

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EFFECTO DE LA DOSIFICACIÓN DE AGUA DE LA
BAHIA DE LAGO TITICACA Y POTABLE EN LA
RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA
EDIFICACIONES PUNO 2016**

Presentado por:

Bach. Cesar Darwin APAZA TURPO

PARA ÓPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2016



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ACTA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Juliaca, siendo las 15:00 Hrs. del 15 de diciembre del 2016, bajo la presidencia del catedrático:

Dr. VÍCTOR MANUEL LIMA CONDORI

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL**, bajo la modalidad de Sistema de Tesis (Resolución 3175-2003-R-UAP), en la que:

APAZA TURPO, CESAR DARWIN

Sustento la Tesis titulada:

“EFECTOS DE LA DOSIFICACION DE AGUA DE LA BAHIA DE LAGO TITICACA Y POTABLE EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA EDIFICACIONES PUNO 2016”

Ante el Jurado integrado por los señores catedráticos:

Dr. VÍCTOR MANUEL LIMA CONDORI (Presidente)

Ing. JUAN VARGAS RAMOS (Miembro/Secretario)

Ing. DANIEL QUISPE MAMANI (Miembro)

Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el Señor Presidente y los demás miembros del Jurado.

7-2.

.....
Ing. JUAN VARGAS RAMOS
Miembro/Secretario

.....
Ing. DANIEL QUISPE MAMANI
Miembro

.....
Dr. VÍCTOR MANUEL LIMA CONDORI
Presidente

DEDICATORIA

A mi mamá Leona Turpo Huahuaconco.

A todos los hombres no han descubierto todavía el arma para destruir los sueños... mientras no la encuentren seguiremos soñando y triunfando.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece por su contribución para el desarrollo de la tesis a:

Con gratitud agradezco a las Autoridades de la Universidad Alas Peruanas, en especial a la Dirección adjunto de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil donde culminé mis estudios de pre grado satisfactorio.

A las Autoridades Universitarias de la Universidad Alas Peruanas, de filial Juliaca, Ing. Gilmer Salas Madera por su acertada coordinación y asesoramiento adecuado y oportuno con sus sabias orientaciones, para cristalizar y lograr mi anhelado sueño de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

De manera muy especial a la Dr. Victor Manuel Lima Condori, quien con sus conocimientos y aportes de grandes ideas supo guiarme a la culminación con éxito este trabajo

RESUMEN

La presente investigación de tesis tiene por objetivo principal evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido dosificado con el agua contaminada la bahía del lago Titicaca. Determinar su potencial de uso, para lo cual se ha recopilado y analizado información inherente al tema de estudio y que es una alternativa y un potencial.

La presente investigación de tesis se desarrolló en el distrito Puno Provincia Puno departamento de Puno, con el propósito de evaluar la efectividad de la adición del agua de la bahía del lago Titicaca, en la elaboración del Concreto de Resistencia variada para edificaciones, ya que en varias ocasiones los pobladores cercanos a la bahía del lago Titicaca puno han utilizado en las diferentes etapas del proceso constructivo de sus viviendas ya que al utilizar esta agua en el diseño de mezclas reducen el costo del concreto.

Para lograr el diseño del Concreto de resistencia variada, se inició con un diseño de concreto de $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ haciendo uso de las tablas que nos proporciona el método del comité 211 del ACI, al cual se le hicieron dosificaciones con agua potable y otro grupo con agua de la bahía del lago Titicaca, estas pruebas de diseño fueron sometidas a ensayos de compresión realizadas a los 07 días y 28 días, en el diseño de mezclas se ha considerado dos aspectos importantes del concreto: Trabajabilidad (Asentamiento) y Resistencia a Compresión.

Se realizó las pruebas de Asentamiento y Compresión Simple, del Concreto de Resistencia variada, con las tres resistencias de compresión $f'c$ kg/cm^2 planteadas ya indicadas para determinar el comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a compresión.

Al comparar los resultados obtenidos de las muestras de Concreto de Resistencias indicadas, se concluye que el concreto dosificado con el agua de la bahía del lago Titicaca no cumple y alcanza a la resistencia de los concretos de $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

ABSTRAC

The present thesis research has as main objective to evaluate the properties of the fresh and hardened concrete dosed with the contaminated water the bay of Lake Titicaca. Determine its potential for use, for which information has been collected and analyzed inherent to the topic of study and is an alternative and potential.

This thesis research was carried out in the Puno district of the Puno province of Puno, in order to evaluate the effectiveness of the addition of Lake Titicaca Bay water in the construction of various Resistance Concrete for buildings. Several times the inhabitants near the bay of Lake Titicaca Puno have used in the different stages of the construction process of their houses since when using this water in the design of mixtures reduce the cost of the concrete.

In order to achieve the design of the Concrete of varied resistance, it was started with a concrete design of $f'c = 140\text{kg} / \text{cm}^2$, $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ and $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ making use of the tables provided by the method Of the ICA 211 Committee, which was dosed with drinking water and another group with water from Lake Titicaca Bay, these design tests were subjected to compression tests performed at 07 days and 28 days in the design of Mixtures have been considered two important aspects of the concrete: Workability (Settlement) and Resistance to Compression.

The Settlement and Simple Compression tests of the Mixed Resistance Concrete were performed with the three-compression strengths $f'c \text{ kg} / \text{cm}^2$ already indicated to determine the behavior of the workability and compressive strength.

When comparing the obtained results of the samples of Concrete of Resistances indicated, it is concluded that the concrete dosed with the water of the bay of Lake Titicaca does not meet and reaches the resistance of the concrete of $f'c = 140\text{kg} / \text{cm}^2$, $f' C = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ and $fc = 210\text{kg} / \text{cm}^2$.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
GLOSARIO	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPITULO I:	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.2.1 Delimitación espacial	18
1.2.2 Delimitación temporal	18
1.2.3 Delimitación social/conductual	18
1.3 ANTECEDENTES	18
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
Pregunta General	19
Pregunta específica.....	19
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
Objetivo General.....	19

Objetivos Específicos	20
1.7 Tipo y nivel de Investigación.....	20
1.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
a) Técnicas	21
b) Instrumentos.....	21
1.9 LIMITACIONES.....	21
CAPITULO II	22
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	22
1.10 CONCRETO	22
1.10.1 COMPONENTES DEL CONCRETO	22
1.10.1.1 CEMENTO PORTLAND GRIS.....	22
1.10.1.1.1 COMPUESTOS QUIMICOS DEL CEMENTO	23
1.10.1.1.2 CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND.....	26
1.10.1.2 LOS AGREGADOS.....	27
1.10.1.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	28
1.10.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	33
A) AGREGADO FINO.....	33
B) AGREGADO GRUESO.....	34
1.10.1.2.3 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS.....	35
1.10.1.3 EL AGUA	37
1.10.1.3.1 EL AGUA ÁCIDO, CALACREAS MINERALES.	39
1.10.1.3.2 AGUA NATURAL NO POTABLE	39
1.10.1.3.3 EL CONTENIDO DE IÓN CLORURO PRESENTE EN EL AGUA.....	40
1.10.1.3.4 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.....	41
1.10.1.3.5 ENSAYOS DEL AGUA.....	43
1.10.1.3.6 CARACTERISTICAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA.....	44
1.10.1.4 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	48
1.10.1.4.1 TRABAJABILIDAD.....	48
E) Estabilidad.....	50
F) Compactabilidad.....	50

G) Movilidad.....	51
1.10.1.4.2 CONSISTENCIA.....	51
1.10.1.4.3 SEGREGACIÓN	53
1.10.1.4.4 EXUDACIÓN	53
1.10.1.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	54
1.10.1.5.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	54
1.10.1.5.2 DURABILIDAD	58
1.11 DISEÑO DE MEZCLAS	59
1.11.1 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS	60
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
1.12 ÁMBITO DE ESTUDIO	61
1.12.1 Localización.....	61
1.13 ENSAYO DE LOS MATERIALES	63
1.13.1 MUESTREO DEL AGUA DE LA BAHIA DEL LAGO TITICACA-PUNO	63
1.13.1.1 MATERIALES DE CAMPO.....	63
1.13.2 LOS AGREGADOS.....	65
1.13.2.1 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD.....	67
1.13.2.2 PESO ESPECÍFICO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	70
1.13.2.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO FINO	73
1.13.2.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	75
1.13.2.5 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO	80
1.13.2.6 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES	83
CEMENTO.....	83
AGREGADOS NATURALES	83
PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA Y AGREGADOS.....	84
1.13.3 SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES DEL CONCRETO.....	84
1.13.3.1 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO POR EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI	84
1.14 FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS	99
A. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROBETAS.....	99

B.	ELABORACION DEL CONCRETO	99
C.	METODO ESTANDAR PARA LA ELABORACIÓN DE PROBETAS 100	
D.	CURADO POR INMERSIÓN	101
1.15	ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO.....	102
1.15.1	ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO	102
1.15.2	TEMPERATURA INTERNA DEL CONCRETO.....	105
1.15.3	EXUDACIÓN	108
1.16	ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO	109
1.16.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	109
CAPITULO IV	113
	ANALISIS ESTADISTICO Y VALIDACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	113
	Prueba de Hipótesis General.....	119
	Prueba de Hipótesis Especifica uno	120
	CONCLUSIONES	129
	RECOMENDACIONES	130
	Referencias bibliograficas	131

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO	23
TABLA 2. PORCENTAJES DE LOS COMPUESTOS DEL CEMENTO	24
TABLA 3. PRINCIPALES TIPOS DE CEMENTO PORTLAND	26
TABLA 4. LÍMITES DE SUSTANCIAS DAÑINAS	29
TABLA 5. LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO FINO.....	34
TABLA 6. LIMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS GRUESOS.	35
TABLA 7. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL CONTENIDO DE CLORUROS DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO	37
TABLA 8. PARÁMETROS QUÍMICOS PARA AGUA DE DISEÑO Y CURADO.	39
TABLA 9 CONTENIDO DE IÓN CLORURO PRESENTE EN EL AGUA.....	41
TABLA 10 CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ASENTAMIENTO	52
TABLA 11. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN DIFERENTES ETAPAS	56
TABLA 12. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	69
TABLA 13. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	69
TABLA 14. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	72
TABLA 15. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	75
TABLA 16. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS..	78
TABLA 17. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS	79
TABLA 18. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.....	82
TABLA 19. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.....	83
TABLA 20. RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS	85
TABLA 21. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.....	86
TABLA 22. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE DISEÑO	87
TABLA 23. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN A.C.I.	88

TABLA 24. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN U.N.I.	88
TABLA 25. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.....	89
TABLA 26. RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA.....	90
TABLA 27. FACTOR CEMENTO Y CANTIDAD DE BOLSAS/M3.....	91
TABLA 28. MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.....	92
TABLA 29. DATOS DE DISEÑO PRELIMINARES	96
TABLA 30. CORRECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO POR HUMEDAD	98
TABLA 31. PROPORCIONES FINALES.....	98
TABLA 32. CANTIDAD DE PROBETAS A ELABORAR	99
TABLA 33. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL C° FRESCO, PARA CADA CONDICIÓN.....	106
TABLA 34. EXSUDACION DEL CONCRETO.....	108
TABLA 35. PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO... ..	110
TABLA 36. RESISTENCIA A COMPRESIÓN ALCANZADO A EDADES 7 Y 28 DÍAS KG/CM2	111
TABLA 37. RESULTADOS MUÉSTRALES DE LOS PUNTAJES OBTENIDOS DURANTE EL PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN	114
TABLA 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO FACTORIAL COMPLETAMENTE AL AZAR	115
TABLA 39. PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES PARA EL FACTOR B.....	117
TABLA 40. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS 7 DÍAS DE EDAD	121
TABLA 41. DIFERENCIA DE MEDIAS PARA EL PUNTAJE PROMEDIO DEL PROCESO LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS EDAD DE 7 DÍAS RESISTENCIA DEL CONCRETO.....	122
TABLA 42. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS 28 DÍAS DE EDAD	125

TABLA 43. DIFERENCIA DE MEDIAS PARA EL PUNTAJE PROMEDIO DEL PROCESO LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS EDAD DE 28 DÍAS RESISTENCIA DEL CONCRETO	126
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 PRUEBA DE REVENIMIENTO O´ SLUMP	50
FIG. 3 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	62
FIG. 4 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA, PARA SU ANÁLISIS QUÍMICO EN EL LABORATORIO.	64
FIG. 5 VARIACIÓN DEL ASENTAMIENTO.....	105
FIG. 6. CURVA DE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO.....	107
FIG. 7. CURVA DE LA EXSUDACION DEL CONCRETO.....	109
FIG. 8. PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO	111
FIG. 9. MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.....	116
FIG. 10. DIFERENCIAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	118
FIG. 11. DIFERENCIAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	118
FIG. 12. TRATAMIENTOS	123

GLOSARIO

N.T.P.	Norma Técnica Peruana.
A.S.T.M.	American Society of Testing Materials.
A.C.I	American Concrete Institute.
T.M.N.	Tamaño Máximo nominal.
P.U.	Peso unitario.
R.N.E.	Reglamento Nacional de Edificaciones.
P.E.	Peso específico.
Huso	Sector, parte o grupo. (Inherente a los agregados gruesos)

AP 140 – 71 Representa en el Ensayo de compresión simple de briquetas de concreto (AP representa al Concreto dosificado con Agua Potable, 140 a la resistencia requerida del concreto, 7 a la edad de la biqueta, 1 al número de muestra) pudiendo variar estos datos.

ALT 140 – 71 Representa en el Ensayo de compresión simple de briquetas de concreto (ALT representa al Concreto dosificado con Agua Contaminada de la bahía del lago Titicaca, 140 a la resistencia requerida del concreto, 7 a la edad de la biqueta, 1 al número de muestra) pudiendo variar estos datos.

AP $f'c$ – Edad de la muestra Numero de muestra

ALT $f'c$ – Edad de la muestra Numero de muestra

INTRODUCCIÓN

El agua en la dosificación del concreto es un requisito fundamental en la obtención de un concreto de buena calidad. El agua asegura la hidratación y reacción de los materiales cementantes y la obtención de la resistencia requerida en el concreto. Más aún, la calidad del agua reduce la variabilidad en las propiedades frescas y secas del concreto reduciendo la resistencia requerida. Con la producción de concretos de baja relación de agua-cemento muchas de las propiedades del concreto han sido mejoradas de manera importante. Sin embargo, las necesidades de la calidad de los materiales se han hecho más necesaria que antes. Los concretos en la actualidad se hablan ya de calidad y durabilidad en años anteriores era más importante la resistencia que estos alcanzaban, pero ahora la calidad es el tema más importante y determinante para la vida útil del concreto. Un nuevo paradigma ha surgido como respuesta a la necesidad de la calidad el control de calidad que se han implementado en diferentes sectores estatales como ejemplo las municipalidades. Este paradigma ha llevado la realización de la presente tesis que tiene como objeto de estudio demostrar la efectividad del agua contaminado en la dosificación del concreto dado que en la ciudad de Puno muchas veces por ahorrar en tiempo y economía se toma el agua de la bahía del lago Titicaca que son trasladados en cisternas u otros.

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concreto está en constante avance tecnológico en materiales, producción, y procesos constructivos orientadas hacia la sostenibilidad y durabilidad que es el tema de ahora ya casi no es predominante el factor de resistencia, puesto e ambos son de mucha importancia, en conservar el medio ambiente, pero satisfaciendo además la necesidad de la industria de la construcción.

En nuestra ciudad de puno, lamentablemente, las viviendas cercanas al lago y varias obras que se ejecutan utilizan el agua contaminada de la bahía de lago Titicaca, las principales razones son el fácil acceso a ello, es económico y la disponibilidad de este recurso y no son adecuadamente valorados la calidad real del agua que se utiliza en obra teniendo un diseño de mezclas, especificaciones técnicas y el RNE que nos mencionan estándares de calidad de los materiales a utilizarse, muchas veces se descartan o, no se toman en cuenta en la realidad; no es el caso de otros países como México, Colombia o Chile, donde se realizan estudios para garantizar el tiempo de vida y así hacer un uso responsable de sus recursos. Sin embargo, tenemos el deber de abordar este tema y comenzar a ser más consientes con la calidad del agua en el concreto, como sociedad y como constructores.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Delimitación espacial

Esta investigación se desarrolló en la región Puno, provincia de Puno del distrito de Puno.

1.2.2 Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo entre los meses de febrero a noviembre del 2016, tiempo que permitió el desarrollo de su trabajo de investigación.

1.2.3 Delimitación social/conductual

Esta investigación se llevó a cabo en la bahía del lago Titicaca Puno y agregados de la cantera Cutimbo, materiales para la elaboración del concreto.

1.3 ANTECEDENTES

Las concentraciones de coliformes fecales registrados llegaron hasta 2900 NMP/100ml por la zona de Isla Espinar, y para coliformes totales como valor máximo se registró por la misma zona y muelle de Puno con 11000 NMP/100ml, datos excedieron grandemente a los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y 1900 NMP/100ml para coliformes termotolerantes. De esto podemos decir que, estos valores nos indican que estas zonas contienen abundantes descargas de aguas residuales con materia fecal, por lo que podemos decir que estas aguas se encuentran muy contaminadas por la descarga directa de aguas residuales y que a causa de esto no son aptas para la vida acuática ni recreación.

En cuanto a la zonificación, según los resultados para los parámetros físicos químicos y biológicos que contaminan el agua (oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, pH, coliformes totales, coliformes fecales, DBO5, fosfatos y nitratos), se ha identificado que la zona más crítica en la bahía

interior de Puno corresponde a las zonas más cercanas a la Isla Espinar y Muelle de Puno.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Pregunta General

- ¿Un concreto fabricado con agua contaminada de la bahía de lago Titicaca tendrá propiedades similares a un concreto normal?

Pregunta específica

- ¿Será adecuado usar el agua contaminada de la bahía de lago Titicaca para elaborar concreto?
- ¿Cuál es el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto elaborado con agua contaminada de la bahía de lago Titicaca?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El concreto es un elemento muy importante en toda estructura ya sea concreto simple o concreto armado y de baja o de alta resistencia. Y este depende directamente de la relación a/c agua cemento que es el factor que influye directamente en su resistencia, reduciendo o aumentando.

1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

- Determinar las propiedades del concreto fresco y endurecido elaborado con agua contaminada de la bahía de lago Titicaca.

Objetivos Específicos

- Determinar el potencial de uso del agua contaminada de la bahía de lago Titicaca para obras civiles.
- Determinar la variación de resistencia a compresión del concreto elaborado con agua contaminada de la bahía de lago Titicaca.

1.7 Tipo y nivel de Investigación

a) Tipo de investigación

El presente estudio asume el enfoque cuantitativo, se recolectará los datos con instrumentos estandarizados y por el propósito de estudio es de tipo aplicado está orientado a comprobar la utilidad de desmonte de rocas mineras en la mejora de la resistencia del concreto en obras civiles y la naturaleza de estudio es experimental, debido que se trabaja con variable independiente (agua contaminada de la bahía del lago Titicaca Puno) y la variable dependiente (resistencia del concreto) con un examen pre tes y post test.

b) Nivel de investigación

Por el objeto de estudio y características de diferentes procedimientos de aplicación que se debe realizar corresponde al nivel de investigación experimental debido que se aplica el curado convencional como una técnica para analizar la resistencia del concreto. No solamente abarca una descripción de conceptos sino de esta dirigida a demostrar analizar y evaluar los resultados de la aplicación en porcentajes durante 2 edades a los 07 y 28 días en diferentes momentos de la realidad de la resistencia del concreto.

1.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

Observación:

Hernández et al. (2014) refieren que consiste en el registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o de la conducta presentada, la cual puede utilizarse en muy diversas circunstancias.

Ensayos.

Es un procedimiento que permite realizar las pruebas de compresión a la resistencia del concreto en 07 y 28 días de edad de 140, 175 y 210 kg /cm². De resistencia.

b) Instrumentos

Fichas de observación:

Este instrumento nos permitirá recoger información del diseño de mezcla realizado y los materiales utilizados.

Certificaciones:

En las certificaciones anotarnos diferentes ensayos con diferentes factores en los laboratorios.

1.9 LIMITACIONES

Este Plan de Investigación se limitará solamente para el concreto dosificado y elaborado con el agua contaminada de la bahía de lago Titicaca Puno y obteniendo los resultados de resistencia a la Compresión f'c.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

1.10 CONCRETO

El concreto es un material constituido en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados, aire y opcionalmente de aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel Carbajal, 1998).

1.10.1 COMPONENTES DEL CONCRETO

Para poder dominar el uso del concreto no solo hay que conocer las manifestaciones del producto resultante sino también de los componentes y su interrelación, ya que son en mayor instancia los que le confieren su particularidad.

1.10.1.1 CEMENTO PORTLAND GRIS

Un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. (Abanto Castillo, 1995)

1.10.1.1.1 COMPUESTOS QUIMICOS DEL CEMENTO

Los componentes químicos del cemento Portland se expresa en porcentaje de óxidos que contienen. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de estos del 95% al 97%, aproximadamente. En pequeñas cantidades, también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia. Así tenemos:

TABLA 1. COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO

COMPUESTO	FORMULA
SILICATO TRICALCICO	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$
SILICATO BICALCICO	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_2\text{S}$
ALUMINATO TRICALCICO	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{C}_3\text{A}$
FERRROALUMINATO TRICALCICO	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{C}_4\text{AF}$

FUENTE: (Rivva Lopéz, 2010)

Normalmente se acepta que los porcentajes límites de los compuestos principales estén dentro de los siguientes valores: TABLA N° 2 Porcentajes de los compuestos del cemento.

TABLA 2. PORCENTAJES DE LOS COMPUESTOS DEL CEMENTO

COMPUESTO	FORMULA
C3S	30% a 60%
C2S	15% a 37%
C3A	7% a 15%
C4AF	8% a 10%

FUENTE: (Rivva Lopéz, 2010)

Estos compuestos, denominados potenciales, no son verdaderos compuestos en el sentido químico pues no se encuentran aislados sino en fases las que contienen algunas impurezas, sin embargo, las proporciones calculadas de estos compuestos revelan valiosa información en cuanto a las propiedades del cemento.

➤ **Silicato Tricálcico (C3S).**

El Silicato Tricálcico contribuye de manera muy importante a las resistencias iniciales, siendo su velocidad de hidratación alta, así también desarrolla un alto calor de hidratación, se estima que su calor de hidratación completa en 120 cal/gr.

Experimentalmente se ha comprobado que los concretos elaborados con cementos con mayor porcentaje de Silicato Tricálcico presentan una mejor acción a los ciclos de hielo deshielo. Se recomienda su uso en zonas de climas fríos dado su alto calor de hidratación, sin embargo, no en construcciones masivas por la baja estabilidad volumétrica que pueden producir.

➤ **Silicato Bicálcico(C2S)**

También denominado Belita, es la segunda fase en importancia en el Clinker, y se compone de 65.1% de cal y 34.9% de ácido silícico. Este compuesto presenta cristales relativamente anchos, de contornos redondeados y tamaño variable.

El Silicato Bicálcico tiene una lenta velocidad de hidratación y desarrollo de calor bajo 62 cal/gr, dada su lenta velocidad de endurecimiento, la contribución del silicato bicálcico a las resistencias iniciales es muy pequeña, siendo su efecto posterior la fuente principal de resistencia. Su estabilidad química es bastante buena.

Por lo que el uso de cementos con alto contenido de Silicato Bicálcico para producir concretos resistentes al ataque de sulfatos es muy recomendable.

➤ **Aluminato Tricálcico(C3A).**

El Aluminato Tricálcico se compone de 62.3% de cal y 37.7% de alúmina. Este compuesto presenta un color oscuro ante el examen microscópico del Clinker, después de los álcalis, los aluminatos son los compuestos del cemento que primero reaccionan con el agua. Su fraguado ocurre a una velocidad de hidratación muy alta, hasta el punto de ser casi instantáneo, es por esta razón que la adición de sulfato de calcio se hace necesaria para controlar esta velocidad de hidratación.

➤ **Ferroaluminato Tetracálcico(C4AF)**

El Ferroaluminato Tetracálcico se compone de 46.1% de cal, 21% de alúmina y 32.9% de óxido de hierro. También es denominado Celita clara o Ferrito. Este compuesto presenta

un calor de hidratación de 100 cal/gr y una alta estabilidad química.

Los cementos ricos en este compuesto tienen condiciones de empleo específicas en todos aquellos casos en que importe más la durabilidad frente a los agresivos químicos que las resistencias mecánicas.

1.10.1.1.2 CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

Cuando las proporciones de los componentes del cemento se varían, el comportamiento del concreto hidratado también, es por eso que se genera diversos tipos de cemento para necesidades específicas. La siguiente tabla da un resumen de los tipos de cemento portland existentes.

TABLA 3. PRINCIPALES TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

TIPO	ASTM	DESCRIPCION
TIPO I	C 150 - 84	Pórtland común
TIPO II	C 150 - 84	Pórtland con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación
TIPO III	C 150 - 84	Pórtland de endurecido rápido.
TIPO IV	C 150 - 84	Pórtland de bajo calor hidratación.
TIPO V	C 150 - 84	Pórtland resistente al sulfato. Pórtland resistente al sulfato.
TIPO IP	C 595 - 85a	Pórtland puzolánico de 15 a 40 % puzolana. Pórtland puzolánico de 15 a 40 % puzolana.

FUENTE: (Norma ASTM, 150)

CEMENTO PORTLAND TIPO I: Es el destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

CEMENTO PORTLAND TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, y obras expuestas a la acción moderada del sulfato o donde se requiere moderado calor de hidratación.

CEMENTO PORTLAND TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la que desarrolla en 28 días, con concreto hecho con cemento tipo I o tipo II.

CEMENTO PORTLAND TIPO V: Es el que desarrolla bajo calor de hidratación.

CEMENTO PORTLAND TIPO IV: Es el que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

1.10.1.2 LOS AGREGADOS

Los agregados representan la mayor cantidad en volumen del concreto, debe ser seleccionada adecuadamente y debe tener una granulometría uniforme, se clasifican en agregados gruesos y agregados finos, son obtenidos generalmente en forma natural y artificial.

Los agregados como los elementos inertes del concreto son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total, luego las calidades de estos tienen una importancia primordial en el producto final. La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura

densa y eficiente, así como la trabajabilidad adecuada (Pasquel Carbajal, 1998)

1.10.1.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

➤ **Granulometría**

Es la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas. El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33.

➤ **Módulo de Fineza**

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza no distingue de granulometrías, pero en caso de agregados que estén entre los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100. (Abanto Castillo, 1995)

➤ **material que pasa la malla N° 200**

Norma ASTM C 117. Este factor es importante si el porcentaje es material arcilloso, orgánico u otro material dañino que pueda afectar la adherencia pasta-agregado, manteniendo un límite de 3 a 5% máximo.

TABLA 4. LÍMITES DE SUSTANCIAS DAÑINAS

	Agregado	Agregado
Material más fino que la malla Nro. 200.	3%	5%
Carbón y lignito max. %	5%	1%
Materia orgánica	<p>El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine conforme a la norma ITINTEC 400.013, se deberá considerar satisfactorio, el agregado fino que no cumple con el ensayo anterior podrá ser usado si al determinarse el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero ITINTEC 400.024 la resistencia relativa a los 7 días no es menor de 95%.</p>	

FUENTE: Norma ASTM C 117

➤ **Tamaño Máximo**

Según Norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

El tamaño máximo del agregado grueso se determina a partir de un análisis por tamices y generalmente, se acepta que es el que corresponde al tamiz inmediatamente superior a aquel en el cual queda 15% o más de material acumulado retenido.

➤ **Tamaño Máximo Nominal**

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o
- Un tercio del peralte de las losas; o
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo.

➤ **Peso Específico**

El peso específico de los agregados que se expresa también como densidad, según la norma NTP 400.022:2002 se define como la relación de la masa (o peso en aire) de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, expresada en las siguientes tres formas:

- Peso específico de masa. Se refiere al volumen del material sólido, incluidos todos los poros.
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco. Se refiere al volumen del material cuando todos los poros del agregado están llenos de agua.
- Peso específico aparente. Se refiere al volumen del material sólido, incluidos los poros impermeables, aunque no los capilares.

➤ **Absorción**

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente se expresa generalmente en porcentaje. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995)

Se representa por la siguiente expresión:

$$\% \text{ de absorción} = \%a = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde:

H : Peso del agregado húmedo.

S : Peso del agregado en condición seca.

La expresión anterior también se puede representar en porcentaje.

➤ **Peso Unitario**

Se denomina peso unitario del agregado al peso que alcanza un determinado volumen unitario, ya sea suelto o compactado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado.

El peso unitario varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso los incrementos en el contenido de humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino los incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente secos 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. La importancia es mayor si el diseño de mezclas se realizara por volumen.

La norma N.T.P. 400.017 reconoce dos grados: suelto y compactado.

➤ **Contenido de Humedad**

El contenido de humedad del suelo, se define como la cantidad de agua presente en el suelo al momento de efectuar el ensayo, relacionado al peso de su fase sólida. (Rodríguez & Lazo, 2005)

Se representa por la siguiente expresión:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco}} = \frac{W_h - W_s}{W_s}$$

Donde:

W : Humedad

Wh : Peso de muestra húmeda

Ws : Peso de muestra seca

La expresión anterior también se puede representar en porcentaje.

Cantidad de agua absorbida más la cantidad de agua superficial con que cuenta el agregado en un momento dado. Permite controlar la cantidad de agua requerida por el diseño de mezclas.

El estado de humedad de un agregado puede estar comprendido dentro de las 04 condiciones que tenemos a continuación:

- Seco, que es aquella condición en la que toda la humedad, tanto interna como externa, ha desaparecido, generalmente por calentamiento a 100 °C.

- Semiseco o secado al ambiente, que es aquella condición en la cual no hay humedad superficial sobre las partículas, pero todos los poros dentro de ellas están llenos de agua.
- Saturado o húmedo, que es aquella condición en que el agregado se encuentra saturado y con agua libre o superficial sobre las partículas.

El contenido de humedad o agua total del agregado es la diferencia entre el estado actual de humedad del mismo y el estado seco.

1.10.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

A) AGREGADO FINO

Es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 3/8" y queda retenido en el tamiz N°200, y cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.

Sin embargo, el Manual de ensayo de materiales (EM 2000) del MTC, manual que sirve de guía para varios ensayos pertinentes a la investigación; distingue al material fino como aquel que pasa la malla de apertura 4.75mm (N°4) y al grueso como aquel que se retiene en mencionado tamiz. Por lo tanto, para la presente investigación, se manejará al tamiz N°4 como el encargado de separar el agregado grueso del fino. (López, 2010).

TABLA 5. LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO FINO.

MALLA MALLA	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
3/8"	100 a 100
Nº 4	95 a 100
Nº 8	80 a 100
Nº 16	50 a 85
Nº 30	25 a 60
Nº 50	10 a 30
Nº 100	2 a 10

FUENTE: (A.S.T.M.)

B) AGREGADO GRUESO

La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de concreto.

El agregado grueso estará formado por roca o grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado.

La forma de las partículas más pequeñas de agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser preferentemente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 o en la norma ASTM C33, los cuales están indicados en la siguiente tabla.

TABLA 6. LIMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS GRUESOS.

Huso	Tamaño Máximo Nominal	REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE AGREGADO GRUESO PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37.5mm	25mm	19mm	12.5mm	9.5mm	4.75mm	2.36mm	1.15 mm	300µm
		4 pulg	3 1/2 pulg	3 pulg	2 1/2 pulg	2 pulg	1 1/2 pulg	1pulg	3/4 pulg	1/2 pulg	3/8 pulg	Nº4	Nº8	Nº16	Nº50
1	1/2 pulg a 1 1/2 pul	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-	
2	1/2 pulg a 1 1/2 pul	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	
3	2 pulg a 1 pulg	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	
357	2 pulg a Nº4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	
4	1 1/2 pulg a 1/4 pulg	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	
467	1 1/2 pulg a Nº4	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	
5	1 pulg a 1/2 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	
56	1 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	
57	1 pulg a Nº4	-	-	-	-	-	100	90 a 95	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	
6	3/4 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	
67	3/4 pulg a Nº4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	
7	1/2 pulg a Nº4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	
8	3/8 pulg a Nº8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	3/8 pulg a Nº16	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	Nº4 a Nº16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

FUENTE: (Rivva López, 2010)

1.10.1.2.3 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS

La resistencia que los agregados gruesos oponen a sufrir desgaste, rotura o desintegración de partículas por medio de la abrasión, es una característica que suele considerarse como un índice de su calidad en general, en particular de su capacidad para producir concretos durables en condiciones de servicio donde intervienen acciones deteriorantes de carácter abrasivo. Asimismo, se le

considera un buen indicio de su aptitud para aportar sin daño, las acciones de quebrantamiento que frecuentemente recibe el agregado grueso en el curso de su manejo previo a la fabricación del concreto.

La prueba con que se califica de ordinario la resistencia de los agregados gruesos a la abrasión, se lleva a cabo en la máquina Los Ángeles mediante dos procedimientos, uno para tamaños menores a 38mm (ASTM C131) y otro para los tamaños entre 38 y 76mm (ASTM C535). En esta prueba se cuantifica como pérdida por abrasión, la cantidad de finos que se originan como resultado de someter un conjunto de partículas de grava a los efectos combinados del impacto y la abrasión producidos por una carga de esferas metálicas dentro de un cilindro giratorio, al cabo de un determinado número de revoluciones.

Las especificaciones de uso común (ASTM C33) establecen una pérdida máxima permisible de 50% de esta prueba. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1, 1994).

TABLA 7. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL CONTENIDO DE CLORUROS DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO

Condiciones de exposición y servicio de la estructura	Máximo contenido permisible de cloruros en el	
	Reforzad	Preesforzado
Concreto en ambiente húmedo y expuesto a la acción de los cloruros	30%	15%
Concreto en ambiente húmedo y sin estar expuesto a la acción de los cloruros	50%	25%
Construcciones sobre el nivel del terreno, en donde el concreto permanece seco	Sin limitación especial	0.35

FUENTE: (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1, 1994)

1.10.1.3 EL AGUA

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

El agua a emplearse en la preparación de concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

Si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un

análisis químico de esta. Para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizar en la preparación de un concreto. (Abanto Castillo, 1995)

Los requisitos de calidad del agua de mezclado para concreto no tienen ninguna relación obligada con el aspecto bacteriológico (como es el caso de las aguas potables), sino que básicamente se refieren a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y a las propiedades del concreto.

Refiriéndose a las características físico-químicas del agua para concreto, no parece haber consenso general en cuanto a las limitaciones que deben imponerse a las sustancias e impurezas cuya presencia es relativamente frecuente, como puede ser el caso de algunas sales inorgánicas (cloruros, sulfatos), sólidos en suspensión, materia orgánica, dióxido de carbono disuelto, etc. Sin embargo, en lo que sí parece haber acuerdo es que no debe tolerarse la presencia de sustancias que son francamente dañinas, como grasas, aceites, azúcares y ácidos, por ejemplo. La presencia de alguna de estas sustancias, que por lo general no es común, debe tomarse como un síntoma de contaminación que requiere eliminarse antes de considerar la posibilidad de emplear el agua. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1, 1994).

TABLA 8. PARÁMETROS QUÍMICOS PARA AGUA DE DISEÑO Y CURADO.

	Agua para el diseño (ppm)	Agua para el curado
Cloruros	300	1000
Sulfatos	300	600
Sales de magnesio	150	-
Sales solubles totales	1500	-
PH	mayor a 7	5.5 - 8
Sólidos en suspensión	1500	-
Materia orgánica	10	3
Residuo insoluble	-	5000
Carbonatos	-	1000

FUENTE: (La NTP 339.088 y ASTM C 109M)

1.10.1.3.1 EL AGUA ÁCIDO, CALACREAS MINERALES.

Está prohibido el empleo de aguas acidas, provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfatos mayor al 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados.

Igualmente están prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali agregado es posible. (López, 2010)

1.10.1.3.2 AGUA NATURAL NO POTABLE

Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que pueden ser dañinas al concreto, acero de refuerzo, o elementos embebidos.

Ello debido a que no solo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad de volumen, si no que adicionalmente pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo.

Los cubos de mortero preparadas con el agua seleccionada y ensayados siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C109 tienen, a los 7 y 28 días, resistencias en compresión no menores del 90% y la de muestras similares preparadas con agua potable. (López, 2010)

1.10.1.3.3 EL CONTENIDO DE IÓN CLORURO PRESENTE EN EL AGUA

El contenido de ión de cloruro presente en el agua y demás ingredientes del concreto no deberá exceder, expresado como porcentaje en peso del cemento, de los siguientes valores:

Tabla 9 CONTENIDO DE IÓN CLORURO PRESENTE EN EL AGUA

TIPO DE USO	CONTENIDO MAX. DE IÓN CLORURO
Concreto presforzado	0.06%
Concreto armada, con elementos de aluminio o de fierro galvanizado	0.06%
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10%
Concreto armado no protegido, el cual puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros	0.15%
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de un recubrimiento impermeable	0.80%

FUENTE: (Rivva López, 2010)

1.10.1.3.4 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

Según (Gil Rodríguez, 2005). La contaminación del agua es la adición de materia extraña que deteriora la calidad del agua. Es la presencia de elementos, sustancias o energías en concentración o niveles no deseados. La calidad es la propiedad del agua – de sus usos actuales y/o potenciales, que le permite seguir siendo útil, da de beber al hombre y a los animales, sustenta toda la vida marina, sirve para irrigar la tierra, y toda recreación.

Por otro lado, (James, 2009). La contaminación de las aguas es la que se realiza a través de los residuos industriales y los desagües de las ciudades que son arrojados a los ríos, lagos y

mares, también los detergentes empleados en las distintas labores domésticas e industriales, por contener sustancias químicas, causan la extinción de seres vivos en el agua. Se dice que la principal fuente de contaminación de los mares es el petróleo.

Tipos de contaminación

Según (Arellano, J. y Guzmán, J., 2011). Existen diversas clasificaciones de la contaminación, las más importantes son:

1. Por su origen
2. Por el tipo de contaminante

1. Por su origen se clasifica en dos tipos:

- Contaminación natural
- Contaminación antropogénicas

a) Contaminación natural

Esta es la contaminación debida a fenómenos naturales, como la erosión y las erupciones volcánicas y está relacionada con la composición de suelos, aguas y los componentes de algunos alimentos. Esta clase de contaminación no es tan grave como la antropogénica.

b) Contaminación antropogénica

Es la generada por la actividad del hombre y es más grave por su naturaleza y la gran variedad de contaminantes generados. Dichas actividades son las industriales, mineras, agropecuarios, artesanales y domésticas.

2. Por el tipo de contaminante se clasifica en:

a) Contaminación biológica

Esta contaminación se presenta cuando un microorganismo (virus, hongo o bacterias) se encuentra en un ambiente que no le corresponde y causa daños a los demás organismos que lo habitan. Con frecuencia, este tipo de contaminación es provocado a las deficiencias de los servicios de saneamiento como drenajes y alcantarillados, abastecimiento de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas negras, o debida a malos hábitos higiénicos.

Sin embargo, la contaminación biológica es relativamente de fácil prevención y control, ya que si se llevan a cabo las medidas de recolección oportuna y adecuada de la basura, su confinamiento en lugares acondicionados para tal fin; campañas de educación para la salud, se podrán prevenir muchas de las enfermedades debidas a esta fuente.

b) Contaminación física

Esta contaminación es la provocada por agentes físicos como las radiaciones ionizantes, energía nuclear. Ruido, presiones extremas, calor y vibraciones. Se presenta tanto en ambientes cerrados como los laborales y como en abiertos, y éstos últimos provocan daños a la población en general.

c) Contaminación química.

Según (Prieto, 2004) La contaminación es el daño o alteración del agua por efecto de productos extraños. Las aguas de lluvias, las aguas de los ríos, lagos y aún de los mares son contaminadas por los gases residuales, por los desechos de los lugares habitados, fábricas y ciudades, etc.

1.10.1.3.5 ENSAYOS DEL AGUA

Se cuentan con ensayos ya estandarizados para medir y determinar la calidad del agua a utilizarse en una mezcla de concreto, y son los siguientes:

- ✓ Calcio y Magnesio en el Agua. NTP. 339.088.2014 Norma ASTM D-15
- ✓ Cloruros. Norma NTP. 339.076.2009 ASTM D-512
- ✓ Sulfatos. Norma NTP. 339.076.2009 ASTM D-516
- ✓ pH del Agua. Norma NTP. 339.088.2014 ASTM D-1239
- ✓ Acidez y alcalinidad. NTP. 339.088.2014 Norma ASTM D- 1067
- ✓ Partículas y materia disuelta en el agua. NTP.339.071.2009 ASTM D-1888.

1.10.1.3.6 CARACTERISTICAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA

Características físicas

Color

El color es la impresión ocular producida por las materias en el agua. Precisa distinguir el color aparente del color verdadero. El primero resulta ligado a la turbiedad. El color verdadero depende de las sustancias minerales disueltas, especialmente sales de hierro y manganeso y materias coloidales de naturaleza orgánica

incolora, a pesar de que en grandes masas toma una coloración azulada, a veces verdosa. En la coloración influyen, además de la presencia de sales minerales en disolución y materiales coloidales, las algas microscópicas, tierras arcillosas, residuos industriales y putrefacción de materias orgánicas. (Unda, 1969).

Temperatura

Según Fuentes, (2002). Indica que, la temperatura es un factor abiótico que regula procesos vitales para los organismos vivos, así también afecta como las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema.

Antes de discutir la naturaleza de dichas interacciones, es necesario una distinción entre los conceptos de temperatura y calor. La distinción entre estos dos conceptos es a menudo confusa, llevándonos a intercambiarlos erróneamente. El término calor implica energía transferida desde un cuerpo o sistema hacia un ambiente inmediato o viceversa.

Turbiedad

Según (Palao, 2010). La turbiedad es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a la presencia de materias en suspensión finamente divididas: arcillas, limos, granos de sílice, materia orgánica, etc. La apreciación de la abundancia de estas materias mide el grado de turbidez. La turbidez es tanto mayor cuanto mayor es la contaminación del agua, por lo que es un indicador de interés en el control de la eficacia

de los procesos de depuración. Las medidas de turbidez se realizan utilizando el efecto Tyndall, la opacidad (ley de absorción de Beer – Lambert).

Características químicas

Potencial de hidrogeno (pH)

Según (Hurtate, 1995). El pH es influenciado por las condiciones climáticas, hidrológicas y por las actividades de organismos acuáticos. Es un parámetro importante de la calidad del agua porque el intervalo de concentración idóneo para la existencia de la mayoría de vida biológica es muy estrecho y crítico. Es un factor clave en el crecimiento de organismos, debido a que la mayoría no toleran niveles de pH por encima de 9.5 o por debajo de 4.

Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes que caracteriza la calidad de las aguas superficiales sean ríos, lagos o lagunas; su concentración depende principalmente de la altitud, la temperatura del agua y del tipo de cuerpo

de agua; su importancia radica en la función que cumple en el mantenimiento de la vida acuática en general, (Palao, 2010).

Demanda química de oxígeno (DQO)

Se define como la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación mediante oxidantes químicos, de los constituyentes orgánicos del agua. El grado de oxidación dependerá, del tipo de sustancias presentes, pH, temperatura, tiempo de reacción, presencia de catalizador, etc. (Schwoerbel, 1995).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La DBO5 es la cantidad medida de oxígeno que requieren microorganismos aclimatados para degradar biológicamente la materia orgánica del agua. La DBO5 es el parámetro más importante en el control de la contaminación, como una base para estimar, este dato se utiliza como una medida de la contaminación orgánica, como una base para estimar el oxígeno necesario para los procesos biológicos y como un indicador del rendimiento de los procesos. (Metcalf y Eddy, 1998).

Fosfatos

(Carranza, 2001). Afirma que, el fósforo se presenta en el agua natural y residual en varias formas, comúnmente son clasificadas como Ortofosfatos, fosfatos condensados y orgánicos. Estas formas de fosfatos pueden presentarse en forma soluble, en partículas de detritos o en los cuerpos de organismos acuáticos. Los fosfatos orgánicos se forman principalmente en procesos biológicos, por ello la importancia de las aguas servidas y residuos de alimentos, también pueden formarse a partir de ortofosfatos en proceso de tratamiento biológico o por acción de organismos acuáticos en aguas receptoras.

Conductividad eléctrica

(Goyenola, 2007). Afirma que, al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través del cual fluye el agua (cuenca)

Sólidos totales

Este es uno de los parámetros más importantes de gran importancia en sus diferentes formas: materia flotante, suspendida, coloidal y disuelta, se clasifican por el tamaño de sus partículas encontradas en el agua: Sólidos totales, sólidos disueltos o filtrables, sólidos sedimentables y sólidos volátiles (Ramos *et al*, 2003).

Coliformes Fecales

La Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2000). Manifiesta que, coliformes fecales y E. coli son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales. Los microbios que provocan enfermedades (patógenos) y que están presentes en las heces, causan diarrea, retortijones, náuseas, cefaleas u otros síntomas. Estos patógenos podrían presentar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños pequeños y personas con síntomas inmunológicos gravemente comprendidos.

1.10.1.4 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

1.10.1.4.1 TRABAJABILIDAD.

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado, y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995).

Conforme se expuso previamente, la trabajabilidad de las mezclas de concreto se define en función de las facilidades que ofrecen para ser utilizadas sin perder homogeneidad, lo cual involucra todos los aspectos relacionados con la fabricación y uso del concreto, desde que se le dosifica y mezcla hasta que finalmente se encuentra colocado y compactado, formando parte de la estructura.

De acuerdo con el Comité 309, hay tres principales características funcionales del concreto en estado fresco que determinan la trabajabilidad.

C) Pruebas de Trabajabilidad.

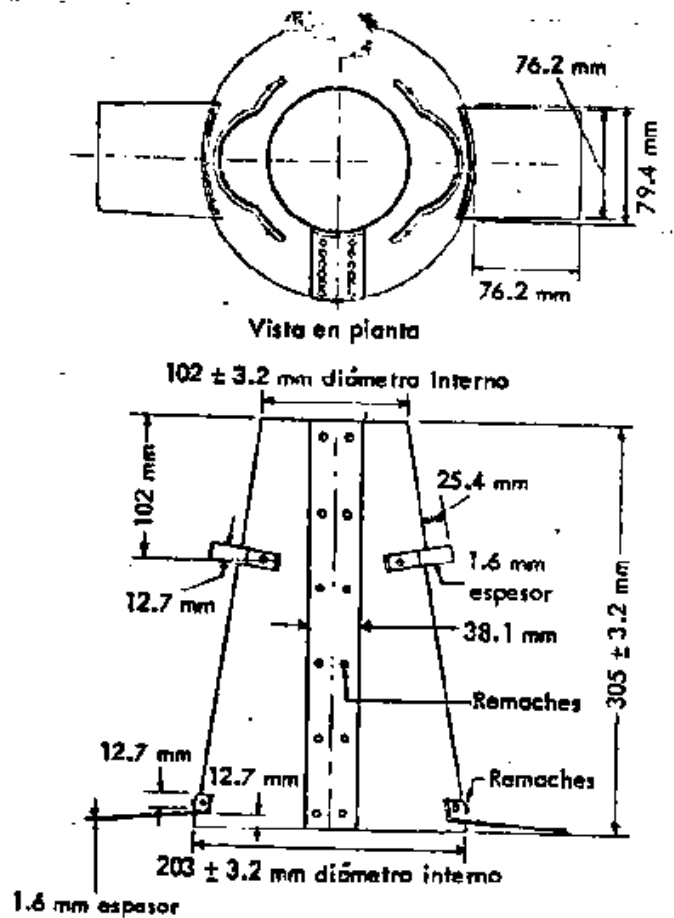
Desafortunadamente no existe una prueba aceptable para medir la manejabilidad tal como ha sido definida. Los métodos proporcionan una medida aplicable sólo en referencia al método específico que se emplee. Sin embargo, tienen una aceptación y su mérito principal reside en la sencillez de la operación, con una capacidad para detectar variaciones en la uniformidad de una mezcla de proporciones nominales específicas. Dentro de estas pruebas tenemos: Prueba de revenimiento o slump test (utilizada en esta investigación), prueba del factor de compactación, prueba de la mesa de flujo y la prueba de penetración de la esfera de Kelly.

D) Prueba de Revenimiento o Slump Test (NTP 339.035:2009 ó ASTM C 143-78):

El molde para la prueba de revenimiento es un cono truncado de 305 mm. (12") de altura, La base de 203 mm. (8") y la abertura superior de un diámetro de 102 mm. (4") que se le coloca sobre una superficie plana. El recipiente se llena con concreto en tres capas, cada una de ellas apisonada 25 veces con una varilla de acero estándar de 16 mm. (5/8") de diámetro redondeada en el extremo. En la superficie superior se va eliminando enrasando y haciendo rodar una varilla por encima. El molde debe quedar firmemente sujeto a su base durante toda la operación; esto se facilita colocando unas abrazaderas soldadas.

En una mezcla pobre con tendencia a la aspereza, el desplome puede cambiar fácilmente al cortante o incluso colapsarse, y puede obtenerse valores muy diferentes de revenimiento en varias muestras de la misma mezcla; por lo tanto, la prueba no es confiable con mezclas pobres. (Neville A.M. & Brooks J.J., 1998)

Fig. 1 Prueba de Revenimiento o Slump



FUENTE: INSTITUTO DEL CONCRETO ASOCRETO, 1997. —TECNOLOGÍA Y CONCRETO

E) Estabilidad

Esta característica se refiere a la resistencia que las mezclas oponen para segregarse y exudar agua (sangrado); en otras palabras, representa su disposición para conservarse homogéneas.

F) Compactabilidad

Corresponde a la facilidad con que las mezclas de concreto permiten la remoción del aire atrapado durante el moldeo, a fin de lograr un alto grado de compactación en el concreto endurecido.

G) Movilidad

Representa la aptitud de las mezclas de concreto para deformarse y fluir; tal característica depende de la cohesión, viscosidad y ángulo de fricción interna del concreto fresco. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 2., 1994)

1.10.1.4.2 CONSISTENCIA.

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

En su definición de términos, el comité ACI 116 identifica la consistencia del concreto recién mezclado con su relativa movilidad para fluir y admite que la manera más usual para evaluarla es por medio de la prueba de revenimiento. Por su parte el comité ACI 309 opina que la consistencia de las mezclas de concreto, es una característica que se relaciona principalmente con el tercer aspecto de la trabajabilidad, definido como “movilidad”, pero también considera que esta característica determina la facilidad con que una mezcla puede ser compactada, es decir, que también tiene relación con el segundo aspecto de la trabajabilidad, designado como “compactabilidad”, conviene observar, entonces, que en ningún caso se asocia la consistencia de las mezclas de concreto con el aspecto de su estabilidad, o aptitud para conservarse homogéneas.

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o “Slump Test” es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue aprobada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1987.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de retirar el molde.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su “consistencia”, es decir, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de mezcla.

Es la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto; y luego este puede ser, para condiciones dadas en obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

Tabla 10 CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ASENTAMIENTO

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODOS DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

FUENTE: (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995)

1.10.1.4.3 SEGREGACIÓN

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc.

La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es.

En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o agregado fino) y de la consistencia de la mezcla.

Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. La segregación ocurre cuando parte del concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, por ejemplo, el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado se precipite al fondo mientras que la "lechada" asciende a la superficie. Cuando se suelta el concreto de alturas mayores de medio metro el efecto es semejante. También se produce segregación cuando se permite que el concreto corra por canaletas, es máxima si estas presentan cambios de dirección. El excesivo vibrado de la mezcla produce segregación. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995)

1.10.1.4.4 EXUDACIÓN

Es el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este

fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos y de la temperatura; en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.

La exudación es perjudicial para el concreto, pues como consecuencia de este fenómeno la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua/cemento en esta zona.

Como producto del ascenso de una parte del agua de mezclado, se puede obtener un concreto poroso y poco durable. (Abanto Castillo, 1995)

1.10.1.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

La resistencia del concreto a la compresión es comúnmente considerada como la característica más valiosa, aunque en muchos casos son otras, como la durabilidad, impermeabilidad y estabilidad de volumen, las que pueden ser importantes. Sin embargo, la resistencia a la compresión suele dar un panorama general de calidad del concreto, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta del cemento. (Neville A.M. & Brooks J.J., 1998)

1.10.1.5.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia de concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995).

- La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.
- La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de mezclas debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste; pueden ser tanto más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra. (RIVVA LOPÉZ, 2010)

Factores que afectan la resistencia:

A. Relación agua/cemento (a/c). Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c , afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c .

B. El contenido de cemento. La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

C. El tipo de cemento. La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

D. Las condiciones de curado. Dado que las relaciones de hidratación del cemento solo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en

el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995).

Desarrollo de la resistencia a la compresión.

Para obtener un concreto de buena calidad, después del mezclado le sigue un curado adecuado durante las primeras etapas de su endurecimiento. En la siguiente tabla se muestra la relación entre la resistencia del concreto a una determinada edad y su resistencia a los 28 días.

Tabla 11. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN DIFERENTES ETAPAS

TIEMPO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	6 MESES	1 AÑO	2 AÑOS	5 AÑOS
$f'c(t)/f'c28$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

FUENTE: TEODORO E. HARMSSEN - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Pruebas de resistencia a la compresión.

Se realiza a través del ensayo de un cilindro estándar, cuya altura deberá ser siempre el doble del diámetro. El espécimen debe permanecer en el molde 20 +/-4 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo. El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo este periodo puede alterarse si se especifica, durante la prueba el cilindro es cargado a un ritmo uniforme de 2.45 Kg./cm²/s. La resistencia a la compresión ($f'c$) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días. NTP

339.034. CONCRETO. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

ENSAYO A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es, en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² y con alguna frecuencia lb/pulg²(p.s.i). La equivalencia que hay entre los dos es que 1 psi es igual a 0.07kg/cm². Aunque hoy en día se ha acogido expresarla en MPa de acuerdo con el sistema internacional de unidades.

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las primeras se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas. Para las segundas hay diferentes sistemas. El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Las razones generales para la elección de uno u otro tipo de ensayo se establecieron. Asimismo, un numero de principios generales se desarrolló a través de la sección sobre el ensayo de tensión sobre los cuales son igualmente aplicables al ensayo de compresión. Existen, sin embargo, varias limitaciones especiales del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención: La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva, Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la

probeta se acentúa a medida que la carga prosigue. La fricción entre los puentes de la máquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían si tal condición de ensayo no estuviera presente. Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una máquina de ensayo de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y, por lo tanto, tan cortas que resulta difícil obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada. Se supone que se desean las características simples del material y no la acción de los miembros estructurales como columnas, de modo que la atención se limita aquí al bloque de compresión corto.

El ensayo más universalmente reconocido para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas, las cuales se funden en moldes especiales de acero o hierro fundido que tienen 150mm de diámetro por 300mm de altura (relación diámetro: altura 1:2). Los procedimientos relativos a este ensayo se encuentran especificados en las normas NTC 550 y 673 que hacen referencia a la confección de cilindros y al ensayo de resistencia compresión.

1.10.1.5.2 DURABILIDAD

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad de 2 a 6% de

aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

Los agentes químicos, como ácidos inorgánicos, ácido acético y carbónico y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran o dañan el concreto. Cuando puede ocurrir contacto entre estos agentes y el concreto, se debe proteger el concreto con un revestimiento resistente; para lograr resistencia a los sulfatos, se debe usar cemento Portland tipo V. La resistencia al desgaste, por lo general, se logra con un concreto denso, hecho con agregados duros. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995).

1.11 DISEÑO DE MEZCLAS

Es la selección de las proporciones de los materiales que conforman el concreto, para que este posea propiedades que se exigen en obra, tanto para el estado fresco como para el endurecido.

1. La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.
2. En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:
 - a. Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra.

- b. Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- c. El costo de la unidad cúbica de concreto. (RIVVA LOPÉZ, 2010)

1.11.1 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Este método logra que la relación de agregados grueso-fino se modifique en relación al contenido de pasta en consideración al contenido de cemento de esta.

Staton Walker, conjuntamente con el grupo de investigación del laboratorio de concreto de la universidad de Maryland, ha formulado un procedimiento de selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto en el cual los porcentajes de agregado fino y grueso se modifican en función de sus propios módulos de fineza, medida indirecta de sus granulometrías y superficies específicas, a partir de la determinación del módulo de fineza de la mejor combinación de agregados para las condiciones planteadas por las especificaciones de obra. (Rivva Lopéz, 2010).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.12 ÁMBITO DE ESTUDIO

1.12.1 Localización

La zona de estudio está localizada en toda el área de la bahía interior de Puno presentada en la figura 02, que está ubicada a 15°51'11" latitud Sur, 70°02'08" longitud oeste a 3,822 m.s.n.m, que comprende por el lado Norte desde la Isla Esteves, Huaje y la UNA – Puno; por el lado Sur las Comunidades de Chimu y Aziruni; por el lado Este los Uros y la parte de la comunidad de Chimu y por el lado Oeste la Ciudad de Puno desde el barrio Vallecito hasta Chejona. En el Departamento, Provincia y Distrito de Puno.

La bahía interior de Puno es un espejo de agua de forma elíptica y mide 2,4 km de ancho desde Isla Esteves hasta la isla Espinar y una longitud de 3,5 km, desde el Puerto de Puno hasta la boca del canal hacia Chimu.

La profundidad máxima encontrada es de 7 a 8 metros y la profundidad promedio es de aproximadamente 2,4 m; el área de superficie menor a 2 m de profundidad.

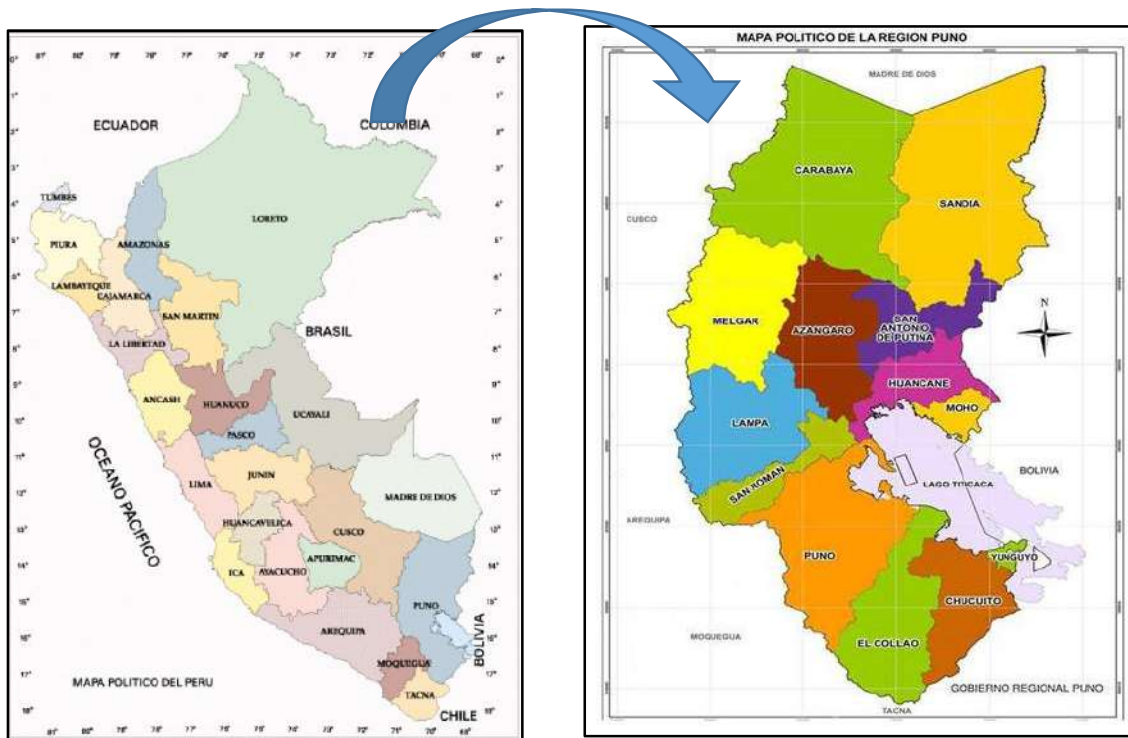


Fig. 2 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

1.13 ENSAYO DE LOS MATERIALES

En esta sección de la investigación se ha analizado los componentes que intervienen en la elaboración del concreto, a continuación, se presentan las pruebas realizadas en laboratorio de acuerdo a las normas técnicas peruanas vigentes y características obtenidas de los materiales.

Todos los ensayos referidos a hallar las propiedades físicas necesarias para realizar el diseño y la elaboración del concreto, fueron realizados en el laboratorio de materiales y construcciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Química y Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano con la supervisión del personal técnico.

1.13.1 MUESTREO DEL AGUA DE LA BAHIA DEL LAGO TITICACA-PUNO

1.13.1.1 MATERIALES DE CAMPO

Para el monitoreo fisicoquímico

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Garmin marca Etrex
- Disco de Secchi
- Cámara digital marca SONY
- Lancha con motor fuera de borda
- 02 Botellas de 625 ml
- Guantes de jebe
- Wincha de 10 m.
- Palo de 7m
- Cintas maski.
- Otros.

Materiales de laboratorio

Bureta graduada

- Vaso precipitado de 50 ml
- Tubos de Durhan
- Pipetas volumétricas de 10 ml
- Frasco tapa rosca de vidrio de 500 ml
- Matraz de Erlenmeyer de 50 a 1000 ml

Equipos de laboratorio

- Un potenciómetro marca Thermo Scientific modelo ORION STAR A211
- Medidor Multiparametro S7765 SensION5 marca HACH
- Medidor Multiparametro DRB 200 marca HACH
- Reactivos para nitratos
- Reactivos para fosfatos



Fig. 3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA, PARA SU ANÁLISIS QUÍMICO EN EL LABORATORIO.

1.13.2 LOS AGREGADOS

Realizar un adecuado muestreo es importante para el ensayo de los agregados en la elaboración del concreto, por lo tanto, se deberá tener siempre la precaución de obtener muestras lo más representativas posibles.

- ✓ NTP 400.010, ASTM D-75.
- ✓ Los ensayos mencionados a continuación se realizaron basándose en el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000 del MTC), estos se hicieron tanto para el agregado fino como para el agregado grueso con algunas distinciones según indica el manual.

a) Fuentes de abastecimientos de agregados

Las fuentes de abastecimiento de agregados son los depósitos fluviales, eólicos, lacustres, canteras y almacenes de plantas de procesamiento o fabricación de agregados artificiales.

- ✓ **Depósitos fluviales:** Se localizan en los playones o cauces de los ríos. Proporcionan agregados redondeados de fácil y económica explotación, generalmente puede contener elevados porcentajes de materia orgánica, limos y arcillas que pueden afectar la calidad del aterial. **Canteras:** En estas fuentes de abastecimiento se obtienen agregados por trituración que generalmente son de buena calidad, pero que deben extraerse de yacimiento parcial o totalmente abierto, eligiendo zonas sanas de estructuras uniformes, debiendo eliminarse rocas foliadas, tales como las pizarras, los esquistos y otras, a fin de evitar que al triturarse se produzcan partículas lajeadas o alargadas.

Los agregados que se utilizó en la investigación fueron traídos de la Cantera Cutimbo se protegió estos agregados almacenándolos en un lugar seguro.

b) Equipos

- ✓ Plancha
- ✓ Pala
- ✓ Bandejas
- ✓ Brocha

c) Muestreo

Para realizar el muestreo del agregado grueso, se obtiene porciones de material aproximadamente iguales, se tomó la muestra de la parte inferior, media y superior de la pila. Estas porciones se combinarán para formar una muestra de campo.

En el caso del agregado fino, deben eliminarse las capas superficiales, porque puede haber segregaciones, se debe tomar

muestras representativas de la pila también al igual que el caso de agregado grueso.

Se almacena el material muestreado de manera que se evite la pérdida de finos durante el transporte hacia el lugar donde será cuarteado y posteriormente ensayado.

d) Cuarteo

Para lograr uniformidad en la muestra deberá removerse bien la muestra, luego se procede a realizar la reducción o cuarteo del material, la cual se hace sobre una lona esto para evitar la pérdida de finos además que se contamine la muestra.

Con el total de material se forma una pila cónica y con la plancha se quita el material de la misma y se forma otra pila, este proceso se repite tres veces. Luego se aplana cuidadosamente con la plancha hasta que su espesor sea uniforme.

Se trazan dos diámetros perpendiculares quedando la muestra dividida en cuatro partes, se desechan dos opuestas y se seleccionan las restantes, las cuales de deben ser nuevamente mezcladas y reducidas de la forma explicada hasta obtener la muestra de ensayo.

1.13.2.1 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

a) Norma

NTP 339.185, ASTM C 566

b) Método

La norma técnica establece el procedimiento para determinar el porcentaje de humedad en una muestra por secado.

c) Equipo

- ✓ Balanza con aproximación de 0.01g si la muestra es menor de 200gr y 0.1gr si es mayor de 200gr.
- ✓ Horno a 105 +/- 5°C
- ✓ Taras
- ✓ Bandeja

d) Procedimiento

- ✓ Realizar el muestreo y extraer la muestra a ensayar.
- ✓ El tamaño de la muestra para agregados fino y agregados gruesos de TM = 1" será aproximadamente 500gr.
- ✓ Se registra el peso de la tara más el material "húmedo" y se lleva al horno por 24 horas a 105 +/- 5°C; pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procede a pesar el material seco.
- ✓ Se toman 3 muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.

e) Cálculos:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del Suelo}} * 100$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad del agregado fino y del agregado grueso, agregados empleados en la elaboración de concreto de la presente tesis con el uso de la fórmula antes mencionada.

Tabla 12. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO			
Nro. Tara	T - 22	C - 11	B - 02
Peso de Tara	27.79	30.08	31.73
Peso de Tara + M. Húmeda	264.22	318.35	255.71
Peso de Tara + M. seca	263.12	316.49	254.51
Peso de Muestra Seca	235.33	286.41	222.78
Peso del agua	1.10	1.86	1.20
Contenido de humedad W%	0.47%	0.65%	0.54%
Promedio contenido de Humedad W%	0.55%		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla 13. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO			
Nro. Tara	A - 1	P - 02	J - 10
Peso de Tara	30.84	31.06	32.27
Peso de Tara + M. Húmeda	273.20	270.36	297.72
Peso de Tara + M. seca	268.02	265.42	292.17
Peso de Muestra Seca	237.18	234.36	259.90
Peso del agua	5.18	4.94	5.55
Contenido de humedad W%	2.18%	2.11%	2.14%
Promedio contenido de Humedad W%	2.14%		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

1.13.2.2 PESO ESPECÍFICO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO GRUESO

a) Norma

El presente ensayo se realizó con NTP 400.021, ASTM C 127.

b) Método

Este método establece el procedimiento para determinar el peso específico en sus tres estados y la absorción del agregado grueso, después de ser sumergido en agua por 24 horas.

c) Equipo

- ✓ Tamiz normalizado N° 4
- ✓ Depósito de agua.
- ✓ Horno a 105 +/- 5°C

d) Procedimiento

- ✓ Tamizamos el material por la malla N° 4 descartar la totalidad del pasante de esta malla.
- ✓ La muestra aproximadamente es de 5000gr de agregado grueso, el cual debe de ser seco.
- ✓ Se procedió a sumergir el material en agua por 24 horas, pasando este tiempo, se removió el material del agua, para hacerla rodar sobre un paño de gran absorbencia(franela), hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, hasta que podamos visualizar que el material a perdido el brillo superficial.
- ✓ Se pesó la muestra obteniéndose entonces el peso de la muestra bajo condiciones de saturación con superficie seca, se determinó este y todo los demás con aproximación de 0.5gr.

- ✓ Se pesó la canastilla completamente sumergida en el depósito de agua, marcar hasta donde se sumerge la canastilla, además de colocar en cero el peso de la canastilla sumergida en agua.
- ✓ Colocamos la muestra saturada superficialmente seca en la canastilla y sumergirla completamente de tal manera que llegue a la marca anterior descrita, luego este es el peso de la muestra saturada en agua.
- ✓ Una vez retirada la muestra de la cesta de alambre, esta se lleva al horno a una temperatura entre 100 ± 5 °C para obtener el peso de la muestra seca.

e) Resultados:

Su importancia radica en que influye en el concreto reduciendo el agua de mezcla, modificando propiedades resistentes y la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Según ASTM C – 127 y 128 la metodología para obtener la capacidad de adsorción se determina por la siguiente expresión.

Peso Específico de la masa seca (Gb):

$$G_b = \frac{A}{B - C}$$

Peso Específico saturado superficialmente seco (Gsss)

$$G_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

Peso Específico Aparente (Ga)

$$G_a = \frac{A}{A - C}$$

Absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{B - A}{A}$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca

C: Peso de la muestra saturada

Tabla 14. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</u>		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.15
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5987.45
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3683.04
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $1/(2-3)$	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))$	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $1/(1-3)$	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% \text{ ABS}((2-1)/1)*100$	1.86

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Interpretación. Mientras más alto sea el valor del peso específico, éste será más estable y menos poroso. Además, que el peso específico deberá ser siempre mayor a 2.4 para obtener concretos con peso normal.

1.13.2.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORSIÓN DEL AGREGADO FINO

a) Norma

El presente ensayo se realizó con NTP 400.022, ASTM C 128.

b) Método

El método determina el peso del agregado por unidad de volumen sin considerar sus vacíos, también se determina el porcentaje de absorción o contenido de agua que el agregado fino requiere para saturar sus vacíos.

c) Equipo

- ✓ Balanza
- ✓ Picnómetro
- ✓ Molde cónico (cono de absorción)
- ✓ Varilla para apisonado metálica
- ✓ Bandejas
- ✓ Horno.

d) Procedimiento

Se selecciona una muestra de 1500 kg aproximadamente, asegurándose que es el material pasante de la malla N°4, a continuación, este material se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.

Una vez saturado, se decanta cuidadosamente el agua y comienza el proceso de desecado, poniendo el material fino en un recipiente metálico y suministrándole calor a través de una cocinilla eléctrica graduable tratando, todo el tiempo, de que este proceso sea homogéneo y constante.

A continuación, se toma el material y se rellena el tronco de cono cuidadosamente y se apisona sin mayor fuerza con 25 golpes sobre la superficie, se retira el cono y se verificará el primer desmoronamiento lo cual indica el

estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) del agregado, que es el objetivo de esta sección del ensayo.

Se toma el material resultante del proceso anterior y se introduce una cantidad adecuada, en el picnómetro previamente tarado y se determina su peso; en seguida se llena de agua hasta un 90% aproximadamente de su capacidad y se retira el aire atrapado girando el picnómetro y sometiéndolo a baño maría.

Finalmente, el picnómetro lleno hasta el total de su capacidad se pesa, se decanta nuevamente el agua y el agregado se retira a una tara para ser secado al horno por 24 y se determina también el peso seco de este material.

e) Resultados:

Peso Específico:

$$\text{Peso específico nominal P. E.} = \frac{W_{sss}}{W_a + W_{sss} - W_p}$$

Dónde:

W_{sss} : Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

W_a : Peso del picnómetro + agua.

W_p : Peso del picnómetro + agua + muestra.

Absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{B - A}{A}$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca

Tabla 15. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</u>		
I.- DATOS		
1	PESO DEL PICNOMETRO	388.6
2	PESO DEL ENRASADOR	164.62
3	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS	498.95
4	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA (enrasada)	1353.54
5	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA SSS + AGUA (enrasada)	1627.46
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO.	489.51
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: $P.E.M. 6/(4+3-5)$	2.18
	Promedio	2.18
2	P.E. DE MASA SATURADA SSS $P.E.M.S.S.(3/(4+3-5))$	2.22
	Promedio	2.22
3	PES ESPECÍFICO APARENTE $P.E.A. 6/(4+6-5)$	2.27
	Promedio	2.27
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% ABS((3-6)/6)*100$	1.93
	Promedio	1.93

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Interpretación. Mientras más alto sea el valor del peso específico, éste será más estable y menos poroso. Además, que el peso específico deberá ser siempre mayor a 2.4 para obtener concretos con peso normal.

1.13.2.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

a) Norma

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 204 – 2000; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS, el cual está basado en la norma ASTM C136. (E-204, 2000).

b) Método

Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

Los tamices son básicamente unas mallas de aberturas cuadradas, que se encuentran estandarizadas por la Norma Técnica Peruana.

c) Equipo

- ✓ Balanza con aproximación a 0.1% del peso del material ensayado.
- ✓ Tamices normalizados (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, base y tapa)
- ✓ Horno a 105 +/- 5°C

d) Procedimiento

✓ Agregado Grueso

Con respecto al agregado grueso se tomó cantidades de muestra aproximada según al T. M. del agregado, para TM= 1" se tomó aproximadamente 6 kg. Para este ensayo, la muestra de agregado grueso tiene que estar seca; por lo cual se lleva al horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Luego de que el agregado este completamente seco, se procede a colocar el material en la tamizadora, donde ya deben estar colocados los tamices, de mayor a menor abertura. El tamaño de la muestra para agregados fino y agregados gruesos de TM = 1" será aproximadamente 500gr.

La suma de las cantidades retenidas en los tamices debe ser comparada con la cantidad inicial, si esta diferencia es mayor a 0.3% del peso, el ensayo no será aceptado.

Una vez obtenido el material seco y libre de impurezas se vierte en el juego de tamices y se comienza el proceso con ligeros golpes y girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.

Para el agregado grueso, por ser mayor la cantidad, el total de la muestra se pasará por cada tamiz.

Una vez finalizado el tamizado, se pesa los retenidos de cada malla, comenzando de la malla superior.

✓ **Agregado Fino**

En el caso del agregado fino, la muestra aproximada para el ensayo de granulometría debe ser 1500gr, la cual debe estar totalmente seca. Luego de que el agregado este completamente seco, se procede a colocar el material en los tamices, de mayor a menor abertura. Una vez que el material ha sido colocado en los tamices, el zarandeo debe durar por lo menos 2 min.

Cada cantidad retenida de agregado se pesa, incluyendo lo que queda en la base; además se deberá pesar el total del material antes de comenzar la operación y compararla con la suma de los retenidos en las mallas, que como se explicó, esta diferencia no excederá el 0.3%.

e) Resultados:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino y del agregado grueso. Para el tamizado del agregado grueso se utilizó clasificación granulométrica con uso ASTM N° 6, ya que el análisis granulométrico se encuentra dentro de estos límites.

Tabla 16. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-6		TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 3/4"
3"	76.200							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: P.M. 6428.58 kg
2 1/2"	63.500							
2"	50.600							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Contenido de Humedad: 0.55
3/4"	19.050	437.50	6.81	6.81	93.19	90	100	Peso Unit. Suelto: 1305.71 kg/m3
1/2"	12.700	3571.75	55.56	62.37	37.63	20	55	Peso Unit. Compactado: 1482.49 kg/m3
3/8"	9.525	1562.05	24.30	86.66	13.34	0	15	
1/4"	6.350	684.96	10.65	97.32	2.68			CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 8.53 Cu= 1.79 D30= 11.70 Cc= 1.05 D60= 15.26
Nº 4	4.760	149.49	2.33	99.64	0.36	0	5	
Nº 8	2.380							
Nº 10	2.000							
Nº 16	1.190							
Nº 20	0.840							MODULO DE FINEZA: 6.93
Nº 30	0.590							
Nº 40	0.420							
Nº 50	0.300							OBSERVACIONES:
Nº 60	0.250							
Nº 80	0.180							
Nº 100	0.149							
Nº 200	0.074							MUESTREADO POR EL TESISISTA
BASE		22.83	0.36	100.00	0.00			
TOTAL		6428.58	100.00					
% PERDIDA								

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla 17. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: N° 4
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA: P.S. 2316.60 kg P.L. 2315.69 kg % FINOS 0.00 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						Contenido de Humedad: 2.14
1"	25.400						Peso Suelto: Unit. 1474 kg/m3
3/4"	19.050						Peso Compactado: Unit. 1538 kg/m3
1/2"	12.700						CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.20 Cu= 3.80 D30= 0.37 Cc= 0.85 D60= 0.77
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	MODULO DE FINEZA: 2.60
N° 8	2.380	319.48	13.79	13.79	86.21	80 100	
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	282.74	12.20	26.00	74.00	50 85	OBSERVACIONES: El módulo de fineza debe estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15. no debiendo excederse al límite en más o menos 0.2 – m ax 3.35
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	466.05	20.12	46.11	53.89	25 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	714.22	30.83	76.94	23.06	10 30	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	471.62	20.36	97.30	2.70	2 10	
N° 200	0.074	62.41	2.69	100.00	0.00		
BASE		0.08	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		2316.60	100.00				
% PERDIDA							

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

MÓDULO DE FINEZA

De la tabla granulométrica se obtienen los porcentajes retenidos acumulados en los tamices N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100; los cuales se suman y se dividen entre 100 para obtener el módulo de fineza del agregado fino así:

De manera similar se obtiene el módulo de fineza del agregado grueso, con los porcentajes retenidos acumulados de la tabla.

Interpretación. El agregado fino es el principal componente del concreto, aparte del agua, que tiene que ver con su consistencia y fluidez, su módulo de fineza se encuentra entre los rangos de 2.2 y 2.8 por lo que se estima no tener problemas de segregación y tener, también, una mezcla trabajable.

Interpretación. El tamaño máximo de 1", en ambos casos, se toma para garantizar la adecuada distribución de la mezcla en el molde de 4"x8" según lo indica el criterio de la ASTM C31, "Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo"; que indica que el Tamaño Máximo del agregado no debe ser mayor que tercera parte del diámetro del molde.

1.13.2.5 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

a) Norma

El presente ensayo se realizó de acuerdo a NTP 400.017, ASTM C 29

b) Método

La norma técnica establece el procedimiento para determinar el peso unitario del agregado en condición compactada, suelta y calcular los vacíos entre las partículas en los agregados finos, gruesos y mezcla.

c) Equipo

- ✓ Balanza
- ✓ Varilla compactadora de 5/8" de diámetro y 24" (600mm) de longitud. Un extremo debe ser semiesférico de 8 mm de radio
- ✓ Recipientes de volúmenes adecuados

d) Procedimiento

- ✓ Se elige un molde de dimensiones adecuadas, de acuerdo al TMN del agregado, sin embargo, para mi ensayo utilicé un molde de briqueta de 5.5 litros aproximadamente, por ser el más aproximado a lo indicado en la

tabla y de dimensiones conocidas y casi invariables. Se determina su peso y dimensiones de tal manera que se pueda lograr su volumen.

- ✓ Para determinar el peso unitario compactado por apisonado del agregado se deberá colocar el material en tres capas de igual volumen, de tal manera que colmen el molde; cada capa recibe un total de 25 golpes con el apisonador sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, finalmente se enrasa el molde con el mismo apisonador y se pesa el molde más agregado.
- ✓ Para determinar el peso unitario suelto del agregado, el procedimiento es similar, más en este caso no se utiliza el apisonador, solo se deja caer la muestra desde una altura no mayor a 2" desde el borde superior con una herramienta adecuada que puede ser una cuchara, se enrasa y pesa como en el caso anterior

e) Resultados:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis.

Peso unitario Compactado:

$$PU_{\text{Compactado}} = \frac{\text{peso de la muestra compactada (kg)}}{\text{volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Peso unitario Suelto:

$$PU_{\text{Suelto}} = \frac{\text{peso de la muestra suelta (kg)}}{\text{volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Tabla 18. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18215.000	18215.000	18205.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8200.000	8200.000	8190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.506	1.506	1.505
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1506		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1474		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18720.000	18715.000	18820.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8705.000	8700.000	8805.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.5660	1.565	1.584
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1571		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1538		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla 19. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	17385.000	17305.000	17255.000
PESO DE LA MUESTRA gr	7370.000	7290.000	7240.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.326	1.311	1.302
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3	1313		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1306		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18315.000	18285.000	18310.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8300.000	8270.000	8295.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.4930	1.487	1.492
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3	1491		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1482		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

1.13.2.6 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES

CEMENTO

El Cemento Potland IP, clasificado así por la ASTM C150, se ha utilizado para la presente investigación, marca RUMI con 25% de puzolana.

AGREGADOS NATURALES

Los agregados naturales provienen de la cantera Cutimbo, se optó por este material por razones que se explican a continuación. La cantera es la más utilizada para obras civiles de la ciudad de Puno;

por ser accesible, cercano a la ciudad, de buena calidad, etc. (es la más comercial).

PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA Y AGREGADOS.

Interpretación. - Los resultados obtenidos de la muestra de agua (ver ANEXO) en comparación con la tabla de la ASTM del CAPÍTULO ANTERIOR, cumplen todos los requisitos; el PH (grado de acidez) es mayor a 7 pero menor a 8 que es lo recomendado.

1.13.3 SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES DEL CONCRETO

El objetivo principal de esta investigación es evaluar las propiedades del concreto elaborado con agua contaminada de la bahía del lago Titicaca y determinar el potencial de uso de este material, por lo tanto, se ha elaborado un total de 02 diseños de mezclas para las resistencias de 140 y 210 kg/cm²; resistencias para uso no estructural y para uso estructural, con este planteamiento se verificará la aptitud del agua de la bahía del lago Titicaca, para producir concreto.

1.13.3.1 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO POR EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

El diseño mezclas que se utilizó para lograr un concreto normal, parte originalmente del diseño de un concreto con agua de agua de calidad normal para el cual se realizó el diseño por el método del comité 211 del ACI el cual determina una dosificación óptima de agregados, cemento y agua. Posterior a esto se hace un concreto con adición de agua contaminada de la bahía del lago Titicaca planteado, se realizaron teniendo en cuenta condiciones de trabajabilidad y resistencia final de diseño obtenida de la rotura de probetas iniciales de diseño para determinar las cantidades requeridas finalmente de cada una.

Este método se utiliza para diseñar concretos normales, las características de los materiales para este diseño se detallan a continuación en la tabla.

Tabla 20. RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

MATERIALES	TAMAÑO MÁXIMO	PESO ESPECÍFICO	%CONTENIDO DE HUMEDAD	% ABSORCIÓN	PESO UNITARIO COMPACTADO	PESO UNITARIO SUELTO	MÓDULO DE FINEZA
AGUA		1.000	-----	-----	-----	-----	-----
CEMENTO RUMI TIPO IP		3.050	-----	-----	-----	-----	-----
GRUESO	1"	2.550	0.550	1.860	1482	1306	6.93
FINO	N° 4	2.170	2.140	1.920	1538	1474	2.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

PASOS A SEGUIR PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS SON LOS SIGUIENTES:

1. Selección de la resistencia promedio.
2. Selección del asentamiento (Slump Test)
3. Selección del tamaño máximo nominal del agregado
4. Estimación del agua de mezcla según tabla.
5. Selección de la relación agua cemento según tabla
6. Calculo del contenido de cemento
7. Estimación del contenido de agregados.
8. Ajuste por contenido de humedad de los agregados
9. Proporciones finales.

1) Resistencia Promedio Para Diseño (f'_{cr}):

Existen varios criterios para calcular la resistencia promedio, sin embargo, no todos son aplicables.

Si la compañía constructora tiene un registro de sus resultados de ensayos de obras realizadas durante los últimos doce meses; el cual está basado en por lo menos 30 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 periodo, deberá calcularse la desviación estándar de estos resultados. (Rivva López, 2010)

La desviación estándar, en esta sección, es una cantidad que se le adiciona a la resistencia de diseño ($f'c$) para obtener la resistencia promedio ($f'cr$). Sin embargo, como se indica en el párrafo anterior, tal criterio solo se utiliza si “la compañía constructora” (el o los responsables de elaborar el concreto para los especímenes) poseen registros de ensayos anteriores. Debido a que no se cuenta con un registro de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, se ha considerado utilizar los siguientes valores, que recomienda la norma E 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

Tabla 21. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 80$
350 a mas	$f'c + 98$

FUENTE: (López, 2010)

Entonces, para las resistencias 140 y 175kg/cm² se le adicionará 70kg/cm², y para las resistencias 210kg/cm² la adición será de 84kg/cm². Lo cual se especifica en la tabla siguiente:

Tabla 22. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE DISEÑO

MEZCLA	f'c	ADICIÓN	f'cr
MEZCLA 01	140	70	210
MEZCLA 02	175	70	245
MEZCLA 03	210	85	294

FUENTE: (López, 2010)

2) Selección del asentamiento

Para todas las resistencias y grupos, las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, por lo tanto, se considera el siguiente asentamiento:

Consistencia plástica: 3" a 4"

3) Selección del tamaño máximo nominal del agregado:

Tamaño Máximo Nominal: 3/4".

4) Estimación del agua de mezcla según tabla:

Para nuestras características se tiene por metro cubico: Agua: 185 litros.

Tabla 23. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN A.C.I.

Agua, en l/m³, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

FUENTE: (López, 2010)

Tabla 24. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN U.N.I.

Tamaño Máximo Nominal de Agregado Grueso	volumen unitario de agua, expresado e l/m³, para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

FUENTE: (López, 2010)

Según las tablas precedentes, que fueron elaboradas por el Comité 211 del ACI y la Universidad Nacional de Ingeniería respectivamente, las cantidades de agua, para producir 1m³ de concreto, son las siguientes:

Litros/m³ 205 (Según A.C.I.)

Litros/m³ 204 (según Tabla U.N.I.)

De acuerdo a las mezclas de prueba elaboradas con estas cantidades de agua, para lograr un adecuado asentamiento, se optó por la que indica la U.N.I. La cantidad de agua que propone el criterio de A.C.I. produjo un concreto más fluido.

Contenido de aire atrapado: Para nuestras características se tiene por metro cubico: Aire Atrapado: 2%.

Tabla 25. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2%
1"	1.5%
1 1/2"	1%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

FUENTE: (López, 2010)

5) Estimación de la relación agua cemento:

Debido a que no se considerará ningún tipo de acción externa que pudiera dañar el concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia. Para lo cual se hacen interpolaciones con los valores de la tabla siguiente:

Tabla 26. RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA

f'cr 28 días	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	concretos sin aire incorporado	concretos con aire incorporados
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: (López, 2010)

- ✓ Interpolación para la resistencia f'c 140kg/cm² (f'cr 210kg/cm²)

MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

200	0.7
210	X
250	0.62

A/C=0.684

- ✓ Interpolación para la resistencia f'c 175kg/cm² (f'cr 245kg/cm²)

MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

200	0.7
245	X
250	0.62

A/C=0.628

- ✓ Interpolación para la resistencia f'c 210kg/cm² (f'cr 294kg/cm²)

MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

250	0.62
294	X
300	0.55

A/C=0.558

6) Cálculo del contenido de cemento:

El factor cemento se obtiene dividiendo el agua necesaria entre la relación a/c; además la cantidad de cemento en bolsas, se obtiene dividiendo el factor cemento entre el peso de la bolsa del mismo (42.5kg). Se consideró un contenido de agua de 185lt.

Tabla 27. FACTOR CEMENTO Y CANTIDAD DE BOLSAS/M3.

MEZCLA	Relación A/C	Factor cemento (kg)	Cemento (bls)
MEZCLA 01	0.684	298.25	7.02
MEZCLA 02	0.628	324.84	7.64
MEZCLA 03	0.558	365.59	8.60

FUENTE: ELABORACION DEL TESISTA.

7) Estimación del contenido de agregados:

Se obtiene restándole a la unidad, el volumen absoluto de la pasta para cada caso. Se considera 1, porque la selección de proporciones del concreto se efectúa para 1m³.

Se determina el volumen absoluto de la pasta, sumando el volumen del cemento, agua y aire para cada resistencia.

Vol. Total de agregados= 1- (Vol. de agua+ Vol. de cemento+ Vol. de aire)

✓ MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{204}{1000} + \frac{298.25}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.678 \text{ m}^3$$

✓ MEZCLA N° 02 (f'c 175 kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{185}{1000} + \frac{324.84}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.669 \text{ m}^3$$

✓ MEZCLA N° 03 (f'c 210 kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{185}{1000} + \frac{365.59}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.656 \text{ m}^3$$

Cálculo del peso seco por metro cúbico de concreto de agregado grueso y fino.

Según la Tabla 5.38 confeccionada por Staton Walker; el módulo de fineza de la combinación de agregados, para cada caso, se obtiene considerando el tamaño máximo nominal y la cantidad de bolsas de cemento.

Tabla 28. MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Tamaño Máximo Nominal de Agregado Grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas por metro cúbico indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.29	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

FUENTE: (Lopéz, 2010)

- ✓ MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm2) el tamaño máximo nominal es 3/4" y la cantidad de bolsas es 6.36 (valor que no figura en la tabla), por lo tanto, se deberá hacer una interpolación. Así:

7	5.04
7.02	X
8	5.11

Mca=5.041

- ✓ MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm2)

7	5.04
7.64	X
8	5.11

Mca=5.08

- ✓ MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm2)

8	5.11
8.60	X
9	5.19

Mca=5.16

A continuación, se deberá calcular el porcentaje de intervención del agregado grueso y del agregado fino, para lo cual se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$r_f + r_g = 1$$

$$r_f = \left(\frac{m_g - m}{m_g - m_f} \right) 100$$

Donde:

r_f : Valor que representa el porcentaje de agregado fino.

r_g : Valor que representa el porcentaje de agregado grueso.

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso.

m_f : Módulo de fineza del agregado fino.

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

m_g : 6.93

m_f : 2.60

m : 5.04

$$r_f = \left(\frac{6.93 - 5.04}{6.93 - 2.60} \right) = 0.436 \quad y \quad r_g = 0.564$$

✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

m_g : 6.93

m_f : 2.60

m : 5.08

$$r_f = \left(\frac{6.93 - 5.08}{6.93 - 2.60} \right) = 0.427 \quad y \quad r_g = 0.573$$

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

m_g : 6.93

m_f : 2.60

m : 5.16

$$r_f = \left(\frac{6.93 - 5.10}{6.93 - 2.60} \right) = 0.409 \quad y \quad r_g = 0.591$$

Cálculo del volumen absoluto de agregados

$$\text{Volumen A. Fino} = \text{Vol total de agregados} * r_f$$

$$\text{Volumen A. Grueso} = \text{Vol total de agregados} * r_g$$

- ✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm2)

$$\text{Vol. A. Fino} \quad 0.678 * 0.436 = 0.296$$

$$\text{Vol. A. Grueso} \quad 0.678 * 0.564 = 0.382$$

- ✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm2)

$$\text{Vol. A. Fino} \quad 0.669 * 0.427 = 0.286$$

$$\text{Vol. A. Grueso} \quad 0.669 * 0.573 = 0.383$$

- ✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm2)

$$\text{Vol. A. Fino} \quad 0.656 * 0.409 = 0.268$$

$$\text{Vol. A. Grueso} \quad 0.656 * 0.591 = 0.388$$

Pesos Secos De Los Agregados

$$\text{A. Fino} = \text{Volumen del Agregado} * \text{Peso Específico} * 1000$$

- ✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm2)

$$\text{A. Fino} \quad 0.296 * 2.18 * 1000 = 645.28$$

$$\text{A. Grueso} \quad 0.382 * 2.55 * 1000 = 974.10$$

- ✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm2)

$$\text{A. Fino} \quad 0.286 * 2.18 * 1000 = 623.48$$

$$\text{A. Grueso} \quad 0.383 * 2.55 * 1000 = 976.65$$

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

A. Fino $0.268 \times 2.18 \times 1000 = 584.24$

A. Grueso $0.388 \times 2.55 \times 1000 = 989.40$

Tabla 29. DATOS DE DISEÑO PRELIMINARES

VALORES DE DISEÑO PRELIMINAR			
MEZCLA	f'c 140kg/cm ²	f'c 175kg/cm ²	f'c 210kg/cm ²
agua (lts)	204	204	204
agregado fino (kg)	645.28	623.48	584.24
agregado grueso (kg)	974.10	976.65	989.40

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

8) Corrección del peso del agregado grueso y fino por humedad:

Se deberá obtener el peso húmedo para cada agregado, multiplicando el peso seco por el contenido de humedad respectivo, así: $\text{Peso seco de agregado} \times (1 + \text{C.H.}/100)$. En las Tabla, se ubican los resultados de la operación mencionada en la columna "Peso Húmedo."

Obtenidos estos valores se procede a la corrección por humedad.

Agregado Fino

Contenido de humedad 2.14%

Absorción 1.93%

Agregado Grueso

Contenido de humedad 0.55%

Absorción 1.87%

El aporte de agua se calculará así:

$$\text{Agua lts} = \text{peso seco} * \left(\frac{\text{contenido de humedad} - \text{absorcion}}{100} \right)$$

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

A. Fino $645.28 * (2.14 - 1.93) / 100 = 1.36 \text{ lts.}$

A. Grueso $947.10 * (0.55 - 1.87) / 100 = -12.86 \text{ lts.}$

✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

A. Fino $623.48 * (2.14 - 1.93) / 100 = 1.31 \text{ lts.}$

A. Grueso $976.65 * (0.55 - 1.87) / 100 = -12.89 \text{ lts.}$

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

A. Fino $584.24 * (2.14 - 1.93) / 100 = 1.23 \text{ lts.}$

A. Grueso $989.40 * (0.55 - 1.87) / 100 = -13.06 \text{ lts.}$

Finalmente, este aporte negativo de agua se les restará a las cantidades originales, las cuales figuran en la tabla. Las cantidades corregidas de agua y los pesos húmedos de los agregados para cada condición, son los siguientes:

Tabla 30. CORRECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO POR HUMEDAD

Resistencia	AGREGADOS	PESO SECO	Absorción %	Contenido de humedad %	Peso humedo	Aporte lts	aporte total	agua real
f'c 140kg/cm2	agregado fino (kg)	645.28	1.93	2.14	659.09	1.36	-11.50	215.50
	agregado grueso (kg)	974.10	1.87	0.55	979.46	-12.86		
f'c 175kg/cm2	agregado fino (kg)	623.48	1.93	2.14	636.82	1.31	-11.58	215.58
	agregado grueso (kg)	976.65	1.87	0.55	982.02	-12.89		
f'c 210kg/cm2	agregado fino (kg)	584.24	1.93	2.14	596.74	1.23	-11.83	215.83
	agregado grueso (kg)	989.40	1.87	0.55	994.84	-13.06		

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

9) Proporciones finales:

Tabla 31. PROPORCIONES FINALES

Resistencia	Cemento (kg/m3)	AGREGADOS (kg/m3)		agua real (lts/m3)
f'c 140kg/cm2	298	agregado fino	659.09	215.50
		agregado grueso	979.46	
f'c 175kg/cm2	325	agregado fino	636.82	215.58
		agregado grueso	982.02	
f'c 210kg/cm2	366	agregado fino	596.74	215.83
		agregado grueso	994.84	

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

1.14 FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS

A. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROBETAS

Para esta finalidad, se consideró las especificaciones de la Norma NTP 339.033 (ASTM C31) -Práctica Normalizada para la preparación y curado de las probetas para ensayos de concreto y las recomendaciones del Comité ACI 318-08 – “Requisitos de Reglamento para concreto estructural”, que en su inciso 5.6.2.4 nos indica textualmente: Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos (02) probetas de 6”(150mm)x12”(300mm) o de al menos tres (03) probetas de 4”(100mm)x8”(200mm), preparadas de la misma muestra de concreto.

Tabla 32. CANTIDAD DE PROBETAS A ELABORAR

CANTIDAD DE PROBETAS CILINDRICAS DE 4"x8" POR EDADES					
resistencia	DISEÑO CON AGUA POTABLE		DISEÑO CON AGUA DE LA BAHIA DEL LAGO TITICACA		SUB TOTAL
	7 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	
f'c 140kg/cm2	7	7	7	7	28
f'c 175kg/cm2	7	7	7	7	28
f'c 210kg/cm2	7	7	7	7	28
TOTAL	21	21	21	21	84

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

B. ELABORACION DEL CONCRETO

a) Norma

NTP 339.036, ASTM C 172M

b) Método

Realizar el procedimiento adecuado para la elaboración del concreto, para que este cumpla con las propiedades requeridas.

c) Equipo

- ✓ Mezcladora
- ✓ Carretilla
- ✓ Pala
- ✓ Balde

d) Procedimiento

Antes de la preparación del concreto, para poder realizar la corrección de humedades, es necesario sacar el contenido de humedad de los agregados.

- Previo al inicio del mezclado, debió de humedecerse la mezcladora.
- Iniciamos con la rotación de la mezcladora, añadimos el 70 % del agua de diseño a continuación agregado grueso, agregado fino y cemento, se debe dejar mezclando por lo menos 1 minuto, con la fracción de agua de diseño restante dejamos mezclando por lo menos 1 minuto de acuerdo al diseño realizado.
- Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos: Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

C. METODO ESTANDAR PARA LA ELABORACIÓN DE PROBETAS

a) Norma

NTP 339.183, ASTM C 192

b) Método

Para obtener una muestra representativa, las probetas de concreto deben ser moldeadas y curadas siguiendo los procedimientos determinados.

c) Equipo

- ✓ Moldes cilíndricos, deben ser hechos de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. El diámetro puede variar de 10 a 10.5 cm y la altura entre 19.9 a 21.1 cm.
- ✓ Barra Compactadora, Varilla metálica lisa con punta redondeada de diámetro igual a 9.5 mm (3/8") y longitud de 30 cm.
- ✓ Pala, cucharón, plancha metálica, desmoldante.

d) Procedimiento

Colocamos los moldes en una superficie plana, rígida y horizontal.

- Los moldes deben estar limpios y la superficie interior deberá lubricarse con desmoldante.

- Colocamos el concreto en los moldes, se llena la primera capa con concreto aproximadamente la tercera parte del molde, se ha chuseado 25 veces en forma helicoidal, luego con el martillo de goma se ha golpeado 12 veces alrededor del molde, luego de esto se procedió a llenar la segunda capa realizando lo mismo que para la primera capa.

- Después de un momento se procedió al enrase de las probetas, que se hace con una regla y/o plancha metálica- Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos: Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

D. CURADO POR INMERSIÓN

a) Norma

NTP 339.183, ASTM C 192

b) Método

El propósito del curado húmedo es para maximizar la hidratación del cemento y para prevenir la evaporación del agua del concreto.

c) Procedimiento

Luego de desmoldar los especímenes después de 24 ± 8 hrs después del vaciado rotular las probetas para el ensayo de resistencia a la compresión a 7 días y 28 días.

Se procedió a colocar en recipientes los cuales tiene una solución de agua saturada con cal, aproximadamente el contenido de cal por litro de agua es de 3gr, el agua debe ser potable y limpia la cual debe cubrir por totalidad a las probetas.

1.15 ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO

1.15.1 ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO

a) Norma

NTP 339.035, ASTM C 143

b) Método

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o Slump Test, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978, con lo que se le puede encontrar en norma ASTM C 143.

En nuestro medio se encuentra reglamentado en la norma NTP 339.035. Método de ensayo para el asentamiento del concreto de cemento.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde tronco cónico, midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su —consistencia— ósea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla, siempre cuando los materiales y las condiciones se mantengan constantes.

c) equipo

El equipo es necesario consiste en un tronco de cono. Los dos círculos de las bases son paralelos entre si midiendo 20 y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm.

El molde se construye con plancha de acero galvanizado, de espesor mínimo de 1.5mm se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica.

d) Procedimiento

- Humedecemos el interior del cono de revenimiento.
- Colocamos el cono sobre la plancha, la cual debe estar mojada, de tal manera que no absorba agua.
- Sostenemos el cono firmemente en su lugar parándose sobre los dos estribos de apoyo a cada lado del molde. Llene con tres capas.
- Se llenó el molde aproximadamente 1/3 de su volumen
- Se compacto con 25 golpes verticales en todo su espesor. Distribuya uniformemente los golpes sobre la sección transversal de la capa. Incline ligeramente la varilla, empezando cerca del perímetro, continuando progresivamente en forma de espiral hacia el centro.
- Para la segunda capa se llenó el cono aproximadamente 2/3 de su volumen compactamos con 25 golpes verticales en todo su espesor, penetrando

ligeramente en la primera capa (Max 1 pulg). Distribuya uniformemente los golpes en toda la sección transversal de la capa.

- Para la tercera capa

Se depositó el concreto por encima de la parte superior del cono.

Se Compactó con 25 golpes verticales en todo su espesor, penetrando ligeramente en la segunda capa. Distribuya uniformemente los golpes en toda la sección transversal de la capa.

Si como resulta del varillado el concreto cae de la parte superior del cono, se agregó concreto a modo de mantener un exceso por encima del cono. Se Continuó el conteo del varillado desde el valor alcanzado antes de agregar concreto al cono.

Se enrazo la parte superior de la superficie de concreto con la varilla de compactación en un movimiento de enrasado.

Al tiempo que se mantiene una presión hacia abajo, se removi6 el concreto de la base del cono durante el enrasado.

Se removi6 inmediatamente el cono levantándolo en una direcci6n vertical constante en no m6s de 5 segundos. No debe haber ning6n movimiento lateral o de torsi6n del cono al estado levantando.

Se complet6 la prueba de asentamiento, a partir del llenado hasta la remoci6n del cono, en 2.5min.

Si ocurriese un claro desplome o partici6n del concreto desde un lado o una porci6n de la masa, se desech6 la prueba y se hizo una nueva prueba en otra porci6n de la muestra.

Finalmente se midi6 inmediatamente el asentamiento. Este es la diferencia vertical entre la parte superior del cono y el centro original desplazado en la parte superior de la superficie del esp6cimen.

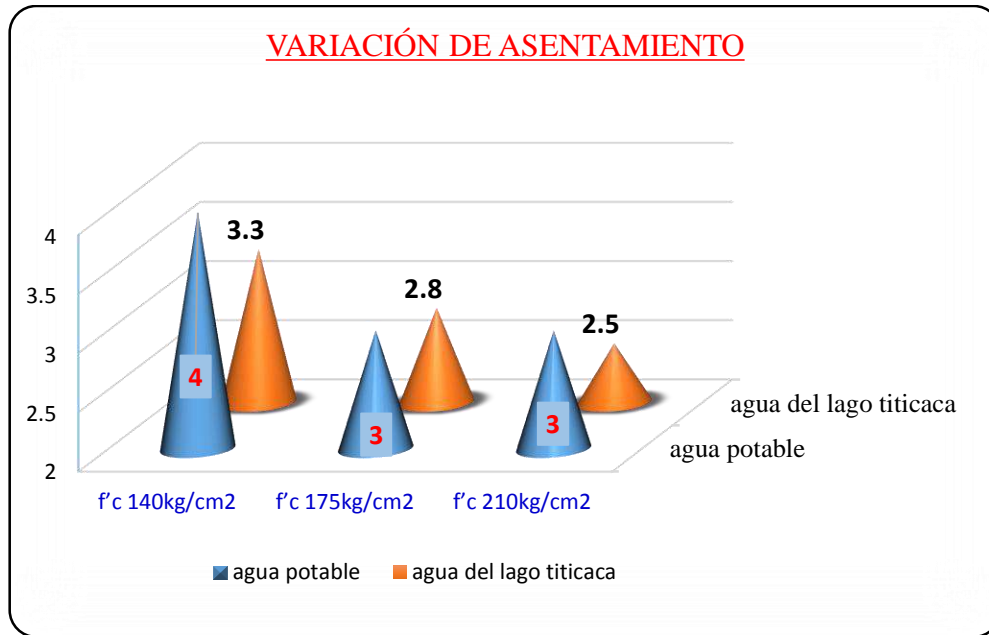


Fig. 4 VARIACIÓN DEL ASENTAMIENTO

Interpretación. Se observa que el asentamiento, aunque de forma no muy notoria, disminuye conforme aumenta la resistencia, lo cual se debe a la mayor presencia de finos en las mezclas de menor resistencia ya que proporcionan una mayor fluidez a las mismas.

Se observa que el asentamiento del concreto elaborado con agua del lago Titicaca es menor respecto al concreto diseñado con agua potable, esto ocurre porque el agua del lago Titicaca es más denso por estar contaminado.

1.15.2 TEMPERATURA INTERNA DEL CONCRETO

a) Norma

ASTM C 1064

b) Método

La temperatura interna del concreto es fundamental para la evolución del fraguado y adquisición de la resistencia.

Por lo que se evaluó la temperatura del concreto en sus 5 primeras horas de fraguado, para observar el aumento y descenso de su temperatura interna.

c) Procedimiento

- ✓ Una vez compactada la muestra en el molde de PVC de 4" x 8", se colocó un tubo de ½" de diámetro en el centro de la muestra, el tubo tiene una longitud de aproximadamente 10cm; en él se realiza las mediciones de la temperatura interna.
- ✓ Se coloca el termómetro hasta que la lectura de la temperatura sea constante, anotando la hora y la lectura del termómetro.
- ✓ Se realiza esta operación por 5 horas consecutivas.

Se efectuaron un total de 9 lecturas de la temperatura para cada grupo de concreto, cada 15 minutos en la primera hora, y luego en cada hora; así: 15, 30 y 45 minutos, y a 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas.

Tabla 33. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL Cº FRESCO, PARA CADA CONDICIÓN

Resistencia	agua usado	Temperatura (°C), para las horas indicadas									T° Max	T° Min	Promedio
		15´	30´	45´	1h	2h	3h	4h	5h	6h			
f'c 140kg/cm ²	potable	14.9	14.9	15.0	14.9	15.2	15.5	15.5	15.3	14.8	15.5	14.8	15.1
	lago Titicaca	15.0	15.0	15.1	15.0	15.4	16.0	15.8	15.2	14.9	16.0	14.9	15.3
f'c 175kg/cm ²	potable	15.4	15.8	15.6	15.7	16.1	16.5	16.3	16.2	15.7	16.5	15.4	15.9
	lago Titicaca	15.6	15.8	15.9	16.0	16.2	16.1	15.9	16.0	15.8	16.2	15.6	15.9
f'c 210kg/cm ²	potable	15.9	16.2	16.4	16.8	17.0	17.2	17.4	17.3	17.1	17.4	15.9	16.8
	lago Titicaca	16.0	16.2	16.2	16.9	17.2	17.6	17.4	17.4	17.2	17.6	16.0	16.9

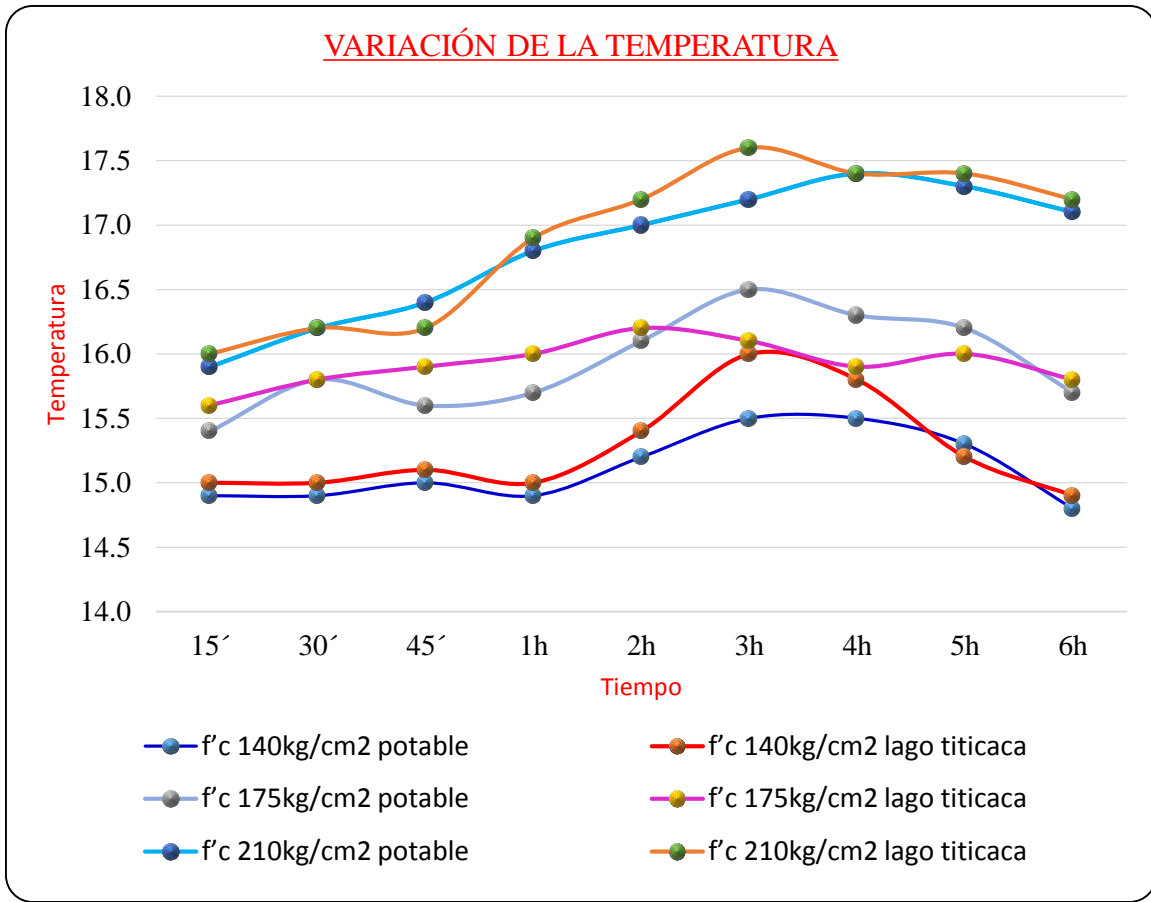


Fig. 5. CURVA DE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO

Interpretación. En la resistencia de 140 kg/cm², se aprecian unas curvas muy cercanas y que inclusive se cruzan entre sí, estas presentan un cambio de temperatura muy significante. En la resistencia de 175 kg/cm², se aprecian unas curvas que se cruzan entre sí, estas presentan un cambio de temperatura superior al del diseñado con agua potable. En la resistencia de 210 kg/cm², se aprecian unas curvas que se cruzan entre sí, estas presentan un cambio de temperatura muy cercanas.

En todos los casos el concreto elaborado con agua del lago Titicaca presenta temperaturas superiores a los concretos elaborados con agua potable, debido a que el agua del lago Titicaca se encuentra contaminado.

1.15.3 EXUDACIÓN

a) Norma

ASTM C 232, NTP 339.077

b) Método

Con este ensayo se obtendrá la cantidad de agua que sube a la superficie del concreto fresco depositado en el molde, esta agua libre podría generarse por efecto de la segregación, mala gradación de las partículas de agregado o el exceso de agua en la mezcla.

c) Procedimiento

Se coloca normalmente el concreto en los tubos de PVC. Y se retira el agua de la superficie de la mezcla, usualmente se hace uso de una pipeta para extraer el agua, sin embargo, la utilización de esta entorpece el trabajo por ser la cantidad de agua exudada muy pequeña; por lo tanto, se utilizó un paño muy delgado y absorbente, el cual se colocó sobre la superficie y se pesó para determinar la cantidad de agua absorbida.

Por los primeros 40 minutos se realizó la operación, descrita anteriormente, con intervalos de 10 minutos. Luego se procedió a realizar la operación cada 30 minutos hasta que el espécimen dejó de exudar.

Tabla 34. EXSUDACION DEL CONCRETO

VOLUMEN EXSUDADO EN (ml)		
RESISTENCIA	Agua de lago Titicaca	Agua potable
f'c 140kg/cm ²	1.80	2.40
f'c 175kg/cm ²	1.50	2.20
f'c 210kg/cm ²	1.00	1.50

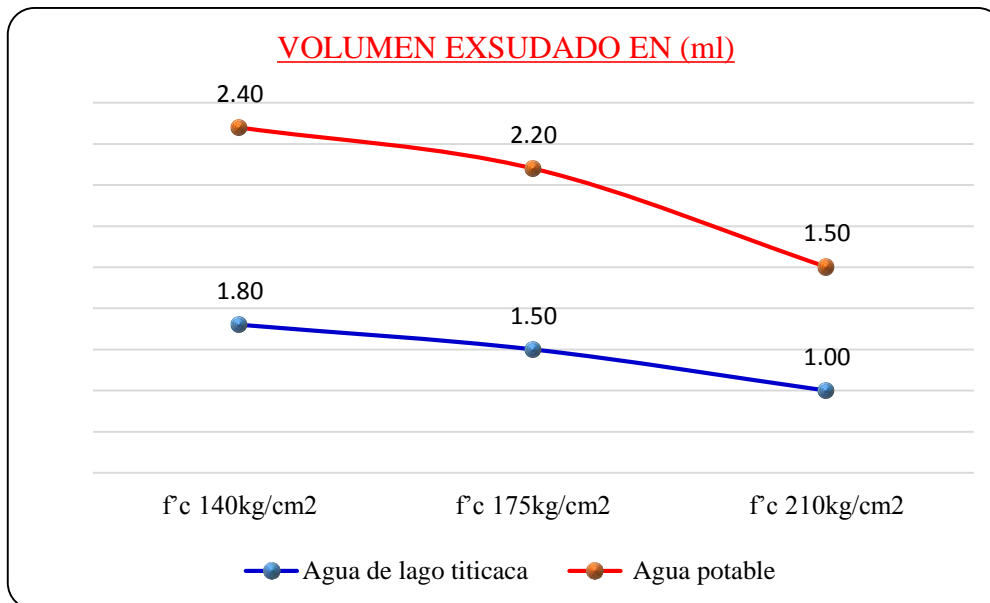


Fig. 6. CURVA DE LA EXSUDACION DEL CONCRETO

Interpretación. Se aprecia una curva aparentemente lineal que tiene 1.80 y 1.00 ml como extremos, tiende a disminuir la exudación por el incremento de agregado grueso.

1.16 ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO

1.16.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

PRENSA PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Se utilizará una máquina que esté adecuadamente calibrada y cuyos resultados sean confiables, el procedimiento de calibración se efectuará preferentemente cada 12 meses.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Pasado el proceso de curado, las probetas se retiraron de la posa y fueron llevadas para su ensayo a compresión, todas las probetas se ensayaron a los 07 días y 28 días.

Cabe decir que se tuvo mucho cuidado con el manejo, transporte y medición de los especímenes. Ya en el laboratorio, se efectuó tres lecturas del diámetro, tres lecturas de la altura y su peso de cada una de las probetas; finalmente se sometieron los especímenes al ensayo de compresión.

Concluido el ensayo de los testigos cilíndricos de concreto, se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 35. PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO

PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO A LOS 7 Y 28 DIAS DE EDAD			
Tipo de dosificación	resistencia de diseño	porcentaje de resistencia alcanzada	
		7 días	28 días
con agua potable	140	69.70	109.18
con agua contaminada del lago Titicaca	140	61.06	96.80
con agua potable	175	69.11	108.41
con agua contaminada del lago Titicaca	175	58.31	93.56
con agua potable	210	67.89	107.81
con agua contaminada del lago Titicaca	210	57.86	90.21

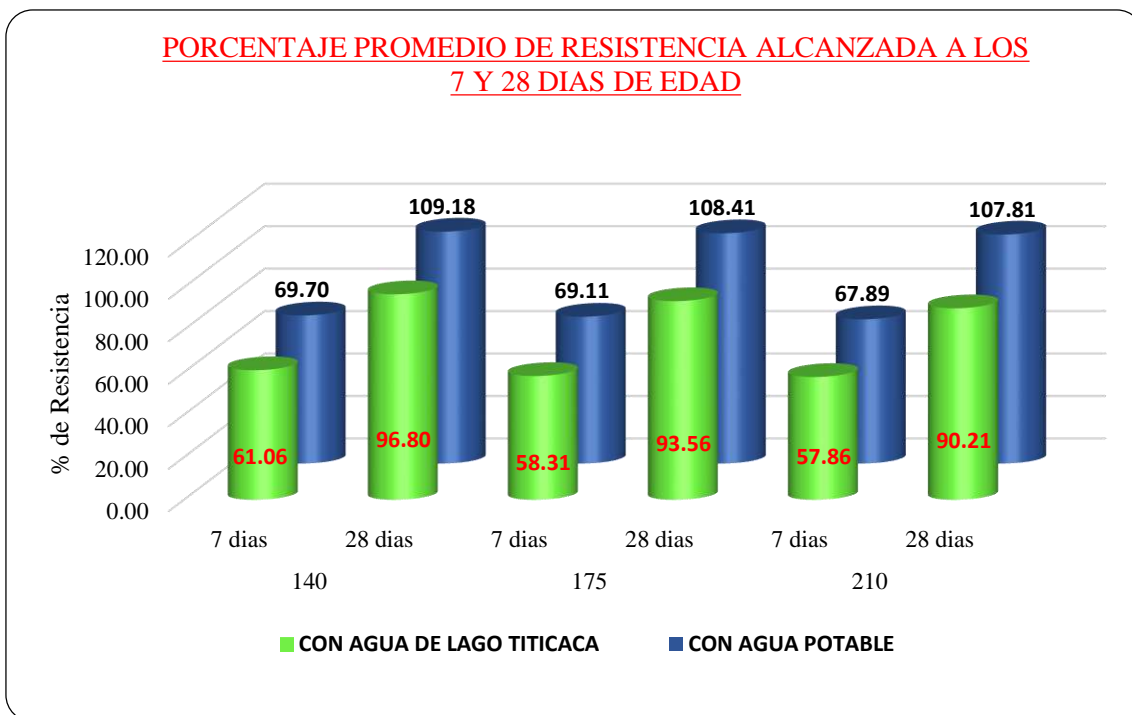


Fig. 7. PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO

Tabla 36. RESISTENCIA A COMPRESIÓN ALCANZADO A EDADES 7 Y 28 DÍAS KG/CM2

RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A EDADES 7 Y 28 DÍAS KG/CM2			
Tipo de dosificación	resistencia de diseño	porcentaje de resistencia alcanzada	
		7 días	28 días
con agua potable	140	97.58	152.85
con agua contaminada del lago Titicaca	140	85.48	135.51
con agua potable	175	120.94	189.71
con agua contaminada del lago Titicaca	175	102.03	163.73
con agua potable	210	142.57	226.40
con agua contaminada del lago Titicaca	210	121.50	189.45

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

Interpretación. A la edad de 07 días, la resistencia a compresión del concreto f_c 140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm² de diseño inicial con agua potable es de 97.58kg/cm², 120.9458kg/cm², 142.5758kg/cm² y para el concreto diseñado con agua contaminado de la bahía del lago Titicaca es de 85.48 kg/cm² 102.0358kg/cm², 121.5058kg/cm² respectivamente.

A la edad de 28 días, la resistencia a compresión del concreto f_c 140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm² de diseño inicial con agua potable es de 152.85 kg/cm², 189.71 kg/cm², 226.40 kg/cm² y para el concreto diseñado con agua contaminado de la bahía del lago Titicaca es de 135.51 kg/cm², 163.73 kg/cm², 189.45 kg/cm² respectivamente.

Observándose que para el concreto diseñado con agua contaminado de la bahía del lago Titicaca la resistencia a compresión se ha reducido con respecto al concreto de diseño inicial. De esta manera podemos afirmar que a medida que se incrementa el diseño de la resistencia a la compresión del concreto, se reduce la resistencia a compresión que alcanza el concreto diseñado con el agua contaminado de la bahía del lago Titicaca a comparación del diseño con agua potable.

CAPITULO IV

ANALISIS ESTADISTICO Y VALIDACIÓN DE LA HIPOTESIS

Material Experimental.

Se establece un experimento bajo los lineamientos de un diseño factorial de completamente al azar. En el presente trabajo se emplea un plan experimental que contiene: 14 tratamientos ($t=14$), arreglados en dos factores: factor A (Edad en días) y factor B (Resistencia a la comprensión); y con 84 repeticiones distribuidas en forma balanceada ($r=84$)

El esquema para el diseño factorial completamente al azar es:

Diseño del plan experimental

N°	7 días			28 días		
	140	175	210	140	175	210
1	r	r	r	r	r	r
2	r	r	r	r	r	r
3	r	r	r	r	r	r
4	r	r	r	r	r	r
5	r	r	r	r	r	r
6	r	r	r	r	r	r
7	r	r	r	r	r	r
8	r	r	r	r	r	r
9	r	r	r	r	r	r
10	r	r	r	r	r	r
11	r	r	r	r	r	r
12	r	r	r	r	r	r
13	r	r	r	r	r	r
14	r	r	r	r	r	r

Tabla 37. Resultados muestrales de los puntajes obtenidos durante el proceso de experimentación

Factor A	7 días			28 días		
Factor B	140 kg/cm ²	175 kg/cm ²	210 kg/cm ²	140 kg/cm ²	175 kg/cm ²	210 kg/cm ²
1	97,97	120,19	142,27	151,52	190,88	226,66
2	97,69	121,51	143,86	153,39	188,43	226,18
3	97,03	119,51	141,56	153,66	188,56	227,59
4	96,92	122,36	142,89	153,45	188,83	223,98
5	97,51	120,47	141,97	151,26	187,73	228,61
6	97,85	120,56	142,38	154,21	191,71	226,02
7	98,06	121,88	143,03	152,47	191,85	225,76
8	85,27	100,72	121,54	133,13	163,44	190,42
9	86,1	101,91	122,75	136,53	163,06	188,83
10	85,99	102,84	119,73	135,94	164,77	190,4
11	85,3	102,71	120,77	135,39	163,94	188,31
12	85,56	102,44	122,03	135,6	163,64	189,08
13	85,61	100,72	121,81	135,7	162,37	189,43
14	84,56	102,89	121,9	136,31	164,87	189,65

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

Tabla 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO FACTORIAL COMPLETAMENTE AL AZAR

Análisis de Varianza para el Diseño Factorial Completamente al Azar				
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Factor A (Edad)	1	87619,565	87619,565	589,853 **
Factor B (Resistencia a la Comprensión)	2	38035,188	19017,594	128,026 **
Factor A x Factor B	2	1893,922	946,961	6,375 *
Error Experimental	78	11586,487	148,545	
Total	83	139135,16		

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

Se concluye a un nivel del de significación de 0.05 que las evidencias muestrales indican que existe diferencia altamente significativa, es decir que al menos un puntaje promedio de los tratamientos difiere significativamente de la obtenida con una de los otros tratamientos. Esto implica que al menos un aumento de puntaje promedio obtenido con un tratamiento difiere por lo menos del obtenido con uno de los otros tratamientos en el incremento de puntaje promedio de la resistencia

Con respecto al factor A existe diferencias significativas entre la edad de 7 días con la edad de 28 días Lo cual tienen efectos significativos

Con respecto a la interacción del factor A con el Factor B existe diferencias significativas, dado que el valor de F es significativo entonces debemos concluir que no tenemos evidencias de que exista interacción entre estos dos factores.

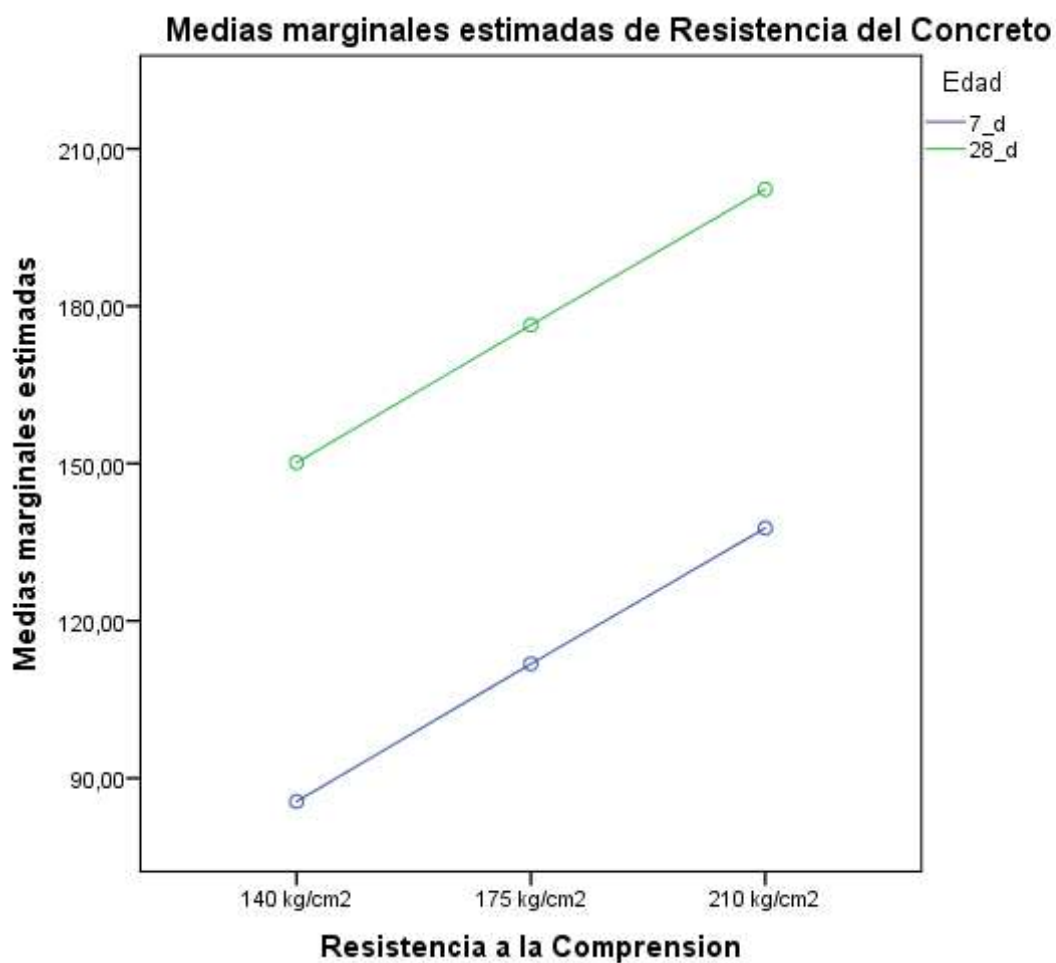


Fig. 8. MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Para el error experimental se recoge la variabilidad de la variable dependiente en este caso la resistencia al concreto; es decir no explicada en el modelo.

Para el total se recoge la variabilidad observada de la resistencia al concreto por todas las causas

Sin embargo, el Análisis de Varianza no nos permite determinar cuál es el tratamiento con el mayor aumento de promedio. Para ello se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples como la prueba Duncan para el factor B.

Tabla 39. PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES PARA EL FACTOR B

Prueba de comparaciones Múltiples para el factor B			
Duncan	Media	N	Resistencia a la compresión
A	169,978929	28	210 kg/cm ²
B	144,099643	28	175 kg/cm ²
C	117,856429	28	140 kg/cm ²

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

La Prueba de Duncan se presenta en forma vertical. El que los tratamientos tengan las mismas letras implica que no existen diferencias significativas entre ellos y por tanto se puede unir mediante una línea, como se presenta a continuación, en donde los tratamientos son ordenados en forma ascendente de acuerdo al puntaje promedio.

Para un $\alpha = 0.05$ se puede concluir que, entre los aumentos de puntaje promedio obtenidos con los tratamientos, de la resistencia de la compresión, existen diferencias cuando se presentan entre los aumentos de puntaje promedio obtenidos con los tratamientos de la resistencia a la compresión. Por lo tanto, del grafico se puede concluir que el puntaje promedio obtenido con 210 kg/cm² es el mayor con relación a los demás.

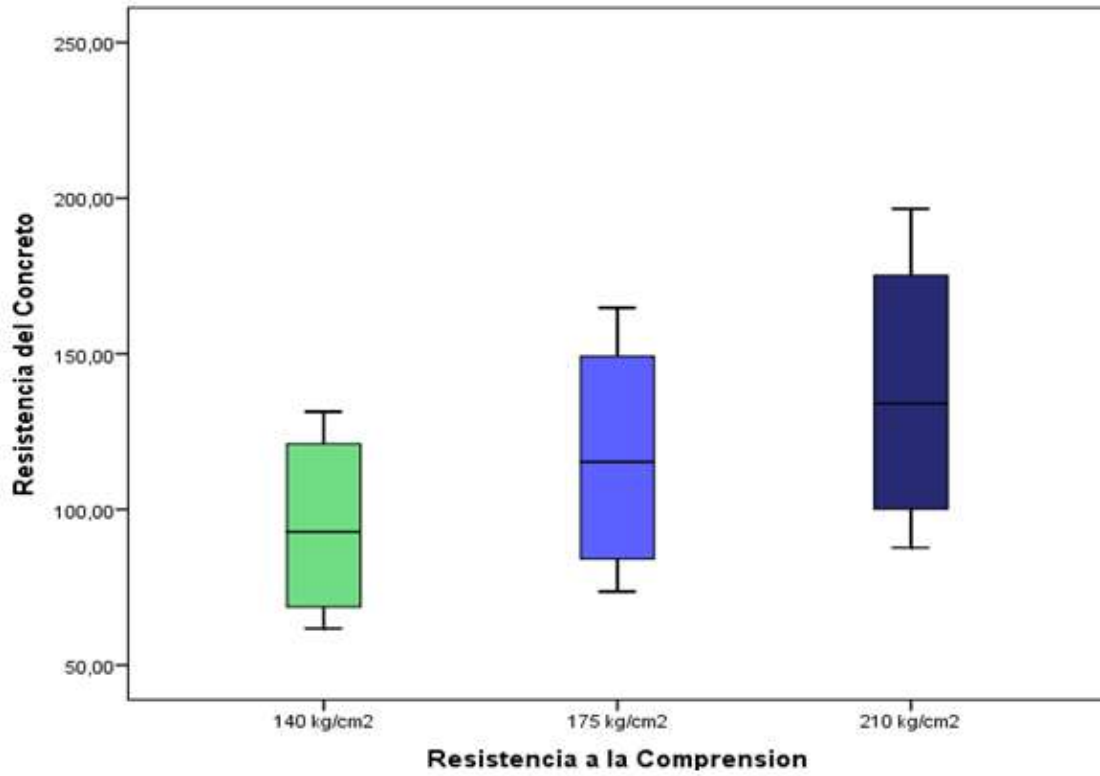


Fig. 9. DIFERENCIAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

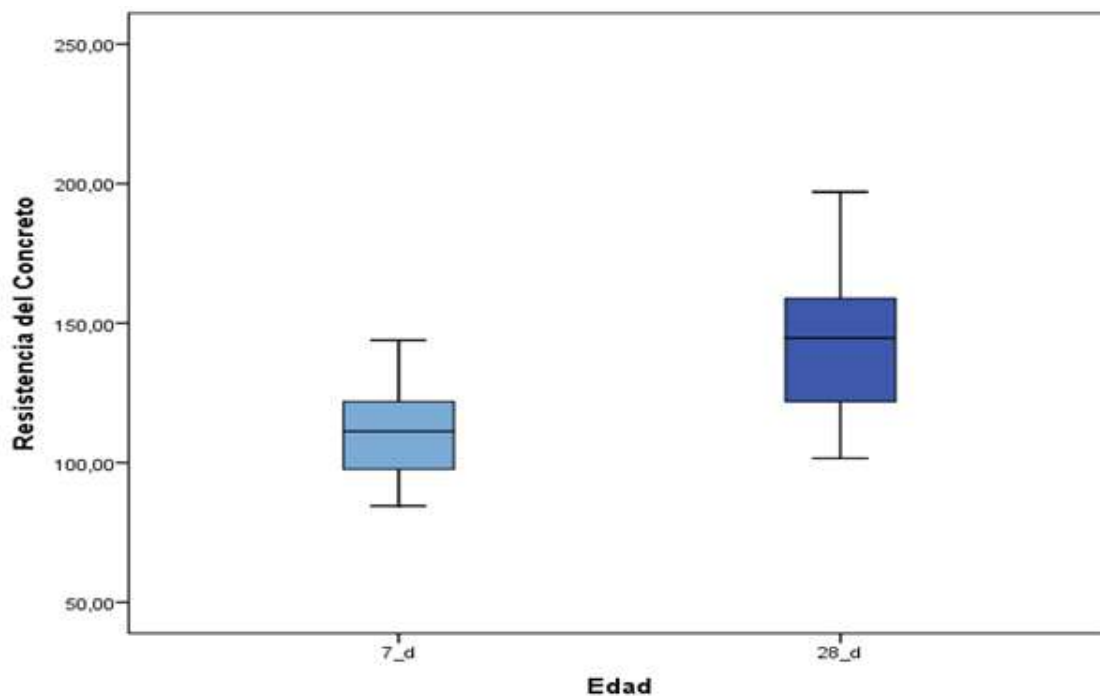


Fig. 10. DIFERENCIAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Prueba de Hipótesis General

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): El agua contaminada de la bahía del lago Titicaca no tiene efectos significativos en la resistencia del concreto en edificaciones en la ciudad de Puno 2016.

Hipótesis alterna (H₁): El agua contaminada de la bahía del lago Titicaca tiene efectos significativos en la resistencia del concreto en edificaciones en la ciudad de Puno 2016.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

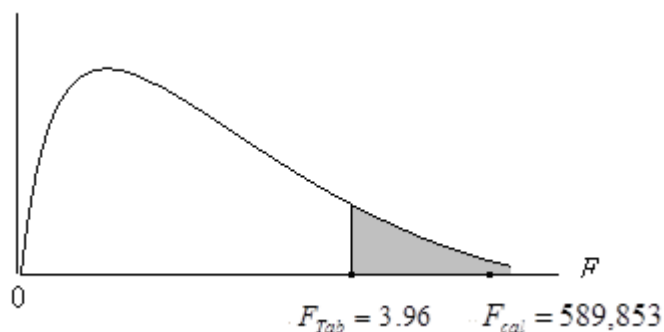
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Crítica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,1,78} = 3.96$$



5. Decisión.- A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 589,853$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio del uso del

agua contaminada de la bahía del lago Titicaca tiene efectos significativos y negativos en la resistencia del concreto en edificaciones en la ciudad de Puno 2016, durante el proceso experimentación.

Prueba de Hipótesis Especifica uno

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): La resistencia del concreto promedio cumple significativamente a los 7 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca.

Hipótesis alterna (H₁): La resistencia del concreto promedio no cumple significativamente a los 7 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

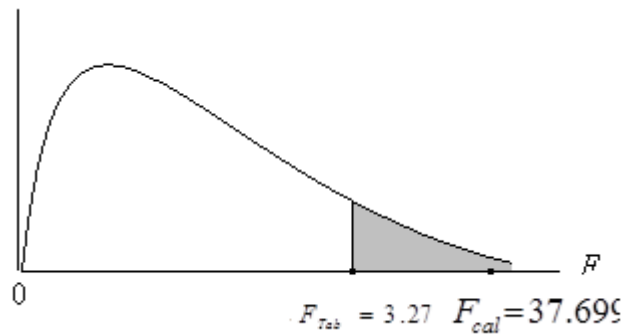
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Critica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,2,26} = 3.27$$



5. Cálculos

Tabla 40. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS 7 DÍAS DE EDAD

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	
Bloques	2	11485.443	5742.722	888.086	**
Tratamientos	13	3169.137	243.780	37.699	**
Error Experimental	26	168.126	6.466		
Total	41	14822.707			

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

INTERPRETACION. - A un nivel de significación de 0.05 que las evidencias muestrales indican que al menos un puntaje promedio de los diferentes métodos de evaluación de la resistencia del concreto, durante el proceso de experimentación, difiere significativamente entre los demás tratamientos a nivel de dosis.

Sin embargo, el análisis de varianza no permite determinar cuál de los tratamientos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que tratamiento tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de experimentación. Para tal efecto se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples de medias.

Tabla 41. DIFERENCIA DE MEDIAS PARA EL PUNTAJE PROMEDIO DEL PROCESO LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS EDAD DE 7 DÍAS RESISTENCIA DEL CONCRETO

Duncan^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T8	3	102,5100	
T13	3	102,7133	
T10	3	102,8533	
T11	3	102,9267	
T14	3	103,1167	
T12	3	103,3433	
T9	3	103,5867	
T3	3		119,3667
T5	3		119,9833
T1	3		120,1433
T6	3		120,2633
T4	3		120,7233
T7	3		120,9900
T2	3		121,0200
Sig.		,655	,494

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 6,466.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
 b. Alfa = 0.05.

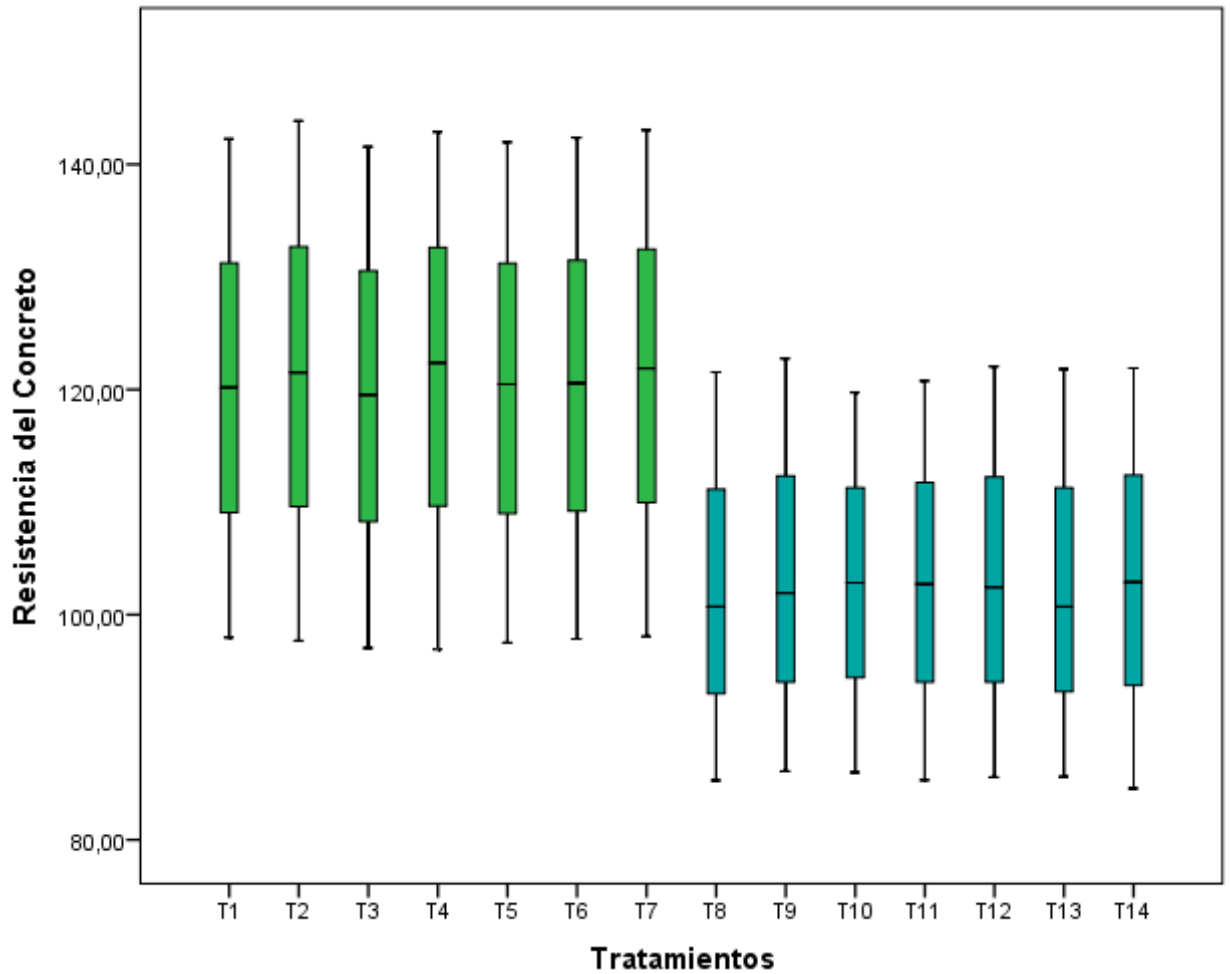


Fig. 11. TRATAMIENTOS

Por lo tanto, se concluye que con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los diferentes tratamientos de la resistencia del concreto de evaluación tiene diferencias estadísticas, y difieren significativamente entre los tratamientos de evaluación y por lo tanto el grupo de tratamiento que más aportan al presente trabajo de investigación es el T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de cajas.

6. Decisión.- A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 37.699$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de la resistencia del concreto promedio varía significativamente a los 7 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada

de la bahía interior del lago Titicaca, es decir no es igual entre ellas y difiere significativamente, durante el proceso experimentación.

Prueba de Hipótesis Específica dos

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): La resistencia del concreto cumple significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca

Hipótesis alterna (H₁): La resistencia del concreto no cumple significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

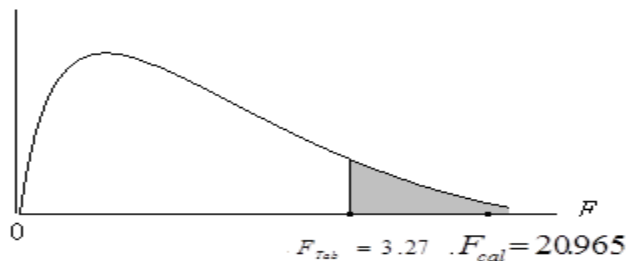
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Crítica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95, 2, 26} = 3.27$$



5. Cálculos

Tabla 42. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS 28 DÍAS DE EDAD

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	
Bloques	2	28443.667	14221.834	514.705	**
Tratamientos	13	7530.817	579.294	20.965	**
Error Experimental	26	718.407	27.631		
Total	41	1341757.193			

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

INTERPRETACION. - el análisis de varianza no permite determinar cuál de los tratamientos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que tratamiento tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de experimentación. Para tal efecto se realiza una prueba de comparaciones múltiples de medias.

TABLA 43. DIFERENCIA DE MEDIAS PARA EL PUNTAJE PROMEDIO DEL PROCESO LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS EDAD DE 28 DÍAS RESISTENCIA DEL CONCRETO

Duncan^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T8	3	162,330	
T13	3	162,500	
T11	3	162,546	
T12	3	162,773	
T9	3	162,806	
T14	3	163,610	
T10	3	163,703	
T4	3		188,753
T5	3		189,200
T2	3		189,333
T1	3		189,686
T3	3		189,936
T7	3		190,026
T6	3		190,646
Sig.		,783	,704

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

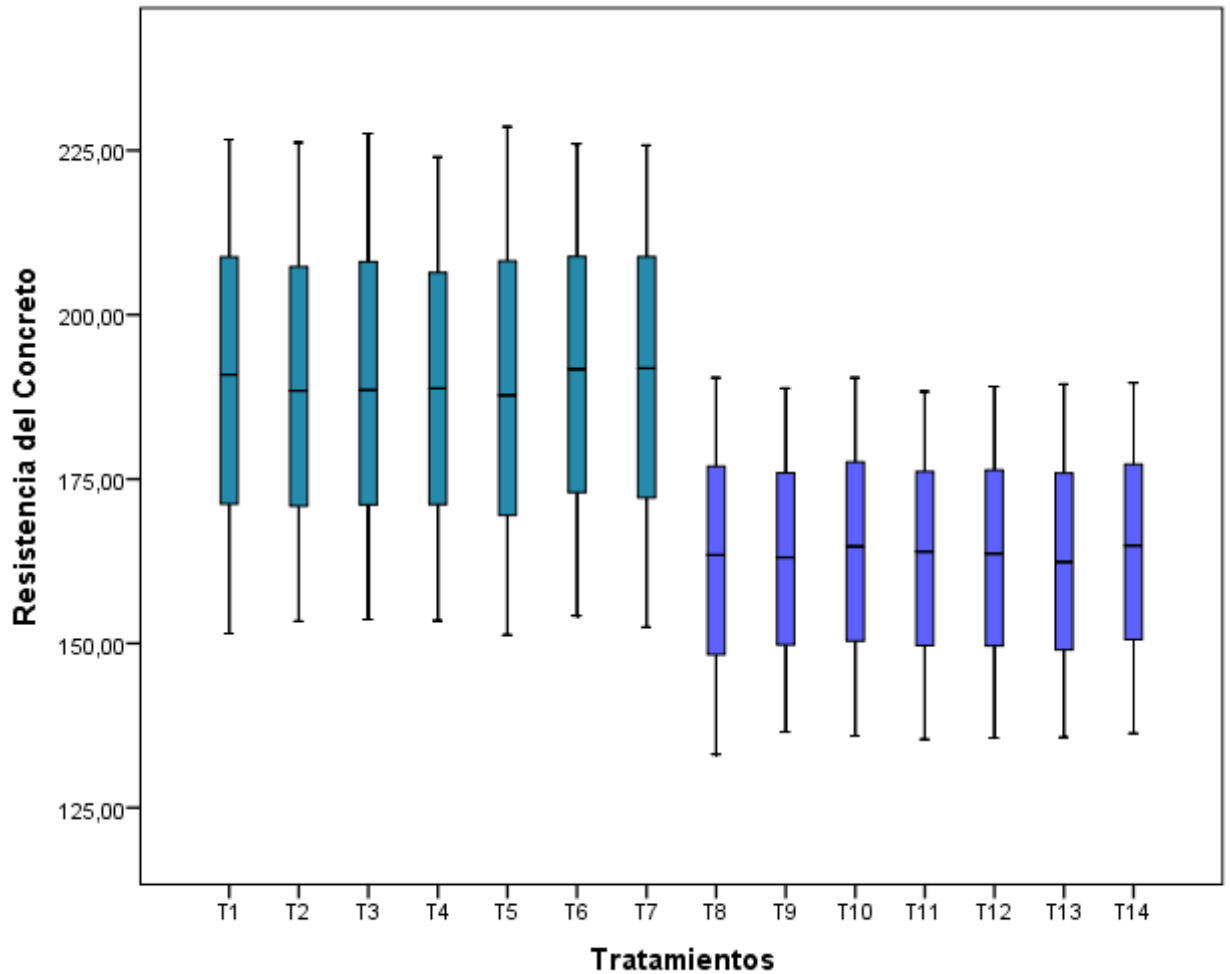
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,631.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.



Por lo tanto, se concluye que con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los diferentes tratamientos de la resistencia del concreto de evaluación en 28 días de edad, tiene diferencias estadísticas, y difieren significativamente entre los tratamientos de evaluación y por lo tanto los tratamientos que más aportan al presente trabajo de investigación son el: T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7. Tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de cajas.

6. **Decisión.**- A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 20.965$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de la resistencia del concreto reduce significativamente a los 28 días de

edad según el diseño de mezcla con el uso de desmonte de rocas mineras en centro poblado, es decir no es igual entre los tratamientos y difiere significativamente, durante el proceso de experimentación.

CONCLUSIONES

PRIMERA El uso de agua. A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 589,853$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio del uso del agua contaminada de la bahía del lago Titicaca tiene efectos significativos y negativos en la resistencia del concreto en edificaciones en la ciudad de Puno 2016, durante el proceso experimentación, por lo que no se recomienda utilizar el agua de la bahía del lago Titicaca ya que en las resistencias del concreto más usadas como 140 kg/cm², 175 kg/cm² y 210 kg/cm. No alcanzan a la resistencia requerida.

SEGUNDA: La resistencia del concreto promedio varía significativamente a los 7 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca. A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 37.699$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de la resistencia del concreto promedio varia significativamente a los 7 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca, es decir no es igual entre ellas y difiere significativamente, durante el proceso experimentación.

TERCERA: Las evidencias muestrales indican que La resistencia del concreto aumenta significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso del agua contaminada de la bahía interior del lago Titicaca A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 20.965$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de la resistencia del concreto reduce significativamente a los 28 días de edad.

RECOMENDACIONES

PRIMERO. Se recomienda a las autoridades del sector de la construcción es que el puntaje demuestra no es óptimo el uso de aguas contaminada de las bahías de Lago Titicaca en la resistencia del concreto.

SEGUNDA: Asimismo a los profesionales y técnicos operadores en obras civiles que el uso del agua de Lago Titicaca como un agregado para el diseño de mezcla influye negativamente en la resistencia del concreto.

TERCERO: También a los pobladores y trabajadores que el uso del agua de Lago Titicaca puede ser de gran utilidad como agregados para elementos no estructurales y no acudir a esta para elementos estructurales o concretos de alta resistencia por el efecto negativo que tiene esta agua contaminada en reducir la resistencia del concreto.

CUARTO. De la misma forma invoco a profundizar el estudio en otros contextos y nuevos parámetros de análisis dentro de la ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- NTP 339.088 y ASTM C 109M. (s.f.). *La NTP 339.088 y ASTM C 109M*.
- (2004), E. R. (s.f.). *E. RIVVA 2004 NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO*. A.S.T.M. (s.f.).
- Abanto Castillo, F. (1995). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Arellano, J. y Guzmán, J. (2011). *Ingeniería Ambiental. Primera Edición Alfaomega*. México.: Grupo Editor S.A, de C.V.
- Carranza, R. (2001). *Medio Ambiente: Problemas y Soluciones*. Callao, PE.: Edición Consultoría Carranza,.
- E-204, M. (2000). *Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos Y Finos*. Lima: ICG.
- Gil Rodríguez, M. (2005). *Procesos de descontaminación de aguas. Cálculos avanzados informatizados*. Madrid – España.: International Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- Goyenola. (2007). *Guía para la utilización de la Valijas Viajeras – Conductividad*.
- Hurtate, D. (1995). *Comparación de algunos parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las micro-cuencas Pansalic y Pancocha en época seca y lluviosa*. Guatemala.
- James, R. (2009). *La contaminación ambiental como delito, aspectos sustantivos y procesales*. Primera Edición Lima, PE.: Jurista Editores E.I.R.L.
- Lazo, R. &. (2005). *Rodríguez & Lazo*.
- López, R. E. (2010). *Diseño de mezclas*. Lima: ICG.
- Metcalf y Eddy. (1998). *Ingeniería de Aguas Residuales*. Editorial McGraw-Hill.
- Norma ASTM. (150). *NORMA ASTM*.
- Palao, L. (2010). *Descontaminación de la Bahía Interior de Puno con Biotecnología Microorganismos eficaces (EM) Responsabilidad Social y Acción Comunitaria*. Puno.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología de Concreto (Segunda ed.)*. Lima Peru: Colegio de Ingenieros.
- Prieto, J. (2004). *El Agua: Sus formas, efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

- Rivera, I. G. (2010). *Concreto Simple*. Cauca: Universidad del Cauca.
- Rivva López, E. (2010). *naturaleza y materiales del concreto*. Lima: I.C.G.
- Rodríguez & Lazo. (2005). *Rodríguez & Lazo*.
- Schwoerbel, J. (1995). *Métodos de hidrobiología*. trad. España.
- TAPIA, F. E. (2015). *MONITOREO Y EVALUACION DEL CUERPO DE AGUA DE LA BAHIA INTERIOR DE PUNO - LAGO TITICACA*. PUNO: UNA PUNO.
- UNAM. (1994). *Manual de tecnología del concreto Sección 1*. México D.F.: Limusa.
- UNAM. (1994). *Manual de tecnología del concreto Sección 2*. México D.F.: Noriega.
- UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1. (1994). *UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1*.
- Unda, F. (1969). *Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México: ed. Hispano-Americana.

ANEXOS

Anexo N°01
Certificaciones

Anexo N°01.1

RESULTADOS DEL ENSAYOS QUIMICOS DE MATERIALES



Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico Del AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : COMUNIDAD DE CUTIMBO, DISTRITO LARAQUERI, PICHACANI,
PROVINCIA PUNO - PUNO
PROYECTO : Ejecución De Tesis:
INTERESADO : Bachiller: CESAR DARWIN APAZA TURPO.
MOTIVO : Control de Calidad.
MUESTREO : 12/06/2016 por el interesado.
ANÁLISIS : 12/06/2016

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Solido.
COLOR : Características del agregado fino.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7.10
Cloruros como Cl : 12.70 mg/l
Sulfatos como SO_4^{2-} : 6.20 mg/l
Carbonatos : NEGATIVO
Conductividad : 114.300 micro S/cm


INTERPRETACIÓN:

1.- Los resultados están establecidos sobre base seca.

Puno C.U. 22 de agosto del 2016.

VºBº




ING. GERMAN QUILLE CALIZAYA
Jefe Laboratorio Control de Calidad
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
UNA PUNO



Certificado de Análisis

ASUNTO	: Análisis Físico Químico Del AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA	: COMUNIDAD DE CUTIMBO, DISTRITO LARAQUERI, PICHACANI, PROVINCIA PUNO - PUNO
PROYECTO	: Ejecución De Tesis:
INTERESADO	: Bachiller: CESAR DARWIN APAZA TURPO.
MOTIVO	: Control de Calidad.
MUESTREO	: 12/06/2016 por el interesado.
ANÁLISIS	: 12/06/2016

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO	: Solido.
COLOR	: Características del agregado Grueso.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH	: 7.20
Cloruros como Cl	: 10.70 mg/l
Sulfatos como SO_4^{2-}	: 4.60 mg/l
Carbonatos	: NEGATIVO
Conductividad	: 65.40 micro S/cm

INTERPRETACIÓN:

1.- Los resultados están establecidos sobre base seca.

Puno C.U. 22 de agosto del 2016.

VºBº



INGº GERMAN QUILLEGATZAYA
Jefe Laboratorio Control de Calidad
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
UNA PUNO



Certificado de Análisis

ASUNTO	: Análisis Físico Químico Del AGUA DE LA BAHIA DEL LAGO TITICACA - PUNO
PROCEDENCIA	: Cuerpo De Agua De La Bahía Interior Del Lago Titicaca Puno
PROYECTO	: Ejecución De Tesis:
INTERESADO	: Bachiller: CESAR DARWIN APAZA TURPO.
MOTIVO	: Control de Calidad.
MUESTREO	: 16/06/2016 por el interesado.
ANÁLISIS	: 16/06/2016

CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS

ECA-CATEGORIA 4: CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE ACUATICO			
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP Lagunas y Lagos
Potencial De Hidrogeno (PH)	pH	9.12	6,5-8,5
Conductividad Eléctrica	us/cm	1844.00	----
Turbiedad	NTU	9	----
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	3.26	5
Solidos Disueltos Totales (TDS)	mg/L	923.00	500
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	44.40	<5
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg/L	112.24	----
Fosfatos P ₄ ³	mg/L	0.281	0.001
Nitratos Como NO ₃	mg/L	1.04	5
Temperatura de análisis	Celsius	13.20	----

Puno C.U. 22 de agosto del 2016.
VºBº




ING. GERMAN QUILLE CALZAYA
Jefe Laboratorio Control de Calidad
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
UNA PUNO



Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico Del AGUA POTABLE
PROCEDENCIA : AV. COSTANERA, DISTRITO PUNO, PROVINCIA PUNO - PUNO
PROYECTO : Ejecución De Tesis:
INTERESADO : Bachiller: CESAR DARWIN APAZA TURPO.
MOTIVO : Control de Calidad.
MUESTREO : 12/05/2016 por el interesado.
ANÁLISIS : 12/05/2016

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido.
COLOR : Incoloro.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7.40

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Alcalinidad como CaCO_3 : 128.52 mg/
Cloruros como Cl : 298.73 mg/l
Sulfatos como SO_4^{2-} : 68.70 mg/l
Sólidos totales : 815.00 mg/l
Sulfatos totales disueltos : 810.00 mg/l
Conductividad : 1632.00 micro S/cm

INTERPRETACIÓN:

- 1.- Las características fisicoquímicas son normales.
- 2.- Las características Químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos.

DICTAMEN:

Según la norma técnica peruana (MTP 339.088): el agua analizada SE encuentra dentro de los límites establecidos.

Puno C.U. 22 de agosto del 2016.

VºBº




ING. GERARDO CALLE CALIZAYA
Jefe Laboratorio Control de Calidad
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
UNA PUNO

Anexo N°01.2

RESULTADOS DE ENSAYO DE LOS AGREGADOS



CERTIFICADO

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

CERTIFICA:

Que el Sr. CESAR DARWIN APAZA TURPO, con DNI N° 70240236, bachiller el Ingeniería Civil, de la Facultad de ingeniería y Arquitectura de la Universidad Alas Peruanas, hizo realizar ensayos en laboratorio para investigación de su tesis,

Dichos ensayos son los siguientes:

- 01 Ensayo de contenido de humedad agregado Grueso (Roca Minera)
- 01 Ensayo de contenido de humedad agregado fino.
- 01 Determinación de Peso Unitario agregado Grueso (Roca Minera)
- 01 Determinación de Peso Unitario agregado fino
- 01 Ensayo de granulometría agregado Grueso (Roca Minera)
- 01 Ensayo de granulometría agregado fino
- 01 Ensayo de peso específico y Absorción agregado Grueso (Roca Minera)
- 01 Ensayo de peso específico y Absorción agregado Fino

Se le expide la presente certificada a solicitud del interesado para los fines que vea conveniente.

Puno, C.U. 25 de agosto de 2016.


Ing Hipólito Espinoza Rivera
CIP 160635
Lab Construcciones Y Pavimentos
EPIC-UNAP



PESO ESPECÍFICO UNITARIO

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADOS
SOLICITADOR POR : BACH. CESAR DARWIN APAZA TURPO CANTERA: RIO CUTIMBO
FECHA : JUNIO 2016

AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18215.000	18215.000	18205.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8200.000	8200.000	8190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.506	1.506	1.505
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1506		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1474		

PESO UNITARIO COMPACTADO

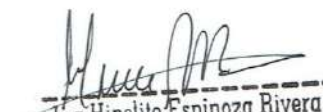
MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18720.000	18715.000	18820.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8705.000	8700.000	8805.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.5660	1.565	1.584
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1571		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1538		

AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	17385.000	17305.000	17255.000
PESO DE LA MUESTRA gr	7370.000	7290.000	7240.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.326	1.311	1.302
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1313		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1306		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18315.000	18285.000	18310.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8300.000	8270.000	8295.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.4930	1.487	1.492
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1491		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1482		


Ing Hipólito Espinoza Rivera
CIP 160635
Lab Construcciones Y Pavimentos
EPIC-UNAP



PESO ESPECÍFICO

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. CESAR DARWIN APAZA TURPO
MUESTRA : AGREGADOS
CANTERA : RIO CUTIMBO
FECHA : JUNIO 2016

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO		
I.- DATOS		
1	PESO DEL PICNOMETRO	388.60
2	PESO DEL ENRASADOR	164.62
3	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS	498.95
4	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA (enrasada)	1353.54
5	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA SSS + AGUA (enrasada)	1627.46
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO.	489.51
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $6/(4+3-5)$	2.18
	Promedio	2.18
2	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. $(3/(4+3-5))$	2.22
	Promedio	2.22
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $6/(4+6-5)$	2.27
	Promedio	2.27
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% ABS((3-6)/6)*100$	1.93
	Promedio	1.93

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.22
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5988.23
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3682.84
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $1/(2-3)$	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))$	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $1/(1-3)$	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% ABS((2-1)/1)*100$	1.87


Ing Hipólito Espinoza Rivera
CIP 150635
Lab. Construcciones y Pavimentos
EPIC-UNAP



CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. CESAR DARWIN APAZA TURPO
CANTERA : RIO CUTIMBO
FECHA : JUNIO 2016

AGREGADO GRUESO

Nro. Tara	B-3	A-7	A-9
Peso de Tara	27.79	30.08	31.73
Peso de Tara + M. Húmeda	264.26	318.35	255.70
Peso de Tara + M. seca	263.10	316.55	254.50
Peso de Muestra Seca	235.31	286.47	222.77
Peso del agua	1.16	1.80	1.20
Contenido de humedad W%	0.49	0.63	0.54
Promedio contenido de Humedad W%	0.55		

AGREGADO FINO

Nro. Tara	A-13	A-14	A-15
Peso de Tara	30.84	31.06	32.27
Peso de Tara + M. Húmeda	273.20	270.36	297.72
Peso de Tara + M. seca	268.00	265.44	292.17
Peso de Muestra Seca	237.16	234.38	259.90
Peso del agua	5.20	4.92	5.55
Contenido de humedad W%	2.19	2.10	2.14
Promedio contenido de Humedad W%	2.14		


Ing Hipólito Espinoza Rivera
CIP 160635
Lab Construcciones y Pavimentos
EPIC-UNAP



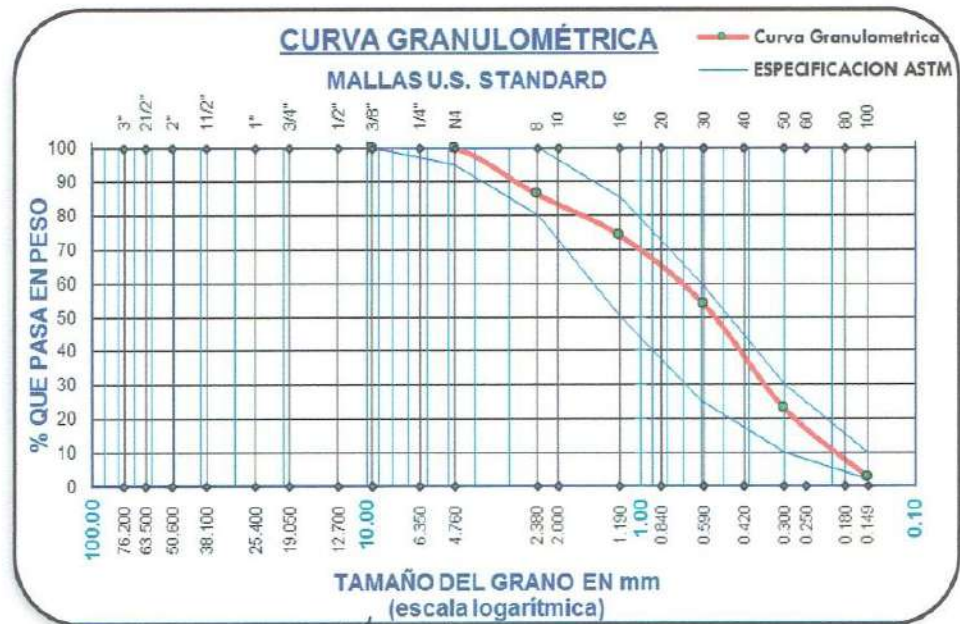
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y MATERIALES**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D2216 - D854 - D4318 - D 427 - D2487)**

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADO FINO
SOLICITADOR POR : BACH. CESAR DARWIN APAZA TURPO CANTERA: RIO CUTIMBO
FECHA : JUNIO 2016

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: Nº 4
3"	76.200						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: P.S. 2316.60 kg P.L. 2315.69 kg % FINOS 0.00 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Contenido de Humedad: 2.14
3/4"	19.050						Peso Unit. Sueito: 1474 kg/m ³
1/2"	12.700						Peso Unit. Compactado: 1538 kg/m ³
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.20 Cu= 3.80 D30= 0.37 Cc= 0.85 D60= 0.77
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	
Nº 8	2.380	319.48	13.79	13.79	86.21	80 100	
Nº 10	2.000						MODULO DE FINEZA: 2.60
Nº 16	1.190	282.74	12.20	26.00	74.00	50 85	
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590	466.05	20.12	46.11	53.89	25 50	
Nº 40	0.420						OBSERVACIONES: El módulo de fineza debe estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse al límite en más o menos 0.2 - m ax 3.35
Nº 50	0.300	714.22	30.83	76.94	23.06	10 30	
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.149	471.62	20.36	97.30	2.70	2 10	
Nº 200	0.074	62.41	2.69	100.00	0.00		
BASE		0.08	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		2316.60	100.00				
% PERDIDA							



Hipólito Espinoza Rivera
Ing Hipólito Espinoza Rivera
C.I.B. 160635



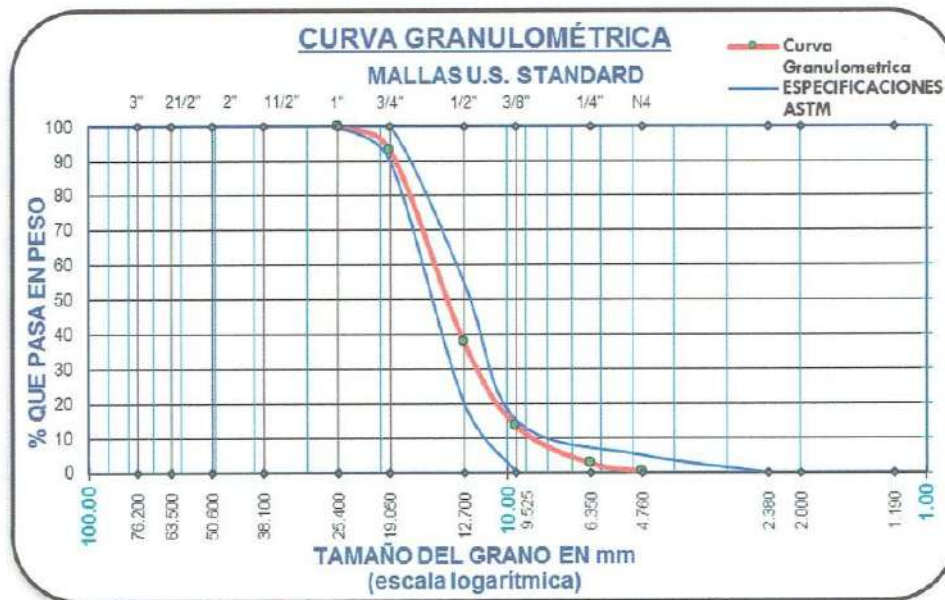
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y MATERIALES**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D2216 - D854 - D4318 - D 427 - D2487)

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADO GRUESO
SOLICITADOR POR : BACH. CESAR DARWIN APAZA TURPO CANTERA: RIO CUTIMBO
FECHA : JUNIO 2016

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1° ASTM C-33-B	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/4"
DESCRIPCION DE LA MUESTRA:							
3"	76.200						P.M. 6428.58 kg
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						Contenido de Humedad: 0.55
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso Unif. Suelto: 1306 kg/m3
3/4"	19.050	437.50	6.81	6.81	93.19	90 100	Peso Unif. Compactado: 1482 kg/m3
1/2"	12.700	3571.75	56.66	62.37	37.63	20 55	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 8.53 Cu= 1.79 D30= 11.70 Cc= 1.05 D60= 15.24
3/8"	9.525	1562.05	24.30	86.66	13.34	0 15	
1/4"	6.350	684.96	10.65	97.32	2.68		MODULO DE FINEZA: 6.93
Nº 4	4.750	149.49	2.33	99.64	0.36	0 5	
Nº 8	2.380						OBSERVACIONES:
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
BASE		22.63	0.36	100.00	0.00		
TOTAL		6428.58	100.00				
% PERDIDA							



Hipólito Espinoza Rivera
Ing Hipólito Espinoza Rivera
CIP 160635

Anexo N°01.3

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA ALA COMPRESIÓN



ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

INFORME N° : 0485-2016-LMS&R-FIM-UNA-PUNO.
 REFERENCIA : ASTM C 39, AASHTO T22.
 FECHA DE EMISIÓN : 16/09/2016.
 SOLICITADO POR : Tesisista - Cesar Darwin Apaza Turpo.
 PROYECTO : TESIS - Efecto Del Agua Contaminada De La Bahía Del Lago Titicaca En La Resistencia Del Concreto En La Ciudad De Puno
 UBICACIÓN : Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario – Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.
 MUESTRA : Briquetas de concreto.
 TECNICO : Fredy Alonso Valcristo Nina.
 RESPONSABLE : Dr. E. Alfredo Cámac Torres.

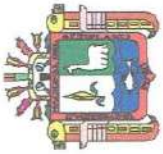
REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm²)	REST. DISEÑO (kg/cm²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm²)	% de Resistencia
AP140 - 71	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.19	81.55	140	7990	97.97	69.88
AP140 - 72	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.16	81.07	140	7920	97.69	69.78
AP140 - 73	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.22	82.03	140	7950	97.03	69.31
AP140 - 74	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.20	81.71	140	7920	96.92	69.23
AP140 - 75	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.15	80.91	140	7890	97.51	69.65
AP140 - 76	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.19	81.55	140	7980	97.85	69.89
AP140 - 77	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.16	81.07	140	7950	98.06	70.04
AP140 - 281	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	140	12430	151.52	108.23
AP140 - 282	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.17	81.23	140	12460	153.39	109.56
AP140 - 283	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.23	82.19	140	12630	153.66	109.76
AP140 - 284	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.18	81.39	140	12480	153.45	109.61
AP140 - 285	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.20	81.71	140	12360	151.26	108.04
AP140 - 286	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	140	12650	154.21	110.15
AP140 - 287	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.18	81.39	140	12410	152.47	108.91

Observaciones:

- La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
- Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización del Laboratorio de la FIM UNA Puno.



Alfredo Cámac Torres
 DR. Alfredo Cámac Torres
 JEFE DE LABORATORIO
 FIM - UNA - PUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 LABORATORIO DE GEOTECNIA Y GEOMECANICA
 Ciudad Universitaria Telf.: 051 366193

INFORME N° : 0485-2016-LMS&R-FIM-UNA-PUNO.
 REFERENCIA : ASTM C 39, AASHTO T22.
 FECHA DE EMISIÓN : 16/09/2016.
 SOLICITADO POR : Tesis - Cesar Darvín Apaza Turpo.
 PROYECTO : TESIS - Efecto Del Agua Contaminada De La Bahía Del Lago Titicaca En La Resistencia Del Concreto En La Ciudad De Puno
 UBICACIÓN : Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario – Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.
 MUESTRA : Briquetas de concreto.
 TECNICO : Fredy Alonso Valeriano Nina.
 RESPONSABLE : Dr. E. Alfredo Cámac Torres.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm²)	REST. DISEÑO (kg/cm²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm²)	% de Resistencia
ALT140 - 71	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	140	6940	85.27	60.90
ALT140 - 72	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.16	81.07	140	6980	86.10	61.50
ALT140 - 73	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.21	81.87	140	7040	85.99	61.42
ALT140 - 74	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.20	81.71	140	6970	85.30	60.93
ALT140 - 75	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.17	81.23	140	6950	85.56	61.11
ALT140 - 76	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.24	82.35	140	7050	85.61	61.15
ALT140 - 77	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.20	81.71	140	6930	84.56	60.40
ALT140 - 281	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.21	81.87	140	10900	133.13	95.09
ALT140 - 282	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	140	11200	136.53	97.52
ALT140 - 283	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.21	81.87	140	11130	135.94	97.10
ALT140 - 284	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.18	81.39	140	11020	135.39	96.71
ALT140 - 285	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.20	81.71	140	11080	135.60	96.85
ALT140 - 286	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.15	80.91	140	10980	135.70	96.83
ALT140 - 287	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.21	81.87	140	11150	136.31	97.36

Observaciones:
 • La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
 • Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización del Laboratorio de la FIM UNA Puno.

Dr. E. Alfredo Cámac Torres
 JEFE DE LABORATORIO
 FIM - UNA - PUNO



ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

INFORME N° : 0485-2016-LMS&R-FIM-UNA-PUNO.
REFERENCIA : ASTM C 39, AASHTO T22.
FECHA DE EMISIÓN : 16/09/2016.
SOLICITADO POR : Tesisista - Cesar Darwín Apaza Turpo.
PROYECTO : TESIS - Efecto Del Agua Contaminada De La Bahía Del Lago Titicaca En La Resistencia Del Concreto En La Ciudad De Puno
UBICACIÓN : Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario – Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.
MUESTRA : Briquetas de concreto.
TECNICO : Fredy Alonso Valeriano Nina.
RESPONSABLE : Dr. E. Alfredo Cámac Torres.

REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm²)	REST. DISEÑO (kg/cm²)	LECTURA DEL DIAL (kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (kg-f/cm²)	% de Resistencia
AP175 - 71	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.22	82.03	175	9860	120.19	68.68
AP175 - 72	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	175	9890	121.51	69.43
AP175 - 73	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.23	82.19	175	9830	119.59	68.34
AP175 - 74	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.16	81.07	175	9820	122.36	69.92
AP175 - 75	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.26	82.88	175	9860	120.47	68.84
AP175 - 76	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.22	82.03	175	9890	120.56	68.89
AP175 - 77	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	175	9920	121.88	69.64
AP175 - 281	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.24	82.35	175	15720	190.88	109.07
AP175 - 282	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.28	83.00	175	15540	188.43	107.68
AP175 - 283	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.27	82.84	175	15620	188.56	107.75
AP175 - 284	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.21	81.87	175	15460	188.83	107.90
AP175 - 285	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.18	81.39	175	15290	187.73	107.28
AP175 - 286	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.26	82.88	175	15850	191.71	109.55
AP175 - 287	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.24	82.35	175	15900	191.85	109.63

Observaciones:

- La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
- Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización del Laboratorio de la FIM UNA Puno.



Dr. Alfredo Cámac Torres
JEFE DE LABORATORIO
FIM - UNA - PUNO



ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

INFORME N° : 0485-2016-LMS&R-FIM-UNA-PUNO.
REFERENCIA : ASTM C 39, AASHIO T22.
FECHA DE EMISIÓN : 16/09/2016.
SOLICITADO POR : Tesisista - Cesar Darwin Apaza Turpo.
PROYECTO : TESIS - Efecto Del Agua Contaminada De La Bahía Del Lago Titicaca En La Resistencia Del Concreto En La Ciudad De Puno
UBICACIÓN : Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario – Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.
MUESTRA : Briquetas de concreto.
TECNICO : Fredy Alonso Valeriano Nina.
RESPONSABLE : Dr. E. Alfredo Cámac Torres.

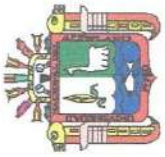
REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm²)	REST. DISEÑO (kg/cm²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm²)	% de Resistencia
ALT175 - 71	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.20	81.71	175	8230	100.72	57.55
ALT175 - 72	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.22	92.03	175	8350	101.91	58.23
ALT175 - 73	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.21	81.87	175	8420	102.84	58.77
ALT175 - 74	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	175	8390	102.71	58.69
ALT175 - 75	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.23	82.19	175	8420	102.44	58.54
ALT175 - 76	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.28	83.00	175	8350	100.72	57.56
ALT175 - 77	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.34	83.97	175	8640	102.89	58.80
ALT175 - 281	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.24	82.35	175	13460	163.44	93.39
ALT175 - 282	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.21	81.87	175	13350	163.06	93.18
ALT175 - 283	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.24	82.35	175	13570	164.77	94.16
ALT175 - 284	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.19	81.55	175	13370	163.94	93.68
ALT175 - 285	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.23	82.19	175	13450	163.64	93.51
ALT175 - 286	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	175	13320	162.37	92.78
ALT175 - 287	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.15	80.91	175	13340	164.87	94.21

Observaciones:

- La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
- Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización del Laboratorio de la FIM UNA Puno.



Alfredo Cámac Torres
Dr. E. Alfredo Cámac Torres
JEFE DE LABORATORIO
FIM - UNA - PUNO



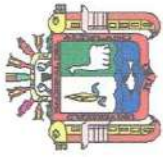
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

INFORME N° : 0485-2016-LMS&R-FIM-UNA-PUNO.
 REFERENCIA : ASTM C 39, AASHTO T22.
 FECHA DE EMISIÓN : 16/09/2016.
 SOLICITADO POR : Tesista - Cesar Darwin Apaza Turpo.
 PROYECTO : TESIS - Efecto Del Agua Contaminada De La Bahía Del Lago Titicaca En La Resistencia Del Concreto En La Ciudad De Puno
 UBICACIÓN : Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario – Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.
 MUESTRA : Briquetas de concreto.
 TECNICO : Fredy Alonso Valeriano Nina.
 RESPONSABLE : Dr. E. Alfredo Cámac Torres.

N° de Ensayo	REGISTRO DE PROBIETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm²)	REST. DISEÑO (kg/cm²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm²)	% de Resistencia
1	AP1210 - 71	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	210	11580	142.27	67.75
2	AP1210 - 72	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.15	80.91	210	11640	143.86	68.50
3	AP1210 - 73	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.21	81.87	210	11590	141.56	67.41
4	AP1210 - 74	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	210	11630	142.89	68.04
5	AP1210 - 75	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.16	81.07	210	11510	141.97	67.60
6	AP1210 - 76	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.22	82.03	210	11680	142.38	67.80
7	AP1210 - 77	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.21	81.87	210	11710	143.03	68.11
8	AP210 - 281	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.23	82.19	210	18630	226.66	107.93
9	AP210 - 282	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.26	82.68	210	18700	226.18	107.71
10	AP210 - 283	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	210	18670	227.59	108.38
11	AP210 - 284	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.18	81.39	210	18230	223.98	106.66
12	AP210 - 285	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.20	81.71	210	18680	228.61	108.86
13	AP210 - 286	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.17	81.23	210	18360	226.02	107.63
14	AP210 - 287	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	210	18520	225.76	107.51

Observaciones:
 • La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
 • Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización del Laboratorio de la FIM UNA Puno.

Dr. E. Alfredo Cámac Torres
 JEFE DE LABORATORIO
 FIM - UNA - PUNO



ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

INFORME N° : 0485-2016-LMS&R-FIM-UNA-PUNO.
 REFERENCIA : ASTM C 39, AASHTO T22.
 FECHA DE EMISIÓN : 16/09/2016.
 SOLICITADO POR : Tesista - Cesar Darwin Apaza Turpo.
 PROYECTO : TESIS - Efecto Del Agua Contaminada De La Bahía Del Lago Titicaca En La Resistencia Del Concreto En La Ciudad De Puno
 UBICACIÓN : Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario – Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.
 MUESTRA : Briquetas de concreto.
 TECNICO : Fredy Alonso Valeriano Nina.
 RESPONSABLE : Dr. E. Alfredo Cámac Torres.

N° de Ensayo	REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm²)	REST. DISEÑO (kg/cm²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm²)	% de Resistencia
1	ALT210 - 71	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.23	82.19	210	9890	121.54	57.88
2	ALT210 - 72	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.20	81.71	210	10030	122.75	58.45
3	ALT210 - 73	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.24	82.35	210	9860	119.73	57.01
4	ALT210 - 74	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.18	81.39	210	9630	120.77	57.51
5	ALT210 - 75	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.23	82.19	210	10030	122.03	58.11
6	ALT210 - 76	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.28	83.00	210	10110	121.81	58.00
7	ALT210 - 77	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	12/07/2016	7	10.21	81.87	210	9860	121.90	58.05
8	ALT210 - 281	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.20	81.71	210	15560	190.42	90.66
9	ALT210 - 282	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.22	82.03	210	15480	188.63	89.82
10	ALT210 - 283	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.24	82.35	210	15660	190.40	90.66
11	ALT210 - 284	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.28	83.00	210	15630	188.31	89.67
12	ALT210 - 285	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.18	81.39	210	15380	189.08	90.04
13	ALT210 - 286	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.23	82.19	210	15570	189.43	90.20
14	ALT210 - 287	Elemento Estructural (Tesis)	05/07/2016	02/08/2016	28	10.26	82.68	210	15660	189.65	90.31

Observaciones:
 • La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
 • Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización del Laboratorio de la FIM UNA Puno.

Dr. E. Alfredo Cámac Torres
 JEFE DE LABORATORIO
 FIM - UNA - PUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y GEOMECÁNICA
Ciudad Universitaria Telf.:051 366193



**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE
MECANICA DE ROCAS Y SUELOS PARA ENSAYOS DE
PROYECTO DE TESIS**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE
ROCAS Y SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

HACE CONSTAR:

Que el tesista, conducente a la obtención del título profesional de ingeniero Civil; Bach.:
CESAR DARWIN APAZA TURPO, hizo uso de los equipos de laboratorio de
MECANICA DE ROCAS Y SUELOS - FIM, para realizar los ensayos requeridos en la
ejecución del proyecto de su tesis.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

- 84 Ensayos de compresión simple de briquetas de concreto.

*Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para la presentación de su
Proyecto de Tesis.*

Puno, C.U. 10 de octubre de 2016.



Anexo N°02

ASTM C31 - Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

ASTM C39 - Método estándar para comprimir especímenes de concreto.



Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field¹

This standard is issued under the fixed designation C 31/C 31M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This practice covers procedures for making and curing cylinder and beam specimens from representative samples of fresh concrete for a construction project.

1.2 The concrete used to make the molded specimens shall be sampled after all on-site adjustments have been made to the mixture proportions, including the addition of mix water and admixtures. This practice is not satisfactory for making specimens from concrete not having measurable slump or requiring other sizes or shapes of specimens.

1.3 The values stated in either inch-pound units or SI units shall be regarded separately as standard. The SI units are shown in brackets. The values stated may not be exact equivalents; therefore each system must be used independently of the other. Combining values from the two units may result in nonconformance.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.5 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 138 Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete²
- C 143 Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete²
- C 172 Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete²
- C 173 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method²
- C 192 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory²
- C 231 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method²

¹ This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing Concrete for Strength.

Current edition approved July 10, 1998. Published February 1999. Originally published as C 31 – 20. Last previous edition C 31 – 96.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

C 403 Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance²

C 470 Specification for Molds for Forming Concrete Test Cylinders Vertically²

C 511 Specification for Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes³

C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens²

C 1064 Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland-Cement Concrete²

2.2 *American Concrete Institute Publication:*⁴

CP-1 Concrete Field Testing Technician, Grade I

309R Guide for Consolidation of Concrete

3. Significance and Use

3.1 This practice provides standardized requirements for making, curing, protecting, and transporting concrete test specimens under field conditions.

3.2 If the specimens are made and standard cured, as stipulated herein, the resulting test data are able to be used for the following purposes:

3.2.1 Acceptance testing for specified strength,

3.2.2 Checking adequacy of mixture proportions for strength, and

3.2.3 Quality control.

3.3 If the specimens are made and field cured, as stipulated herein, the resulting test data are able to be used for the following purposes:

3.3.1 Determination of the time the structure is permitted to be put in service,

3.3.2 Comparison with test results of standard cured specimens or with test results from various in-place test methods,

3.3.3 Adequacy of curing and protection of concrete in the structure, or

3.3.4 Form or shoring removal time requirements.

4. Apparatus

4.1 *Molds, General*—Molds for specimens or fastenings thereto in contact with the concrete shall be made of steel, cast

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.01.

⁴ Available from American Concrete Institute, P.O. Box 9094, Farmington Hills, MI 48333-9094.

iron, or other nonabsorbent material, nonreactive with concrete containing portland or other hydraulic cements. Molds shall hold their dimensions and shape under all conditions of use. Molds shall be watertight during use as judged by their ability to hold water poured into them. Provisions for tests of water leakage are given in the Test Methods for Elongation, Absorption, and Water Leakage section of Specification C 470. A suitable sealant, such as heavy grease, modeling clay, or microcrystalline wax shall be used where necessary to prevent leakage through the joints. Positive means shall be provided to hold base plates firmly to the molds. Reusable molds shall be lightly coated with mineral oil or a suitable nonreactive form release material before use.

4.2 *Cylinder Molds*—Molds for casting concrete test specimens shall conform to the requirements of Specification C 470.

4.3 *Beam Molds*—Beam molds shall be of the shape and dimensions required to produce the specimens stipulated in 5.2. The inside surfaces of the molds shall be smooth. The sides, bottom, and ends shall be at right angles to each other and shall be straight and true and free of warpage. Maximum variation from the nominal cross section shall not exceed 1/8 in. [3 mm] for molds with depth or breadth of 6 in. [150 mm] or more. Molds shall produce specimens at least as long but not more than 1/16 in. [2 mm] shorter than the required length in 5.2.

4.4 *Tamping Rod*—A round, straight steel rod with the dimensions conforming to those in Table 1, having the tamping end or both ends rounded to a hemispherical tip of the same diameter as the rod.

4.5 *Vibrators*—Internal vibrators shall be used. The vibrator frequency shall be at least 7000 vibrations per minute [150 Hz] while the vibrator is operating in the concrete. The diameter of a round vibrator shall be no more than one-third the diameter of the cylinder mold or one-third the width of the beam mold. Other shaped vibrators shall have a perimeter equivalent to the circumference of an appropriate round vibrator. The combined length of the vibrator shaft and vibrating element shall exceed the depth of the section being vibrated by at least 3 in. [75 mm]. The vibrator frequency shall be checked periodically.

NOTE 1—For information on size and frequency of various vibrators and a method to periodically check vibrator frequency see ACI 309.

4.6 *Mallet*—A mallet with a rubber or rawhide head weighing 1.25 ± 0.50 lb [0.6 ± 0.2 kg] shall be used.

4.7 *Small Tools*—Shovels, hand-held floats, scoops, and a vibrating-reed tachometer shall be provided.

4.8 *Slump Apparatus*—The apparatus for measurement of slump shall conform to the requirements of Test Method C 143.

4.9 *Sampling Receptacle*—The receptacle shall be a suitable heavy gage metal pan, wheelbarrow, or flat, clean nonabsorbent board of sufficient capacity to allow easy remixing of the entire sample with a shovel or trowel.

TABLE 1 Tamping Rod Requirements

Diameter of Cylinder or Width of Beam in. [mm]	Rod Dimensions ^A	
	Diameter in. [mm]	Length of Rod in. [mm]
<6 [150]	3/8 [10]	12 [300]
6 [150]	5/8 [16]	20 [500]
9 [225]	5/8 [16]	26 [650]

^A Rod tolerances length ± 4 in. [100 mm] and diameter ± 1/16 in. [2 mm].

4.10 *Air Content Apparatus*—The apparatus for measuring air content shall conform to the requirements of Test Methods C 173 or C 231.

4.11 *Temperature Measuring Devices*—The temperature measuring devices shall conform to the applicable requirements of Test Method C 1064.

5. Testing Requirements

5.1 *Cylindrical Specimens*—Compressive or splitting tensile strength specimens shall be cylinders cast and allow to set in an upright position, with a length equal to twice the diameter. The standard specimen shall be the 6 by 12-in. [150 by 300-mm] cylinder when the nominal maximum size of the coarse aggregate does not exceed 2 in. [50 mm] (Note 2, Note 3). When the nominal maximum size of the coarse aggregate does exceed 2 in. [50 mm], either the concrete sample shall be treated by wet sieving as described in Practice C 172 or the diameter of the cylinder shall be at least three times the nominal maximum size of coarse aggregate in the concrete. For acceptance testing for specified strength, cylinders smaller than 6 by 12 in. [150 by 300 mm] shall not be used, unless another size is specified (Note 4).

NOTE 2—The nominal maximum size is the smallest sieve opening through which the entire amount of aggregate is permitted to pass.

NOTE 3—When molds in SI units are required and not available, equivalent inch-pound unit size mold should be permitted.

NOTE 4—For uses other than acceptance testing for specified strength, a 4 by 8 in. [100 by 200 mm] or 5 by 10 in. [125 by 250 mm] cylinder may be suitable. However, the diameter of any cylinder shall be at least three times the nominal maximum size of the coarse aggregate in the concrete (Note 2). When cylinders smaller than the standard size are used, within-test variability has been shown to be higher but not to a statistically significant degree. The compressive strength results are affected by a number of factors including cylinder size.

5.2 *Beam Specimens*—Flexural strength specimens shall be beams of concrete cast and hardened in the horizontal position. The length shall be at least 2 in. [50 mm] greater than three times the depth as tested. The ratio of width to depth as molded shall not exceed 1.5. The standard beam shall be 6 by 6 in. [150 by 150 mm] in cross section, and shall be used for concrete with nominal maximum size coarse aggregate up to 2 in. [50 mm] (Note 2). When the nominal maximum size of the coarse aggregate exceeds 2 in. [50 mm], the smaller cross sectional dimension of the beam shall be at least three times the nominal maximum size of the coarse aggregate. Unless required by project specifications, beams made in the field shall not have a width or depth of less than 6 in. [150 mm].

5.3 *Field Technicians*—The field technicians making and curing specimens for acceptance testing shall be certified ACI Field Testing Technicians, Grade I or equivalent. Equivalent personnel certification programs shall include both written and performance examinations, as outlined in ACI CP-1.

6. Sampling Concrete

6.1 The samples used to fabricate test specimens under this standard shall be obtained in accordance with Practice C 172 unless an alternative procedure has been approved.

6.2 Record the identification of the sample with respect to the location of the concrete represented and the time of casting.

7. Slump, Air Content, and Temperature

7.1 *Slump*—Measure and record the slump of each batch of concrete from which specimens are made immediately after remixing in the receptacle, as required in Test Method C 143.

7.2 *Air Content*—Determine and record the air content in accordance with either Test Method C 173 or Test Method C 231. The concrete used in performing the air content test shall not be used in fabricating test specimens.

7.3 *Temperature*—Determine and record the temperature in accordance with Test Method C 1064.

NOTE 5—Some specifications may require the measurement of the unit weight of concrete. The volume of concrete produced per batch may be desired on some projects. Also, additional information on the air content measurements may be desired. Test Method C 138 is used to measure the unit weight, yield, and gravimetric air content of freshly mixed concrete.

8. Molding Specimens

8.1 *Place of Molding*—Mold specimens promptly on a level, rigid surface, free of vibration and other disturbances, at a place as near as practicable to the location where they are to be stored.

8.2 *Casting Cylinders*—Select the proper tamping rod from 4.4 and Table 1 or the proper vibrator from 4.5. Determine the method of consolidation from Table 2, unless another method is specified. If the method of consolidation is rodding, determine molding requirements from Table 3. If the method of consolidation is vibration, determine molding requirements from Table 4. Select a small tool of a size and shape large enough so each amount of concrete obtained from the sampling receptacle will be representative and small enough so concrete is not lost when being placed in the mold. While placing the concrete in the mold, move the small tool around the perimeter of the mold opening to ensure an even distribution of the concrete and minimize segregation. Each layer of concrete shall be consolidated as required. In placing the final layer, add an amount of concrete that will fill the mold after consolidation.

8.3 *Casting Beams*—Select the proper tamping rod from 4.4 and Table 1 or proper vibrator from 4.5. Determine the method of consolidation from Table 2, unless another method is specified. If the method of consolidation is rodding, determine the molding requirements from Table 3. If the method of consolidation is vibration, determine the molding requirements from Table 4. Determine the number of roddings per layer, one for each 2 in.² [14 cm²] of the top surface area of the beam. Select a small tool, of the size and shape large enough so each amount of concrete obtained from the sampling receptacle is representative and small enough so concrete is not lost when placed in the mold. Each layer shall be consolidated as required. In placing the final layer, add an amount of concrete that will fill the mold after consolidation. Place the concrete so that it is uniformly distributed within each layer with a minimum of segregation.

TABLE 2 Method of Consolidation Requirements

Slump in. (mm)	Method of Consolidation
>3 (75)	rodding
1 to 3 (25 to 75)	rodding or vibration
<1 (25)	vibration

TABLE 3 Molding Requirements by Rodding

Specimen Type and Size	Number of Layers	Number of Roddings per Layer	Approximate Depth of Layer, in. (mm)
Cylinders:			
Diameter, in. (mm)			
4 [100]	3	25	one-third depth of specimen
6 [150]	3	25	one-third depth of specimen
9 [225]	4	50	4.5 [112]
Beams:			
Width, in. (mm)			
6 [150] to 8 [200]	2	see 8.3	one-half depth of specimen
>8 [200]	3 or more	see 8.3	3 [75] to 4 [100]

TABLE 4 Molding Requirements by Vibration

Specimen Type and Size	Number of Layers	Number of Vibrator Insertions per Layer	Approximate Depth of Layer, in. (mm)
Cylinders:			
Diameter, in. (mm)			
4 [100]	2	1	one-half depth of specimen
6 [150]	2	2	one-half depth of specimen
9 [225]	2	4	one-half depth of specimen
Beams:			
Width, in. (mm)			
6 [150] to 8 [200]	1	see 8.4.2	depth of specimen
over 8 [200]	2 or more	see 8.4.2	8 [200] as near as practicable

8.4 *Consolidation*—The methods of consolidation for this practice are rodding or internal vibration.

8.4.1 *Rodding*—Place the concrete in the mold, in the required number of layers of approximately equal volume. Rod each layer with the rounded end of the rod using the required number of roddings. Rod the bottom layer throughout its depth. Distribute the roddings uniformly over the cross section of the mold. For each upper layer, allow the rod to penetrate through the layer being rodded and into the layer below approximately 1 in. [25 mm]. After each layer is rodded, tap the outsides of the mold lightly 10 to 15 times with the mallet, to close any holes left by rodding and to release any large air bubbles that may have been trapped. Use an open hand to tap light-gage single-use cylinder molds which are susceptible to damage if tapped with a mallet. After tapping, spade the concrete along the sides and ends of beam molds with a trowel or other suitable tool. Underfilled molds shall be adjusted with representative concrete during consolidation of the top layer. Overfilled molds shall have excess concrete removed.

8.4.2 *Vibration*—Maintain a uniform time period for duration of vibration for the particular kind of concrete, vibrator, and specimen mold involved. The duration of vibration required will depend upon the workability of the concrete and the effectiveness of the vibrator. Usually sufficient vibration has been applied as soon as the surface of the concrete has become relatively smooth. Continue vibration only long enough to achieve proper consolidation of the concrete. Overvibration may cause segregation. Fill the molds and vibrate in the required number of approximately equal layers. Place all the concrete for each layer in the mold before starting vibration of that layer. In compacting the specimen, the vibrator shall not be allowed to rest on the bottom or sides of the mold. Carefully

withdraw the vibrator in such a manner that no air pockets are left in the specimen. When placing the final layer, avoid overfilling by more than $\frac{1}{4}$ in. [6 mm].

8.4.2.1 *Cylinders*—The number of insertions of the vibrator per layer is given in Table 4. When more than one insertion per layer is required distribute the insertion uniformly within each layer. Allow the vibrator to penetrate through the layer being vibrated, and into the layer below, approximately 1 in. [25 mm]. After each layer is vibrated, tap the outsides of the mold lightly 10 to 15 times with the mallet, to close any holes that remain and to release any large air bubbles that may have been trapped. Use an open hand to tap light-gage single-use molds which are susceptible to damage if tapped with a mallet.

8.4.2.2 *Beams*—Insert the vibrator at intervals not exceeding 6 in. [150 mm] along the center line of the long dimension of the specimen. For specimens wider than 6 in., use alternating insertions along two lines. Allow the shaft of the vibrator to penetrate into the bottom layer approximately 1 in. (25 mm). After each layer is vibrated, tap the outsides of the mold lightly 10 to 15 times with the mallet to close any holes left by vibrating and to release any large air bubbles that may have been trapped.

8.5 *Finishing*—After consolidation, strike off excess concrete from the surface and float or trowel as required. Perform all finishing with the minimum manipulation necessary to produce a flat even surface that is level with the rim or edge of the mold and that has no depressions or projections larger than $\frac{1}{8}$ in. [3.3 mm].

8.5.1 *Cylinders*—After consolidation, finish the top surfaces by striking them off with the tamping rod where the consistency of the concrete permits or with a wood float or trowel. If desired, cap the top surface of freshly made cylinders with a thin layer of stiff portland cement paste which is permitted to harden and cure with the specimen. See section on Capping Materials of Practice C 617.

8.5.2 *Beams*—After consolidation of the concrete, use a hand-held float to strike off the top surface to the required tolerance to produce a flat, even surface.

8.6 *Identification*—Mark the specimens to positively identify them and the concrete they represent. Use a method that will not alter the top surface of the concrete. Do not mark the removable caps. Upon removal of the molds, mark the test specimens to retain their identities.

9. Curing

9.1 *Protection*—Immediately after finishing, precautions shall be taken to prevent evaporation and loss of water from the specimens. Protect the outside surfaces of cardboard molds from contact with wet burlap or other sources of water. Cover specimens with a nonabsorbent, nonreactive plate or sheet of impervious plastic. When wetted burlap is used over the plate or plastic sheet to help retard evaporation, the burlap must not be in contact with the surface of the concrete.

9.2 *Standard Curing*—Standard curing is the curing method used when the specimens are made and cured for the purposes stated in 3.2.

9.2.1 *Storage*—If specimens cannot be molded at the place where they will receive initial curing, immediately after finishing move the specimens to an initial curing place for

storage (Note 6). The supporting surface on which specimens are stored shall be level to within $\frac{1}{4}$ in. per ft [20 mm per m]. If cylinders in the single use molds are moved, lift and support the cylinders from the bottom of the molds with a large trowel or similar device. If the top surface is marred during movement to place of initial storage, immediately refinish.

9.2.2 *Initial Curing*—After molding, the specimens shall be stored in a temperature range between 60 to 80°F [16 to 27°C] and in a moist environment preventing moisture loss up to 48 h (Note 6). Shield all specimens from direct sunlight and, if used, radiant heating devices. The storage temperature shall be controlled by use of cooling or heating devices, as necessary. Record the temperature of the storage environment using a maximum-minimum thermometer. For concrete mixtures with specified strengths of 6 000 psi [40 MPa] or greater, the initial storage curing temperature shall be between 68 and 78°F [20 and 26°C]. Specimens that are to be transported to the laboratory for final curing of Section 9.2.3 before 48 h shall remain in the molds in a moist environment, until they are received in the laboratory, demolded and placed in final curing. If specimens are not transported within 48 h, the molds shall be removed within 24 ± 8 h and final curing used until transported (see 10.1).

NOTE 6—It may be necessary to create an environment during the initial curing to provide satisfactory moisture and to control the temperature. The specimens may be immediately immersed in water saturated with calcium hydroxide, stored in tightly constructed wooden boxes, damp sand pits, temporary buildings at construction sites, under wet burlap or heavyweight closed plastic bags. For concrete mixtures with specified compressive strengths of 6 000 psi [40 MPa] or greater, heat of hydration generated during the early ages may raise the storage temperature above the required storage temperature. Immersion in water saturated with calcium hydroxide may be the easiest method to maintain the required storage temperature. Immersing in water saturated with calcium hydroxide should not be used for specimens in cardboard or other molds that expand when immersed in water. Other suitable methods may be used provided the requirements limiting specimen temperature and moisture loss are met. The temperature may be controlled by ventilation, thermostatically controlled thermal devices, or by heating devices such as stoves, light bulbs, or thermostatically controlled heating elements. Early age strength test results may be lower when stored near 60°F [16°C] and higher when stored near 80°F [27°C].

9.2.3 Final Curing:

9.2.3.1 *Cylinders*—Upon completion of initial curing and within 30 min after removing the molds, cure specimens with free water maintained on their surfaces at all times at a temperature of $73 \pm 3^\circ\text{F}$ [$23 \pm 2^\circ\text{C}$] using water storage tanks or moist rooms complying with the requirements of Specification C 511. Temperatures between 68 and 86°F [20 and 30°C] are permitted for a period not to exceed 3 h immediately prior to test if free moisture is maintained on the surfaces of the specimen at all times, except when capping with sulfur mortar capping compound. When capping with this material, the ends of the cylinder will be dried as described in Practice C 617.

9.2.3.2 *Beams*—Beams are to be cured the same as cylinders (see 9.2.3.1) except for 24 ± 4 h prior to testing, they shall be stored in water saturated with calcium hydroxide at $73 \pm 3^\circ\text{F}$ [$23 \pm 2^\circ\text{C}$]. Drying of the surfaces of the beam shall be prevented between removal from water storage and completion of testing.

NOTE 7—Relatively small amounts of surface drying of flexural specimens can induce tensile stresses in the extreme fibers that will markedly reduce the indicated flexural strength.

9.3 *Field Curing*—Field curing is the curing method used for the specimens made and cured as stated in 3.3.

9.3.1 *Cylinders*—Store cylinders in or on the structure as near to the point of deposit of the concrete represented as possible. Protect all surfaces of the cylinders from the elements in as near as possible the same way as the formed work. Provide the cylinders with the same temperature and moisture environment as the structural work. Test the specimens in the moisture condition resulting from the specified curing treatment. To meet these conditions, specimens made for the purpose of determining when a structure is permitted to be put in service shall be removed from the molds at the time of removal of form work.

9.3.2 *Beams*—As nearly as practicable, cure beams in the same manner as the concrete in the structure. At the end of 48 ± 4 h after molding, take the molded specimens to the storage location and remove from the molds. Store specimens representing pavements of slabs on grade by placing them on the ground as molded, with their top surfaces up. Bank the sides and ends of the specimens with earth or sand that shall be kept damp, leaving the top surfaces exposed to the specified curing treatment. Store specimens representing structure concrete as near the point in the structure they represent as possible, and afford them the same temperature protection and moisture environment as the structure. At the end of the curing period leave the specimens in place exposed to the weather in the same manner as the structure. Remove all beam specimens from field storage and store in water saturated with calcium hydroxide at $73 \pm 3^\circ\text{F}$ [$23 \pm 2^\circ\text{C}$] for 24 ± 4 h immediately before time of testing to ensure uniform moisture condition

from specimen to specimen. Observe the precautions given in 9.2.3.2 to guard against drying between time of removal from curing to testing.

10. Transportation of Specimens to Laboratory

10.1 Prior to transporting, cure and protect specimens as required in Section 9. Specimens shall not be transported until at least 8 h after final set. (See Note 8). During transporting, protect the specimens with suitable cushioning material to prevent damage from jarring. During cold weather, protect the specimens from freezing with suitable insulation material. Prevent moisture loss during transportation by wrapping the specimens in plastic, wet burlap, by surrounding them with wet sand, or tight fitting plastic caps on plastic molds. Transportation time shall not exceed 4 h.

NOTE 8—Setting time may be measured by Test Method C 403.

11. Report

11.1 Report the following information to the laboratory that will test the specimens:

- 11.1.1 Identification number,
- 11.1.2 Location of concrete represented by the samples,
- 11.1.3 Date, time and name of individual molding specimens,
- 11.1.4 Slump, air content, and concrete temperature, test results and results of any other tests on the fresh concrete and any deviations from referenced standard test methods, and
- 11.1.5 Curing method.

12. Keywords

12.1 beams; casting samples; concrete; curing; cylinders; testing

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).



Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens¹

This standard is issued under the fixed designation C 39/C 39M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers determination of compressive strength of cylindrical concrete specimens such as molded cylinders and drilled cores. It is limited to concrete having a unit weight in excess of 50 lb/ft³ [800 kg/m³].

1.2 The values stated in either inch-pound or SI units are to be regarded separately as standard. The SI units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in nonconformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.4 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field²
- C 42 Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete²
- C 192 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory²
- C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens²
- C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials²
- C 873 Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds²
- C 1077 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation²
- C 1231 Practice for Use of Unbonded Caps in Determina-

tion of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders²

E 4 Practices for Force Verification of Testing Machines³

E 74 Practice for Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Load Indication of Testing Machines³

Manual of Aggregate and Concrete Testing²

2.2 *American Concrete Institute:*

CP-16 Concrete Laboratory Testing Technician, Grade I⁴

3. Summary of Test Method

3.1 This test method consists of applying a compressive axial load to molded cylinders or cores at a rate which is within a prescribed range until failure occurs. The compressive strength of the specimen is calculated by dividing the maximum load attained during the test by the cross-sectional area of the specimen.

4. Significance and Use

4.1 Care must be exercised in the interpretation of the significance of compressive strength determinations by this test method since strength is not a fundamental or intrinsic property of concrete made from given materials. Values obtained will depend on the size and shape of the specimen, batching, mixing procedures, the methods of sampling, molding, and fabrication and the age, temperature, and moisture conditions during curing.

4.2 This test method is used to determine compressive strength of cylindrical specimens prepared and cured in accordance with Practices C 31, C 192, C 617 and C 1231 and Test Methods C 42 and C 873.

4.3 The results of this test method are used as a basis for quality control of concrete proportioning, mixing, and placing operations; determination of compliance with specifications; control for evaluating effectiveness of admixtures and similar uses.

4.4 The individual who tests concrete cylinders for acceptance testing shall have demonstrated a knowledge and ability to perform the test procedure equivalent to the minimum guidelines for certification of Concrete Laboratory Technician, Level I, in accordance with ACI CP-16.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing Concrete for Strength.

Current edition approved July 10, 1999. Published September 1999. Originally published as C 39 – 21 T. Last previous edition C 39 – 96.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 03.01.

⁴ Available from American Concrete Institute, P.O. Box 9094, Farmington Hills, MI 48333-9094.

NOTE 1—The testing laboratory performing this test method should be evaluated in accordance with Practice C 1077.

$$E_p = 100(A - B)/B$$

5. Apparatus

5.1 *Testing Machine*—The testing machine shall be of a type having sufficient capacity and capable of providing the rates of loading prescribed in 7.5.

5.1.1 Verification of calibration of the testing machines in accordance with Practices E 4 is required under the following conditions:

5.1.1.1 After an elapsed interval since the previous verification of 18 months maximum, but preferably after an interval of 12 months.

5.1.1.2 On original installation or relocation of the machine.

5.1.1.3 Immediately after making repairs or adjustments that affect the operation of the force applying system of the machine or the values displayed on the load indicating system, except for zero adjustments that compensate for the mass of bearing blocks, or specimen, or both, or

5.1.1.4 Whenever there is reason to doubt the accuracy of the results, without regard to the time interval since the last verification.

5.1.2 *Design*—The design of the machine must include the following features:

5.1.2.1 The machine must be power operated and must apply the load continuously rather than intermittently, and without shock. If it has only one loading rate (meeting the requirements of 7.5), it must be provided with a supplemental means for loading at a rate suitable for verification. This supplemental means of loading may be power or hand operated.

NOTE 2—High-strength concrete cylinders rupture more intensely than normal strength cylinders. As a safety precaution, it is recommended that the testing machines should be equipped with protective fragment guards.

5.1.2.2 The space provided for test specimens shall be large enough to accommodate, in a readable position, an elastic calibration device which is of sufficient capacity to cover the potential loading range of the testing machine and which complies with the requirements of Practice E 74.

NOTE 3—The types of elastic calibration devices most generally available and most commonly used for this purpose are the circular proving ring or load cell.

5.1.3 *Accuracy*—The accuracy of the testing machine shall be in accordance with the following provisions:

5.1.3.1 The percentage of error for the loads within the proposed range of use of the testing machine shall not exceed $\pm 1.0\%$ of the indicated load.

5.1.3.2 The accuracy of the testing machine shall be verified by applying five test loads in four approximately equal increments in ascending order. The difference between any two successive test loads shall not exceed one third of the difference between the maximum and minimum test loads.

5.1.3.3 The test load as indicated by the testing machine and the applied load computed from the readings of the verification device shall be recorded at each test point. Calculate the error, E , and the percentage of error, E_p , for each point from these data as follows:

$$E = A - B \tag{1}$$

where:

A = load, lbf [kN] indicated by the machine being verified, and

B = applied load, lbf [kN] as determined by the calibrating device.

5.1.3.4 The report on the verification of a testing machine shall state within what loading range it was found to conform to specification requirements rather than reporting a blanket acceptance or rejection. In no case shall the loading range be stated as including loads below the value which is 100 times the smallest change of load estimable on the load-indicating mechanism of the testing machine or loads within that portion of the range below 10 % of the maximum range capacity.

5.1.3.5 In no case shall the loading range be stated as including loads outside the range of loads applied during the verification test.

5.1.3.6 The indicated load of a testing machine shall not be corrected either by calculation or by the use of a calibration diagram to obtain values within the required permissible variation.

5.2 The testing machine shall be equipped with two steel bearing blocks with hardened faces (Note 4), one of which is a spherically seated block that will bear on the upper surface of the specimen, and the other a solid block on which the specimen shall rest. Bearing faces of the blocks shall have a minimum dimension at least 3 % greater than the diameter of the specimen to be tested. Except for the concentric circles described below, the bearing faces shall not depart from a plane by more than 0.001 in. [0.02 mm] in any 6 in. [150 mm] of blocks 6 in. [150 mm] in diameter or larger, or by more than 0.001 in. [0.02 mm] in the diameter of any smaller block; and new blocks shall be manufactured within one half of this tolerance. When the diameter of the bearing face of the spherically seated block exceeds the diameter of the specimen by more than 0.5 in. [13 mm], concentric circles not more than 0.03 in. [0.8 mm] deep and not more than 0.04 in. [1 mm] wide shall be inscribed to facilitate proper centering.

NOTE 4—It is desirable that the bearing faces of blocks used for compression testing of concrete have a Rockwell hardness of not less than 55 HRC.

5.2.1 Bottom bearing blocks shall conform to the following requirements:

5.2.1.1 The bottom bearing block is specified for the purpose of providing a readily machinable surface for maintenance of the specified surface conditions (Note 5). The top and bottom surfaces shall be parallel to each other. If the testing machine is so designed that the platen itself is readily maintained in the specified surface condition, a bottom block is not required. Its least horizontal dimension shall be at least 3 % greater than the diameter of the specimen to be tested. Concentric circles as described in 5.2 are optional on the bottom block.

NOTE 5—The block may be fastened to the platen of the testing machine.

5.2.1.2 Final centering must be made with reference to the upper spherical block. When the lower bearing block is used to

assist in centering the specimen, the center of the concentric rings, when provided, or the center of the block itself must be directly below the center of the spherical head. Provision shall be made on the platen of the machine to assure such a position.

5.2.1.3 The bottom bearing block shall be at least 1 in. [25 mm] thick when new, and at least 0.9 in. [22.5 mm] thick after any resurfacing operations.

5.2.2 The spherically seated bearing block shall conform to the following requirements:

5.2.2.1 The maximum diameter of the bearing face of the suspended spherically seated block shall not exceed the values given below:

Diameter of Test Specimens, in. [mm]	Maximum Diameter of Bearing Face, in. [mm]
2 [50]	4 [105]
3 [75]	5 [130]
4 [100]	6.5 [165]
6 [150]	10 [255]
8 [200]	11 [280]

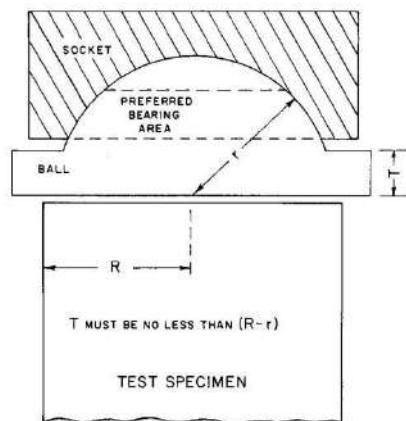
NOTE 6—Square bearing faces are permissible, provided the diameter of the largest possible inscribed circle does not exceed the above diameter.

5.2.2.2 The center of the sphere shall coincide with the surface of the bearing face within a tolerance of $\pm 5\%$ of the radius of the sphere. The diameter of the sphere shall be at least 75% of the diameter of the specimen to be tested.

5.2.2.3 The ball and the socket must be so designed by the manufacturer that the steel in the contact area does not permanently deform under repeated use, with loads up to 12 000 psi [85 MPa] on the test specimen.

NOTE 7—The preferred contact area is in the form of a ring (described as preferred "bearing" area) as shown on Fig. 1.

5.2.2.4 The curved surfaces of the socket and of the spherical portion shall be kept clean and shall be lubricated with a petroleum-type oil such as conventional motor oil, not with a pressure type grease. After contacting the specimen and application of small initial load, further tilting of the spherically seated block is not intended and is undesirable.



NOTE 1—Provision shall be made for holding the ball in the socket and for holding the entire unit in the testing machine.

FIG. 1 Schematic Sketch of a Typical Spherical Bearing Block

5.2.2.5 If the radius of the sphere is smaller than the radius of the largest specimen to be tested, the portion of the bearing face extending beyond the sphere shall have a thickness not less than the difference between the radius of the sphere and radius of the specimen. The least dimension of the bearing face shall be at least as great as the diameter of the sphere (see Fig. 1).

5.2.2.6 The movable portion of the bearing block shall be held closely in the spherical seat, but the design shall be such that the bearing face can be rotated freely and tilted at least 4° in any direction.

5.3 Load Indication:

5.3.1 If the load of a compression machine used in concrete testing is registered on a dial, the dial shall be provided with a graduated scale that is readable to at least the nearest 0.1% of the full scale load (Note 8). The dial shall be readable within 1% of the indicated load at any given load level within the loading range. In no case shall the loading range of a dial be considered to include loads below the value that is 100 times the smallest change of load that can be read on the scale. The scale shall be provided with a graduation line equal to zero and so numbered. The dial pointer shall be of sufficient length to reach the graduation marks; the width of the end of the pointer shall not exceed the clear distance between the smallest graduations. Each dial shall be equipped with a zero adjustment located outside the dialcase and easily accessible from the front of the machine while observing the zero mark and dial pointer. Each dial shall be equipped with a suitable device that at all times until reset, will indicate to within 1% accuracy the maximum load applied to the specimen.

NOTE 8—Readability is considered to be 0.02 in. [0.5 mm] along the arc described by the end of the pointer. Also, one half of a scale interval is readable with reasonable certainty when the spacing on the load indicating mechanism is between 0.04 in. [1 mm] and 0.06 in. [2 mm]. When the spacing is between 0.06 and 0.12 in. [2 and 3 mm], one third of a scale interval is readable with reasonable certainty. When the spacing is 0.12 in. [3 mm] or more, one fourth of a scale interval is readable with reasonable certainty.

5.3.2 If the testing machine load is indicated in digital form, the numerical display must be large enough to be easily read. The numerical increment must be equal to or less than 0.10% of the full scale load of a given loading range. In no case shall the verified loading range include loads less than the minimum numerical increment multiplied by 100. The accuracy of the indicated load must be within 1.0% for any value displayed within the verified loading range. Provision must be made for adjusting to indicate true zero at zero load. There shall be provided a maximum load indicator that at all times until reset will indicate within 1% system accuracy the maximum load applied to the specimen.

6. Specimens

6.1 Specimens shall not be tested if any individual diameter of a cylinder differs from any other diameter of the same cylinder by more than 2%.

NOTE 9—This may occur when single use molds are damaged or deformed during shipment, when flexible single use molds are deformed during molding or when a core drill deflects or shifts during drilling.

6.2 Neither end of compressive test specimens when tested

shall depart from perpendicularity to the axis by more than 0.5° (approximately equivalent to 0.12 in. [3 in 300 mm]). The ends of compression test specimens that are not plane within 0.002 in. [0.050 mm] shall be sawed or ground to meet that tolerance, or capped in accordance with either Practice C 617 or Practice C 1231. The diameter used for calculating the cross-sectional area of the test specimen shall be determined to the nearest 0.01 in. [0.25 mm] by averaging two diameters measured at right angles to each other at about midheight of the specimen.

6.3 The number of individual cylinders measured for determination of average diameter may be reduced to one for each ten specimens or three specimens per day, whichever is greater, if all cylinders are known to have been made from a single lot of reusable or single-use molds which consistently produce specimens with average diameters within a range of 0.02 in. [0.5 mm]. When the average diameters do not fall within the range of 0.02 in. [0.5 mm] or when the cylinders are not made from a single lot of molds, each cylinder tested must be measured and the value used in calculation of the unit compressive strength of that specimen. When the diameters are measured at the reduced frequency, the cross-sectional areas of all cylinders tested on that day shall be computed from the average of the diameters of the three or more cylinders representing the group tested that day.

6.4 The length shall be measured to the nearest 0.05 *D* when the length to diameter ratio is less than 1.8, or more than 2.2, or when the volume of the cylinder is determined from measured dimensions.

7. Procedure

7.1 Compression tests of moist-cured specimens shall be made as soon as practicable after removal from moist storage.

7.2 Test specimens shall be kept moist by any convenient method during the period between removal from moist storage and testing. They shall be tested in the moist condition.

7.3 All test specimens for a given test age shall be broken within the permissible time tolerances prescribed as follows:

Test Age	Permissible Tolerance
24 h	± 0.5 h or 2.1 %
3 days	2 h or 2.8 %
7 days	6 h or 3.6 %
28 days	20 h or 3.0 %
90 days	2 days 2.2 %

7.4 *Placing the Specimen*—Place the plain (lower) bearing block, with its hardened face up, on the table or platen of the testing machine directly under the spherically seated (upper) bearing block. Wipe clean the bearing faces of the upper and lower bearing blocks and of the test specimen and place the test specimen on the lower bearing block. Carefully align the axis of the specimen with the center of thrust of the spherically seated block.

7.4.1 *Zero Verification and Block Seating*—Prior to testing the specimen, verify that the load indicator is set to zero. In cases where the indicator is not properly set to zero, adjust the indicator (Note 10). As the spherically seated block is brought to bear on the specimen, rotate its movable portion gently by hand so that uniform seating is obtained.

NOTE 10—The technique used to verify and adjust load indicator to zero will vary depending on the machine manufacturer. Consult your owner’s manual or compression machine calibrator for the proper technique.

7.5 *Rate of Loading*—Apply the load continuously and without shock.

7.5.1 For testing machines of the screw type, the moving head shall travel at a rate of approximately 0.05 in. [1 mm]/min when the machine is running idle. For hydraulically operated machines, the load shall be applied at a rate of movement (platen to crosshead measurement) corresponding to a loading rate on the specimen within the range of 20 to 50 psi/s [0.15 to 0.35 MPa/s]. The designated rate of movement shall be maintained at least during the latter half of the anticipated loading phase of the testing cycle.

7.5.2 During the application of the first half of the anticipated loading phase a higher rate of loading shall be permitted.

7.5.3 Make no adjustment in the rate of movement of the platen at any time while a specimen is yielding rapidly immediately before failure.

7.6 Apply the load until the specimen fails, and record the maximum load carried by the specimen during the test. Note the type of failure and the appearance of the concrete.

8. Calculation

8.1 Calculate the compressive strength of the specimen by dividing the maximum load carried by the specimen during the test by the average cross-sectional area determined as described in Section 6 and express the result to the nearest 10 psi [0.1 MPa].

8.2 If the specimen length to diameter ratio is less than 1.8, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87 (Note 11)

NOTE 11—These correction factors apply to lightweight concrete weighing between 100 and 120 lb/ft³ [1600 and 1920 kg/m³] and to normal weight concrete. They are applicable to concrete dry or soaked at the time of loading. Values not given in the table shall be determined by interpolation. The correction factors are applicable for nominal concrete strengths from 2000 to 6000 psi [15 to 45 MPa].

9. Report

9.1 Report the following information:

9.1.1 Identification number,

9.1.2 Diameter (and length, if outside the range of 1.8*D* to 2.2*D*), in inches [millimetres],

9.1.3 Cross-sectional area, in square inches [square millimetres],

9.1.4 Maximum load, in pounds-force [kilonewtons],

9.1.5 Compressive strength calculated to the nearest 10 psi [0.1 MPa],

9.1.6 Type of fracture, if other than the usual cone (see Fig. 2),

9.1.7 Defects in either specimen or caps, and,

9.1.8 Age of specimen.

10. Precision and Bias

10.1 *Precision*—The single operator precision of tests of individual 6 by 12 in. [150 by 300 mm] cylinders made from

ASTM C 39/C 39M

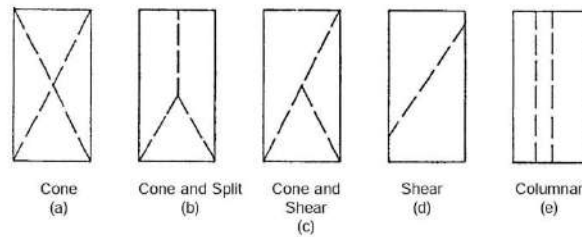


FIG. 2 Sketches of Types of Fracture

a well-mixed sample of concrete is given for cylinders made in a laboratory environment and under normal field conditions (see 10.1.1).

	Coefficient of Variation ^A	Acceptable Range of ^A	
		2 results	3 results
Single operator			
Laboratory conditions	2.37 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.87 %	8.0 %	9.5 %

^A These numbers represent respectively the (1s) and (d2s) limits as described in Practice C 670.

10.1.1 The values given are applicable to 6 by 12 in. [150 by 300 mm] cylinders with compressive strength between 2000 and 8000 psi [15 to 55 MPa]. They are derived from CCRL concrete reference sample data for laboratory conditions and a

collection of 1265 test reports from 225 commercial testing laboratories in 1978.⁵

NOTE 12—Subcommittee C09.03 will re-examine recent CCRL Concrete Reference Sample Program data and field test data to see if these values are representative of current practice and if they can be extended to cover a wider range of strengths and specimen sizes.

10.2 *Bias*—Since there is no accepted reference material, no statement on bias is being made.

11. Keywords

⁵ Research report RR:C09-1006 is on file at ASTM Headquarters.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (http://www.astm.org).

Anexo N° 03
Matriz de consistencia

EFFECTO DE LA DOSIFICACIÓN DE AGUA DE LA BAHIA DE LAGO TITICACA Y POTABLE EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES PUNO 2016

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuáles son los efectos de la dosificación del agua de la bahía de lago Titicaca y potable en la resistencia del concreto en obras civiles en la ciudad de Puno 2016?</p> <p>PROBLEMA ESPECIFICOS: ¿Cuáles son las características de las condiciones de resistencia del concreto con la dosificación de agua en obras civiles en el centro poblado la rinconada?</p> <p>¿Cuáles son los efectos de la dosificación del agua de la bahía de lago Titicaca en la resistencia del concreto a los 21 días de edad según el diseño de mezcla en la ciudad de Puno?</p> <p>¿Cuáles son los efectos de la dosificación del agua potable en la resistencia del concreto a los 28 de días de edad según el diseño de mezcla en la ciudad de Puno?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar los efectos de la dosificación del agua de la bahía de lago Titicaca y potable en la resistencia del concreto en obras civiles en la ciudad de Puno 2016</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS: Conocer las características de las condiciones de resistencia del concreto en la dosificación del agua en obras civiles de la ciudad de Puno.</p> <p>Analizar los efectos de la dosificación del agua de la bahía de lago Titicaca en la resistencia del concreto a los 21 días de edad según el diseño de mezcla en la ciudad de Puno.</p> <p>Analizar los efectos de la dosificación del agua potable en la resistencia del concreto a los 28 de días de edad según el diseño de mezcla en la ciudad de Puno.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: La dosificación del agua de la bahía de lago Titicaca y potable tienen una diferencia significativa en la resistencia del concreto en obras civiles en la ciudad de Puno 2016</p> <p>HIPOTESIS GENERAL: Las características de las condiciones de resistencia del concreto cumplen con los estándares de mínimos para obras civiles en el centro poblado la rinconada.</p> <p>La dosificación del agua de la bahía de lago Titicaca tiene una reducción significativa en la resistencia del concreto a los 21 días de edad según el diseño de mezcla en la ciudad de Puno.</p> <p>¿La dosificación del agua de la potable tiene un aumento significativo en la resistencia del concreto a los 28 de días de edad según el diseño de mezcla en la ciudad de Puno?</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Dosificación de agua</p>	<p>Agua de la bahía de lago Titicaca</p>		<p>TIPO: Cuantitativo Aplicado Experimental</p> <p>NIVEL: Aplicativo-analítico</p> <p>DISEÑO: Experimental, pre experimental factorial.</p> <p>MÉTODO: Deductivo- inductivo Analítico sintético.</p> <p>POBLACIÓN: 50 testimonios de diferentes mezclas I, II, en días de 07, 28 días.</p> <p>MUESTRA: 10 testimonios de diferentes mezclas I, II, en días de 07, 28 días.</p> <p>TÉCNICAS: Ensayos Observación</p> <p>INSTRTUMENTOS: Certificaciones Guía de observación</p> <p>PROCEDIMIENTOS: Anova</p>
			<p>Agua potable</p>			
			<p>VARIABLE DEPENDIENTE Resistencia del concreto</p>	<p>Condiciones de resistencia</p>	<p>Asentamiento Temperatura Exudación</p>	
				<p>Resistencia a la compresión a los 21 días de edad</p>	<p>Diseño de mezcla de 140 Diseño de mezcla de 170 Diseño de mezcla de 210</p>	
				<p>Resistencia a la compresión a los 28 días de edad</p>	<p>Diseño de mezcla de 140 Diseño de mezcla de 170 Diseño de mezcla de 210</p>	

