-2216-80).....	156

7.1.4.Peso unitario y absorción (norma astm c-29 y ntp 400.017)	157
7.1.5.Peso unitario suelto del agregado fino (norma astm c-29 y ntp 400.017)	158
7.1.6.Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (norma astm c-29 y ntp 400.017).....	159
7.2.Anexo 02 - Diseño de mezcla	160
7.3.Anexo 03 - Panel fotográfico.....	165

Índice de tablas

Tabla 1 Límites Granulométricos Del Agregado Fino	44
Tabla 2 Límites permisibles máximo del agua.	63
Tabla 3 Especímenes cilíndricos de concreto para ensayo de resistencia a la compresión. 72	
Tabla 4 Resistencia Requerida.....	85
Tabla 5 Factor de corrección.....	88
Tabla 6 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción	90
Tabla 7 Volumen unitario del agua – lt/m ³	91
Tabla 8 Relación agua: cemento. por resistencia.....	93
Tabla 9 Volumen absoluto del agregado grueso.....	95
Tabla 10 Instrumentos usados para la recolección de datos	103
Tabla 11 Resistencia mínima a diferentes días	109
Tabla 12 Resultado de los ensayos realizados al agregado gruesa (piedra zarandeada – cantera “Tayca”)	112
Tabla 13 Resultado de los ensayos realizados al agregado fino (arena gruesa – cantera “Tayca”).....	113
Tabla 14 Resultado Del Diseño de Mezcla.....	114
Tabla 15 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm ² a los 7 días.....	115
Tabla 16 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm ² a los 14 días.....	115
Tabla 17 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm ² a los 28 días.....	116
Tabla 18 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm ² – 3% a los 7 días.	118

Tabla 19 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 3% a los 14 días.	118
Tabla 20 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 3% a los 7 días.	119
Tabla 21 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 5% a los 7 días.	120
Tabla 22 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 5% a los 14 días.	121
Tabla 23 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 5% a los 28 días.	121
Tabla 24 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 7% a los 7 días.	123
Tabla 25 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 7% a los 14 días.	123
Tabla 26 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 7% a los 28 días.	124
Tabla 27 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 9% a los 7 días.	126
Tabla 28 : Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 9% a los 14 días.	126
Tabla 29 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f^{\circ}c$: 210 kg/cm ² – 9% a los 28 días.	127
Tabla 30 Resultado de testigos de concreto con resistencia $f^{\circ}c$ = 210 kg/cm ² con 7% de adición.	134

Tabla 31 Resultado de la estadística descriptiva de las muestras de concreto de $f'c = 210$ kg/cm ² con 7 % de adición.....	135
Tabla 32 Tabla de Frecuencias.	136
Tabla 33 Tabla de dispersión total.	141
Tabla 34 Tabla de dispersión entre testigos.	141
Tabla 35 Probabilidad de ocurrencia de los testigos 210 kg/cm ² – 10 % de adición a los 28 días.	142

Índice de figuras

Figura 1.. Componentes del concreto	37
Figura 2. Concreto	39
Figura 3. Cemento Tipo I.....	40
Figura 4. Clase de agregados según el tamaño de sus partículas.....	43
Figura 5. Concreto fresco.....	45
Figura 6. Concreto endurecido.....	52
Figura 7. Residuo de moluscos de la playa las pocitas	64
Figura 8. Enoplochiton níger (barquillo),	64
Figura 9. Acantopleura echinata (barbón)	65
Figura 10. Fissurella crassa.....	65
Figura 11. Fissurella latimarginata	66
Figura 12. Concholepas	66
Figura 13 . Flujo de la tesis.....	69
Figura 14 . Diseño experimental.....	70
Figura 15. Ubicación de la playa “La Pocita” Fuente: Elaboración propia, 2019.....	104
Figura 16. Ubicación de la cantera de los agregados “Tayca”.	105
Figura 17. Resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm ²	116
Figura 18. Resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm ²	117
Figura 19. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm ² con 3% de adición de residuos de conchas de molusco.....	119
Figura 20. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm ² con 3% de adición de residuos de conchas de molusco.....	120

Figura 21. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de f^c : 210 kg/cm ² con 5% de adición de residuos de conchas de molusco.....	122
Figura 22. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de f^c : 210 kg/cm ² con 5% de adición de residuos de conchas de molusco.....	122
Figura 23. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de f^c : 210 kg/cm ² con 7% de adición de residuos de conchas de molusco.....	124
Figura 24. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de f^c : 210 kg/cm ² con 7% de adición de residuos de conchas de molusco.....	125
Figura 25. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de f^c : 210 kg/cm ² con 9% de adición de residuos de conchas de molusco.....	128
Figura 26. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de f^c : 210 kg/cm ² con 9% de adición de residuos de conchas de molusco.....	128
Figura 27. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f^c=210$ kg/cm ²	129
Figura 28. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f^c=210$ kg/cm ² patrón con el de 3 % de adición.....	130
Figura 29. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f^c=210$ kg/cm ² patrón con el de 5 % de adición.....	131
Figura 30. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f^c=210$ kg/cm ² patrón con el de 7 % de adición.....	132
Figura 31. Resistencia $f^c=210$ kg/cm ² patrón con el de 9% de adición.....	133
Figura 32. Histograma de las muestras de concreto de $f^c= 210$ kg/cm ² con 7% de adición.	136
Figura 33. Distribución normal de las muestras de concreto de $f^c= 210$ kg/cm ² con 7 % de adición.....	137

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Peso unitario suelto.....	74
Ecuación 2. Peso unitario varillado	75
Ecuación 3. Módulo de fineza	77
Ecuación 4. Peso específico - (base seca) agregado fino	80
Ecuación 5. Peso específico - (base saturada) agregado fino	80
Ecuación 6. Peso específico aparente- (base seca) agregado fino	80
Ecuación 7. Absorción agregado fino	80
Ecuación 8. Peso específico - (base seca) agregado grueso	82
Ecuación 9. Peso específico - (base saturada) agregado grueso	82
Ecuación 10. Peso específico aparente- (base seca) agregado grueso	82
Ecuación 11. Absorción agregado grueso	82
Ecuación 12. Contenido de humedad	83
Ecuación 13. Desviación estándar.....	86
Ecuación 14. Desviación estándar para dos grupos	87

Índice de fotos

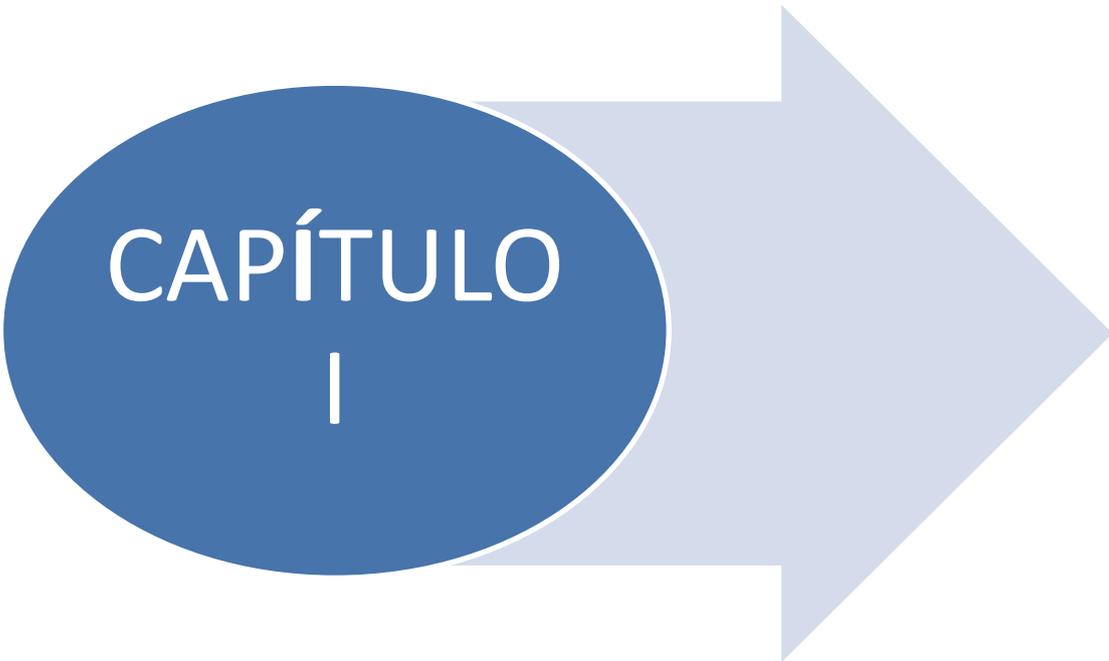
Foto 1. Residuos de molusco de la playa La Pocita –Huarmey	165
Foto 2. Cuarteo del agregado fino	165
Foto 3. Cuarteo del agregado grueso.....	166
Foto 4. Cuarteo del agregado grueso.....	166
Foto 5. Hallando el peso del agregado grueso	167
Foto 6. Tamizado manual del agregado fino.....	167
Foto 7. Elaboración de concreto según el diseño de mezcla	168
Foto 8. Elaboración de concreto según el diseño de mezcla.	168
Foto 9. Asentamiento del concreto de 3 a 4 pulgadas.....	169
Foto 10. Acabado de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm ²	169
Foto 11. Desencofrado de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm ²	170
Foto 12. Ensayo a la compresión de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm ²	170
Foto 13. Resistencia a la compresión de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm ² con 7 % de adición de residuos de molusco a los 28 días	171
Foto 14. Resistencia a la compresión de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm ² con 7 % de adición de residuos de molusco a los 28 días.	172

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal mejorar las propiedades físicas resistentes del concreto adicionando residuos de conchas de distintos moluscos calcinados a 850 C° provenientes de la playa la Pocita – Huarmey, para darle así un mejor uso a este residuo y a la misma vez mejorar la imagen de la playa. En la playa la Pocita se encuentran los residuos de conchas de moluscos principalmente de Enoplochiton Níger (BARQUILLO), Acantopleura echinata (BARBON) , Fissurella crassa (molusco más abundante de la zona) , Fissurella latimarginata (BLANCO) y Concholepas (CHANQUE).La presente Tesis consistió en realizar una investigación de tipo Cuantitativa– Experimental, elaborando concreto de resistencia 210 Kg/cm² como muestra patrón y luego adicionando residuos de conchas en porcentajes de 3 % , 5% , 7% y 9 %.Se realizaron los ensayos respectivos según la Norma Técnica Peruana a los agregados para luego elaborar el diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm² según la metodología ACI, a partir del diseño se adiciono residuos de molusco calcinados en función al peso del cemento. Se elaboraron testigos de concreto de forma cilíndricas con dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, luego los testigos de concreto fueron ensayados a la compresión a los 7 días, 14 días y 28 días; basados en las normas siguientes ASTM, MTC, NTP. Se llegó a la conclusión que los residuos de conchas de molusco calcinadas mejoran las propiedades resistentes del concreto, obteniendo una mejor resistencia con la adición de 7 % y que este residuo puede ser utilizado en construcciones de la zona para garantizar que el concreto llegue a la resistencia especificada.

ABSTRACT

The main objective of this research is to improve the resistant physical properties of concrete by adding shell residues of different mollusks calcined at 850 ° C from La Pocita - Huarmey beach, to thus make better use of this residue and at the same time improve the beach image. On La Pocita beach there are shellfish shell waste mainly from *Enoplochiton Niger* (BARQUILLO), *Acantopleura echinata* (BARBON), *Fissurella crassa* (most abundant mollusk in the area), *Fissurella latimarginata* (WHITE) and *Concholepas* (CHANQUE). This Thesis consisted of conducting a Quantitative-Experimental investigation, developing 210 Kg / cm² resistance concrete as a standard sample and then adding shell residues in percentages of 3%, 5%, 7% and 9%. The respective tests were carried out according to the Peruvian Technical Standard to the aggregates and then elaborate the mix design for a resistance of 210 kg / cm² according to the ACI methodology, from the design calcined mollusk residues were added depending on the weight of the cement. Cylindrical concrete witnesses were made with dimensions of 15 cm in diameter and 30 cm in height, then the concrete witnesses were tested for compression at 7 days, 14 days and 28 days; based on the following standards ASTM, MTC, NTP. It was concluded that the residues of calcined mollusk shells improve the resistant properties of concrete, obtaining a better resistance with the addition of 7% and that this residue can be used in constructions in the area to ensure that the concrete reaches the specified resistance.



**CAPÍTULO
I**

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo la investigación en el sector construcción es cada vez más agresiva, innovadora, tecnológica y eficaz, con el propósito de poder mejorar y garantizar edificaciones más resistentes, livianas y a un menor costo económico, obteniendo beneficios y mejorando la calidad ambiental de nuestra ciudad.

El concreto es el material más usado en todo el mundo en la industria de la construcción, debido a sus características de economía, durabilidad y versatilidad; lo cual genera un elevado impacto ambiental que debe ser mitigado desde el diseño del material, su producción y hasta su aplicación en las construcciones. Muchos países en el mundo comienzan a incluir prácticas que sean amigables al medio ambiente, en búsqueda de mejoras continuas que ayuden a reducir los impactos ambientales y en este aspecto la industria de la construcción no es ajena.

En la actualidad existen altas tecnologías y procedimientos constructivos muy bien detallados que nos permiten lograr concretos de alta resistencia a la compresión para estructuras importantes. Sin embargo, existe una gran cantidad de estructuras de concreto que no necesitan concretos de elevada resistencia a la compresión, muy especialmente en aplicaciones económicas para obras de interés social. Podemos identificar en nuestra región su uso en estructuras como: veredas, canales de irrigación, losas deportivas, losas de parques de recreación y plazuelas, todos con requisitos estructurales no tan exigentes.

Ante la problemática que enfrenta actualmente el medio ambiente, de una elevada explotación de canteras, se presenta la posibilidad de usar otras opciones de agregado para el concreto.

En la playa la Pocita ubicada a unos 0.5 Km al norte de la playa Tuquillo en Huarmey se puede apreciar toneladas de residuos de las conchas de diversos moluscos, dándole una imagen negativa a esta playa y contaminando el medio ambiente.

Su uso como agregado estaría contribuyendo a mejorar las propiedades resistentes del concreto y se les daría uso a estos botaderos de conchas, reduciendo al mismo tiempo la contaminación ambiental en las costas de Ancash.

A continuación, se describe brevemente las etapas que tendrá esta investigación:

En el capítulo I, se realiza la introducción, donde se exponen los antecedentes que dan base a esta investigación, así como la formulación del problema de la investigación que da pie al tipo de investigación usado, los objetivos, formulación de la hipótesis, justificación y limitación del trabajo de investigación.

En el capítulo II, Se verá al marco teórico, este es el pilar fundamental de la tesis, debido a que en este capítulo se desarrollaron las teorías que va a fundamentar el proyecto con base al planteamiento del problema que se ha realizado, es decir, esta base teórica, es la que nos ha permitido la interpretación de resultados y, finalmente, la formulación de conclusiones.

En el capítulo III, se describe como se realizó la investigación, buscando reproducir cabalmente todos los materiales usados y el o los métodos que fueron necesarios para llegar a los resultados.

En el capítulo IV, se muestra los resultados de la investigación y la discusión en base de los objetivos planteados.

En el capítulo V, se presenta las conclusiones a las que se han llegado, es decir, se han tomado las ideas principales y en base a lo investigado han sido resumidas, así mismo se presentan, las respectivas recomendaciones.

En el capítulo VI, se presenta las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación.

Finalmente, en el capítulo VII, se presenta los anexos donde se justifica los resultados obtenidos en la investigación, Memorias de Cálculo, Panel Fotográfico, entre otros.

1.1. Antecedentes

A lo largo de la historia, los residuos de moluscos, ha sido un problema, puesto que ha ocasionado enfermedades, contaminación ambiental y empeoramiento de las condiciones de la población y de otras especies.

El tema de la utilización de los residuos cobra gran relevancia en la actualidad, por lo cual es fundamental continuar el proceso de concientización acerca de reducir, transformar y reciclar los materiales. En relación con lo anterior, la presente investigación se enfoca en analizar mezclas de concreto con diferentes porcentajes de residuos de molusco como sustituto parcial del agregado grueso, con el fin de reutilizar este material que hoy es uno de los que causan mayor impacto ambiental en el país y a nivel mundial, sumado a esto que en la actualidad hay una elevada explotación de canteras.

1.1.1. A nivel internacional

En Corea, ante el crecimiento exponencial de la cantidad de residuo generado y la imposibilidad de encontrar espacio para su adecuado vertido, se ha venido fomentando desde la administración la utilización de la concha de ostra como fertilizante aun sin resultar económicamente rentable (se ha llegado a reutilizar hasta un 30% de la concha generada).

Por otro lado, en Nigeria, las conchas de bígaro se utilizan ya de manera tradicional para la fabricación de concreto. Sin embargo, este uso carecía hasta hace pocos años de estudios técnicos que lo avalasen, por lo que siempre fue considerado como una práctica poco profesional motivada en exclusiva por la escasez de áridos gruesos en la zona costera de dicho país.

Otros países también han utilizado las conchas para algún fin, pero de manera minoritaria, como puede ser el caso de Nueva Zelanda, donde se ha empleado en la construcción de cortafuegos, o Dinamarca, donde se ha utilizado como material granular aislante en cubiertas y soleras de viviendas.

Ivette ,C.(2006) “Optimización De Las Propiedades Mecánicas Del Mortero Comercial Mediante La Adición De Residuos Del Molusco *Cassostrea Virginica*”. Centro de investigación en materiales avanzados (Tesis para obtener el grado de Maestría), México. Este trabajo de investigación consiste en un estudio sobre el efecto de la incorporación de una nueva materia prima como sustituto al CaCO_3 comercial (concha de molusco) a la composición de un mortero convencional.

Se utilizaron cuatro diferentes materiales para la elaboración del mortero: arena (proveniente del desierto de Samalayuca,), arcilla (terrenos arcillosos de Villa Aldama), cemento (Portland comercial) y CaCO_3 (obtenido a partir de la concha de moluscos). Mediante una molienda íntima, se lleva a cabo la integración de los cuatro materiales utilizados, formando mezclas de características diferentes de acuerdo a los distintos porcentajes de carbonato de calcio empleados en la investigación. A partir de estas mezclas se fabricaron una serie de especímenes cúbicos para medir su resistencia a la compresión. Se encontró que en presencia del carbonato de calcio obtenido a partir de las conchas de ostión, el mortero incrementaba su resistencia a la compresión en relación con el mortero convencional. Los mejores resultados se obtuvieron utilizando un porcentaje de CaCO_3 del 5% en la mezcla.

1.1.2. A nivel nacional

En el Perú existen numerosos bancos naturales de esta especie, tales como los de Bahía de Sechura y lobos de Tierra en Piura, Bahía de Samanco, Bahía de Huarmey y el Dorado en Chimbote, Bahía de Guaynuna en Casma y Bahía de Independencia y Paracas en Pisco. Se encuentran en aguas costeras entre 3 a 30 m, con fondos variables; fondo blando, arena endurecida, de conchuela con algas y cascajo, las Conchas de abanico vive normalmente en bahías protegidas del oleaje a temperatura entre 14 a 20°C esta especie requiere de agua bien oxigenada y con una salinidad de 34.4 a 34.9 por mil incluyendo este parámetro en el desarrollo, alimentación y reproducción. En nuestro país se ha creado una comisión multisectorial encargada de elaborar y proponer el plan de prevención y mejoramiento de la calidad ambiental de la Bahía de Sechura, esta comisión se ha comprometido para realizar seminarios de capacitación y difusión de técnicas sanitarias y ambientales adecuadas, para el reaprovechamiento adecuado de los residuos hidrobiológicos de las conchas de abanico.

Nizama, D. (2014) “Valoración de Residuos Crustáceos para Concretos de baja resistencia” (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura , Facultad de Ingeniería, Piura.

Se elaboró un diseño de 210 kg/cm² y reemplazar parte del agregado grueso (20 % , 40 % , 60 %) por residuos de crustáceos obteniendo porcentaje optimo el de 20 % que obtuvo un comportamiento muy similar al concreto convencional ,concluyendo que es posible obtener un concreto de características mecánicas aceptables al reemplazar parte del agregado grueso por conchas de abanico triturada , en tamaños menores a 1 “ en proporciones máximas del 40 %.

Raymundo, P. (2015) “Uso de conchas de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas” en la Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura .Se realizó una tesis titulada por qué consistió en evaluar el uso de concha de abanico como estabilizador mecánico de suelos por cambio de granulometría que obtuvo un suelo mejorado con un CBR 121 % con 45 % de concha triturada , concluyendo que si es posible utilizar la concha de abanico como material estabilizador de suelos arenosos.

1.1.3. A nivel local

El 9 de septiembre del 2015 en la ciudad de Chimbote el Ministerio de Producción en coordinación y con apoyo con la Municipalidad del Santa a través de talleres se han orientado a empresas y productores artesanales que generan residuos sólidos de la producción de conchas de abanico en cómo evitar daños al ambiente y en como incrementar sus recursos económicos con un óptimo aprovechamiento de este tipo de especies marinas , la responsable del área , Rosa Bartra Barriga ,al realizar una visita por el botadero de Pampa la Carbonera en Nuevo Chimbote se encontró toneladas de este residuo dando una mala imagen a nuestra ciudad y contaminando el medio ambiente.

Flórez, L. y Mazza,J. (2014) “Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto” (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Ancash.

Esta investigación se basa en la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° e de los residuos calcáreos (conchas de abanico).

Este polvo así obtenido es utilizado para adicionar al cemento tipo Portland I en diversas dosificaciones en el diseño de mezcla. Las mezclas de concreto obtenidas con adición de 5%, 10 % y 15 % son sometidas a la medición de su resistencia a la compresión para los periodos de 7, 14, 21 y 28 días. Se pudo afirmar que la adición de residuos calcáreos de 5% a 15% mejora la resistencia de concreto, observando que a mayor adición de residuos calcáreos el asentamiento disminuye en 1” y que se obtuvo un mejor comportamiento con la adición del 5%.

Las conchas de moluscos están conformadas por caparazones de carbonato cálcico (aragonito y calcita). Existe la probabilidad de ser usada como agregado por ser un material no nocivo para el concreto, además por ser inorgánico y con características similares a los agregados convencionalmente usados. En la actualidad no se han encontrado estudios relacionados al tema de investigación; pero existiendo la problemática, en la cual las personas han empleado este residuo en la elaboración de concreto aplicándoles en muros, falsos pisos y otros elementos no estructurales, empíricamente sin tener algún diseño o dosificación ocasionando que el concreto tenga poca durabilidad y resistencia; es por esta situación que se busca realizar la presente investigación, tomando como materia prima los residuos de molusco existentes en la zona y para la cual se realizara el estudio del comportamiento del concreto incorporando los residuos de moluscos para la construcción de viviendas.

1.2. Formulación del problema

Considerando los antecedentes que se presentan en los últimos tiempos respecto al deterioro ambiental en el Perú y el resto del mundo, así también como el aumento de población y demanda en el sector de la construcción surge la necesidad e interés por investigar cómo mejorar las propiedades físicas del concreto sin necesidad de elevar tanto el costo del concreto. En la playa la Pocita ubicada a unos 0.5 Km al norte de la playa Tuquillo en Huarmey se puede apreciar toneladas de residuos de las conchas de diversos molusco, dándole una imagen negativa a esta playa y contaminando el medio ambiente, por otro lado las personas que habitan ahí han empezado a utilizar el residuo de las conchas de moluscos para elaborar concreto de una manera empírica sin tener en cuenta alguna dosificación o diseño ocasionando que las estructuras elaboradas con este material tengan poca durabilidad y resistencia llegando a deformarse en mucho de los casos. Esta investigación presenta la posibilidad de adicionar residuos de la concha de molusco, con el propósito de poder darle un uso adecuado al concreto con los resultados de los análisis estudiados en el laboratorio, teniendo en cuenta que el mismo puede mejorar las propiedades físicas del concreto, así como resolver porcentualmente los problemas del medio ambiente.

Ante todas estas situaciones nos vemos en la necesidad de plantearnos la siguiente pregunta:

¿Cuál será el comportamiento del concreto al incorporar residuos de la concha de diversos moluscos para la elaboración de concreto estructural en La Playa Pocita - Huarmey?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

- Mejoramiento de las propiedades físicas resistentes del concreto estructural adicionando residuos de conchas de distintos moluscos.

1.3.2. Objetivos secundarios

- Dosificación de la mezcla patrón y las mezclas de concreto adicionando diferentes porcentajes de residuo de concha de diversos moluscos provenientes de la playa la Pocita - Huarmey.
- Cuantificar y analizar con varias dosificaciones de residuo de conchas de diversos moluscos los cambios en las propiedades físicas del concreto en estado fresco y endurecido.
- Evaluación de las características físicas del concreto adicionando residuos de conchas de diversos en una mezcla de concreto convencional.

1.4. Formulación de la hipótesis

Si incorporamos residuos de conchas de diversos moluscos como adición en la elaboración de concreto, se mejorará las propiedades físicas del concreto (Resistencia) entre 20 % - 35%.

1.4.1. Variables e indicadores de la investigación

1.4.1.1. Variable dependiente

- Propiedades físicas del concreto.

1.4.1.2. Variable independiente

- Distintos Porcentajes de Adición de Conchas calcinadas de diversos moluscos.

1.5. Justificación

1.5.1. Medio ambiental

Las conchas de molusco tienen un gran impacto ambiental, Las conchas-residuo contienen restos de materia orgánica que se descompone (tanto en el depósito en tierra como en el subacuático), provocando malos olores y la proliferación de microorganismos e insectos. En el caso terrestre, además, se producen lixiviaciones que contaminan las aguas y un impacto visual que puede tener incluso consecuencias económicas al darse sobre todo en poblaciones costeras para las que el turismo supone una importante fuente de ingresos, por cual resulta importante en aprovechar ese recurso y así evitar parcialmente la contaminación del medio ambiente.

1.5.2. Económico

El estudio de los concretos es parte fundamental en la construcción es de gran importancia en cualquier país, ya que contribuye en el plan urbanístico, en la construcción de viviendas, edificaciones, aportando así de manera inminente un desarrollo productivo y económico del país. La construcción en todo el mundo simboliza el desarrollo del país.

1.5.3. Social

Esta investigación permite impulsar y promover soluciones en lo que respecta a la aplicación de conchas de moluscos, que aporten un bien ecológico económico, científico de calidad, y así la gente pueda darle el uso correcto a este residuo.

1.5.4. Industrial

Los diseños de mezclas de concreto son una de las partes fundamentales para la Industria de Concreto del Perú ya que el concreto siendo uno de los productos más usados en la rama de la construcción, es importante el uso de nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento tanto de las dosificaciones como el producto terminado y que es determinante en la calidad definitiva del concreto. Actualmente en toda investigación de ingeniería, es necesario utilizar materiales que aumenten la vida útil de la obra, por tanto, esta investigación está basada en estudiar el comportamiento de mezclas de concreto con conchas de moluscos como parte integrante en el diseño de las mismas, someterlas a ensayos para hacer una evaluación de sus propiedades mecánicas para comprobar si este método contribuye a optimizar el uso del concreto en obra.

1.6. Limitación

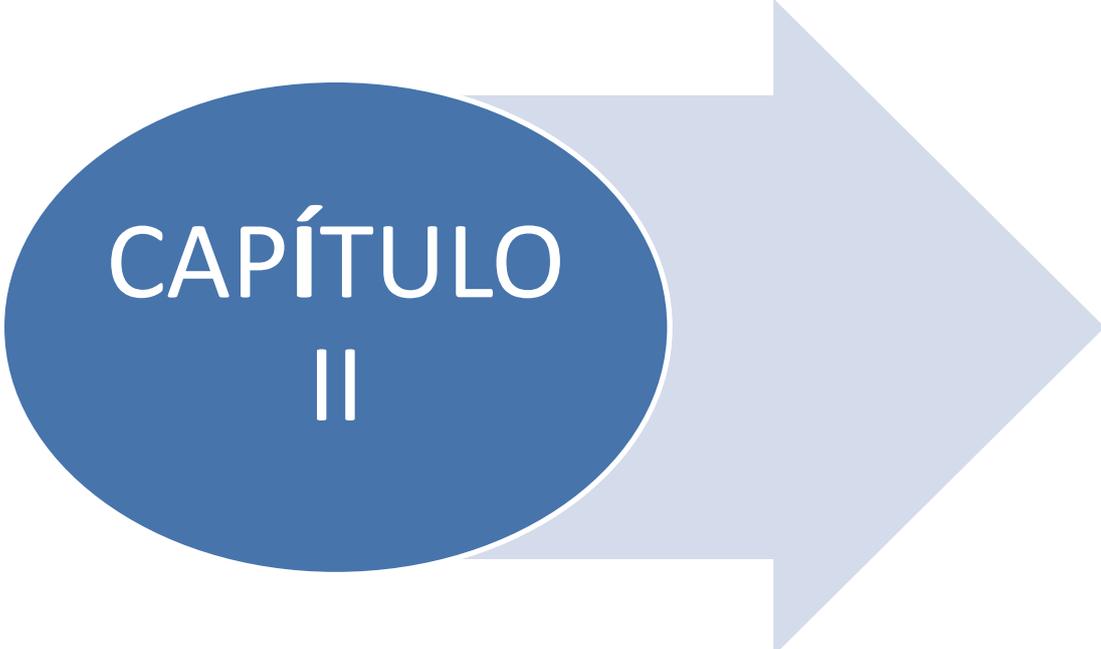
1.6.1. Limitación espacial

En esta investigación se elaboró concreto adicionando residuos de conchas de molusco calcinado y concreto convencional de resistencia $f'c$: 210 kg/cm² como muestra patrón, los ensayos para obtener las propiedades mecánicas de dichos concretos se realizarán en el Laboratorio de mecánica de suelos y de concreto del área de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa. Además, se tendrá en cuenta que los materiales para la elaboración de concreto convencional y concreto adicionado con residuos de conchas de molusco calcinadas serán del departamento de Ancash.

- Cemento Pacasmayo Tipo I
- Agregado grueso (piedra zarandeada $\frac{3}{4}$ ") de la cantera "Tayca"
- Agregado fino de la cantera "Tayca"
- Residuos de conchas de molusco de la Playa la "Pocita"

1.6.2. Limitación temporal

La duración de la investigación comprenderá un lapso entre el mes de septiembre del año 2018 hasta el mes de julio del año 2019.



**CAPÍTULO
II**

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Concreto

2.1.1. Definición

Es un material compuesto principalmente por cemento, agregado, agua y adicionalmente puede contener un aditivo. (Rivva ,2002)

El concreto tiene en su volumen un pequeño porcentaje de aire atrapado y también se le puede incorporar aire mediante el uso de algún aditivo. (Rivva ,2002)

2.1.2. Componentes del concreto

Cemento, agua, agregados, el aire y adiciones que mejoran las propiedades de la mezcla de concreto. En la figura 1 se observa las proporciones en volumen de los componentes del concreto, podemos observar que el elemento es componente en menor cantidad, pero es el que define las tendencias del comportamiento del concreto. (Rivva ,2002)



Figura 1. Componentes del concreto
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Como los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto, su selección es importante. Los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada, así como resistencia a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto. Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas. (Rivva ,2002)

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta, así como también todos los espacios entre partículas de agregado. (Rivva ,2002)

Para cualquier conjunto específico de materiales y de condiciones de curado, la cantidad de concreto endurecido está determinada por la cantidad de agua utilizada en relación con la cantidad de cemento. (Rivva ,2002)

A continuación, se presenta algunas ventajas que se obtienen al reducir el contenido de agua:

- Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
- Se tiene menor permeabilidad, y por ende mayor hermeticidad y menor absorción.
- Se incrementa la resistencia al intemperismo.
- Se logra una mejor unión entre capas sucesivas y entre el concreto y el esfuerzo.
- Se reducen las tendencias de agrietamientos por contracción.

Entre menos agua se utilice, se tendrá una mejor calidad de concreto, a condición que se pueda consolidar adecuadamente. Menores cantidades de agua de mezclado resultan en mezclas más rígidas; pero con vibración, aún las mezclas más rígidas pueden ser empleadas. Para una calidad dada de concreto, las mezclas más rígidas son las más económicas. Por lo tanto, la consolidación del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía. (Rivva ,2002)



Figura 2. *Concreto*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

2.1.2.1. Cemento

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de arcillas calcinadas y calizas y luego son molidas, al contacto del agua tiene la propiedad de endurecerse. Hasta ese punto es llamado Clinker, se convierte en cemento cuando se le adiciona yeso, este le proporciona la propiedad de fraguar y endurecerse. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

El cemento es el componente de menor proporción en el concreto pero el más importante y activo del concreto, por ello y recordando que las propiedades del concreto dependen tanto de la calidad como de la cantidad de sus componentes, la selección y empleo adecuado del cemento son fundamentales para obtener, en forma económica, las propiedades deseadas para una mezcla dada. (Rivva ,2002)



Figura 3. *Cemento Tipo I*
Fuente: *Cementos Pacasmayo*.

2.1.2.1.1. Métodos de fabricación.

Los dos materiales principales con los que se fabrica el cemento Portland son: un material calcáreo, tal como piedra caliza, conchas, greda o marga, y un material arcilloso (en el cual la sílice es el constituyente importante) tales como arcilla, pizarra o escoria de altos hornos. Algunas veces los materiales calcáreos y arcillosos se encuentran combinados en depósitos naturales. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

Debe mantenerse la dosificación de las materias primas en proporciones muy precisas. Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (alrededor de 1500°C), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200m de longitud y 5.50m de diámetro. Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina “Clinker”. El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento Portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 ó 4 por ciento) para controlar las propiedades de fraguado. Para los cementos con aire incluido, el material necesario para impartir las propiedades del aire incluido, se añade durante la molienda del Clinker. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

2.1.2.1.2. Análisis químico.

Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cementos portland, el óxido de calcio se combina con los componentes ácidos de la materia prima para formar cuatro compuestos fundamentales que constituyen el 90% del peso del cemento. También se encuentran presentes yeso y otros materiales. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

A continuación, se presentan los compuestos fundamentales, sus fórmulas químicas, y sus abreviaturas:

El silicato tricálcico, C3S, se hidrata y endurece rápidamente y es responsable en gran medida del fraguado inicial y de la resistencia temprana. En general la resistencia temprana del concreto de cemento portland es mayor con porcentajes superiores de C3S. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

El silicato dicálcico, C2S, se hidrata y endurece lentamente y contribuye en gran parte al incremento de resistencia a edades mayores de una semana. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

El aluminato tricálcico, C3A, libera una gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento. También contribuye levemente al desarrollo de la resistencia temprana. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

El yeso, que se agrega al cemento durante la molienda final, retrasa la velocidad de hidratación del C3A. Sin el yeso, un cemento que contuviera C3A fraguaría rápidamente. Los cementos con bajos porcentajes de C3A son particularmente resistentes a los suelos y aguas que contienen sulfatos. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

El alúmino ferrito tetra cálcico, C4AF, reduce la temperatura de formación del Clinker, ayudando por tanto a la manufactura del cemento. Se hidrata con cierta rapidez, pero contribuye mínimamente a la resistencia. La mayoría de efectos de color se debe al C4AF y a sus hidratos. (Cemento Pacasmayo. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/>).

2.1.2.2. Agregados

Son los elementos inertes del concreto que al aglomerarse con la pasta de cemento se forma una estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total, luego las calidades de estos tienen una importancia primordial en el producto final. (Abanto, 2001)

CLASES DE AGREGADOS	
AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
<p>Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan por el tamiz NTP 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites de la norma NTP 400.037 (Abanto, 2001).</p> <p>Las arenas provienen de la desintegración natural de las rocas; y que arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados (Abanto, 2001).</p>	<p>Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 (4.75 milímetros) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. El agregado grueso está formado fundamentalmente por gravas naturales, gravas trituradas, piedra triturada, escoria de explosión, de concreto de cemento hidráulico, o bien de la combinación de las anteriores, con las características que establece la norma (Abanto, 2001)</p>

Figura 4. Clase de agregados según el tamaño de sus partículas
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 1
 Límites Granulométricos Del Agregado Fino

MALLA		% QUE PASA
3/8"	---	100
Nº 4	---	95 – 100
Nº 8	---	80 – 100
Nº 16	---	50 – 85
Nº 30	---	25 – 60
Nº 50	---	10 – 30
Nº 100	---	2 - 10

Fuente: Rivva, E (1992), *Diseño de mezclas*, p. 19

Tabla 2
 Límites Granulométricos Del Agregado Grueso

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASAN POR LAS SIGUIENTES FALLAS							
	2"	1 1/2 "	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8
2"	95 – 100	-	35 – 70	-	10 – 30	-	0 - 5	-
1 1/2"	100	95 - 100	-	35 – 70	-	10 – 30	0 – 5	-
1"	-	100	95 – 100	-	25 – 60	-	0 – 10	0 – 5
3/4"	-	-	100	90 - 100	-	20 – 55	0 – 10	0 – 5
1/2"	-	-	-	100	90 – 100	40 – 70	0 – 15	0 – 5
3/8"	-	-	-	-	100	85 - 100	10 – 30	0 - 10

Fuente: Rivva, E (1992), *Diseño de mezclas*, p. 30

2.1.3. Propiedades del concreto

2.1.3.1. Concreto fresco

Se denomina concreto fresco al material mientras permanece en estado fluido, es decir desde el momento cuando todos los componentes son mezclados hasta que se inicia el atiesa miento de la masa. En ese lapso el concreto es transportado, encofrado y luego compactado manualmente o por vibración. (Rivva, 2002)



Figura 5. *Concreto fresco*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

- **Trabajabilidad**

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. (Rivva, 2002).

- **Segregación**

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (Rivva, 2002)

- **Exudación**

Propiedad por la cual una parte de la greda de mezcla se separa de la masa y asciende a la superficie del concreto.

Es un caso general de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades, el fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar. (Rivva, 2002)

Está influenciada por el porcentaje de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues se retiene el agua de la mezcla. (Rivva, 2002)

- **Contracción**

En función de los problemas de fisuración es una de las propiedades más importantes que acarrea con frecuencia. (Rivva, 2002)

La contracción intrínseca es un proceso irreversible donde la pasta de cemento se contrae por la reducción del volumen original del agua por combinación química. ((Rivva, 2002)

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, dado que ocurre tanto en el estado endurecido como en el plástico si se permite que se pierda agua en la mezcla. (Rivva, 2002)

2.1.3.1.1. Influencia de los agregados en las propiedades del concreto fresco

El concreto es un material compuesto, con una gran variabilidad en las características de sus componentes, especialmente en los agregados pétreos. Siendo éstas de carácter físico y químico, producen diferentes efectos, tanto en la trabajabilidad del concreto como en su comportamiento en estado endurecido, el cual regirá su vida de servicio. (Rivva ,2002)

El esfuerzo que el concreto puede resistir como material compuesto está determinado principalmente, por las características del mortero (mezcla de cemento, arena y agua), de los agregados gruesos y de la interface entre estos dos componentes. Por ello, para una misma dosificación, pastas con diferentes calidades y agregados gruesos con diferentes características (forma, textura, mineralogía, resistencia, etc.), pueden producir concretos de distintas resistencias. (Rivva ,2002)

Dentro de las principales propiedades de los agregados que influyen en el comportamiento del concreto a corto y largo plazo, se tiene la absorción, la forma y la granulometría. (Rivva ,2002)

2.1.3.1.2. Influencia de la absorción de los agregados

La absorción es quizás la propiedad del agregado que más influye en el concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente de la mezcladora, disminuyendo la trabajabilidad de la mezcla. Si dos tipos de agregados tienen absorción similar, otros factores secundarios serán de importancia en la consistencia de la mezcla, tales como forma, tamaño y gradación; ya que mientras mayor superficie del agregado sea necesario cubrir con pasta, se tendrá menos fluidez. (Rivva ,2002)

Una buena resistencia y trabajabilidad de la mezcla se obtiene con la combinación de índices bajos de absorción y un buen coeficiente de forma, en donde las partículas son aproximadamente redondas. (Rivva ,2002)

2.1.3.1.3. Influencia de la forma de los agregados

La forma de los agregados tiene incidencia sobre la trabajabilidad y colocación del concreto en estado fresco. De todas las formas, la que mayor problema puede ocasionar para la trabajabilidad es aquella de tipo tabular que además está alargada (conocidas como piezas planas y alargadas). Estas piezas pueden provocar disminución en la trabajabilidad ya que muy fácilmente pueden orientarse de manera preferencial en un solo plano, dificultando la presencia de pasta entre ellas. Además, las gravas con esta forma ocasionan mayores requerimientos de pasta de cemento, y eso hace necesario un incremento en el volumen de agua para la mezcla. Es deseable, entonces, que los agregados, particularmente los gruesos, tengan una forma un tanto angular y cúbica. (Rivva ,2002)

Los agregados se pueden calificar por su forma, en base a su grado de redondez y esfericidad, obteniéndose una medida relativa de carácter comparativo y descriptivo. La manera como esta característica puede influir en el concreto fresco es variable, logrando producir, por ejemplo, a mayor grado de redondeamiento, menor relación de vacíos; pero, por otra parte, un menor valor de este parámetro reduce la adherencia agregado-pasta y la resistencia a la compresión. (Rivva ,2002).

El requerimiento de pasta de cemento de la mezcla de concreto está asociado a la superficie específica de los agregados. Que contienen partículas alargadas y aplanadas (Rivva ,2002)

Adicionalmente, las partículas chatas, alargadas, angulares y rugosas al acomodarse tienen un alto contenido de vacíos, que hacen que la mezcla requiera de más arena para proporcionar un concreto manejable. Cuando esto sucede, la finura de la mezcla de agregados es mayor, es decir que tiene una superficie específica mayor, y por ende el requerimiento de pasta incrementa (Rivva ,2002)

Además de tener un efecto directo sobre la trabajabilidad de la mezcla, las partículas aplanadas, alargadas, angulares y rugosas producen mezclas que dificultan el acabado superficial del concreto, así como su compactación. (Rivva ,2002)

Es posible que las partículas obtenidas a partir de la trituración de las conchas de abanico, presenten esta forma chata y alargada, por lo que ésta sería una de las razones que disminuirían la trabajabilidad del concreto en estado fresco. (Rivva ,2002)

Aunque la textura superficial afecta la trabajabilidad, su influencia no es tan representativa como la que tiene la gradación y la forma de los agregados. (Rivva ,2002)

La demanda de agua en una mezcla de concreto también está influenciada por la forma y textura de los agregados. Una demanda mayor de agua para obtener una trabajabilidad dada, reduce la resistencia y aumenta la exudación del concreto. (Rivva ,2002)

2.1.3.1.4. Influencia de la granulometría de los agregados

– Granulometría del agregado grueso

La granulometría y el tamaño máximo del agregado (TMA) para las gravas, afectan las porciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, la economía y la durabilidad del concreto. (Rivva ,2002)

Cuando los agregados son muy gruesos, pueden producir mezclas rígidas; mientras que aquellos agregados que no poseen una gran deficiencia o exceso de algún tamaño y tienen una curva granulométrica suave, producirán resultados más satisfactorios en las propiedades del concreto fresco. (Rivva ,2002)

– **Granulometría del agregado fino**

En el agregado fino hay dos elementos que deben ser considerados, por un lado el módulo de finura (MF), y por el otro la continuidad en los tamaños, ya que algunas arenas pueden tener módulos de finuras aceptables (entre 2.2 y 3.1) y carecer de alguna clase granulométrica.

Si se considera únicamente el módulo de finura, pueden obtenerse dos condiciones desfavorables: una de ellas existe cuando el módulo de finura es mayor a 3.1 (arena gruesa), en donde puede ocurrir que las mezclas sean poco trabajables, faltando cohesión entre sus componentes y requiriendo mayores consumos de cemento para mejorar su trabajabilidad. (Rivva ,2002)

La otra condición es cuando el módulo de finura es menor a 2.2 (arena fina); en este caso puede ocurrir que los concretos sean pastosos y que haya mayores consumos de cemento y agua para una resistencia determinada, y también una mayor probabilidad que ocurran agrietamientos de tipo contracción por secado. (Rivva ,2002)

– **Presencia de finos en el agregado grueso**

Por último, en el agregado grueso un contenido excesivo de materiales finos puede provocar problemas similares en el concreto a los que suele causar una arena con un módulo de finura menor a 2.2. (Rivva ,2002)

2.1.3.2. Concreto endurecido

El esquema típico de la estructura interna del concreto endurecido, consiste en el aglomerante, estructura básica o matriz, constituida por la pasta de cemento y agua, que aglutina a los agregados gruesos, finos, aire y vacíos, estableciendo un comportamiento resistente debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, así como a un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de las partículas inertes y sus características propia. (Rivva ,2002)



Figura 6. *Concreto endurecido*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

- Elasticidad

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo una carga, sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico, ya que no presenta un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, generalmente se define como una recta tangente a la parte inicial del diagrama al “Modulo de elasticidad estático” del concreto, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión ultima. (Rivva, 2012). Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 Kg/cm² y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y en relación inversa con la relación agua/cemento. (Rivva, 2012)

- Resistencia

Es la capacidad que posee el concreto de soportar esfuerzos y cargas, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. (Rivva, 2012).

Depende principalmente de la relación Agua/Cemento en peso que influye en la concentración de la pasta de cemento. (Rivva, 2012)

Factores como son la temperatura y el tiempo, que influyen en las características resistentes de la pasta, sumados a otros elementos adicionales constituidos por la calidad de los agregados y las características cementantes del cemento, que complementan la estructura del concreto. Un factor indirecto es el curado que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se lleguen a desarrollar completamente las características resistentes del concreto. (Rivva, 2012)

Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 Kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencias sobre los 700 Kg/cm². (Rivva 2012).

- **Extensibilidad**

Propiedad del concreto de deformarse sin fisurarse. Está en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran grietas. (Rivva, 2012)

Depende del flujo plástico y de la elasticidad, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. (Rivva, 2012).

El flujo plástico tiene la característica de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes. (Rivva, 2012)

2.1.3.2.1. Influencia de los agregados pétreos en las propiedades del concreto endurecido

Frecuentemente la variación de la resistencia del concreto puede explicarse con el cambio de la relación agua/cemento, no obstante, no siempre es el caso. Además, por consideraciones teóricas, independientemente de la relación agua/cemento, las características de las partículas del agregado tales como el tamaño, la forma, la textura de la superficie y el tipo de mineral, influyen en las características de la zona de transición, y por lo tanto, afectan la resistencia del concreto. (Pasquel ,1999)

2.1.3.2.2. Influencia de la textura superficial de los agregados

En cuanto a la interrelación mecánica entre la matriz y el agregado grueso, la textura superficial de este es principalmente responsable de la adherencia. La roca triturada produce una adherencia superior comparado con la grava de canto rodado; aunque en la adherencia también tiene influencia la relación a/c que afecta tanto física como químicamente la zona de interface. (Pasquel ,1999)

Özturan y Çeçen (1997) encontraron que concretos fabricados con agregados triturados resistieron más que los de canto rodado; el esfuerzo de compresión a los 28 días para los concretos hechos con agregados gruesos de grava redonda estuvo entre el 10% y 20% más bajos que los concretos preparados con agregados triturados. Lo anterior puede ser atribuido tanto a la superficie lisa de los agregados de canto rodado, como a su posible menor resistencia, en relación a los agregados triturados, que fueron de basalto y caliza.

2.1.3.2.3. Influencia del tamaño máximo de los agregados

El efecto del tamaño máximo del agregado en la resistencia también es conocido. La tendencia observada indica que mientras que el TMA disminuye, la resistencia decrece. Este fenómeno se ha observado para gravas de 75.0, 37.5, 19.0 y 9.5mm (3", 1½", ¾", y ⅜") (Sleiman, 2000). En contraste, no sucede lo mismo para el concreto hecho usando un TMA de 4.75mm. (No. 4). Esto es atribuido al tamaño pequeño del agregado y al hecho de que esta mezcla representa, básicamente, mortero o micro concreto. (Pasquel ,1999)

2.1.3.2.4. Influencia de la cantidad de agregado

Aunque de manera simplista pudiera pensarse que el agregado grueso actúa principalmente como un relleno para reducir el contenido de la pasta de cemento y moderar el esfuerzo en la matriz, sus contribuciones parecen ser más que eso. Un porcentaje máximo en volumen de agregados, sobre todo gruesos, tiene un efecto positivo tanto en su resistencia, como en sus características de flujo plástico, contracción por secado y permeabilidad, hecho que se presenta debido a que la pasta de cemento endurecido constituye el elemento más débil en lo que se refiere a las propiedades antes citadas. (Pasquel ,1999)

Se ha observado que concretos con bajos contenidos de agregados resisten altos esfuerzos a la edad de un día, excepto los hechos con grava triturada. En contraparte, los concretos con altos contenidos de agregados presentan bajas resistencias de compresión a edades tempranas, fallando probablemente por la concentración de esfuerzos alrededor de los agregados, ya que en éstos sus propiedades físicas no varían con el tiempo, mientras que la resistencia y el módulo de elasticidad de la pasta de cemento están todavía por debajo de su valor final. (Pasquel ,1999)

2.1.3.2.5. Influencia de la capacidad de absorción de los agregados

La capacidad de absorción de un material incide directamente sobre el grado de alteración que este mismo puede sufrir; la cantidad de espacios vacíos como los poros y fisuras, y la permeabilidad, son factores que influyen sobre la durabilidad de cualquier estructura de concreto. Un ejemplo típico de esto son los concretos que se encuentran en sitios donde el proceso de congelamiento y deshielo es común, ya que el agua puede expandirse hasta un 9% al congelarse. Este cambio volumétrico puede alterar fuertemente la estructura interna del concreto. (Pasquel ,1999)

Por otro lado la demanda de agua de los agregados determina el contenido de cemento y pasta para una determinada resistencia del concreto. Debido a que la pasta es la principal fuente de variación volumétrica en el concreto, los agregados con bajas demandas de agua producirían concretos menos propensos a variaciones volumétricas.

Se podría plantear una comparación entre la absorción de los agregados pétreos y el material crustáceo, para determinar si esta propiedad sería determinante en la trabajabilidad del concreto en estado fresco. (Pasquel ,1999)

2.1.3.2.6. Influencia de la densidad de los agregados

Una propiedad de los agregados que resulta ser de vital importancia es la densidad. El volumen que ocupa un agregado según su peso es un indicador de las características del mismo en cuanto a ligereza, porosidad y permeabilidad, propiedades que pueden afectar al concreto en un mayor requerimiento de cemento para una resistencia específica y con esto una influencia directa sobre la economía de la mezcla. Además, si se emplea un material con alta densidad, el concreto resultante podría ser mayor o igualmente denso, lo cual tendrá una influencia directa sobre la densidad y la resistencia a la compresión del mismo. (Pasquel ,1999)

2.1.4. Características

2.1.4.1. Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas; está influenciado por la manera en que se acomodan éstas, o que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. (Pasquel, 1999)

El peso unitario está influenciado por:

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

En el agregado grueso el contenido de humedad hace variar el peso unitario, Si se incrementa el contenido humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua origina que las partículas estén juntas facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución del peso unitario. (Rivva, 2000).

2.1.4.2. Peso específico

También se expresa como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados correspondan a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. (Rivva, 2002)

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2.5 y 2.7 kg/m³. (Pasquel , 1999, p.74)

La norma ASTM C 128 considera tres formas de expresión del peso específico.

- Peso específico de masa; el cual es definido por la Norma ASTM E 12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco: el cual es definido como el mismo peso específico de masa, excepto que esta incluye el agua en los poros permeables.

-
- Peso específico aparente; el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable. (Rivva, 2002)

2.1.4.3. Absorción

La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. (Pasquel, 1999, p.76)

La capacidad de absorción es una medida de la porosidad del agregado, estimándose que valores en exceso del 2% al 3% pueden ser un índice de agregados de alta porosidad efectiva. Agregados que absorben valores mayores que los indicados pueden ser aceptables si el tamaño de los poros es grande. (Rivva, 2002)

2.1.4.4. Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. (Rivva, 2000)

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. (Pasquel, 1999, p.77)

2.2. Agua

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 334.088 y ser, de preferencia, potable. (Rivva, 2012)

Está prohibido el empleo de aguas ácidas; calcáreas; minerales; carbonatadas; aguas provenientes de minas o relaves; aguas que contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfatos mayor del 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados. (Rivva, 2012)

Igualmente está prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali-agregado es posible. (Rivva, 2012)

Podrá utilizarse aguas naturales no potables, previa autorización de la inspección, únicamente si:

- Estan limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica, u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo, o elementos embebidos. (Rivva, 2012)

Al seleccionar el agua deberá recordarse que aquellas con alta concentración de sales deberán ser evitadas. Ello debido a que no solo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad del volumen, sino que, adicionalmente, pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo. (Rivva, 2012)

- La calidad del agua, determinada mediante análisis de laboratorio, cumple con los valores que a continuación se indican; debiendo ser aprobados por la inspección las excepciones a los mismos. (Rivva, 2012)

Tabla 2
Límites permisibles máximo del agua.

Descripcion	Limite Permisible
Solidos En Suspension	5000 P. P. M. Maximo
Materia Organica	3 P. P. M. Maximo
Alcalinidad (Nahco3)	1000 P. P. M. Maximo
Sulfato (Ion So4)	600 P. P. M. Maximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 P. P. M. Maximo
Ph	5 A 8

Fuente: *Recuperado de NTP.339.088*

2.3. Residuos de moluscos

2.3.1. Definición

Las conchas de moluscos están conformadas por carbonato cálcico, Los residuos de las conchas de distintos moluscos fueron obtenidos directamente de la playa la “Pocita”, ubicada a 500 m de la playa Tuquillo de la localidad de Huarmey. En el Instituto del Mar Peruano menciona que en la playa la Pocita se encuentran los residuos de conchas de moluscos principalmente de *Enoplochiton Níger* (BARQUILLO), *Acantopleura echinata* (BARBON), *Fissurella crassa* (molusco más abundante), *Fissurella latimarginata* (BLANCO) y *Concholepas* (CHANQUE). Estos residuos son productos de deshecho y tienen adheridas algunos residuos de la materia orgánica de las valvas. Esto obliga a pasar estos residuos por un proceso de lavado y limpieza para retirar el residuo orgánico que pueda alterar su incorporación en la mezcla de concreto. En la figura 7 se aprecia los residuos de conchas de diversos moluscos.



Figura 7. Residuo de moluscos de la playa las pocitas
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Figura 8. *Enoplochiton niger* (barquillo),
Fuente: *Instituto del mar del Perú*



Figura 9. *Acontopleura echinata* (barbón)
Fuente: Instituto del mar del Perú



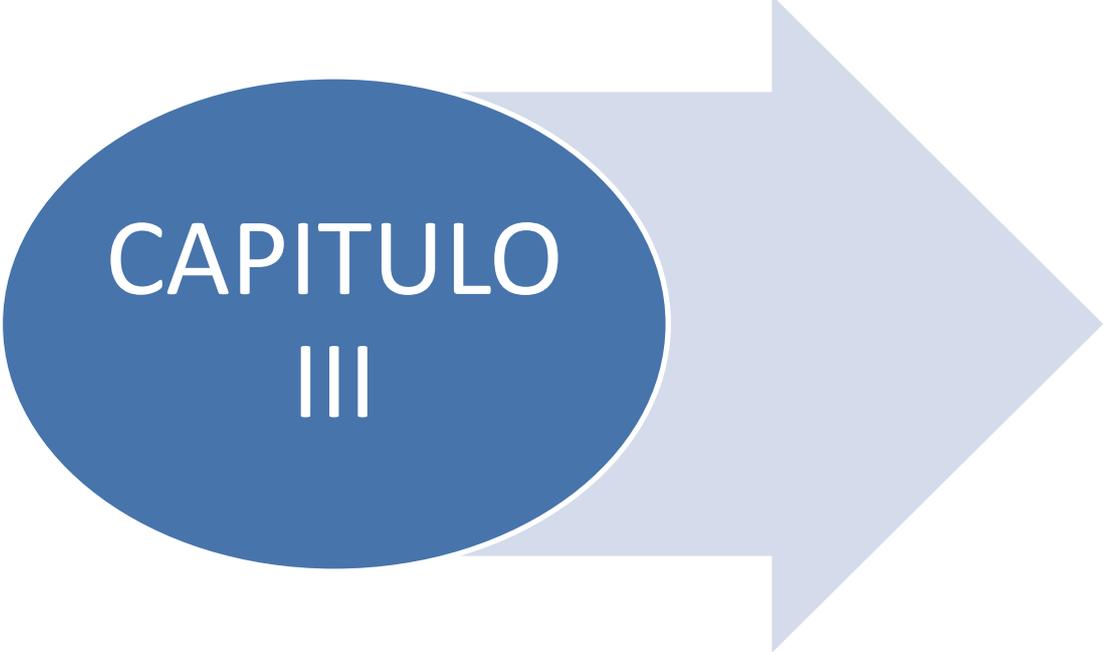
Figura 10. *Fissurella crassa*
Fuente: Instituto del mar del Perú



Figura 11. *Fissurella latimarginata*
Fuente: *Instituto del mar del Perú*



Figura 12. *Concholepas*
Fuente: *Instituto del mar del Perú*



**CAPITULO
III**

**MATERIALES Y
MÉTODOS**

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Método de investigación

Investigación Cuantitativa, porque de forma estructurada se recopilará y analizará los datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio, empleando medios matemáticos y estadísticos para medir los resultados de manera concluyente y así desmentir o aprobar la hipótesis “Si incorporamos residuos de conchas de diversos moluscos como adición en la elaboración de concreto, se mejorará las propiedades físicas del concreto (Resistencia) entre 20 % - 35%” y es una Investigación Experimental, porque se realizará ensayos utilizando “residuos de conchas de moluscos calcinada en distintos porcentajes” para mejorar “Propiedades físicas resistentes del concreto estructural, estos experimentos se llevarán a cabo dentro del laboratorio Mecánica de suelos y Concreto de la Universidad Nacional del Santa .

3.2. Diseño o esquema de la investigación

3.2.1. Flujo de la investigación

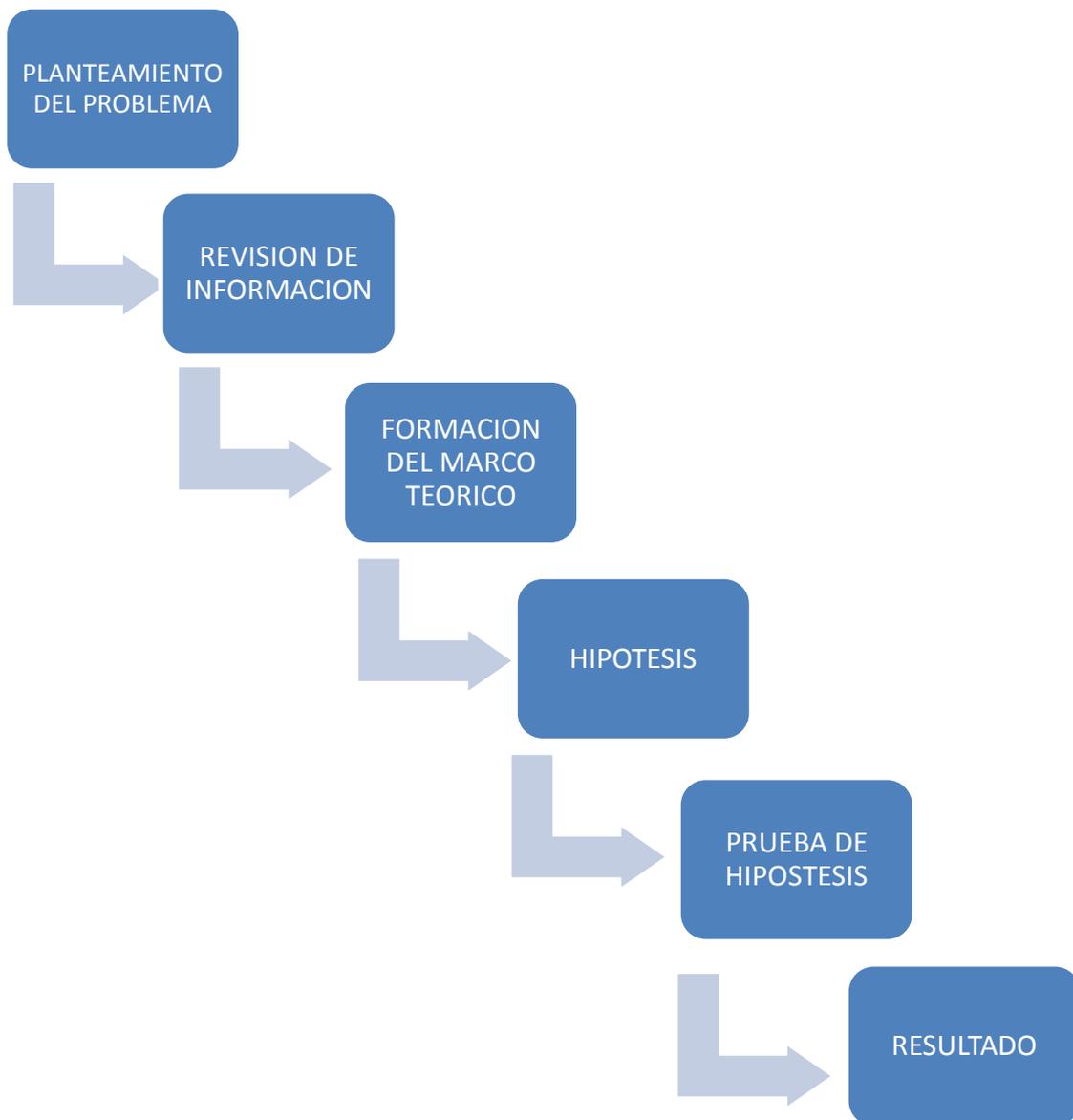


Figura 13 . *Flujo de la tesis*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

3.2.2. Diseño experimental

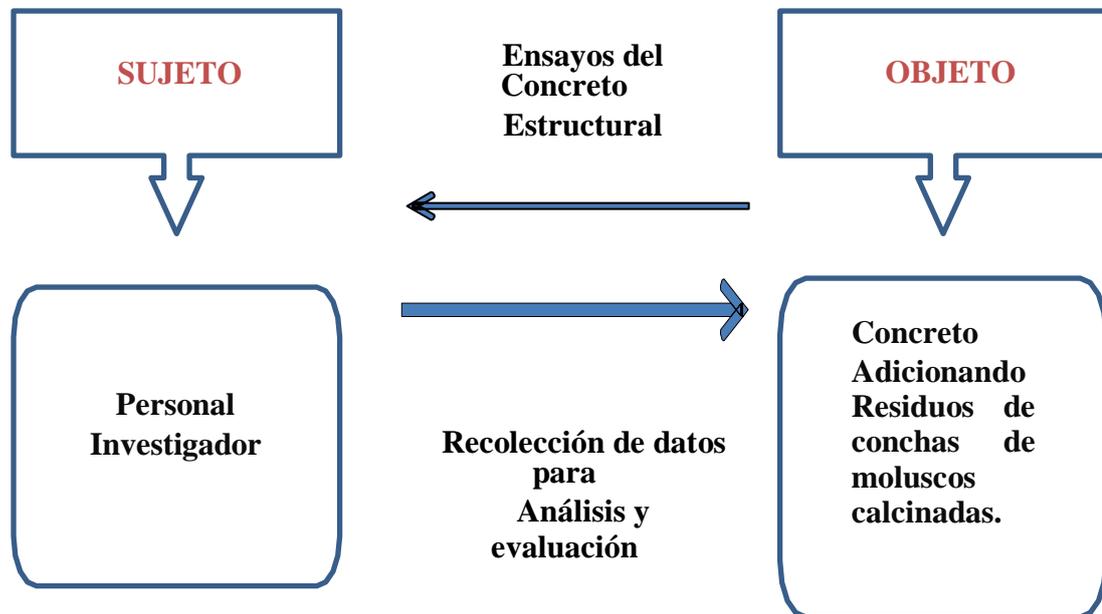


Figura 14 . *Diseño experimental*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

3.3. Población

La población es igual a la muestra con un total de 90 especímenes de concreto.

3.4. Muestra

La muestra se estableció por conveniencia con un total de 90 especímenes de concreto. En la tabla siguiente se detalla la muestra.

Tabla 3
Especímenes cilíndricos de concreto para ensayo de resistencia a la compresión.

Concreto f ^c : 210 kg/cm ²				
Concreto	Especímenes a ser ensayados a los 7 días	Especímenes a ser ensayados a los 14 días	Especímenes a ser ensayados a los 28 días	Total
Concreto con 0 % de residuo de molusco calcinada	4	4	4	12
Concreto con 3% de residuo de molusco calcinada	4	4	4	12
Concreto con 5 % de residuo de molusco calcinada	4	4	4	12
Concreto con 7 % de residuo de molusco calcinada	4	4	4	12
Concreto con 9 % de residuo de molusco calcinada	4	4	4	12
Concreto con % de R.M.C con mejor resistencia a la compresión			30	30
Total	20	20	50	90

 Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

3.5. Actividades del proceso de investigación

3.5.1. Obtención en laboratorio de muestras representativas

3.5.1.1. Procedimiento

Se colocó la muestra sobre una superficie dura, limpia y horizontal evitando cualquier que el material se pierda o se adicione sustancias extrañas.

Se mezcló bien hasta formar una pila en forma de cono, repitiendo esta operación cuatro veces.

Cuidadosamente se aplana y extiende la pila cónica hasta darle una base circular, espesor y diámetro uniforme, presionando hacia abajo con la cuchara de la pala, de tal manera que cada cuarto del sector contenga el material original. El diámetro debe ser aproximadamente cuatro a ocho veces el espesor.

Se procede luego a dividir diametralmente el material en cuatro partes iguales, de las cuales se separan dos cuartos diagonalmente opuestos, incluyendo todo el material fino limpiando luego con cepillo o escoba los espacios libres. Los dos cuartos restantes se mezclan sucesivamente y se repite la operación hasta obtener la cantidad de muestra requerida.

3.5.2. Ensayos de los agregados

3.5.2.1. Determinación de peso unitario suelto según la norma ntp 400.017 /astm c-29.

a) Procedimiento del ensayo

El llenado del recipiente se realizó con una pala o cuchara, que descarga el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") hasta que rebose el recipiente.

El agregado sobrante se niveló con una regla hasta quedar al ras.

Al finalizar se pesó el recipiente de medida más el contenido y el peso del recipiente, y se registró los pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

b) Cálculo

Se determinó el peso unitario volumétrico suelto del

Agregado fino y grueso usando las siguientes fórmulas:

$$PUSS = (1000(P_{mm} - P_m)) / V_m \dots\dots (1)$$

Dónde:

P_m =Peso de molde en gramos

P_{mm} =Peso de molde más muestra

V_m =Volumen del molde, en cm^3

c) De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de Peso unitario Suelto del Agregado Fino se encuentra en la Tabla 14.

El resultado del Ensayo de Peso unitario Suelto del Agregado Grueso se encuentra en la Tabla 13.

3.5.2.2. Determinación de peso unitario varillado según la norma ntp 400.017 /astm c-29.**a) Procedimiento del ensayo**

Se llenó el recipiente con el agregado en 3 capas. Se apisonó la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo semiesférico de la varilla. Luego se llenó las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie y apisonar como anteriormente se describe. Finalmente llenar el recipiente hasta colmarlo y apisonar otra vez de la manera antes mencionada.

Al apisonar la primera capa, evitamos que la varilla golpee el fondo del recipiente, y al apisonar las capas superiores, se tuvo que aplicar la fuerza necesaria para que la varilla atravesara solamente la respectiva capa.

Una vez colmado el recipiente, se enrasó la superficie con la varilla, usándola como regla y se determinó el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo, y registrar pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

b) Cálculo

Se determinó el peso unitario volumétrico suelto del

Agregado fino y grueso usando las siguientes fórmulas:

$$PUC = 1000(P_{mmc} - P_m) / V_m \dots\dots (2)$$

V_m = Volumen del molde, en cm^3

PUC = Peso unitario compactado, en kg/m^3

P_{mmc} = Peso del molde más muestra compactada, en gramos

c) De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso se encuentra en la Tabla 13.

3.5.2.3. Análisis granulométricos de agregados gruesos y agregados finos

según la norma ntp 400.012/astm c-136.

a) Procedimiento del ensayo

Cuando se desea resultados rápidos, no es necesario secar el agregado grueso para el ensayo debido que el resultado es poco afectado por el contenido de humedad a menos que:

- El Tamaño máximo nominal sea menor de 12 mm (1/2")
- El agregado grueso tenga una cantidad apreciable de finos menos que el tamiz N° 4,75 mm (N°4).
- El agregado grueso se a latamente absorbente (por ejemplo, los agregados ligeros.)

Las muestras también se pueden secar a temperaturas altas usando planchas calientes sin que afecten resultados, si se mantienen los escapes de vapor sin generar presiones suficientes para fracturar las partículas y temperaturas que no sean mayores para causar rompimiento químico del agregado. Se seleccionó la serie de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material a ensayar. Se encajó los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y se colocó la muestra sobre el tamiz superior y se efectuó el tamizado de forma manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado.

Se hizo el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado manual como sigue: sostener individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo bien ajustado, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Luego el filo del tamiz se hizo un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano.

Se determinó el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza.

El peso total del material después del tamizado, debe ser verificado con el peso original de la muestra ensayada. Si la cantidad difiere en más del 0.3% del peso seco original de la muestra, el resultado no debe ser usado con fines de aceptación.

b) Cálculo

De este ensayo el dato que se obtuvo del agregado fino fue el módulo de Fineza para posteriormente usarlo en el diseño de mezcla.

Cálculo:

$$MF = \frac{\text{Tamiz } N (4+8+16+30+50+100)}{100} \dots\dots (3)$$

c) De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino se encuentra en la Tabla 14.

El resultado del Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Se encuentra en la Tabla 13.

3.5.2.4. Análisis granulométricos de los residuos de conchas de moluscos calcinados**a) Procedimiento del ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la norma MTC E-204 basado en las Normas ASTM C 136 y AASHTO T 27, primero se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos, se recomiendan utilizar pesos mínimos como muestra para el ensayo, para nuestro caso el peso mínimo para el ensayo será de 0.50 kg.

Se lleva la muestra al juego de tamices los que siguen un orden creciente desde la malla de 3/8" en la parte superior hasta la malla N° 200 en la parte inferior, colocando la cazoleta y la tapa. Se procede a la agitación del juego de tamices contenidos de la muestra, de arriba hacia abajo, en un periodo no menor de 15 minutos. Concluido satisfactoriamente el proceso anterior, se inicia el pesado de la porción de muestra retenida en los distintos tamices, con una aproximación de 0.1 gr.

Se procede a calcular matemáticamente los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan y posteriormente proceder a la elaboración de la gráfica granulométrica.

Para esta investigación el residuo de moluscos calcinado al ser molido, todo el material pasa la malla N° 200.

3.5.2.5. Peso específico y absorción del agregado fino según la norma ntp**400.021/astm c-127****a) Procedimiento del ensayo**

Se muestreo el agregado, luego se mezcló uniformemente y reducir por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de aproximadamente 1 kg.

Se colocó el agregado fino obtenido por cuarteo y secado a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C en un recipiente y cubrir con agua dejando reposar durante 24 horas. Luego se decantó el agua evitando pérdida de finos y se extendió el agregado sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio y se removió frecuentemente para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran marcadamente entre sí. La muestra se colocó en el molde cónico, se golpeó la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y luego se levantó el molde. Si existe humedad libre en el cono y el agregado fino mantiene su forma entonces se sigue secando, se revolvió constantemente y probó hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, lo que indica que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.

Se introdujo en el frasco una muestra de 500 g de material preparado, y se llenó parcialmente con agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Se agito el frasco para eliminar burbujas de aire de manera manualmente.

Manualmente se hizo rodar, invirtió y agitó el frasco para eliminar todas las burbujas de aire cerca de 15 a 20 minutos que son normalmente requeridos para eliminar las burbujas de aire.

Después de eliminar las burbujas de aire, se ajustó la temperatura del frasco y su contenido a 23 ± 2 °C, se llenó el frasco hasta la capacidad calibrada y se determinó el peso total del frasco, espécimen y agua.

Luego se removió el agregado fino del frasco, se secó en el horno hasta peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C, se enfrió a temperatura ambiente por $\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ hora y se determinó el peso.

b) Cálculo

Se emplea el material que pasa el tamiz N°4, disgregando los terrones, si los tuviese para que pase por el tamiz N° 4, y la muestra sea representativa.

Obtenidos los datos correspondientes se procede al cálculo de la determinación de los pesos específicos (kg/cm³).

$$\text{P.e. Bulk} = D/C \dots\dots (4)$$

$$\text{P.e. Bulk} = A/C \dots\dots (5)$$

$$\text{P.e. Aparente (Base Seca)} = D/E \dots\dots (6)$$

$$\text{Absorción (\%)} = ((D-A)/A) * 100 \dots\dots (7)$$

Donde:

A= Peso de material saturado superficialmente seco (aire)

B= Peso de picnómetro + agua

C= Volumen de masa + volumen de vacíos; C= A+B

D= Peso del picnómetro + agua + material

E= Volumen de masa + volumen de vacíos; E=C-D

F= Peso de material seco en estufa

$G = \text{Volumen de masa} + \text{volumen de vacíos}; G = (E - (A - F))$

c) De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de peso específico y absorción del Agregado Fino se encuentra en la Tabla 14.

3.5.2.6. Peso específico y absorción del agregado grueso según la norma ntp 400.022/astm c-128

a) Procedimiento del ensayo

Se mezcló la muestra y se redujo aproximadamente a la cantidad necesaria. Se descartó todo el material que pase el tamiz 4,75 mm (Nº 4) por tamizado seco y luego se lavó el material para remover polvo u otras impurezas superficiales.

Se secó la muestra a peso constante, a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se ventiló en un lugar fresco a temperatura ambiente de 1 a 3 horas, Inmediatamente se sumergió el agregado en agua a una temperatura ambiente por un período de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

Luego se removió la muestra del agua y se hizo rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Se secó separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie.

Después de haberse pesado, se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determinó su peso en agua a una temperatura entre $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Hay que tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.

Se secó la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100 °C + 5°C y se dejó enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C) y finalmente se pesó.

b) Cálculo

Se emplea el material que es retenido por el tamiz N°4, Obtenidos los datos correspondientes se procede al cálculo de la determinación de los pesos específicos (kg/cm³).

$$\text{P.e. Bulk (Base seca)} = D/C \dots\dots (8)$$

$$\text{P.e. Bulk (Base saturada)} = A/C \dots\dots (9)$$

$$\text{P.e. Aparente (Base Seca)} = D/E \dots\dots (10)$$

$$\text{Absorción (\%)} = ((D-A)/A) * 100 \dots\dots (11)$$

Donde:

A= Peso de material saturado superficialmente seco (aire)

B= Peso de material saturado superficialmente seco (agua)

C= Volumen de masa + volumen de vacíos; C= A-B

D= Peso de material seco en estufa

E= Volumen de masa E= (C-(A-D))

c) De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de peso específico y absorción del Agregado Grueso se encuentra en la Tabla 13.

3.5.2.7. Contenido de humedad**a) Procedimiento del ensayo:**

Se colocó la muestra en una tara y se determinó el peso de la tara y material húmedo usando una balanza seleccionada de acuerdo al peso del espécimen y se registró este valor.

Se colocó el material húmedo en el horno y se secó el material hasta alcanzar una masa constante a 110 ± 5 °C.

En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente.

Luego que el material se secó a peso constante, se removió la tara del horno. Se determinó el peso de la tara y el material secado al horno usando la misma balanza usada en este ensayo.

b) Cálculo

Se calculó el contenido de humedad de la muestra con las siguientes fórmulas:

$$H = (W \square 100 (\%))/D ; \dots (12)$$

DONDE:

H = Contenido de humedad, (%)

W = Peso del agua, en gramos.

D = Peso de las partículas sólidas, en gramos.

B = Peso de la tara más muestra húmeda, en gramos.

A=Peso de la tara más muestra seca, en gramos.

C =Peso de la tara, en gramos.

c) De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Grueso se encuentra en la Tabla 13.

El resultado del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Fino se encuentra en la Tabla 14.

3.5.3. Diseño de mezcla

El plan de la fase experimental se basa en establecer un diseño de mezcla patrón, que corresponda al diseño de mezcla convencional.

Éste constituye el punto de referencia y comparación para evaluar el comportamiento del concreto al adicionar los diferentes porcentajes de residuos de conchas de moluscos molidas y calcinadas en función al peso del cemento. El método que se usó para el diseño de mezcla es el recomendado por el comité ACI 211, teniendo en cuenta las consideraciones de la norma E060.

3.5.3.1. Pasos en el diseño de mezcla del concreto

3.5.3.1.1. Selección de la resistencia promedio (f'_{cr})

La resistencia especificada se definió como $f'_{c}=210\text{Kg/cm}^2$ y la requerida f'_{cr} , según lo especificado en el método, fue de 294 kg/cm^2 según la tabla siguiente:

Tabla 4
Resistencia Requerida

FC - KG/CM2	FCR - KG/CM2
Menor A 210	FC + 70
De 210 A 350	FC +84
Mayor A 350	FC +98

Fuente: *Recuperado de comité del ACI, 2011.*

3.5.3.1.2. Cálculo de la desviación estándar

Si la compañía constructora tiene un registro de sus resultados de ensayos de obras durante los últimos doce meses, el cual está basado en por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos de resistencia en compresión, o en dos grupos de resultados de ensayos que totalizan por lo menos 30 y se han efectuado en dicho período, deberá calcularse la desviación estándar de estos resultados.

El registro de los resultados de ensayos de resistencia en compresión, a partir del cual se calculará la desviación estándar deberá:

- Representar materiales, procedimientos de control de calidad, y condiciones de trabajo similares a aquellos que se espera en la obra que se va a iniciar. Las diferencias existentes en materiales y proporciones del registro del conjunto de ensayos no deberán ser más rigurosos que aquellas que se ha especificado para la otra propuesta.

-
- Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia en compresión de diseño especificada del orden de la del trabajo a ser iniciado; aceptándose un rango de variación de 35 kg/cm², para resistencias en compresión hasta de 280 kg/cm², y de 70 kg/cm² para resistencias mayores en relación a la resistencia de diseño especificada para la otra propuesta.
 - Consistir de por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos, o de dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos.

Para las condiciones indicadas la desviación estándar se calculará a partir de los resultados con que se cuenta, aplicando la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + \dots + (X_n - X)^2}{n-1}} \dots\dots (13)$$

Dónde:

S = Desviación estándar.

n = Numero de ensayos de la serie.

X₁, X₂... X_n, = Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales

X = Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Si se utiliza dos grupos de registros de resultados de muestras de ensayo para totalizar por lo menos 30, la desviación estándar a ser empleada en el cálculo de la resistencia promedio, deberá ser el promedio estadístico de los valores calculados para cada grupo de ensayos.

Para determinarla se utilizará la siguiente ecuación:

$$\check{S} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}} \dots\dots (14)$$

Dónde:

\check{S} = Promedio estadístico de las desviaciones estándar cuando se utiliza los registros de ensayo para calcular la desviación estándar, en kg/cm²

S_1, S_2 = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente, en kg/cm².

n_1, n_2 = Numero de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Si se tiene un registro de resultados de ensayo basado en 15 a 29 pruebas consecutivas, se deberá determinar la desviación estándar de estas y luego multiplicarla por el factor de corrección indicado en la Tabla 6, obteniéndose así la desviación estándar a ser utilizada en el cálculo de la resistencia promedio.

Este procedimiento da un valor más conservador para la resistencia promedio. El valor de la tabla 6 se basa en la distribución muestra de la desviación estándar y proporciona protección contra la posibilidad de que el menor número de muestras de una desviación estándar que se aparte significativamente del valor que debería ser empleado.

Tabla 5
Factor de corrección

Ensayos	Factor de corrección
menos de 15	Usar tabla 7.4.3
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1

Fuente: *Diseño de mezclas - Enrique Rivva López*

3.5.3.1.3. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

La norma ITINTEC 400.037 define al “Tamaño Máximo” como aquel que “corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso”.

La norma ITINTEC 400.037 define al “Tamaño Máximo Nominal” como aquel que “corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”.

Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. El ACI 318 y la Norma Técnica de Edificación E. 060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados;
- 1/3 del peralte de la losa; o
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de refuerzo.

En elementos de espesor reducido, o antes la presencia de gran cantidad de armadura, se podrá disminuir el tamaño del agregado grueso siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido y se obtenga la resistencia especificada.

3.5.3.1.4. Selección del asentamiento (Slump).

La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto se clasifican en:

- Mezclas secas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cero y dos pulgadas (0 mm a 50mm).
- Mezclas plásticas; aquellas cuyo asentamiento esta entre tres y cuatro pulgadas (75 mm a 100mm).
- Mezclas fluidas; aquellas cuyo asentamiento es mayor a 5 pulgadas (mayor de 125mm).

Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamiento requeridos para la mezcla a ser diseñada, utilizando la tabla 7 podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

Tabla 6*Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción*

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: *Diseño de mezclas - Enrique Rivva López*

3.5.3.1.5. Selección del agua de mezclado y contenido de aire.

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debió incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

Tabla 7
Volumen unitario del agua – lt/m³.

Tam	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Max								
Slump	Concretos sin aire incorporado							
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	155	155
3" a 4"	225	215	205	195	175	170	170	170
6" a 7"	225	215	200	195	175	170	170	170
Aire	Contenido de Aire							
	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: *Diseño de mezclas - Enrique Rivva López*

3.5.3.1.6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).

Desde que la mayoría de las propiedades deseables en el concreto endurecido dependen de la calidad de la pasta, producto final del proceso de hidratación del cemento, se considera que una de las etapas fundamentales en la selección de las proporciones de una mezcla de concreto es la elección de la relación agua-cemento más adecuada.

La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las Tablas, se refiere a la cantidad de agua que intervino en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir q no toma ni aporta agua. La relación agua-cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

Por resistencia. La selección de la relación agua-cemento por resistencia se hace partiendo del criterio de que esta propiedad es la más fácilmente mensurable y que, dentro de ciertas limitaciones, está regulada por la relación de la cantidad de agua a la cantidad de cemento en la unidad cubica de mezcla.

La tabla 9 es una adaptación confeccionada por el Comité 211 del ACI. Esta tabla de las relaciones agua-cemento en peso máximas permisibles para diferentes valores de la resistencia promedio, ya sea que se trate de concretos sin o con aire incorporado.

Tabla 8
Relación agua: cemento. por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: *Diseño de mezclas - Enrique Rivva López*

3.5.3.1.7. Cálculo del contenido del cemento.

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se pudo determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto mediante el simple expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cubico, entre la relación agua-cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto.

3.5.3.1.8. Selección del Agregado.

La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cúbica de concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta, se puedan obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Para ellos es deseable que la granulometría total de las partículas de agregado sea tal que el volumen de vacíos, o espacios entre partículas, sea mínimo.

Se determinó el contenido de agregado grueso mediante la tabla 10, elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Ello permitió obtener un coeficiente b/b_0 resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre

el peso unitario seco y varillado del agregado grueso expresado en kg/m³.

Tabla 9
Volumen absoluto del agregado grueso.

Tamaño	Modulo fineza agregado fino								
Máximo	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
3/8"	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42
1/2"	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51
3/4"	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58
1"	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63
1 1/2"	0.76	0.73	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68
2"	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
3"	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73
6"	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79

Fuente: *Diseño de mezclas - Enrique Rivva López*

El agregado grueso se encuentra en la condición de seco compactado, tal como es definida por la norma ASTM C 29.

El cálculo del contenido de agregado grueso a partir del coeficiente b/b_0 , permite obtener concretos con una trabajabilidad adecuada para concreto armado usual. Para concretos menos trabajables, tales como los que se requiere en pavimentos, la relación puede incrementarse en un 10%. Para concretos más trabajables, tales como los concretos bombeados, os valores pueden reducirse en un 10%.

Con el método del Comité 211 del ACI se determinó el volumen absoluto de agregado fino por diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso seco.

El volumen absoluto, o volumen desplazado por los diferentes ingredientes de la unidad cúbica de concreto, conocido también como volumen de sólidos, es igual al peso con que entra dicho material en la unidad cúbica de concreto dividido entre su peso sólido, definido este último como el producto del peso específico del material por el peso unitario de agua.

3.5.3.1.9. Ajuste por humedad del agregado.

Las cantidades de agregado que deben ser pesadas para preparar el concreto deberán considerar la humedad de aquel. Generalmente en obra los agregados están en condición de humedad y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que ellos contienen, tanto la absorbida como la superficial.

El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial o humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

El agregado, desde el punto de vista de humedad, puede estar en obra en cuatro condiciones:

Seco, cuando su superficie como sus poros internos está totalmente libre de agua. Esta es una condición teórica para la cual se calcula los contenidos de agregados fino y grueso antes de corregir la mezcla por humedad del agregado.

-
- **Semiseco**, cuando la superficie del agregado está seca pero sus poros internos están parcialmente llenos de agua. Esta condición es también conocida como secado al aire. Ella siempre es menor que la absorción del agregado.
 - **Saturado superficialmente seco**, cuando la superficie del agregado está húmeda, pero la totalidad de sus poros internos están llenos de agua. Se considera la condición ideal del agregado porque en ella ni aporta ni toma agua de la mezcla.
 - **Húmedo o mojado**, cuando el agregado está saturado superficialmente seco y adicionalmente presenta humedad superficial, la cual puede contribuir a incrementar el agua de mezclado y obliga a una corrección en la mezcla por humedad del agregado.

Los conceptos de absorción, contenido de humedad y humedad superficial deben ser igualmente definidos:

La capacidad de absorción de un agregado está dada por la cantidad de agua que él necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Normalmente se expresa en porcentaje.

El contenido de humedad de un agregado es la cantidad total de agua que él tiene y se determina por la diferencia entre su peso y su peso seco:

La humedad superficial está dada por la diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción. Puede ser positiva en cuyo caso el agregado aporta agua a la mezcla y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para determinar el agua efectiva; o puede ser negativa, en cuyo caso el agregado tomará agua de la mezcla para llegar al estado de saturado superficialmente seco, debiendo adicionarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

En la corrección de las proporciones de la mezcla por condición de humedad del agregado pueden presentarse tres casos:

- (a) que ambos agregados aporten agua a las mezclas.
- (b) que uno de los agregados aporte agua y el otro quite agua a la mezcla.
- (c) que ambos agregados disminuyan el agua de la mezcla.

3.5.4. Elaboración y curado de los especímenes de concreto en el laboratorio.

En la Universidad Nacional del Santa, Provincia de Santa, hemos preparado 90 testigos de concreto, distribuyéndose de la siguiente forma: de 12 probetas sin adición de residuos de conchas de moluscos calcinadas, 12 probetas adicionando el 3% de residuos de conchas de moluscos calcinadas, 12 probetas adicionando el 5% de residuos de conchas de moluscos calcinadas, 12 probetas adicionando el 7% de residuos de conchas moluscos calcinadas y 12 probetas adicionando el 9% de residuos de conchas de moluscos calcinadas que fueron curadas por 7, 14 y 28 días. Luego se elaboraron 30 probetas adicionando el 7% de residuos de conchas de molusco calcinados para ser evaluados estadísticamente.

3.5.4.1. Mezclado

a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-702 basado en las Normas ASTM C 192 y AASHTO T 126, primero se debe considerar que la mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber moldeado la muestra de ensayo. Se mezcla el cemento, los residuos de conchas de moluscos calcinados, los agregados finos, agregado grueso mezclándolo hasta que se distribuya uniformemente en la mezcla y luego se le adiciona agua. Se debe mezclar lo suficiente para obtener una mezcla homogénea y de consistencia deseada.

3.5.4.2. Asentamiento del concreto (SLUMP)

a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-705

basado en las Normas ASTM C 143 y AASHTO T 119, primero se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente.

Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio. Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla,

distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo debe compactarse en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior. Al llenar la capa superior debe apilarse concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, debe agregarse concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después de que la última capa ha sido compactada debe alisarse a ras la superficie del concreto. Inmediatamente se retira el molde, se alza cuidadosamente en dirección vertical. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe hacerse sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento debe comenzarse a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

3.5.4.3. Vaciado del concreto

a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-702 basado en las Normas ASTM e 192 y AASHTO T 126, primero se coloca el concreto en el molde en 3 capas aproximadamente del mismo volumen. Se apisona cada capa con la parte redonda de la varilla, utilizando 25 de golpes y una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo. La capa inicial se apisona introduciendo la varilla hasta el fondo del molde. La distribución de golpes para cada capa debe ser uniforme sobre toda la sección transversal del molde.

Para cada capa superior a la inicial se debe atravesar aproximadamente en 12 mm (1/2") la capa anterior cuando la profundidad de la capa sea menor de 10 cm (4"); aproximadamente en 25 mm (1") cuando la profundidad de la capa sea mayor de 10cm (4"). En caso de dejar algunos huecos por la varilla se deben golpear ligeramente los lados del molde para cerrar dichos huecos.

3.5.4.4. Curado

a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-702 basado en las Normas ASTM e 192 y AASHTO T 126, primero las muestras deben ser removidas de sus moldes en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas

después de su elaboración cuando no se empleen aditivos; en caso contrario, se podrán emplear tiempos diferentes.

Se añade cal 3 g/L, a la poza de curado con el fin de reducir la alcalinidad, pérdida de la masa, aceleración del proceso de deterioro, reducción de la resistencia y rigidez. La condición de humedad debe lograrse por inmersión de la muestra sin el molde en agua. Se permite lograr la condición de humedad por el almacenamiento en un cuarto húmedo.

3.6. Técnicas, instrumentos

3.6.1. Técnicas de recolección de información

3.6.1.1. Observación

Se estudió los efectos que genera la adición de residuos de conchas de molusco calcinada al concreto convencional, y se anotarán los resultados parciales que se obtengan.

3.6.1.2. Análisis de documentos

Se tuvo en cuenta libros, tesis, revistas, normas técnicas, etc., relacionados al tema que se investigó.

3.6.2. Descripción de instrumentos utilizados

Tabla 10

Instrumentos usados para la recolección de datos

Instrumentos para determinar las características físicas de los agregados	Instrumentos para el concreto fresco	Instrumentos para el concreto endurecido
Balanza	Balanza	Máquina de ensayo para compresión axial
Horno	Maquina mezcladora de concreto	
Recipientes	Cucharon metálico	
Juego de tamices	Moldes de cilindro para concreto	
Barra compactadora	Placas de alisado	
Cesta con malla de alambre	Barra compactadora	
Espátulas	Regla métrica de metal	
Molde cónico metálico	Martillo de goma	
Picnómetro	Poza de curado	
Fiola		

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

- Los agregados se compraron en la cantera “La Tayca” ubicada a 180 minutos del Centro de Nuevo Chimbote.
- El residuo de conchas de molusco se adquirió de la Playa “La pocita” ubicada 120 minutos del centro de Nuevo Chimbote.
- Se determinaron las características de los agregados, según las normas establecidas:
 - a. Contenido de humedad, ASTM C566 / NTP 339.185
 - b. Peso unitario suelto y compactado, ASTM C29 / NTP 400.017
 - c. Peso específico y absorción, ASTM C127, ASTM C128 / NTP 400.021
 - d. Análisis granulométrico, ASTM C136 / NTP 400.012



Figura 15. Ubicación de la playa “La Pocita”
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Figura 16. Ubicación de la cantera de los agregados "Tayca".
Fuente: Elaboración propia, 2019

3.7. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

La recolección de datos para verificar la influencia en la resistencia del concreto al adicionar diferentes porcentajes de residuos de conchas de molusco calcinada en función al peso del cemento, consistió en determinar las propiedades de los agregados a utilizar en el concreto, realizar el diseño de mezcla usando el método ACI 211 para el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y luego adicionar diferentes porcentajes de residuos de conchas de molusco. Al tener todos los diseños definidos, se procedió a elaborar los especímenes de concreto para cada porcentaje de residuos de conchas de molusco calcinada para luego ser ensayados a compresión axial a los 7, 14 y 28 días y verificar el comportamiento de éstos.

Se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se extrajeron los agregados pétreos de la cantera “La Tayca” y los residuos de conchas de molusco de la playa La Pocita.
2. Los residuos de conchas de molusco se calcinaron a temperaturas de 850 C° y luego fueron molidos para ser tamizados por la mañana N° 200.
3. Se determinaron las características de los agregados, según las normas establecidas:
 - a. Contenido de humedad, ASTM C566 / NTP 339.185
 - b. Peso unitario suelto y compactado, ASTM C29 / NTP 400.017
 - c. Peso específico y absorción, ASTM C127, ASTM C128 / NTP 400.021
 - d. Análisis granulométrico, ASTM C136 / NTP 400.012
 - e. Material que pasa por la malla N° 200 ASTM C117 / NTP 400.018
4. Según el método del Comité ACI 211, se realizó el diseño de mezcla para el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para esto se utilizaron los resultados de las propiedades de los agregados y las especificaciones técnicas del cemento portland tipo I “Pacasmayo”. Se obtuvo la proporción en peso de los materiales a utilizar en un metro cúbico de concreto y con estos datos se determinaron las proporciones en peso para el molde cilíndrico de 15cm de diámetro y 30 cm de altura.

5. Se elaboró la mezcla para los especímenes según la norma ASTM C31 / NTP 339.0033, para el concreto patrón (0% de adición de residuo de conchas de molusco calcinada) y para el concreto adicionando residuo de conchas de molusco en distintos porcentajes en función al peso del cemento (3% , 5% , 7% y 9 %) Para cada mezcla se le realizó el ensayo de asentamiento (Slump), ASTM C143 / NTP 339.035 en el concreto fresco; el cual permite verificar la calidad del concreto.

6. A las 24 horas de haber realizado los especímenes, se procedió a desencofrarlos para luego colocarlos en la poza de curado a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según la norma ASTM C31 / NTP 339.183.

7. Se retiraron los especímenes de la poza de curado y se ensayaron en la máquina de compresión axial a la edad de 7, 14 y 28 días; se verificó la resistencia.

3.8. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

La información obtenida mediante los diferentes ensayos realizados, se procesó registrando, ordenando y analizando; para esto se utilizaron hojas de cálculo en Excel, cuadros comparativos y gráficos.

Estos resultados fueron analizados teniendo en consideración los parámetros establecidos según las normas ASTM / NTP.

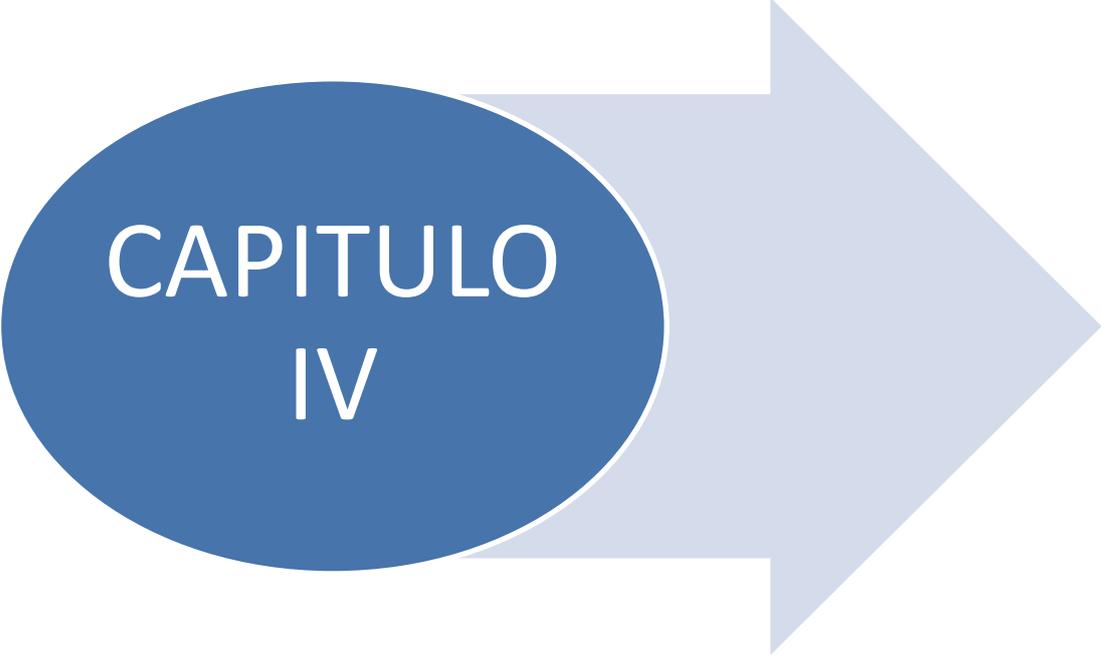
Procedimiento para analizar información:

1. Se determinó las características de los agregados (fino y grueso) para verificar el cumplimiento de los parámetros y límites establecidos por la norma ASTM C33 / NTP 400.037.
2. Según la ASTM C143 / NTP 339.035S, se analizaron los resultados del ensayo de asentamiento del concreto, el cual mediante la consistencia refleja directamente la trabajabilidad de este. Los resultados obtenidos cumplieron con el requerimiento planteado (consistencia plástica y slump de 3" – 4").
3. Se procesó la información obtenida del ensayo a compresión axial de los especímenes de concreto para obtener resultados, gráficas y cuadros comparativos; también se analizaron los tipos de fallas en los especímenes según la ASTM C39 / NTP 339.034.
4. El diseño de mezcla se realizó para el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a la edad de 28 días, en la siguiente tabla se muestran los factores en porcentaje, los cuales se van a utilizar para calcular la resistencia a la que deben llegar los especímenes a los 7, 14 y 28 días en el ensayo a compresión.

Tabla 11
Resistencia mínima a diferentes días

Días de ensayo	Resistencia mínima (%)
7 días	70
14 días	85
28 días	100

Fuente: *Recuperado de comité del ACI, 2011.*



**CAPITULO
IV**

**RESULTADOS Y
DISCUSIÓN**

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de los ensayos realizados

En este capítulo se presentan los resultados de los ensayos realizados a los agregados para calcular el Diseño de Mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI. Con los datos de los ensayos de los agregados, se precedió a la elaboración de especímenes de concreto de 210 kg/cm², con un tiempo de curación de 07, 14 y 28 días respectivamente, para luego ser sometidas al Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Se realizaron testigos de concreto Patrón con 0% de adición de residuo de conchas de molusco calcinada y testigos a los cuales se les adicionó residuo de conchas de molusco calcinada desde 3%, 5% ,7% y 9 % respectivamente, de esta forma evaluar cuál de los 4 porcentajes mejora las propiedades resistentes del concreto patrón. La elaboración, curado y ruptura de probetas se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa.

4.1.1. Resultados de los ensayos realizados a los agregados utilizados en laboratorio para el cálculo de los diseños de mezcla.**4.1.1.1. Agregado grueso (piedra zarandeada– cantera “Tayca”)**

El resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 12

Resultado de los ensayos realizados al agregado gruesa (piedra zarandeada – cantera “Tayca”)

Agregado grueso (piedra zarandeada)	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Peso Seco Varillado	1645.08
Peso Especifico	2.80
Absorción	0.22
Contenido De Humedad	0.25
Peso Unitario Suelto	1473.81

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

4.1.1.2. Agregado fino (arena gruesa – cantera “Tayca”)

El resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 13

Resultado de los ensayos realizados al agregado fino (arena gruesa – cantera “Tayca”)

Agregado fino (arena gruesa)	
Módulo de fineza	2.76
Peso específico	2.73
Absorción	1.43
Contenido de humedad	0.50
Peso unitario suelto	1595.48

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

4.1.1.3. Diseño de mezcla

El resultado del Diseño de Mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 14
Resultado Del Diseño de Mezcla

Diseño de mezcla (dosificación por peso)	
Concreto f'c 210 kg/cm ²	Proporción
Cemento	1
Agregado fino húmedo	2.15
Agregado grueso húmedo	2.83
Agua efectiva	0.58

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

4.1.2. Resultados de dosificación y características de testigos de concreto**realizados en laboratorio****4.1.2.1. Muestra de concreto con 0% de adición de residuo de conchas de molusco**

El resultado de las testigos de concreto de resistencia 210 kg/cm² realizadas se encuentra en las siguientes tablas:

Tabla 15

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos f'c: 210 kg/cm² a los 7 días.

N°	Fuerza	Diámetro	f'c
Probeta 01	36002.00 kg	15.00 cm	203.73 kg/cm ²
Probeta 02	38242.00 kg	15.00 cm	216.41 kg/cm ²
Probeta 03	36002.00 kg	15.00 cm	203.73 kg/cm ²
Probeta 04	38815.00 kg	15.00 cm	219.65 kg/cm ²
Resistencia promedio:			210.88 kg/cm ²

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 16

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos f'c: 210 kg/cm² a los 14 días.

N°	Fuerza	Diámetro	f'c
Probeta 05	44287.00 kg	15.00 cm	250.61 kg/cm ²
Probeta 06	43138.00 kg	15.00 cm	244.11 kg/cm ²
Probeta 07	43884.00 kg	15.00 cm	248.33 kg/cm ²
Probeta 08	44984.00 kg	15.00 cm	254.56 kg/cm ²
Resistencia promedio:			249.40 kg/cm ²

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 17

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² a los 28 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$
Probeta 09	49125.00 kg	15.00 cm	277.99 kg/cm ²
Probeta 10	50113.00 kg	15.00 cm	283.58 kg/cm ²
Probeta 11	50492.00 kg	15.00 cm	285.73 kg/cm ²
Probeta 12	49689.00 kg	15.00 cm	281.18 kg/cm ²
Resistencia promedio:			282.12 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia, 2019

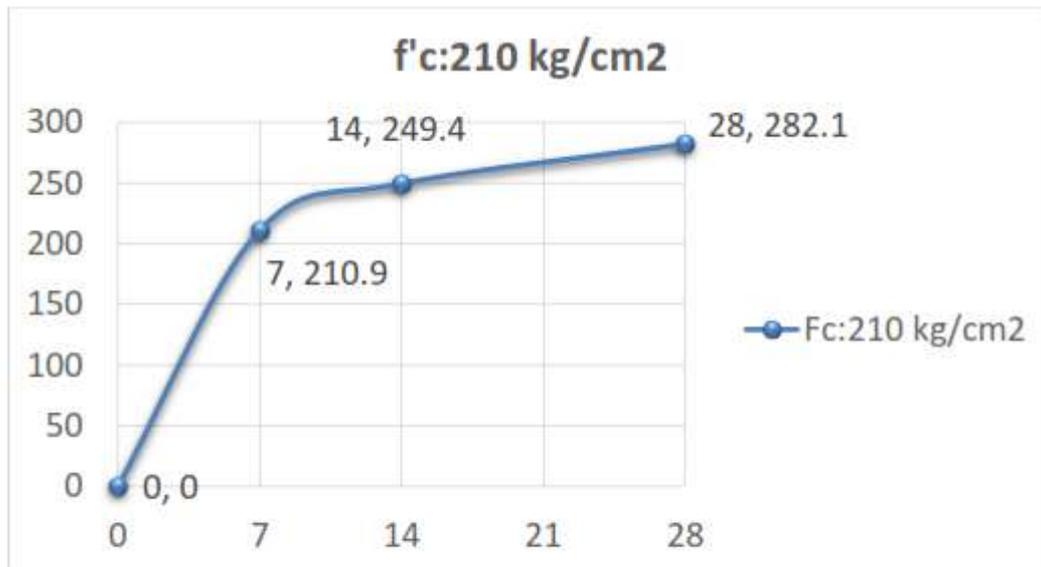


Figura 17. Resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm².

Fuente: Elaboración propia, 2019

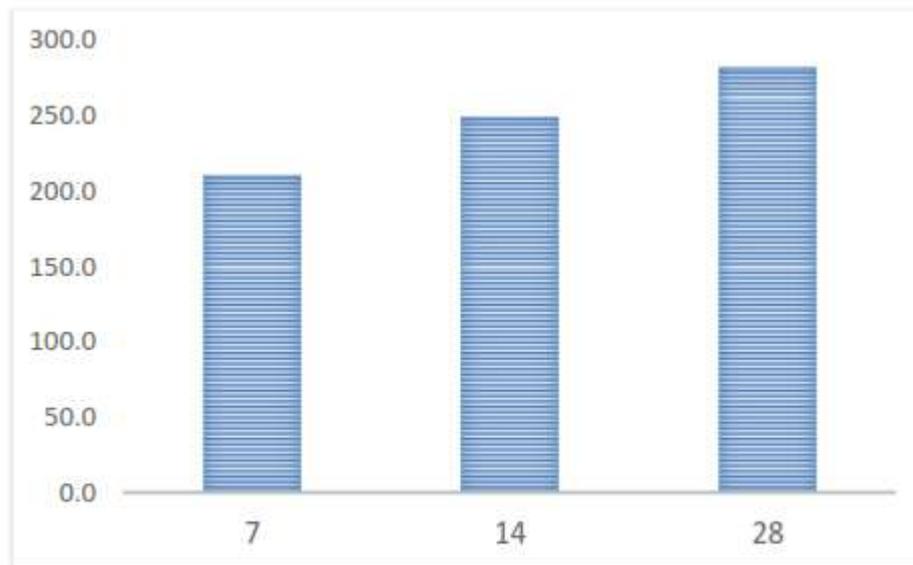


Figura 18. Resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm².
Fuente: Elaboración propia, 2019

4.1.2.2. Muestra de concreto con 3% de adición de residuo de conchas de molusco

El resultado de las testigos de concreto de resistencia 210 Kg/cm² adicionado 3 % de residuos de conchas de moluscos realizadas se encuentra en las siguientes tablas:

Tabla 18

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 3% a los 7 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 01	38115.00 kg	15.00 cm	215.69 kg/cm ²	76.45%
Probeta 02	39012.00 kg	15.00 cm	220.76 kg/cm ²	78.25%
Probeta 03	38542.00 kg	15.00 cm	218.10 kg/cm ²	77.31%
Probeta 04	37452.00 kg	15.00 cm	211.93 kg/cm ²	75.12%
Resistencia promedio:			216.62 kg/cm ²	76.78%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 19

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 3% a los 14 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 05	45689.00 kg	15.00 cm	258.55 kg/cm ²	91.65%
Probeta 06	44723.00 kg	15.00 cm	253.08 kg/cm ²	89.71%
Probeta 07	43985.00 kg	15.00 cm	248.90 kg/cm ²	88.22%
Probeta 08	44578.00 kg	15.00 cm	252.26 kg/cm ²	89.42%
Resistencia promedio:			253.20 kg/cm ²	90.68%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 20

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 3% a los 7 días.

Nº	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 09	51232.00 kg	15.00 cm	289.91 kg/cm ²	102.76%
Probeta 10	51000.00 kg	15.00 cm	288.60 kg/cm ²	102.30%
Probeta 11	50986.00 kg	15.00 cm	288.52 kg/cm ²	102.27%
Probeta 12	52165.00 kg	15.00 cm	295.19 kg/cm ²	104.63%
Resistencia promedio:			290.56 kg/cm ²	102.99%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

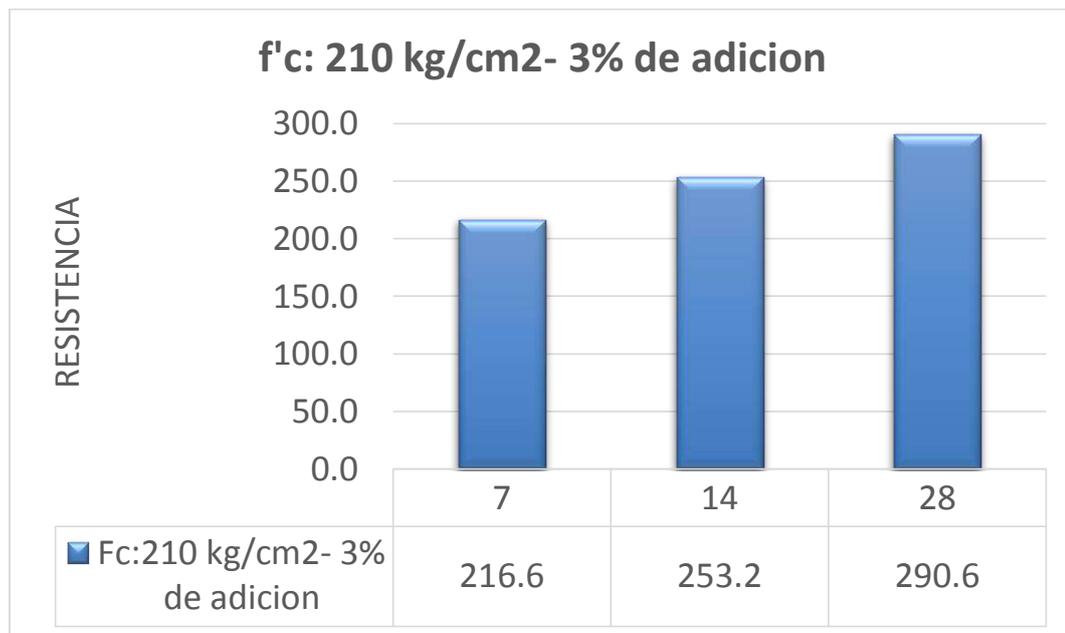


Figura 19. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 3% de adición de residuos de conchas de molusco.

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

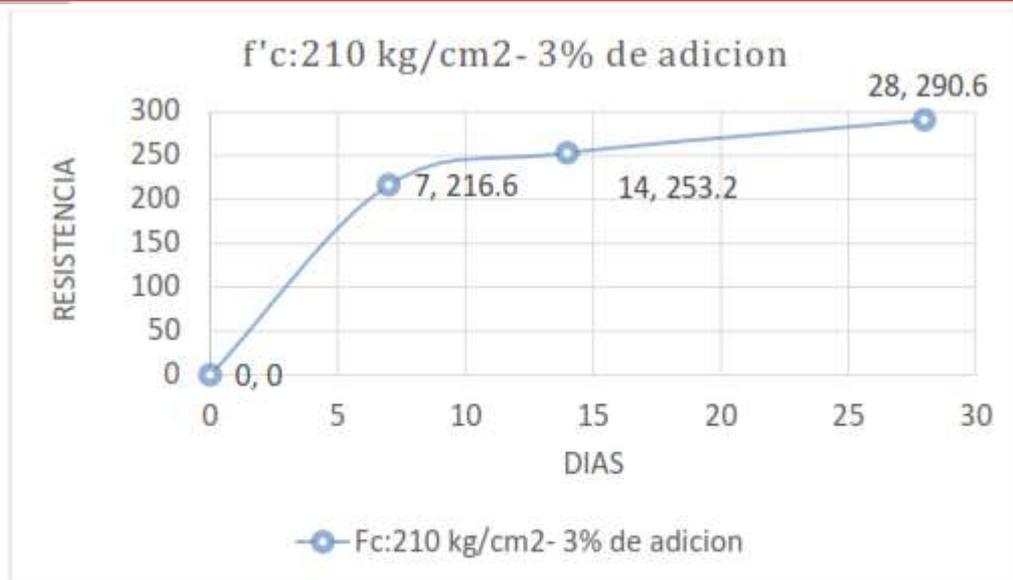


Figura 20. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 3% de adición de residuos de conchas de molusco
 Fuente: Elaboración propia, 2019

4.1.2.3. Muestra de concreto con 5% de adición de residuo de conchas de molusco

El resultado de las testigos de concreto de resistencia 210 Kg/cm² adicionado 5 % de residuos de conchas de molusco realizadas se encuentra en los siguientes cuadros:

Tabla 21

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 5% a los 7 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 01	42321.00 kg	15.00 cm	239.49 kg/cm ²	84.89%
Probeta 02	41654.00 kg	15.00 cm	235.71 kg/cm ²	83.55%
Probeta 03	41965.00 kg	15.00 cm	237.47 kg/cm ²	84.17%
Probeta 04	41687.00 kg	15.00 cm	235.90 kg/cm ²	83.62%
Resistencia promedio:			237.14 kg/cm ²	84.06%

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 22

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos f_c : 210 kg/cm² – 5% a los 14 días.

Nº	Fuerza	Diámetro	f_c	%
Probeta 05	45645.00 kg	15.00 cm	258.30 kg/cm ²	91.56%
Probeta 06	45854.00 kg	15.00 cm	259.48 kg/cm ²	91.98%
Probeta 07	45963.00 kg	15.00 cm	260.10 kg/cm ²	92.19%
Probeta 08	46134.00 kg	15.00 cm	261.07 kg/cm ²	92.54%
Resistencia promedio:			259.74 kg/cm ²	91.77%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 23

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos f_c : 210 kg/cm² – 5% a los 28 días.

Nº	Fuerza	Diámetro	f_c	%
Probeta 09	54314.00 kg	15.00 cm	307.35 kg/cm ²	108.94%
Probeta 10	53647.00 kg	15.00 cm	303.58 kg/cm ²	107.61%
Probeta 11	53125.00 kg	15.00 cm	300.63 kg/cm ²	106.56%
Probeta 12	53987.00 kg	15.00 cm	305.50 kg/cm ²	108.29%
Resistencia promedio:			304.27 kg/cm ²	107.85%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

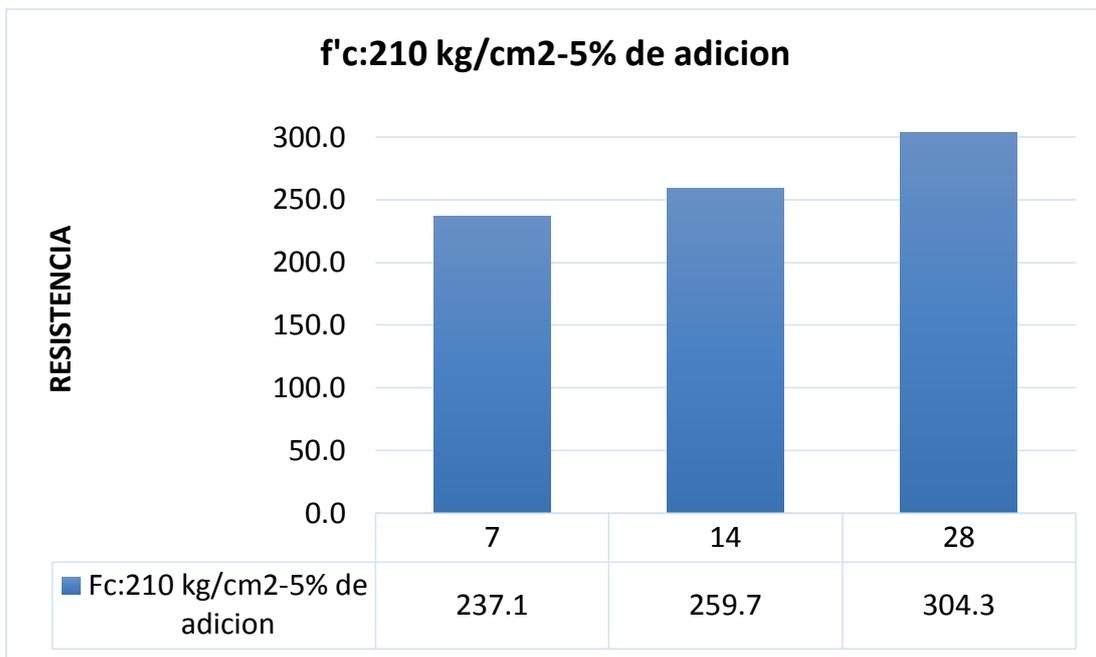


Figura 21. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 5% de adición de residuos de conchas de molusco
 Fuente: Elaboración propia, 2019

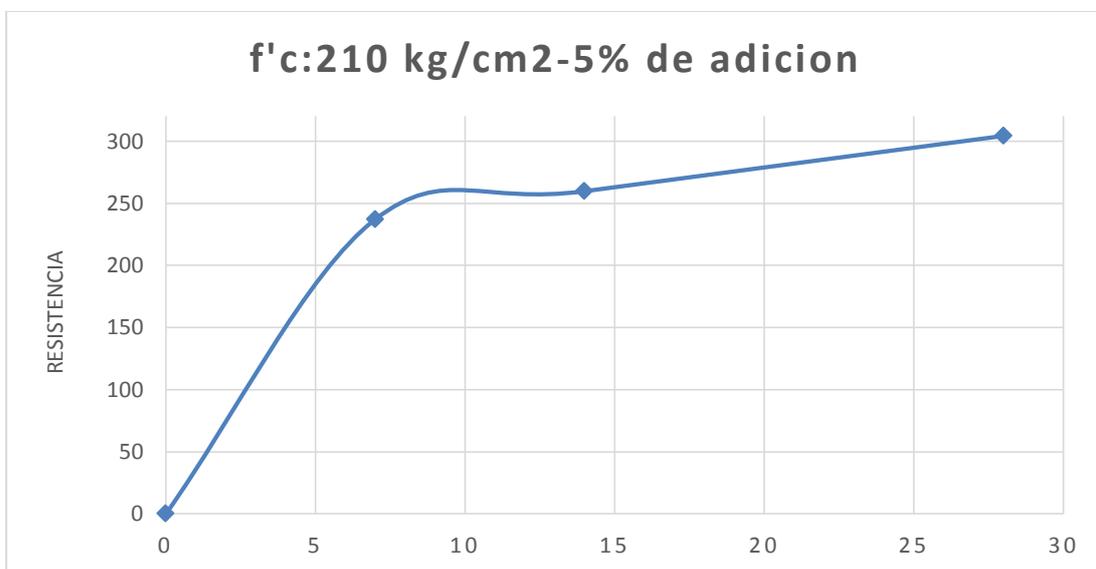


Figura 22. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 5% de adición de residuos de conchas de molusco
 Fuente: Elaboración propia, 2019

4.1.2.4. Muestra de concreto con 7% de adición de residuos de conchas de molusco

El resultado de las testigos de concreto de resistencia 210 kg/cm² adicionando 7 % de residuos de conchas de moluscos realizadas se encuentra en las siguientes tablas:

Tabla 24

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 7% a los 7 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 01	43985.00 kg	15.00 cm	248.90 kg/cm ²	88.22%
Probeta 02	45895.00 kg	15.00 cm	259.71 kg/cm ²	92.06%
Probeta 03	43125.00 kg	15.00 cm	244.04 kg/cm ²	86.50%
Probeta 04	44547.00 kg	15.00 cm	252.08 kg/cm ²	89.35%
Resistencia promedio:			251.18 kg/cm ²	89.03%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 25

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 7% a los 14 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 05	48985.00 kg	15.00 cm	277.20 kg/cm ²	98.26%
Probeta 06	48541.00 kg	15.00 cm	274.69 kg/cm ²	97.37%
Probeta 07	48023.00 kg	15.00 cm	271.75 kg/cm ²	96.32%
Probeta 08	49345.00 kg	15.00 cm	279.24 kg/cm ²	98.98%
Resistencia promedio:			275.72 kg/cm ²	97.81%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 26

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 7% a los 28 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 09	55698.00 kg	15.00 cm	315.19 kg/cm ²	111.72%
Probeta 10	55645.00 kg	15.00 cm	314.89 kg/cm ²	111.62%
Probeta 11	56789.00 kg	15.00 cm	321.36 kg/cm ²	113.91%
Probeta 12	58965.00 kg	15.00 cm	333.67 kg/cm ²	118.27%
Resistencia promedio:			321.28 kg/cm ²	113.88%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

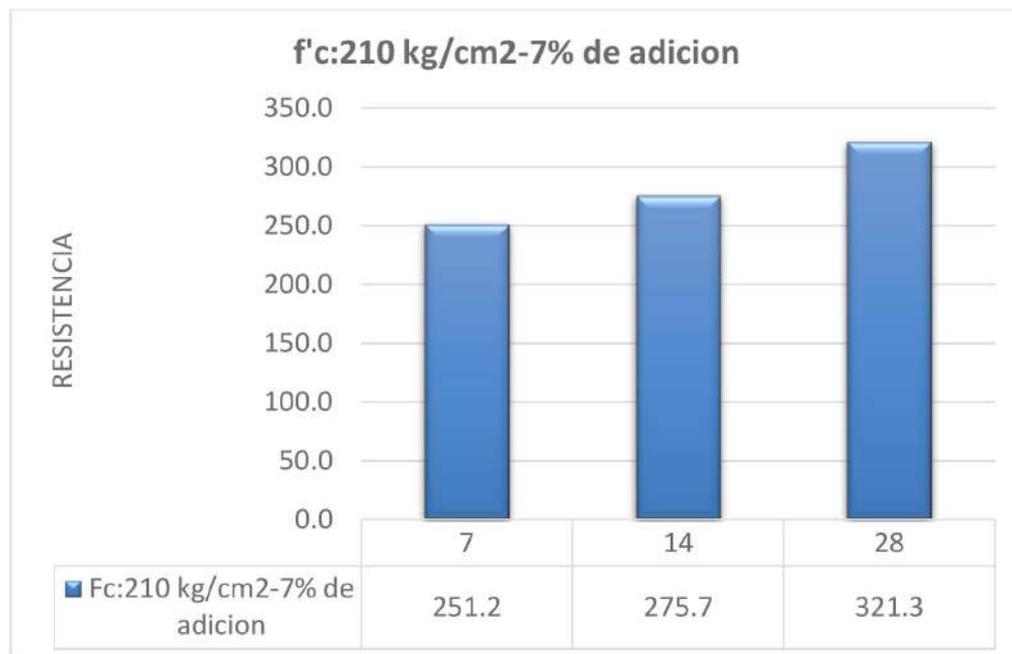


Figura 23. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 7% de adición de residuos de conchas de molusco

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

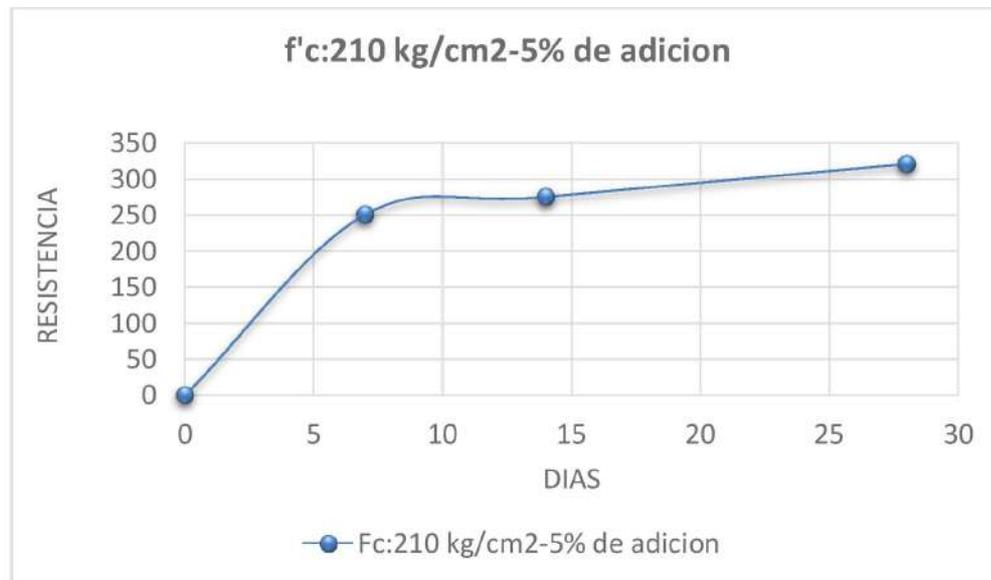


Figura 24. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 7% de adición de residuos de conchas de molusco

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

4.1.2.5. Muestra de concreto con 9% de adición de residuos de conchas de moluscos

El resultado de las testigos de concreto de resistencia 210 Kg/cm² con 9% de adición de residuos de conchas de moluscos realizadas se encuentra en las siguientes tablas:

Tabla 27

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 9% a los 7 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 01	43258.00 kg	15.00 cm	244.79 kg/cm ²	86.77%
Probeta 02	42931.00 kg	15.00 cm	242.94 kg/cm ²	86.11%
Probeta 03	42846.00 kg	15.00 cm	242.46 kg/cm ²	85.94%
Probeta 04	42645.00 kg	15.00 cm	241.32 kg/cm ²	85.54%
Resistencia promedio:			242.88 Kg/cm ²	86.09%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 28 :

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 9% a los 14 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 05	46574.00 kg	15.00 cm	263.55 kg/cm ²	93.42%
Probeta 06	47136.00 kg	15.00 cm	266.74 kg/cm ²	94.55%
Probeta 07	47985.00 kg	15.00 cm	271.54 kg/cm ²	96.25%
Probeta 08	46965.00 kg	15.00 cm	265.77 kg/cm ²	94.20%
Resistencia promedio:			266.90 kg/cm ²	93.98%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 29

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos $f'c$: 210 kg/cm² – 9% a los 28 días.

N°	Fuerza	Diámetro	$f'c$	%
Probeta 09	54169.00 kg	15.00 cm	306.53 kg/cm ²	108.65%
Probeta 10	54347.00 kg	15.00 cm	307.54 kg/cm ²	109.01%
Probeta 11	54874.00 kg	15.00 cm	310.52 kg/cm ²	110.07%
Probeta 12	55147.00 kg	15.00 cm	312.07 kg/cm ²	110.62%
Resistencia promedio:			309.17 kg/cm ²	109.59%

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

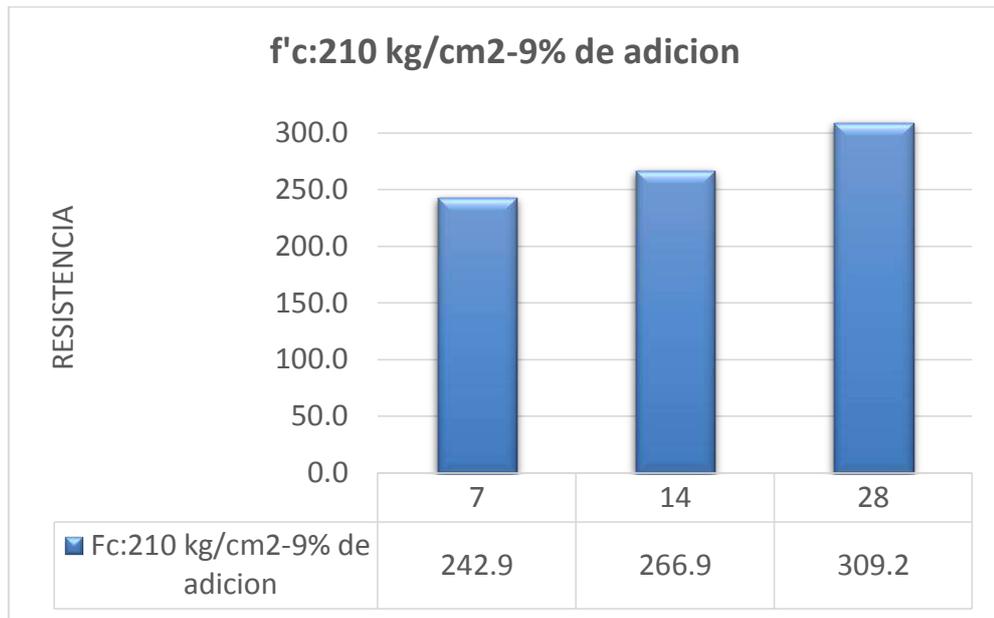


Figura 25. Diagrama de barras resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 9% de adición de residuos de conchas de molusco
Fuente: Elaboración propia, 2019

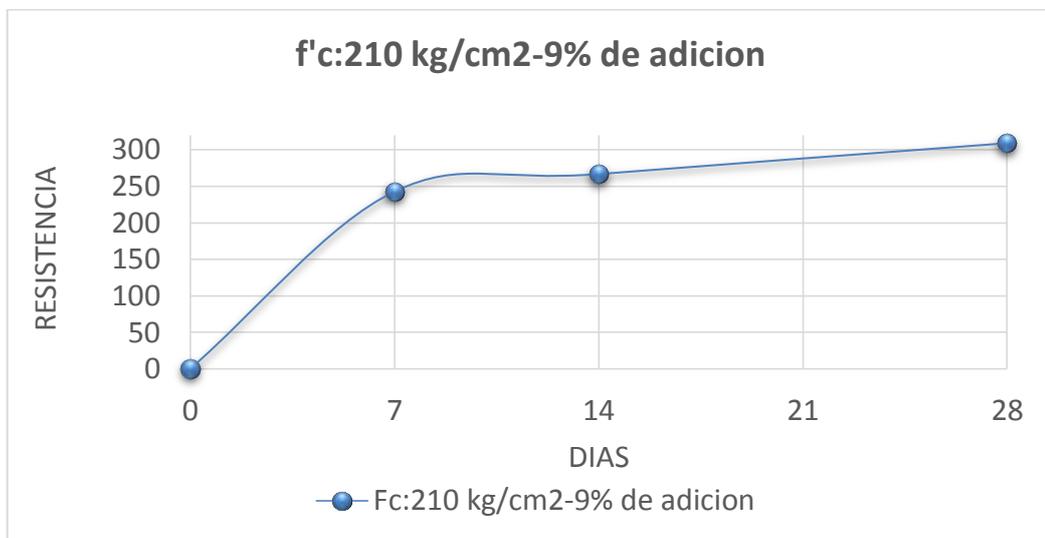


Figura 26. Curva de resultado a los 7, 14 y 28 días de los testigos de $f'c$: 210 kg/cm² con 9% de adición de residuos de conchas de molusco
Fuente: Elaboración propia, 2019

4.1.2.6. Comparación entre testigos de concreto con y sin adición de residuos de conchas de molusco calcinadas

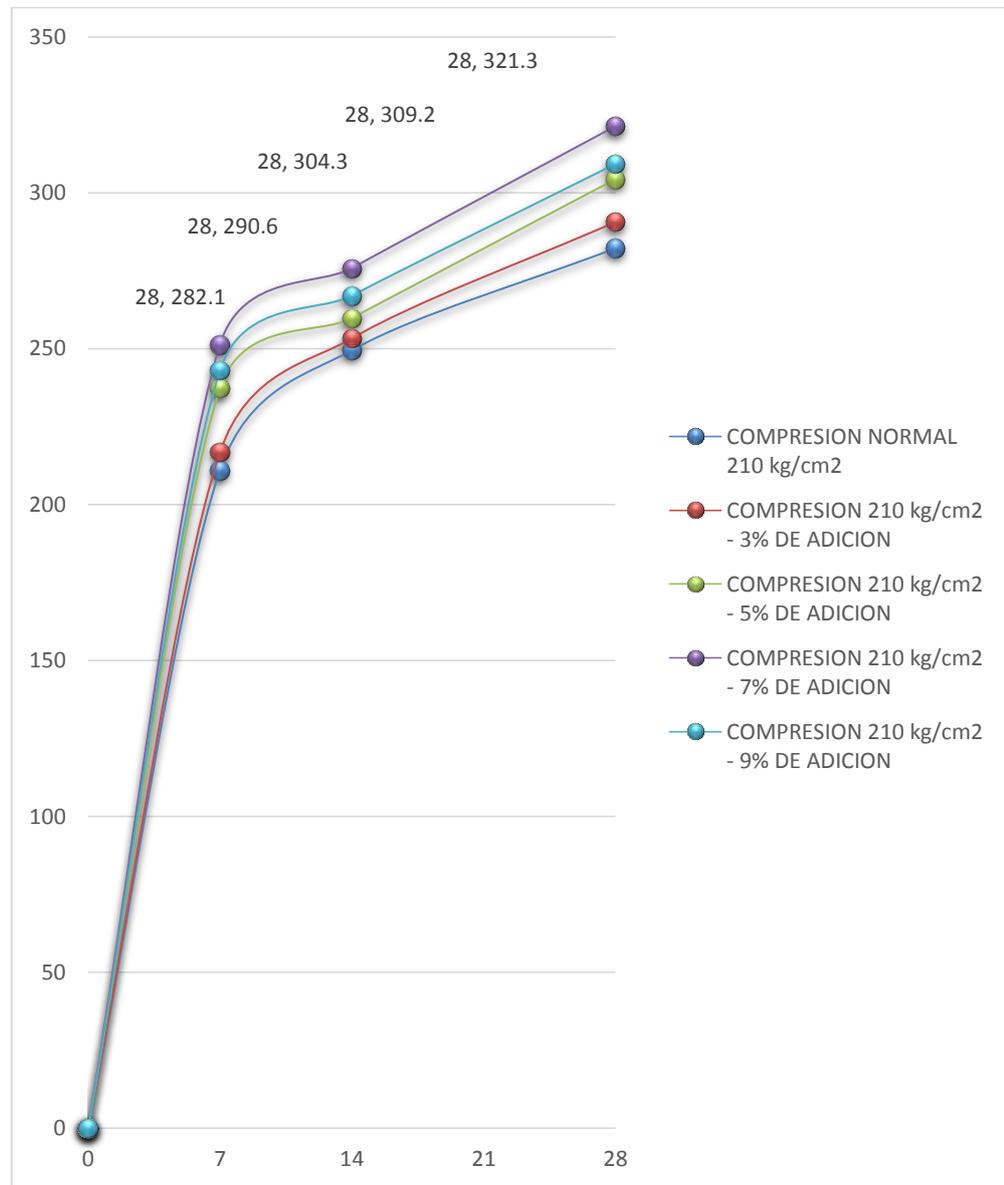


Figura 27. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm².
Fuente: Elaboración propia, 2019

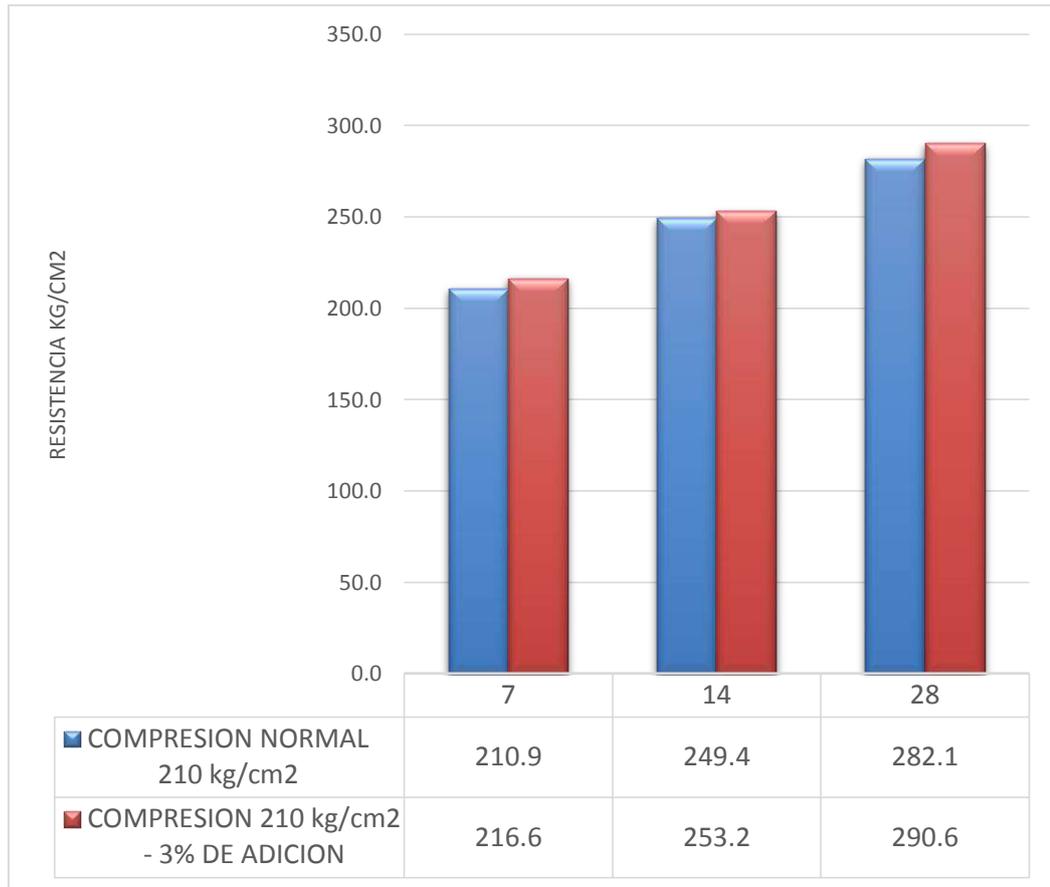


Figura 28. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm² patrón con el de 3 % de adición
Fuente: Elaboración propia, 2019

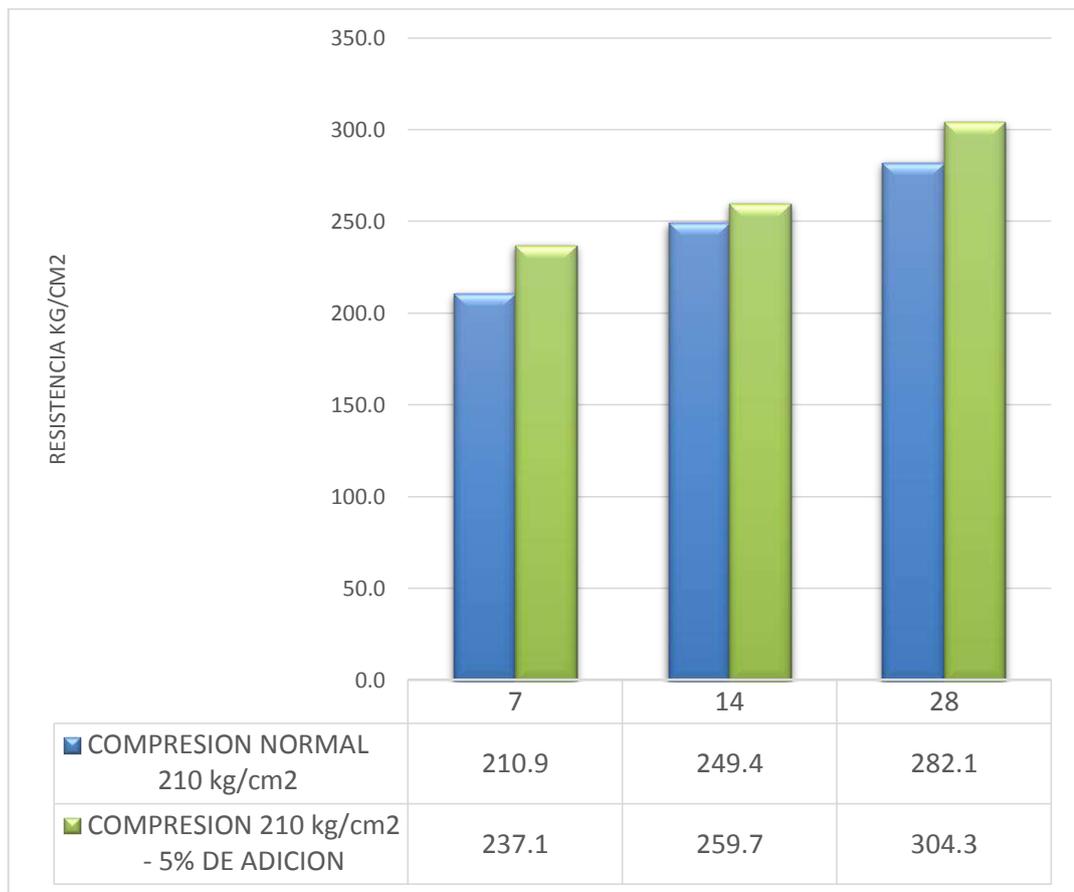


Figura 29. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm2 patrón con el de 5 % de adición.

Fuente: Elaboración propia, 2019

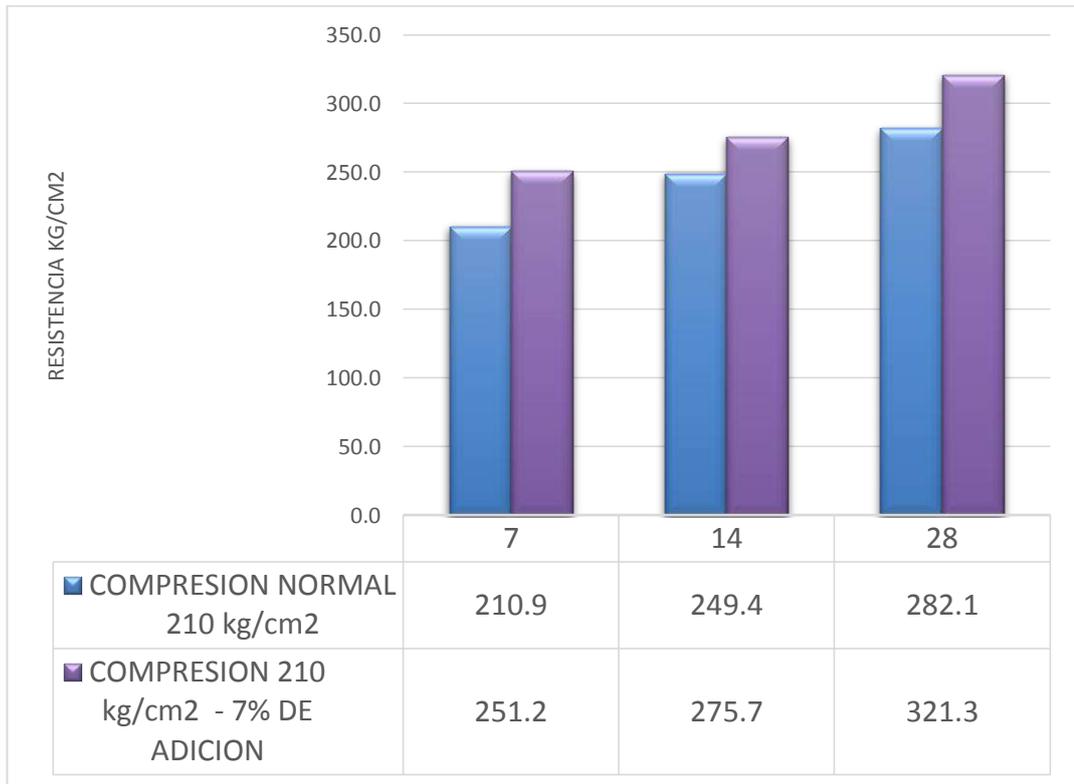


Figura 30. Resultado comparativo de testigos de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm2 patrón con el de 7 % de adición.

Fuente: Elaboración propia, 2019

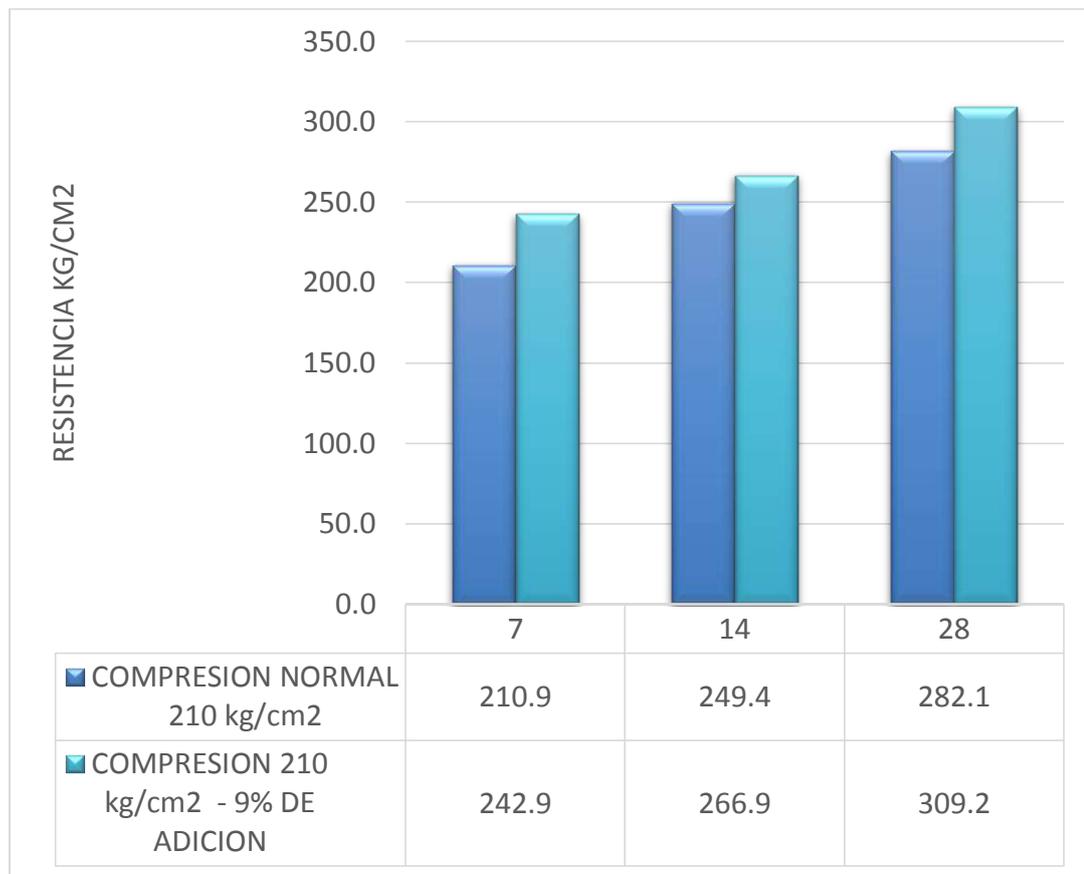


Figura 31. Resistencia $f'c=210$ kg/cm2 patrón con el de 9% de adición
Fuente: Elaboración propia, 2019

4.1.3. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos con mejor comportamiento resistente

Tabla 30

Resultado de testigos de concreto con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7% de adición

Testigos de concreto	Días de curado	Diámetro cm	Altura cm	Área cm ²	Fuerza kg	Resistencia kg/cm ²
N-01	28	15	30	176.715	59941	339.197
N-02	28	15	30	176.715	55502	314.077
N-03	28	15	30	176.715	56162	317.812
N-04	28	15	30	176.715	59454	336.441
N-05	28	15	30	176.715	57557	325.706
N-06	28	15	30	176.715	59141	334.670
N-07	28	15	30	176.715	59115	334.522
N-08	28	15	30	176.715	55054	311.542
N-09	28	15	30	176.715	60067	339.910
N-10	28	15	30	176.715	58145	329.033
N-11	28	15	30	176.715	53511	302.810
N-12	28	15	30	176.715	59991	339.480
N-13	28	15	30	176.715	55500	314.066
N-14	28	15	30	176.715	53915	305.096
N-15	28	15	30	176.715	53557	303.071
N-16	28	15	30	176.715	58898	333.295
N-17	28	15	30	176.715	56874	321.841
N-18	28	15	30	176.715	57965	328.015
N-19	28	15	30	176.715	53212	301.118
N-20	28	15	30	176.715	53491	302.697
N-21	28	15	30	176.715	55695	315.169
N-22	28	15	30	176.715	59995	339.502
N-23	28	15	30	176.715	57896	327.624
N-24	28	15	30	176.715	59615	337.352
N-25	28	15	30	176.715	55862	316.114
N-26	28	15	30	176.715	54494	308.373
N-27	28	15	30	176.715	55311	312.996
N-28	28	15	30	176.715	59444	336.384
N-29	28	15	30	176.715	58125	328.920
N-30	28	15	30	176.715	53512	302.816

 Fuente: *Elaboración propia, 2019*

4.1.4. Análisis estadístico

4.1.4.1. Análisis estadístico de las muestras de concreto de $f'c = 210$ kg/cm² con 7% de adición

Tabla 31

Resultado de la estadística descriptiva de las muestras de concreto de $f'c = 210$
kg/cm² con 7 % de adición

Resultados de la estadística	
Media	321.988
Mediana	323.773
Desviación Estándar	13.510
Mínimo	301.118
Máximo	339.910
Muestra	30

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

Tabla 32
Tabla de Frecuencias.

Datos - kg/cm ²	Frecuencia
293.4 ≤ 301.1	1
301.1 ≤ 308.9	6
308.9 ≤ 316.6	6
316.6 ≤ 324.4	2
324.4 ≤ 332.2	5
332.2 ≤ 339.9	10

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

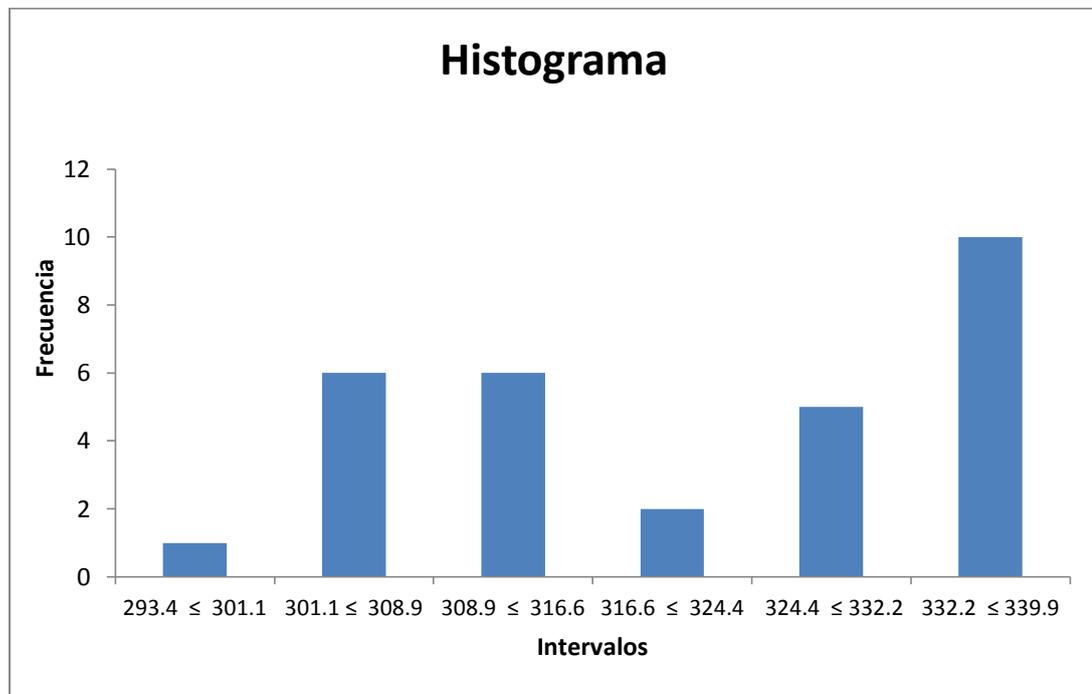


Figura 32. *Histograma de las muestras de concreto de f'c= 210 kg/cm² con 7% de adición.*
Fuente: *Elaboración propia, 2019*

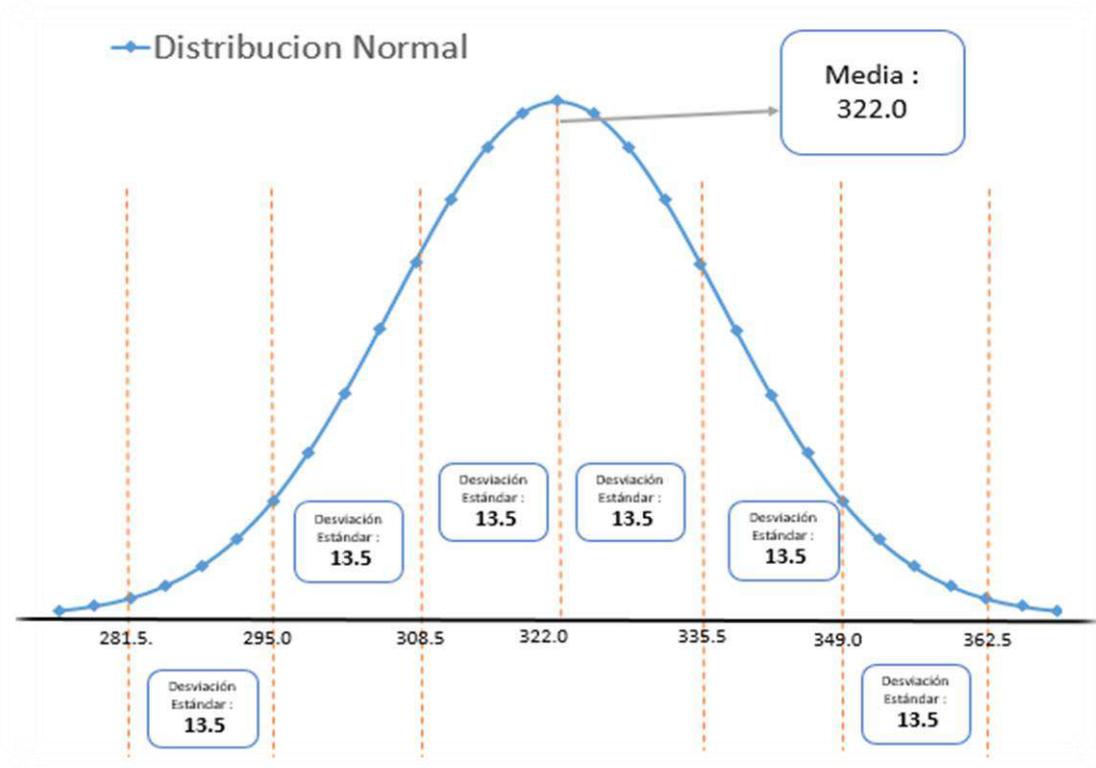


Figura 33. Distribución normal de las muestras de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 7% de adición.
Fuente: Elaboración propia, 2019

4.1.5. Análisis de resultados.

A continuación, se analizará y discutirá, los resultados que se obtuvieron en el presente CAPÍTULO, y la comparación que se realizó, con la finalidad de contrastar la hipótesis.

4.1.5.1. Sobre la hipótesis.

Si incorporamos residuos de conchas de diversos moluscos como adición en la elaboración de concreto, se mejorará las propiedades físicas resistentes del concreto (Resistencia) entre 20 % - 35%. La hipótesis fue aceptada.

Para evaluar la presente hipótesis se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a testigos de concreto Patrón (0 % de adición) y los con adición de residuos de conchas de moluscos calcinados (3% , 5% , 7 % y 9 %) elaborados en el laboratorio de Mecánica de suelos y de Concreto de la Universidad Nacional del Santa , los residuos de conchas de moluscos fueron calcinados a 850 C° y molidos para que tenga una finura menor a 0.074 mm y pase por la malla N° 200.

Luego se procedió a colocar los testigos de concreto en agua para continuar el proceso de curado. La rotura de probetas se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente dando resultados positivos respecto a la hipótesis planteada, ello lo podemos visualizar en la figura N° 27.

A continuación, se realiza un cometario de todos los resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis.

4.1.5.2. Características del concreto durante su elaboración

- **Testigos de concreto patrón elaborados con 0% de residuos de conchas de molusco calcinada.**

Se elaboraron los testigos de concreto 210 Kg/cm² en Laboratorio de Concreto y de Suelos de la Universidad Nacional del Santa cumpliendo el diseño de mezcla establecido al inicio, la mezcla era trabajable presentando un slump promedio de 4”.

- **Testigos de concreto elaborados con adición de residuos de conchas de molusco calcinada.**

a) Se elaboraron los testigos de concreto cumpliendo el diseño de mezcla establecido y adicionando residuos de conchas de molusco calcinada en porcentajes 3%, 5%, 7 % y 9 %, el slump para el diseño de 210 kg/cm² con adición empezó a disminuir a partir de la adición del 5 % de residuos de conchas de molusco calcinada, la reducción en el 9% fue de 1”.

Al añadir mayor porcentaje de residuos de conchas de molusco calcinada disminuye el asentamiento, pero se mantuvo la trabajabilidad.

b) Al adicionar residuos de conchas de molusco calcinadas en 3%, 5%, 7 % y 9 % hubo un aumento de resistencia al comparar con la muestra patrón. Ver figura N° 27.

c) En la figura N° 28 el concreto con 3 % de adición supera a la muestra patrón en 8.5 kg/cm²; no hubo un aumento significativo.

-
- d) En la figura N° 29 el concreto con 5% de adición supera a la muestra patrón en 22.2 kg/cm²; hubo un aumento de 8 % en la resistencia.
- e) En la figura N° 30 el concreto con 7 % de adición supera a la muestra patrón en 39.2 kg/cm²; hubo un aumento de 13.88% en la resistencia.
- f) En la figura N° 31 el concreto con 9 % de adición supera a la muestra patrón en 27.1 kg/cm²; hubo un aumento de 9.6% en la resistencia.
- g) A partir del 9 % de adición se encontró una disminución del aumento de resistencia por lo tanto el mejor porcentaje de adición es el 7 %. Posteriormente para la evaluación estadística se realizó 30 probetas a los 28 días del concreto con 7 % de adición de residuos de conchas de molusco calcinada.

4.1.6. Evaluación estadística

Entre los porcentajes de adición usados para elaborar concreto de Fc: 210 kg/cm². Hubo un mejor comportamiento adicionando el 7 % de residuos de conchas de molusco calcinada. Se realizó 30 probetas adicionando el 7% de residuos de conchas de molusco calcinada en función al peso del cemento para realizar la evaluación estadística como se observa en la tabla N ° 31.

- Para el concreto de 210 kg/cm², Al aplicar la estadística se obtuvo los datos mostrado en la tabla N°21, obteniendo una desviación estándar de 13.510, una variación de 3.6 (Tabla N° 32).

$$\text{Variación: } V = (Ds / X_{prom}) \times 100 = (13.51 / 321.988) \times 100 = 4$$

Tabla 33

Tabla de dispersión total.

Clase de Operación	Dispersión total				
	Desviación estándar para diferentes grados de control (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	>24.6

Fuente: *Tópicos de tecnología del concreto – Enrique Pasquel*

Tabla 34

Tabla de dispersión entre testigos.

Clase de Operación	Dispersión entre testigos				
	Coeficiente de variación para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	>5.0

Fuente: *Tópicos de tecnología del concreto – Enrique Pasquel*

- Al comparar la desviación estándar en la dispersión total, obtenemos que el concreto en laboratorio es Excelente al tener $D_s = 13.51 < 14.1$
- Al comparar la variación en la dispersión entre testigos obtenemos que el concreto en laboratorio es Bueno al tener $3 < V = 4 \leq 4$
- Los gráficos de distribución normal (Figura 33) para los testigos de concreto de con 7% de residuos de conchas de moluscos calcinada, indican lo siguiente:

Tabla 35

Probabilidad de ocurrencia de los testigos 210 kg/cm² – 10 % de adición a los 28 días.

Porcentaje	Probabilidad de ocurrencia	
	A	B
68.00%	308.5	335.5
95.10%	295.0	349.0
99.70%	281.5	362.5

Fuente: *Elaboración propia, 2019*

- Teniendo en cuenta las resistencias obtenidas, en comparación de un concreto patrón con adición de residuos de conchas de molusco calcinada en función al peso del cemento (3 % , 5% , 7% y 9%) y asimismo analizando la comparación de la evaluación estadística de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de probetas con ad adición de residuos de conchas de molusco calcinada (7%) , se acepta la Hipótesis planteada en esta investigación que el concreto con residuos de conchas de molusco calcinada mejorará las propiedades físicas resistentes en un 34.02 %.

4.2. Discusión

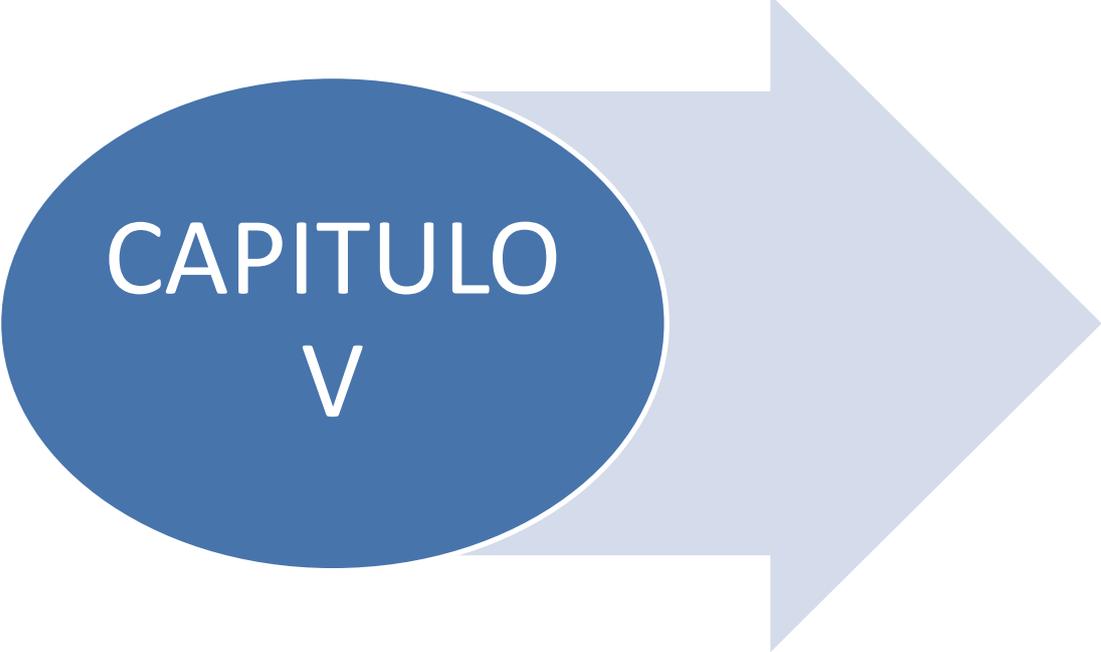
El residuo de concha de molusco como agregado; a lo largo de la historia estos residuos han sido dañinos ocasionando enfermedades, contaminando el ambiente y dando una mala imagen a lugar donde se encuentre. En esta investigación se da uso a este residuo para elaborar concreto estructural de $F_c: 210 \text{ kg/cm}^2$ obteniendo resultados positivos con respecto al uso como adición de este residuo llegando a mejorar la resistencia y aceptando la hipótesis planteada **“Si incorporamos residuos de diversos moluscos como adición en la elaboración de concreto, se mejorará las propiedades físicas del concreto (Resistencia) entre 20 % - 35 %”**.

El residuo de concha de molusco; este residuo ya sido tema de investigación de muchos países para darle uso, en Corea se usó el residuo de conchas de molusco como fertilizante, en Nigeria se usó conchas de Bígaro en la fabricación de concreto como reemplazo del agregado grueso en concretos de baja resistencia dando resultados positivos no mejorando la resistencia, pero si manteniéndolo hasta un 90% del concreto convencional. Concluyendo que los residuos de conchas moluscos pueden ser incorporados al concreto. Al compararla con esta tesis se mejoró al agregado “residuos de conchas moluscos” al calcinarlos a una temperatura de 850 C° y luego molerlos para así poder obtener granos finos de diámetro menor a 0.074 mm y mejorar las propiedades físicas del concreto convencional al ser adicionadas.

Según Ivette ,C.(2006) “Optimización De Las Propiedades Mecánicas Del Mortero Comercial Mediante La Adición De Residuos Del Molusco Cassostrea Virginica”. Centro de investigación en materiales avanzados (Tesis para obtener el grado de Maestría) , se busca mejorar las propiedades mecánicas del mortero adicionando residuos de moluscos de Cassotrea Virginica en , se encontró la presencia de carbonato cálcico proveniente del ostión donde el mortero incremento su resistencia a la compresión en comparación con el mortero convencional , los mejores resultados se obtuvieron con el 5 % de adición . Al comparar con esta tesis: en ambas investigaciones se trabajó con el residuo de moluscos como un material fino de diámetro inferior a 0.074 mm , en esta tesis se obtuvieron mejores resultados con el 7 % de adición ya que con el 9% de adición sigue mejorando en comparación con el concreto convencional ,al comparar el concreto convencional y el concreto con diferentes porcentajes de adición se obtuvo mejor resultados con el 7 % de adición .

Según Nizama, D. (2014) “Valoración de Residuos Crustáceos para Concretos de baja resistencia” (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, En Piura se elaboró concreto con residuos de crustáceos para concretos de baja resistencia, pero como reemplazo del agregado grueso obteniendo un mejor resultado con el 20 % de reemplazo obteniendo resultados similares al concreto convencional, el concreto con 20 % de reemplazo llego hasta el 88.93% de la muestra patrón.

-
- En la investigación de Nizama se trabajó el residuo de crustáceos como agregado grueso y como reemplazo para elaborar concretos de baja resistencia ,en esta tesis se trabajó los residuos de conchas de moluscos como un material fino con diámetro menos a 0.074 mm para elaborar concreto estructural y mejorar sus propiedades físicas resistentes. En ambas investigaciones se trabajó con materiales de reciclaje de procedencia marina.
 - Según Flórez, L. y Mazza, J. (2014) “Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto” (Tesis de Pregrado) en su investigación el elabora concreto de F_c : 210 Kg/cm² y 175 Kg/cm² y también concreto adicionando residuos de conchas de abanico en porcentajes de 5 %, 10% y 15 % ; obteniendo un mejor comportamiento con el 5% (265.50kg/cm²) superando la resistencia del concreto con 0% de adición (242.50 kg/cm²), la adición al 10% (247.50 kg/cm²) y el 15 % (240.50 Kg/cm²) también supera la resistencia del concreto con 0% de adición pero no supera la resistencia del 5 %. Se presentó una tendencia similar con los resultados de esta tesis por lo siguiente :
 - En esta tesis se obtuvo un mejor comportamiento con el 7% de adición y al 9 % de adición la resistencia empieza a disminuir pero sigue siendo superior a la patrón, teniendo el siguiente secuencia (0% < 3% < 5% < 9% < 7%) . Ver figura 38.
 - En ambas investigaciones se trabajó con residuos de procedencia marina y como adición, como material fino con diámetro inferior a 0.074 mm para elaborar concreto estructural.



**CAPITULO
V**

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

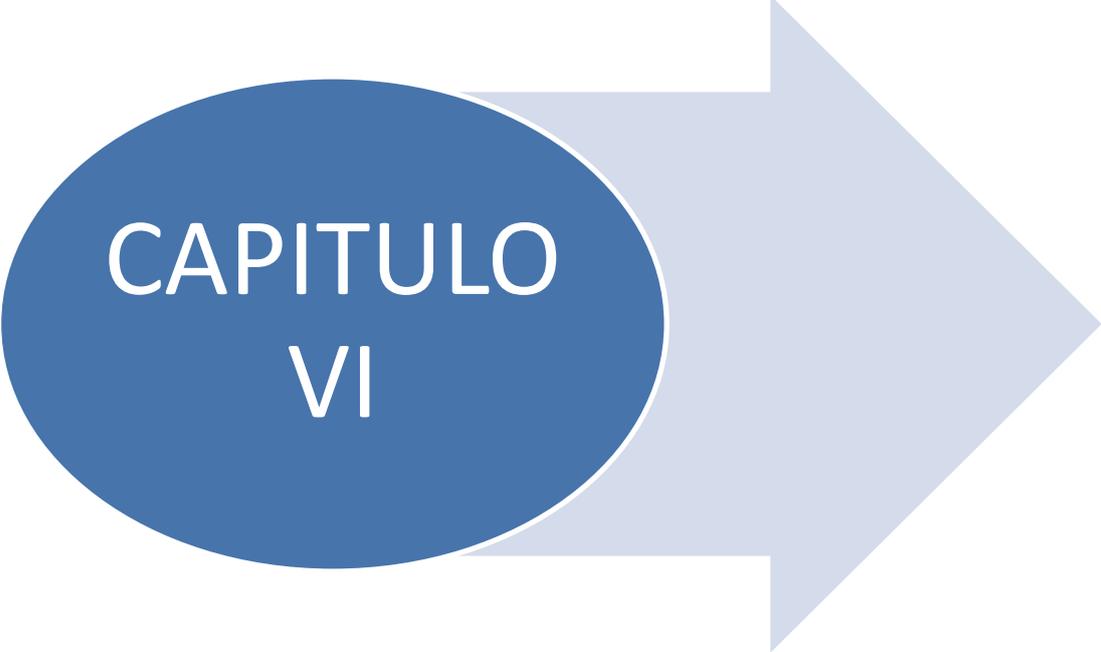
Habiendo desarrollado la presente tesis se determinó, que la adición de residuo de molusco calcinada llegó a mejorar las propiedades físicas resistentes de una mezcla convencional de concreto en un 34.02 % por lo tanto la Hipótesis “Si incorporamos residuos de conchas de diversos moluscos como adición en la elaboración de concreto, se mejorará las propiedades físicas del concreto (Resistencia) entre 20 % - 35%.”: Es Aceptada.

- Se realizó un diseño de mezcla con un factor de corrección de 84 kg/cm², para una resistencia especificada de 210 kg/cm². Obteniendo una relación de agua/cemento de 0.56. Se obtuvo la siguiente dosificación en peso: Cemento: 1, Arena: 2.15, Piedra: 2.83. Agua: 0.58 para un slump de 3”-4”.
- Se obtuvo un asentamiento de 4” para la muestra patrón ,3.9” para la muestra con 3% de adición, 3.7” para la muestra con 5 % de adición, 3.5” para la muestra de 7 % de adición y 3” para la muestra con 9 % de adición.
- Se obtuvo una resistencia promedio a los días de 181.17 Kg/cm² para la muestra patrón, 184.13 Kg/cm² para la muestra con 3% de adición, 198.61 Kg/cm² para la muestra con 5% de adición, 223.99Kg/cm² para la muestra con 7% de adición y 222.46 Kg/cm² para la muestra con 9% de adición.
- Se obtuvo una resistencia promedio a los 14 días de 181.17 Kg/cm² para la muestra patrón, 184.13 Kg/cm² para la muestra con 3% de adición, 198.61 Kg/cm² para la muestra con 5% de adición, 223.99Kg/cm² para la muestra con 7% de adición y 222.46 Kg/cm² para la muestra con 9% de adición

- Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 282.1 Kg/cm² para la muestra patrón , 290.56 Kg/cm² para la muestra con 3% de adición, 304.27 Kg/cm² para la muestra con 5% de adición, y 321.28Kg/cm² para la muestra con 7% de adición 309.17 Kg/cm² para la muestra con 9% de adición .Al adicionar residuo de molusco calcinado al concreto convencional se mejorar la resistencia notablemente en un 34.02 % , garantizando así que el concreto que se elabore en la playa la Pocita – Huarmey llegara a la resistencia especificada .El residuo de molusco proveniente de la playa la Pocita – Huarmey es un residuo que puede ser utilizado en concreto estructurales para la construcción de vivienda de la zona.

5.2. Recomendaciones

- Realizar diseños de mezcla con distintas relaciones A/C y comparar con los resultados obtenidos en esta investigación.
- Realizar ensayos de resistencia a la compresión axial del concreto con adición de residuos de molusco calcinado a edades mayores a 28 días.
- Realizar estudios de propiedades anticorrosivas, durabilidad y permeabilidad del concreto con adición de residuos de conchas de molusco calcinada.
- Realizar estudios con otros residuos de procedencia marina y contrastar los resultados con la investigación realizada.
- Realizar diseños de mezclas sustituyendo porcentualmente el cemento por residuos de conchas de molusco calcinada.



**CAPITULO
VI**

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

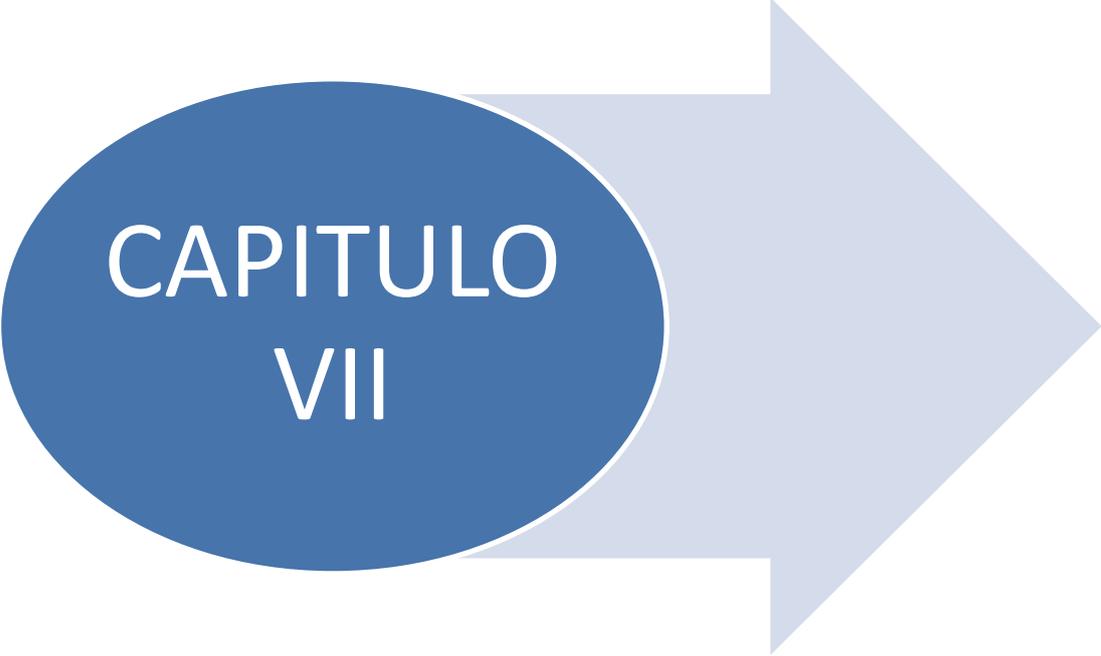
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto,F. (2001). Tecnología del concreto. San Marcos. . Lima
- American Concrete Institute. (1981). Hormigón Armado.
- Bartolomé, J.(1997). El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones. Madrid.
- Concrete Association National Ready Mixed. (1998). CIP 30
- Concreto en la práctica, 1. Obtenido de <http://www.construsur.com.ar/Article75.html>
- Gonzales , H. (2018)” Resistencia del mortero con cemento sustituido por el 13% por una combinación de arcilla y concha cuchara” (Tesis de Pregrado . Universidad San Pedro, Perú
- Resultados del Censo Nacional (2017). Obtenido de <https://www.inei.gob.pe>
- .Huerta, R. (2009). El Concreto y la Infraestructura.
- Instituto del Mar de Perú (2018) “Guía ilustrada para el reconocimiento de especies de poliplacóforos, gasterópodos y cefalópodos con valor comercial en el Perú”.
- Ivette ,C.(2006) “Optimización De Las Propiedades Mecánicas Del Mortero Comercial Mediante La Adición De Residuos Del Molusco Cassostrea Virginica”. Centro de investigación en materiales avanzados (Tesis para obtener el grado de Maestría) , México
- Nizama, D. (2014) “Valoración de Residuos Crustáceos para Concretos de baja resistencia” (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura , Facultad de Ingeniería, Piura.
- Pasque,E. (1998). Tópicos de tecnología Del Concreto en el Perú. Lima.
- Raymundo, P. (2015) “Uso de conchas de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas” en la Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería (Tesis de Pregrado) ,Piura.
- Rivva, E. (2002). Concretos de alta resistencia. Lima: Fondo Editorial ICG.

Rivva, E. (2008). Materiales para el concreto. Lima: Fondo Editorial ICG.

Rivva, E. (2012). Ataques al Concreto. Lima: Fondo Editorial ICG.

Rivva, E. (2013). Diseño de mezclas. Lima: Williams E.I.R.L.



**CAPITULO
VII**

ANEXOS

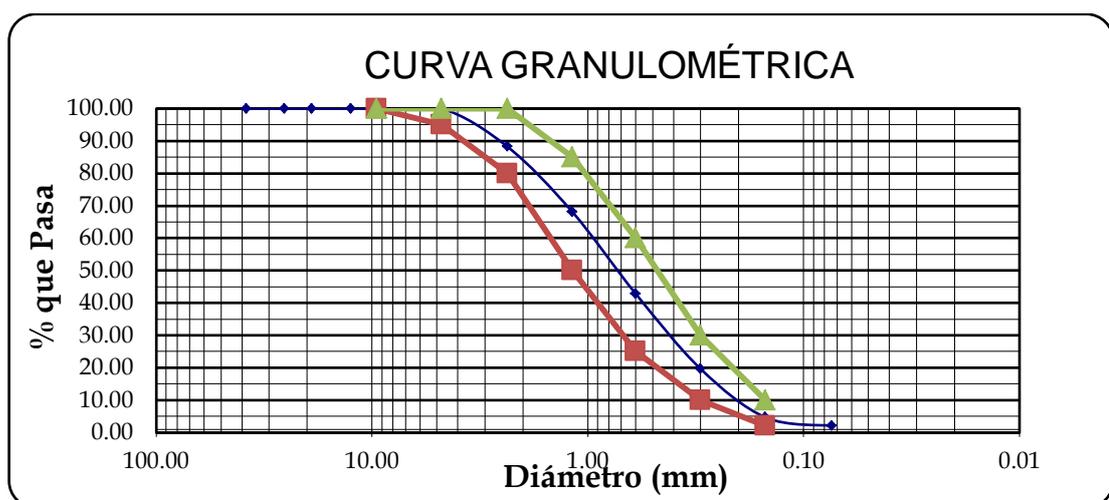
VII. ANEXOS

7.1. Anexo 01 - Ensayo de los agregados

7.1.1. Análisis granulométrico del agregado fino (ASTM C136 / NTP 400.037)

Peso inicial seco (gr)		1937.00			
Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.050	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 04	4.750	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 08	2.360	227.000	11.719	11.719	88.281
N° 16	1.180	390.000	20.134	31.853	68.147
N° 30	0.600	490.000	25.297	57.150	42.850
N° 50	0.300	450.000	23.232	80.382	19.618
N° 100	0.150	290.000	14.972	95.354	4.646
N° 200	0.074	50.000	2.581	97.935	2.065
Cazoleta		40.000	2.065	100.000	0.000
Total		1937.000	100.000		

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

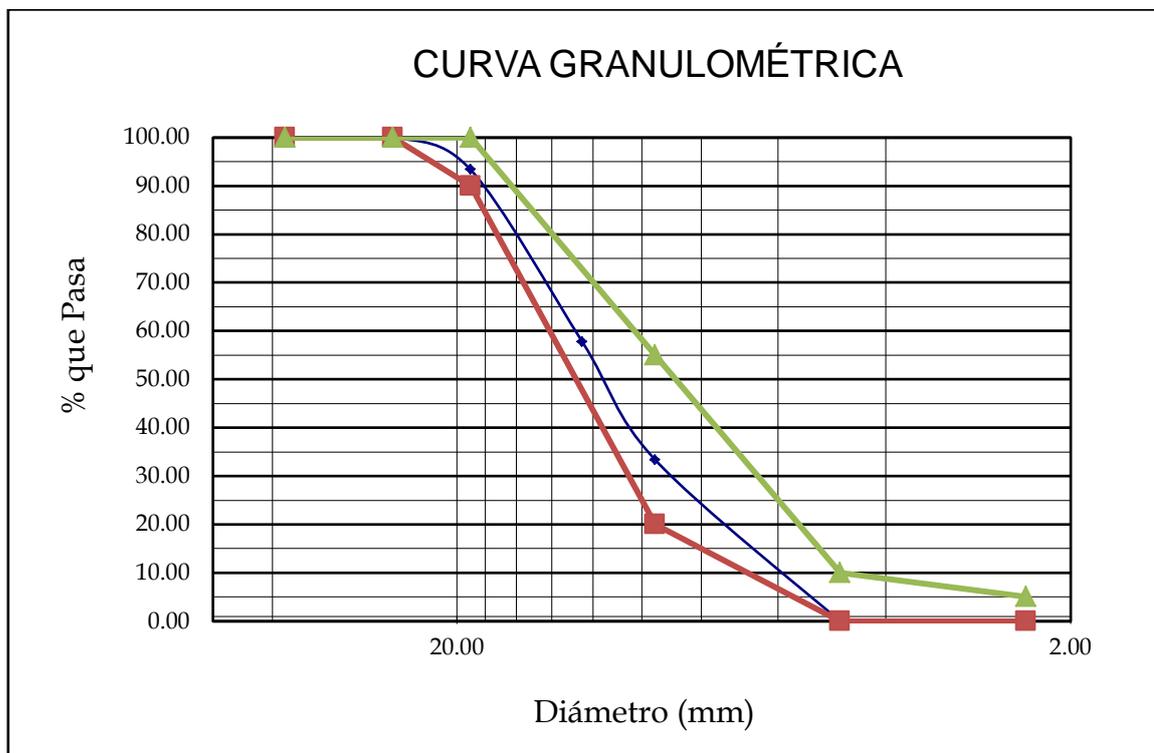


Fuente: *Elaboración Propia, 2019.*

7.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso (ASTM C136 / NTP 400.037)

Peso inicial seco (gr)		450.00				
Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Tamaño máximo nominal
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	30.000	6.667	6.667	93.333	3/4"
1/2"	12.500	160.000	35.556	42.222	57.778	
3/8"	9.500	110.000	24.444	66.667	33.333	
N° 04	4.750	150.000	33.333	100.000	0.000	
Cazoleta		0.000	0.000	100.000	0.000	
TOTAL		450.000	100.000			

Fuente: *Elaboración Propia, 2019.*



Fuente: *Elaboración Propia, 2019.*

7.1.3. Contenido de humedad del agregado grueso y fino (ASTM D-2216-80)

Muestra: Agregado fino - Tayca

		M1	M2	M3
01	Peso de la tara (gr)	27.260	27.211	26.908
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	104.961	109.670	88.850
03	Peso tara + suelo seco (gr)	104.56	109.28	88.54
04	Peso del agua (gr)	0.40	0.39	0.31
05	Peso del suelo seco (gr)	77.30	82.07	61.63
06	Contenido de humedad (%)	0.52	0.47	0.50
<u>Contenido de humedad (%):</u>		<u>0.50</u>		

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

Muestra: Agregado grueso- Tayca

		M1	M2	M3
01	Peso de la tara (gr)	27.112	29.032	27.087
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	58.276	68.425	62.353
03	Peso tara + suelo seco (gr)	58.213	68.296	62.279
04	Peso del agua (gr)	0.06	0.13	0.07
05	Peso del suelo seco (gr)	31.10	39.26	35.19
06	Contenido de humedad (%)	0.20	0.33	0.21
<u>Contenido de humedad (%):</u>		<u>0.25</u>		

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

7.1.4. Peso unitario y absorción (norma ASTM C-29 y NTP 400.017)**Muestra : Agregado fino - Tayca**

01	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00
02	A = Peso de la muestra seca (gr)	492.95
03	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	550.00
04	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	861.40
05	Peso Específico Nominal	2.73
06	Absorción (%)	1.43

Fuente: *Elaboración propia, 2019.***Muestra : Agregado grueso - Tayca**

01	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	3149.00
02	B = Peso de la muestra seca (gr)	3142.00
03	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	2020.00
04	Peso Específico Nominal	2.80
05	Absorción (%)	0.22

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

7.1.5. Peso unitario suelto del agregado fino (norma ASTM C-29 y NTP 400.017)

1	Peso del molde (gr)	1624.00	1624.00	1624.00	Promedio
2	Volumen del molde (cm ³)	2744.00	2744.00	2744.00	
3	Peso del molde + muestra suelta (gr)	5987.00	6039.00	5980.00	
4	Peso de la muestra suelta (gr)	4363.00	4415.00	4356.00	
5	Peso unitario suelto (kg/m ³)	1590.01	1608.97	1587.46	1595.48

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

7.1.6. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (norma ASTM C-29 y NTP 400.017)

<u>Peso unitario suelto (ASTM C-29 / NTP 400.017)</u>					
01	Peso del molde (gr)	3565.00	3565.00	3565.00	Promedio
02	Volumen del molde (cm3)	8749.44	8749.44	8749.44	
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	16460.0	16360.0	16560.0	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	12895.0	12795.0	12995.0	
05	Peso unitario suelto (kg/m3)	1473.81	1462.38	1485.24	
<u>Peso unitario compactado (ASTM C-29 / NTP 400.017)</u>					
01	Peso del molde (gr)	3565.00	3565.00	3565.00	Promedio
02	Volumen del molde (cm3)	8749.44	8749.44	8749.44	
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	17789.0	17946.0	18128.0	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	14224.0	14381.0	14563.0	
05	Peso unitario compactado (kg/m3)	1625.70	1643.65	1664.45	

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

7.2. Anexo 02 - Diseño de mezcla

Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI

Fecha de diseño:	18/10/2018
Realizado por:	Ore-Rojas
Chequeado por:	Laboratorio de concreto y mecánica de suelos - UNS

Características de los materiales a usar para la elaboración del concreto

Cantera de donde se extraen los materiales:	Tayca
Características del concreto	
Resistencia a la compresión especificada del concreto ($f'c$) =	210 kg / cm ²
Desviación estándar	84 kg / cm ²
Resistencia promedio a la compresión del concreto ($f'cr$) =	294 kg / cm ²

Características de los materiales

Agregado fino		Agregado grueso	
Peso específico de masa:	2.73	Tamaño máximo nominal (Pulg.):	3/4
Absorción (%):	1.43	Peso seco compactado (kg/m ³):	1645
Contenido de Humedad (%):	0.50	Peso específico de masa:	2.80
Módulo de fineza:	2.71	Absorción (%):	0.22
		Contenido de Humedad (%):	0.25
Cemento		Agua	
Tipo de cemento Portland a usar:	ASTM Tipo 1		
Peso específico:	3.11		

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

Diseño de mezcla

Selección del asentamiento:	Tipo de consistencia:	plástica
Tipo de concreto a diseñar:	Asentamiento:	3 " a 4 "
Volumen unitario de agua:	Concreto sin aire incorporado	
Contenido de aire total:	205.00	lt / m3
Relación agua / Cemento:	2.00	%
	0.56	
Factor cemento:	Factor cemento =	366.07 Kg / m3
	Factor cemento =	8.61 Bolsas / m3
Contenido de Agregado grueso seco Compactado por unidad de volumen del concreto:	0.629	m3
Agregado grueso	Peso del agregado grueso:	1034.753 Kg / m3
Cálculo de los volúmenes absolutos de los materiales	Cemento	0.118 m3
	Agua	0.205 m3
	Aire	0.020 m3
	Agregado Grueso	0.370 m3
	Suma de Volúmenes	0.712 m3
Contenido de agregado fino	Volumen absoluto de agregado fino	0.288 m3
	Peso del agregado fino seco	785 Kg / m3
	Cemento:	366.07 Kg / m3
Cantidad de materiales a ser empleados como Valores de diseño por m3.	Agua de diseño :	205.00 lt / m3
	Agregado Fino seco:	785.00 Kg / m3
	Agregado grueso seco:	1035.00 Kg / m3

Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan En una tanda de un saco de cemento.	Cemento	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño	23.80	lt / saco
	Agregado Fino seco	91.14	Kg / saco
	Agregado grueso seco	120.16	Kg / saco

Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	1	
	Agregado fino seco	2.14	
	Agregado grueso seco	2.83	
	Agua de diseño	23.8	lt / saco

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

Corrección por humedad usando el método del comité 211 del ACI

Fecha de diseño: 18/10/2018
 Realizado por: Ore-Rojas
 Chequeado por: Laboratorio de concreto y mecánica de suelos - UNS

Corrección por humedad de los agregados de los valores de diseño

Cantera de donde se extraen los materiales:	Tayca		
Contenido de humedad de los agregados:	Agregado fino	0.50	%
	Agregado grueso	0.25	%
Peso húmedo de los agregados:	Agregado fino	789.00	Kg / m3
	Agregado grueso	1038.00	Kg / m3
Humedad superficial de los agregados:	Agregado fino	-0.94	%
	Agregado grueso	0.02	%
Aporte de humedad de los agregados:	Agregado fino	-7.00	lt / m3
	Agregado grueso	0.00	lt / m3
	Aporte total	-7.00	lt / m3
Agua efectiva:	Agua efectiva	212.00	lt / m3
Relación agua / Cemento de diseño:		0.56	
Peso de los materiales corregidos por humedad A ser empleados en las mezclas de prueba por m3.	Cemento:	366.07	Kg / m3
	Agua Efectiva:	212.00	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo:	789.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo:	1038.00	Kg / m3
Relación Agua / Cemento Efectiva:		0.58	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de cemento	Cemento:	42.5	Kg / saco
	Agua Efectiva:	24.6	lt / saco
	Agregado fino húmedo:	91.6	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo:	120.5	Kg / saco

Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del agregado	Cemento:	1	
	Agregado fino húmedo:	2.16	
	Agregado grueso húmedo:	2.84	
	Agua Efectiva:	24.6	lt / saco

Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

7.3. Anexo 03 - Panel fotográfico



Foto 1. Residuos de molusco de la playa La Pocita –Huarney
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 2. Cuarteo del agregado fino
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 3. Cuarteo del agregado grueso.
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 4. Cuarteo del agregado grueso.
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 5. Hallando el peso del agregado grueso
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 6. Tamizado manual del agregado fino.
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 7. *Elaboración de concreto según el diseño de mezcla.*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 8. *Elaboración de concreto según el diseño de mezcla.*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 9. Asentamiento del concreto de 3 a 4 pulgadas.
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 10. Acabado de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm²
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 11: *Desencofrado de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm²*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 12. *Ensayo a la compresión de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm²*
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*



Foto 13. Resistencia a la compresión de los testigos de concreto de $f'c$: 210 kg/cm² con 7 % de adición de residuos de molusco a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia, 2019.



Foto 14. Resistencia la compresión de los testigos de concreto de f'_c : 210 kg/cm² con 7 % de adición de residuos de molusco a los 28 días.
Fuente: *Elaboración propia*, 2019.