

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² y $f'c$ 280 kg/cm²
elaborados con cementos tipo I y V curados con agua de
mar**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Morales leon, Elver Cristian

Asesor

Salazar Sanchez, Dante

Chimbote – Perú
2020

PALABRAS CLAVE

TEMA	RESISTENCIA DEL CONCRETO
ESPECIALIDAD	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

KEY WORDS

THEME	CONCRETE STRENGTH
ESPECIALITY	CONCRETE TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACION

Linea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	02. Ingeniería y Tecnología
Sub - Área	02.01 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

**Resistencia del concreto $F'c$ 210 kg/cm² y $F'c$ 280 kg/cm²
elaborados con cementos tipo I y V curados con agua de
mar**

Resumen

En el presente trabajo se obtuvo la resistencia a la compresión de las probetas de concreto aplicando agua de mar y agua potable en las dosificaciones $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

En el trabajo realizado se mostraron que el agua de mar apoya en la resistencia del concreto ya que su nivel de hidrataciones rápida y con un curado constante aumenta la resistencia, posteriormente se vio que es afectada su durabilidad de la misma ya que el agua de mar contiene en mayor cantidad de porcentajes de cloruros y sulfatos que el agua comúnmente utilizada para los trabajos de obras de concreto.

Este Proyecto de Trabajo de investigación presentado a continuación se orienta objetiva y únicamente a mostrar los resultados de ensayos que, dieron a conocer la resistencia en los concretos cuando son curados con agua de mar y agua potable; así como los componentes químicos en el agua de mar y los componentes químicos en los cementos portland tipo I y Tipo V, y así poder analizar la causa de la variabilidad de la resistencia en los concretos, después de 28 y 60 días de curación, cuyas dosificaciones trabajadas fueron de: $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Es una investigación explicativa y experimental.

Así mismo se realizaron ensayos a compresión a cada muestra, para posteriormente comparar los resultados de cada muestra curada y poder comparar la variabilidad de la resistencia.

Abstract

In this work, the compressive strength of concrete specimens was obtained by applying seawater and drinking water at dosages $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ and $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$

In the present work carried out, it was shown that seawater relies on the resistance of concrete since its level of rapid hydration and with a constant curing increases the resistance, later it was seen that its durability is affected since the water of sea contains in greater amounts percentages of chlorides and sulfates than the water commonly used for concrete works or works

This Work research project presented below focuses only objective and test results show that disclosed in the specific resistance when cured with seawater and drinking water; and chemical compounds in seawater and the chemical components in the portland cement type I and type V, so you can analyze the cause of the variability of the concrete strength after 28 and 60 days of healing, whose dosages were worked: $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$.

It is an explanatory and experimental research.

In addition compression tests were performed on each sample, then comparing the results for each cured sample and to compare the variability of resistance.

INDICE GENERAL

Contenido	
Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	01
Metodología	77
Resultados	87
Análisis y discusión	93
Conclusiones	94
Recomendaciones	95
Agradecimiento	96
Referencias bibliográficas	97
Apéndices y anexos	98

Índice de Tablas

Tabla 1. Módulo Elástico	20
Tabla 2. Límites permisibles para el Agua de Mezcla	29
Tabla 3. Mecanismo de Reacción	32
Tabla 4. Agregados más comunes empleados la fabricación de concreto con diferente peso unitario	38
Tabla 5. Aberturas para los Tamices Estándares	39
Tabla 6. Cuadro comparativo de Resistencias obtenidas en ensayos realizados a probetas elaboradas con cemento tipo I.	78
Tabla 7. Cuadro comparativo de Resistencias obtenidas en ensayos realizados a probetas elaboradas con cemento tipo V	78
Tabla 8. Características Físicas Cemento Tipo I Mejorado	82
Tabla 9. Características Químicas Cemento Tipo I Mejorado	82
Tabla 10. Características Físicas y Químicas del Ag. Fino	84
Tabla 11. Características Físicas y Químicas del Ag. Grueso	86
Tabla 12. Cemento Tipo I; $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	87
Tabla 13. Cemento Tipo I; $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	87
Tabla 14. Cemento Tipo V; $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	88
Tabla 15. Cemento Tipo V; $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	88
Tabla 16. Cemento Tipo I; $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	89
Tabla 17. Cemento Tipo I; $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	89
Tabla 18. Cemento Tipo V; $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	90
Tabla 19. Cemento Tipo V; $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; curado a 28 días	90
Tabla 20. Cemento Tipo I; $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; curado a 60 días	91
Tabla 21. Cemento Tipo I; $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; curado a 60 días	91
Tabla 22. Cemento Tipo V; $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; curado a 60 días	92
Tabla 23. Cemento Tipo V; $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; curado a 60 días	92

INTRODUCCION

Las grandes obras de concreto empezaron a realizarse a mediados del siglo XIX y en el transcurso del siglo XXI, se ha registrado una rápida y continua generalización de las construcciones de concreto.

Como se habrá podido observar, el empleo del concreto como material de construcción aumenta cada día y, puesto que desde el momento de su colocación en obra le acechan peligros de corrosión y de destrucción, es lógico que el creciente uso de aquel haya traído como consecuencia un incremento de casos en que es atacado y destruido. Por otro lado, la prioridad en el uso del concreto a traído como consecuencia, el que a dicho material se le exija cada día más, y así la fabricación de nuevos tipos de cementos, el empleo del concreto en masa, la tendencia a reducir las dimensiones de los elementos fabricados, etc. También a supuesto la aparición de nuevos riesgos para la corrosión.

Debido a los múltiples casos de destrucción y a los nuevos riesgos de corrosión del concreto es que se a despertado gran interés por los trabajos de investigación sobre la corrosión del mismo cuya finalidad no es otra que reducir los daños ocasionados por tales efectos en la economía de cada país al destruirse gran número de obras realizadas con dicho material de construcción. Estos trabajos de investigación que se lleva a cabo en muchos países han continuado ininterrumpidamente, y seguirán siendo precisos durante mucho tiempo.

Debe observarse que las propiedades y efectos de los diferentes agentes agresivos del concreto son muy diversos y dentro de la acción química se tienen tres tipos de corrosión: 1) por lixiviación, 2) por reacción del cambio iónico y 3) por expansión; pero la mayor parte de los procesos de destrucción, causados por expansión (formación de sales), son debidos a la acción agresiva de los sulfatos.

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

En los antecedentes encontrados a nivel local, se encontró y investigo la tesis de **Corzo, A. (1194)**. Que ve la corrosión de estructuras en concreto armado, donde se vio las causas y origen de las estructuras de concreto armado que sean deterioradas por efectos de corrosión.

Donde se tuvo como conclusiones, la recomendación de la adición de compuestos entrampadores de aire dentro de la mezcla para disminuir la porosidad, además del pintado de la superficie del concreto con algún compuesto impermeabilizante.

También se concluyó que la velocidad real de la corrosión del concreto no ha podido determinarse hoy en día, porque las intensidades de los procesos de corrosión en la naturaleza dependen de una serie de condiciones no conocidas suficientemente y que, por la tanto no pueden ser consideradas.

También se encontró a nivel local la tesis “UTILIZACION DE AGUA DE MAR PARA LA EJECUCION DE OBRAS DE HABILITACION URBANA” de **Barragan, M. y Cortez I. (2004)**. Donde se aprecia ver la factibilidad del uso de agua de más en los diseños de concreto simple en obras de habilitación urbana como son las losas deportiva y veredas, también se ve la investigación de las curvas de resistencia a la compresión para diferentes proporciones de agregados gruesos.

Se vio que los resultados son factibles en la resistencia en un 60% más aproximadamente, en comparación normales de diseño empleadas ($f^c=140\text{kg/cm}^2$); la razón fundamental es que la ubicación, condiciones de servicio y el empleo de agua de mar como agua de mezcla condiciones de diseño estrictamente por factores de durabilidad. Viendo también que la resistencia a la compresión del concreto con agua de mar, a los 28 días no experimento reducciones en comparación con la resistencia de los concretos elaborados con agua potable.

En el ámbito a nivel nacional se encontró la tesis de **González, M. (2002)**. Que ve la Corrosión en estructuras de concreto, donde se analizó si el ataque del agua de mar corresponde a la de las sales disueltas, principalmente cloruros y sulfatos sobre los constituyentes del cemento por cuanto ninguno de los componentes hidratados es estable al medio marino. Las reacciones características en el ataque se presentan sobre el hidróxido de sodio y el aluminato tricíclico.

En inmersión total al ataque es fundamentalmente químico por acción de sulfatos y cloruros. Sin embargo. Una carbonatación inicial demora las características del concreto a los agentes agresivos por la formación de una capa protectora constituida por micro cristales de carbonato de cálcico.

Otra tesis encontrada a nivel nacional que tratase de un tema que apoye a la resolución de mi tesis fue de **Zarate, I. (2008)**. Que vio sobre el Uso de agua de mar de Chincha en el diseño de Mezcla y curado para evaluar el comportamiento en la resistencia del concreto”.

Que investigo más específicamente El ataque correspondiente a la de las sales disueltas, principalmente cloruros y sulfatos sobre los constituyentes del cemento, conjuntamente vio Las reacciones características que se presentan sobre el hidróxido de sodio, y el aluminato Tricálcico, haciendo que este líquido elemento sea deficiente como parte del diseño de mezcla, porque disminuye la resistencia. Sin embargo, presenta características favorables en el curado, dependiendo del tipo de aglomerante con el que han sido hechas las probetas (cemento tipo I o V) y de manera convencional (con agua potable).

A nivel internacional se vio la tesis referida “MORTEROS MÁS RESISTENTES A LOS SULFATOS”, realizada por **Villena, O. (2007)**, que busco ver los resultados de un programa experimental dirigido a determinar la actividad puzolánica y el análisis químico de 15 puzolanas naturales.

Donde se hizo pruebas de comportamiento que se realizaron de acuerdo con el Método de Prueba Estándar para el cambio de longitud de Barras de Mortero expuestas al ataque por sulfatos ASTM C 1012,6 en 13 cementos portland-puzolana y tres cementos 5 portland ASTM C tipo I, II y V. El proporcionamiento del mortero se mantuvo constante, una parte de cemento y 2.75 partes de arena de arena estándar, y las barras se almacenaron en una solución de sulfato de sodio al 5%. Esto incluye la composición, reactividad y cantidad de puzolana utilizada junto al Clinker portland, y la cantidad de aluminato tricíclico en el cemento.

En esta investigación se concluyó que el principal hallazgo de este estudio es la sustancial resistencia a los sulfatos que presentan los cementos portland tanto con Clinker portland-Puzolanas tipo I como tipo V, con respecto a los cementos portland tipo II y V. Este significado en particular se debe a que las puzolanas empleadas que muestran una alta puzolánica incrementan la resistencia a los sulfatos cuando se añaden como aditivo mineral.

Como antecedente de nivel internacional también se halla de **Torres, O. (2013)**, que esta dirigida a investigar la Variación de la Resistencia de Concreto, Utilizando el Agua de mar y arena de playa proveniente del Edo.

En la tesis de Torres, O. se vio que la mezcla con agua de mar obtuvo una resistencia promedio de 26 kg/cm² a los 7 días lo que representa un 10% aproximadamente, de la resistencia requerida a los 28 días.

Donde se concluyó que la reacción química entre el agua de mar y el cemento no se llevó a cabo en su totalidad debido a que esta mezcla no tuvo el curado correspondiente, para mantener sus niveles de sulfatos y cloruros, teniendo así que el concreto fuese arenoso, además de presentar una fuerte segregación al momento del fraguado.

De igual forma se vio que la mezcla con agua de mar y arena de playa tuvo una resistencia promedio a los 7 días de 136kg/cm², lo que representa el 50% de lo esperado a los 28 días. Resulta interesante mencionar que en esta mezcla a pesar de tener agua de mar y al igual que la anterior no se le realizó el curado, respondió al ensayo de compresión con una resistencia igual que a la de la mezcla patrón, una de las razones puede ser que el agua de mar y la arena de playa en conjunto reaccionan de mejor manera con el cemento que solo el agua de mar.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- **Conveniencia**
- **Relevancia social**
- **Implicaciones prácticas**
- **Valor teórico**

Teniendo en cuenta de que la ingeniería a lo largo de la historia en su afán de facilitarle la prolongación de vida a los seres humanos, ha realizado diversas investigaciones científicas, que aportaron distintas ideas innovadoras, con la única finalidad de hacerle la vida más fácil al hombre.

Esta investigación se justifica por cuanto mostraría una innovación a la producción del concreto en sus diferentes dosificaciones, con los diferentes tipos de cemento en la condición de aglomerante y básicamente en lo referente al curado, cuando se tenga que emplear, tanto el agua potable, como el agua de mar, que al parecer ésta por sus diferentes componentes químicos ocasionarían algún perjuicio a las fibras del concreto, muy por el contrario se espera que la resistencia especificada aumente en función a la edad del concreto, ello significa tratar sistemáticamente en el laboratorio cada una de las pruebas a las que someteremos las distintas muestras ensayadas con objeto de contrastar la hipótesis que nos propondremos a continuación.

ASPECTO SOCIAL:

En el aspecto social la presente investigación tiene justificación por cuanto al finalizar la investigación se logre aportar conocimiento a la sociedad a fin de retomar las recomendaciones a las cuales se arribará, luego de terminar el presente trabajo.

ASPECTO ECONÓMICO:

Dependiendo de los costos que se obtengan al analizar cada uno de los componentes del concreto antes de su producción, es importante conjugar los precios que se consigan con los valores de la resistencia que se obtengan al momento de ensayar en el laboratorio, pero se orienta que al alcanzar valores altos de la resistencia del concreto entonces el trabajo de investigación es justificable.

PROBLEMA

¿Cuál es la resistencia del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ elaborados con cemento tipo I y V, cuando se cura con agua de mar?

MARCO REFERENCIAL

CEMENTO

Según la Norma Técnica Peruana, el cemento Portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda. Es decir:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

El cemento Portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

MATERIAS PRIMAS DEL CEMENTO PÓRTLAND

Las principales materias primas necesarias para la fabricación de un cemento Portland son:

a. Materiales calcáreos

Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio (CO_3Ca) que será entre 60% a 80%, y no deberá tener mas de 1.5% de magnesia. Aquí tenemos a las margas, cretas y calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal.

b. Materiales arcillosos

Deben contener sílice en cantidad entre 60% y 70%. Estos materiales proveen el dióxido de silicio o sílice y también el óxido de aluminio o alúmina, aquí tenemos a las pizarras, esquistos y arcillas en general.

c. Minerales de fierro

Suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos éstos vienen con la arcilla.

d. Yeso

Aporta el sulfato de calcio

PROPIEDADES DEL CEMENTO

Peso Específico; corresponde al material al estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos Portland normales, entre 3.0 y 3.2 según las Norma ASTM C188. Las Normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15 y las Normas Alemanas e inglesas un valor promedio de 3.12. En el caso de los cementos combinados el valor es menor de 3.0 y depende de la fineza del material adicionado. Cuando el cemento contiene adiciones minerales que lo convierten en un cemento combinado, con una densidad menor a la del Clinker puro, los valores indicados descienden notablemente, al igual que en el caso de los cementos meteorizados.

Fineza; la fineza del cemento es en función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cual es definida como el área superficial total, expresada en centímetros cuadrados, de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento. Se asume que todas las partículas tienen un perfil esférico.

Importancia: A mayor finura, crece la resistencia, pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen.

Fraguado; se refiere al cambio del estado fluido al estado sólido. Se dice que la pasta de cemento Portland ha fraguado cuando está lo suficientemente rígida como para soportar una presión arbitraria definida. El tiempo de fraguado se divide en dos partes: el comienzo y el fin de la fragua, conocidos como "fragua inicial" y "fragua final". Cuando la pasta ha logrado la fragua final, empieza un nuevo periodo de incremento de su rigidez y resistencia denominado "endurecimiento".

El porcentaje de agua que se mezcla con el cemento tiene gran importancia sobre el tiempo de fraguado. Esta cantidad de agua se determina para cada tipo de cemento mediante el ensayo de consistencia normal.

El tiempo de fraguado del cemento es afectado en algo por su contenido de C_3A , cuya acción es regulada por el SO_4Ca adicionando el Clinker en el proceso de molienda. Pero la fineza del cemento, el contenido de agua de la pasta y la temperatura de almacenamiento son generalmente, los factores más importantes. Es especial que la fragua del cemento no sea ni demasiado rápida ni demasiado lenta. En el primer caso habría tiempo insuficiente para transportar y colocar el concreto antes que sea demasiado rígido. En el segundo de los casos se originarían retrasos en el trabajo y uso de la estructura.

Importancia: Fija la puesta correcta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.

Estabilidad de volumen; capacidad del cemento para mantener un volumen constante una vez fraguado. Se considera que un cemento es poco estable cuando tiende a sufrir un proceso de expansión lentamente y por un largo periodo de tiempo. El efecto de un cemento poco estable puede no ser apreciado durante meses, pero a la larga es capaz de originar fuertes agrietamientos en el concreto y aun fallas eventuales. La falta de estabilidad de volumen es debida a la presencia de yeso o a un exceso de cal libre o magnesita, los cuales tienden a hidratarse y expandir.

- a. **Contenido de Aire;** mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla; las cantidades excesivas de aire en el cemento puede ser un factor que contribuyan a reducir la resistencia de los concretos.
- b. **Resistencia a la Comprensión;** mide la capacidad mecánica del cemento, es una de las más importantes propiedades.

- c. Calor de Hidratación;** mide el calor desarrollado por la reacción exotérmica de la hidratación del cemento. El calor de hidratación de los cementos normales es de 85 a 100 cal/gr, por lo que en condiciones normales de construcción el calor se disipa rápidamente por radiación, siendo los cambios de temperatura dentro de la estructura relativamente pequeños y probablemente de pocas consecuencias. Pero, en estructuras de concreto en grandes masas, la poca conductibilidad térmica de este material, que es un mal disipador del calor impide la rápida radiación, pudiendo alcanzar la masa de concreto elevadas temperaturas. Estos aumentos de temperatura pueden ocasionar expansión mientras al concreto se está endureciendo y dar por resultado contracciones y agrietamiento al irse enfriando hasta la temperatura ambiente.
- d. Fisuración;** es una propiedad física que es consecuencia de los cambios de volumen que se presentan en pastas puras, morteros y concreto. La fisuración por contracción es función del tipo de cemento, de su composición química y finura de molienda, y de la relación agua-cemento empleada.
El tiempo de fisuración aumenta con el porcentaje C_2S . El sulfato de calcio provoca aumento de volumen de la pasta y tiene a prolongar el tiempo de fisuración. Esta disminuye con cementos menos finos.
Un porcentaje creciente de agua de mezclado aumenta ligeramente la concentración de la pasta pura. Mientras mayor es la humedad ambiente la fisuración es menor, siendo nula bajo el agua la concentración. La fisuración aumenta significativamente mientras mayor sea la temperatura.
- e. Retracción y Expansión;** la influencia de la capacidad de expansión o retracción de los cementos reside en que condiciona la posibilidad y magnitud de los cambios de volumen que pueden experimentar los elementos estructurales, cambios que cuando son importantes se manifiestan en agrietamiento de los elementos.

TIPOS DE CEMENTOS Y SUS APLICACIONES PRINCIPALES

Cemento Portland

Constituido por Clinker Portland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso). Se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de Normas para el cemento Portland (C-150):

- **Tipo I:** De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.

- **Tipo II:** Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación. Se recomienda en edificaciones, estructuras industriales, obras portuarias, y en general a todas aquellas obras que soportan la acción de suelos ácidos y/o aguas subterráneas.

- **Tipo III:** Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales, para los climas fríos o para una puesta de servicios más adelantada de las estructuras. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en 3 días igual a la desarrollada en los 28 días por concretos hechos con cementos Tipo I o Tipo II.

- **Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto.

- **Tipo V:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos y es de moderado calor de hidratación; recomendado para obras portuarias expuesta al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfatos.

EFECTOS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

El cemento debe ser caracterizado en función de sus efectos sobre las propiedades del concreto y en forma secundaria en función de su composición química.

Por lo tanto, una adecuada selección del cemento a fin de cumplir con propiedades específicas o condiciones especiales de servicio, puede únicamente realizarse si se entiende la influencia del cemento sobre las propiedades individuales del concreto.

Agrietamiento Térmico

Desde que la hidratación del cemento es una reacción exotérmica, se libera calor conforme el cemento hidrata. El volumen y la velocidad de liberación son funciones de la composición y fineza del cemento siendo, en general, la velocidad de liberación de calor paralela a la velocidad de incremento de la resistencia.

Los principales compuestos del cemento Portland hidratan en diferentes magnitudes e igualmente rinden considerablemente diferentes volúmenes de calor por unidad de masa hidratada.

La fineza del cemento es un factor importante que interviene en la liberación de calor, especialmente en las primeras edades adicionalmente, el efecto de la fineza es el principal contribuyente a diferencias entre los valores obtenidos utilizando en cemento Tipo I o el Tipo III. En todos los casos, incluyendo en Tipo III, los cementos continúan hidratando aun a edades de un año. La velocidad de liberación de calor durante la hidratación de relacionada a la velocidad de ganancia de resistencia para cada uno de los cinco tipos de cemento. El más importante es el de los siete primeros días.

Manejabilidad

Algunos factores que intervienen son:

- Cantidad de cemento a emplear en la mezcla; el volumen de cemento en la mezcla tiene un efecto importante sobre la plasticidad y facilidad de colocación de esta.
Las llamadas mezclas pobres, tienden a ser ásperas y difíciles de trabajar, por lo tanto más difíciles de colocar y acabar; las llamadas mezclas ricas, tienen a tener más cuerpo y son más cohesivas, fluidas y trabajables; sin embargo, las mezclas muy ricas tienden a ser demasiado cohesivas y más difíciles de colocar.

- Fineza del cemento; influye en la manejabilidad, trabajabilidad y contenido de agua de una mezcla de concreto de la misma manera como el volumen de cemento empleado en el mismo. Sin embargo, la importancia de la fineza del cemento es secundaria en relación a los efectos de la cantidad de cemento empleada.
- Características del fraguado; son transferidas directamente a la mezcla, la tendencia de la mezcla a adquirir rigidez prematuramente o a perder asentamiento rápidamente, afecta directamente a la facilidad de manejo, la consolidación y las características de acabado.

Resistencia

El C_3S , C_2S Y C_3A son los principales compuestos productores de resistencia en el cemento portland. La proporción de ellos puede variar en el proceso de fabricación cambiando tanto las características de la resistencia inicial como las de la resistencia en el largo plazo.

Las altas finezas, tales como las de los cementos de alta resistencia inicial, incrementan las resistencias del cemento portland en las edades iniciales y hasta 28 días.

El efecto es más pronunciado en las primeras 10 a 20 horas y disminuye conforme la edad se incrementa. A edades de dos a tres meses a bajo curado húmedo, los cementos de alta fineza proporcionan resistencia aproximadamente iguales a los cementos de fineza norma; a edades mayores de dos a tres meses, las resistencias de los cementos de fineza siempre que el curado sea mantenido a fin que se produzca la hidratación.

Si el contenido del cemento se mantiene constante, los cementos de muy alta fineza pueden incrementarse los requisitos de agua en una magnitud tal que los beneficios de la alta resistencia inicial sean parcialmente dejados de lado por las altas relaciones agua-cemento necesarias por trabajabilidad y colocación.

a. Estabilidad de Volumen

El concreto está sujeto a cambios en su volumen durante el fraguado y el proceso de endurecimiento inicial y posteriormente, después que él ha ganado una resistencia significativa. El concreto recién mezclado está sujeto a cambios

de volumen por exudación, cambios de temperatura, reacciones de hidratación del cemento y secado.

La exudación es la segregación del agua hacia la superficie del concreto debido al asentamiento de los ingredientes sólidos. La magnitud de la exudación esta generalmente influenciada por el asentamiento, relación agua-cemento, granulometría y cantidad de finos en los agregados, y otras variables.

b. Propiedades elásticas

El módulo de elasticidad del concreto es una función del módulo de elasticidad de la pasta de cemento, del módulo de elasticidad del agregado y el volumen de concentración de cada una de ellas.

c. Escurrimiento plástico

El ingrediente del concreto que tiene la capacidad de experimentar escurrimiento plástico es la pasta de cemento hidratada.

Para propósitos prácticos el agregado es perfectamente elástico y no tiene escurrimiento plástico. La dureza del agregado, por lo tanto, es un parámetro importante en determinar el escurrimiento plástico del

Concreto, siendo menor este conforme es mayor la dureza del agregado. Los cementos con un contenido de yeso significativamente bajo pueden presentar un incremento en el escurrimiento.

d. Permeabilidad

La composición por compuestos de un cemento de una fineza dada afecta la permeabilidad de la pasta, para una relación agua-cemento dada a una edad determinada, únicamente en la medida que influye en velocidad de hidratación. La permeabilidad del concreto depende de la pasta, así como la del agregado y la proporción relativamente de cada uno de ellos. También depende fuertemente de los procedimientos de colocación, acabado y curado, especialmente de la consolidación.

e. Resistencia a la congelación

La vulnerabilidad del concreto a daños debidos a procesos de congelación y deshielo depende principalmente de si él se encuentra en condición de saturación crítica con agua. Ello a su vez es una función de la estructura porosa de la pasta y de la exposición a condiciones que proporcionen suficiente acceso a la humedad.

La influencia de la composición del cemento sobre la resistencia a los procesos de congelación y deshielo es importante en solo dos aspectos:

- El cemento puede afectar la resistencia y la permeabilidad al momento en que los procesos de congelación y deshielo ocurren.
- El cemento puede afectar los requerimientos de aditivo incorporado de aire para producir un sistema de burbujas de aire satisfactorio.

f. Resistencia a Ataques Químicos

El primer requisito para obtener resistencia a ataques químicos en el concreto es que sea preparado con un cemento adecuado, o una combinación cemento-puzolana o cemento-escoria adecuado.

Además, el empleo de una baja relación agua-cemento acompañada de una cuidadosa compactación y un curado adecuado, a fin de producir un concreto de alta densidad, deberán contribuir a incrementar su resistencia a ataques químicos. Los cementos de alto contenido de alúmina pueden ser requeridos cuando el concreto

va ser empleado en un medio especialmente agresivo en el que el PH está en el rango de 3.5 A 6.0, desde que este tipo de cemento resiste a un conjunto de agentes que normalmente atacan a los concretos de cemento portland.

Si se prepara un mortero el cual es químicamente resistente a una solución especialmente agresiva, el agregado grueso empleado para hacer el concreto deberá también ser resistente.

g. Resistencia a las Altas Temperaturas

Si están adecuadamente preparados y secos, los concretos preparados con cemento portland pueden resistir temperaturas en el orden de 100 °C con pequeñas pérdidas de resistencia. También puede resistir temperaturas del orden 300°C por varias horas con una sola una pequeña pérdida de resistencia

debida a la deshidratación parcial y alteración del silicato e calcio hidratado. Si se requiere resistencia a temperaturas más altas, deberá considerarse tanto las propiedades del cemento como las del agregado. Los cementos portland ya han sido empleados a temperaturas tan altas como 1100°C con agregados procesados al fuego en operaciones no cíclicas.

h. Reacción Cemento- Agregados

Las más importantes reacciones cemento-agregados, por el daño parcial al concreto, son las que pueden ocurrir con los álcalis.

De ellas la mejor conocida y mayormente estudiada es la relación álcali – sílice. Ella resulta de la presencia de soluciones concentradas de álcali hidróxido (o hidróxido alcalino) en los poros del concreto.

Estas reacciones son generadas por la interacción de los componentes secundarios de sodio o de potasio en el cemento, usualmente en la forma de sulfato, con la fase líquida en el cemento en hidratación.

Como resultado de la renovación de los iones sulfato o calcio en forma de etringita, los cationes y los iones hidróxido se acumulan en la fase líquida. El incremento en el PH origina ataques en los agregados reactivos o en las puzolanas.

AGREGADOS

DEFINICION

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprometidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cubica de concreto.

CLASIFICACION

Existen varias formas de clasificar a los agregados, una de las cuales es:

a. **Por su Naturaleza**

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón.

b. **Por su Densidad**

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

c. **Por el Origen, Forma y Textura Superficial**

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angulares.

El término descriptivos de la forma de los agregados pueden ser:

- Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes
- Redondeada: Bordes casi eliminados.
- Muy Redondeada: Sin cara ni bordes.

d. Por el Tamaño del Agregado

Según su tamaño, los agregados para concreto son clasificados en:

- Agregados finos (arenas)

- Agregados gruesos (piedras).

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

a) Propiedades Físicas

- Densidad:
Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca a diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

- Porosidad:
Es una de las más importantes propiedades del agregado porque puede influir en las otras propiedades, en la estabilidad química, existencia a la abrasión, resistencia mecánica, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

- Peso Unitario:
Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario.
A partir de este se puede conocer:
 - Contenido de vacíos
 - Clasificar a los agregados en livianos, normales o pesados.
 - Tener una medida de a uniformidad del agregado.

El peso unitario está influenciado por:

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

Cuando más alto es el peso específico para una granulometría dada mayor el peso unitario del concreto. El peso unitario de los agregados en los concretos de peso normal, entre 2,200 y 2,400 kg/m³, generalmente varía entre 1,500 y 1,700 kg/ m³.

➤ **Contenido de Vacíos:**

Cuanto mayor es el peso unitario, para una gravedad específica dada, menor es el contenido de vacíos. Si el agregado está compuesto de partículas de textura superficial suave y perfil redondeado, deberá contener menor cantidad de vacíos que otro agregado de idéntica granulometría, pero compuesto por partículas de textura rugosa y perfil angular.

b) Propiedades Resistentes

➤ **Resistencia:**

La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura, la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia. Si los granos de los agregados no están bien cementados uno a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

➤ **Tenacidad:**

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.

➤ **Dureza:**

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las rocas a emplear en concretos estas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

➤ **Módulo de Elasticidad:**

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones. El módulo elástico se determina en muy inusual su deformación. El módulo elástico su determinación es los agregados sin embargo el concreto experimenta deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto.

El valor del módulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

Tabla 1.
Módulo Elástico

Tipo de agregado	Módulo elástico
Granitos	610 000 kg/cm ²
Areniscas	310 000 kg/cm ²
Calizas	280 000 kg/cm ²
Diabasas	860 000 kg/cm ²
Gabro	860 000 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

c) Propiedades Químicas

➤ **Reacción Álcali – Sílice:**

Los álcalis en el cemento están constituidos por el Óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo.

➤ **Reacción Álcali – Carbonatos:**

Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

1.4.2.4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS AGREGADOS

a. Respecto al Agregado Fino

- Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactadas libres de materia orgánica u otras sustancias dañinas.
- Debe estar graduado dentro de los límites obligatorios.
- El módulo de fineza debe estar entre 2.3 a 3.1
- Deberá estar libre de materias orgánica, si no cumple con esta especificación puede ser utilizado siempre que realizado el ensayo de comprensión a los 7 días de mortero preparados con arena sana y otros con la arena en cuestión la resistencia no sea menor del 95%.

b. Respecto al Agregado Grueso

- Estará conformado de fragmentos cuyos perfiles sean preferentemente angulares o semiangulares, limpios, duros, compactos, resistentes y de texturas preferentemente rugosas y libres de material escamoso o partículas blandas.
- La resistencia a la compresión no será menor de 600 Kg/cm²
- Estará graduado dentro de los límites especificados en la tabla de requisitos obligatorios.
- El tamaño máximo del agregado a tomar será:
 - 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados o
 - 1/3 de la altura de las losas.
 - ¾ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

EFFECTOS DEL AGREGADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

a) TRABAJABILIDAD

Acción del Agregado Fino: el agregado fino actúa como un lubricante del agregado grueso, ayudando a colocar el material de tamaño mayor uniformemente distribuido en la masa del concreto.

De todos los porcentajes de agregado fino que pueden emplearse en una mezcla con características dadas habrá uno, considerando el óptimo, definido como aquella cantidad de material para la cual resulta el más bajo contenido de agua pero que proporciona la trabajabilidad requerida, con un margen de seguridad adecuado para prevenir dificultades por variación en las condiciones de trabajo o en las características de los materiales.

La granulometría del agregado fino tiene influencia sobre la trabajabilidad, siendo deseable que no menos del 10% y de preferencia no menos del 15% de aquel tamiz N°100 valores del 2% al 10%.

La Norma ASTM C33 completamente estos requisitos con el que no más del 45% del agregado fino sea retenido por dos tamaños consecutivos de los tamices N°100, N° 50, N° 30, N° 16 Y N°8. Igualmente que el módulo de fineza del agregado sea mantenido entre los valores de 2.3 y 3.1. Esta última consideración se basa en el hecho que cuanto menor es el módulo de fineza, dentro de los límites indicados, mayor es el valor lubricante del agregado fino, pudiéndose emplear menor cantidad de este y mayor cantidad de agregado total en la mezcla sin que esta deje de ser trabajable.

Acción del Agregado Grueso; en relación con el perfil del agregado grueso, la piedra partida, cuando se la compara con agregado de perfil redondeado, requiere mayor cantidad de agregado fino para compensar el perfil angular de las partículas en orden a obtener una mezcla comparable en trabajabilidad a aquellas en las que se emplea grava.

Los cambios de angulosidad del agregado tienen un efecto más importante sobre la trabajabilidad que los que pueden presentarse en el espesor de aquel y, en general, un incremento en la angulosidad conduce a una reducción en la trabajabilidad.

El empleo de partículas de perfil chato y alargado obliga, por su mayor área superficial, a diseñar mezclas más ricas en agregado fino y por tanto, a emplear mayores cantidades de cemento y agua. Si este tipo de partículas se encuentran en el conjunto de un porcentaje moderado, no mayor del 5%, no tienen efecto importante sobre la trabajabilidad.

Altos porcentajes de confitillo, piedra de 3/8" a 3/16", producen un incremento en los vacíos entre las partículas de agregado el cual, si no se modifica la dosificación de la mezcla, da por resultado una importante disminución en la trabajabilidad al ser el mortero insuficiente para llenar el exceso de vacíos y cubrir con pasta la mayor área superficial.

Si bien, aparentemente, no existe una relación entre la textura superficial del agregado y la trabajabilidad del concreto es evidente que, para un mismo contenido de pasta, cuanto menos rugosa sea la superficie del agregado mayor será la facilidad de deslizamiento.

La limpieza del agregado, por su menor demanda de agua, ha de favorecer a la trabajabilidad de la mezcla.

Existe relación entre la capacidad de absorción del agregado y la trabajabilidad dado que los agregados altamente porosos, al tomar más agua de la mezcla, tienden a aumentar su consistencia y disminuir su trabajabilidad. Aunque la trabajabilidad del concreto es

Función de las características del encofrado que lo va a recibir y del contenido de acero del mismo, es evidente que el agregado es importante en el logro de esta.

b) CONSISTENCIA

Importancia del Agregado. - Para un mismo contenido de pasta, el empleo de agregados de perfil esférico tiende a disminuir la consistencia.

Igualmente, el empleo de partículas de agregado grueso de textura superficial suavizada permite obtener mezclas menos consistentes.

Las partículas recubiertas de polvo, o con costras o incrustaciones superficiales, aumentan la consistencia debido a la mayor demanda de agua con la consiguiente mezcla. Los agregados secos o altamente porosos pueden aumentar la consistencia, haciendo la mezcla más seca, por reducción en la cantidad de agua disponible para la mezcla.

Importancia de la Granulometría. - agregados adecuadamente graduados permiten seleccionar proporciones de fino y grueso que den una consistencia adecuada.

Criterios a ser considerados: el efecto de la granulometría sobre la consistencia no es constante ya que depende de los contenidos de agua; si la granulometría del agregado se modifica disminuyendo la superficie específica, la consistencia de la mezcla tiende a disminuir; si se modifica, la consistencia no es afectada.

Granulometría del Agregado Fino. - deberá considerarse lo siguiente:

- Las arenas muy finas pueden obligar a incrementar la relación agua-cemento, lo que puede significar consistencias más altas y, a igualdad de estas, menores resistencias.
- El efecto del agregado fino sobre la consistencia es mayor que el del agregado grueso debido a su mayor superficie específica.
- En mezclas de alto contenido de material cementante, la cantidad de agregado fino pueden reducirse significativamente sin pérdida importante de la consistencia.

Granulometría del Agregado Grueso.- El efecto sobre la consistencia es menor que el del fino, debido a su menor superficie específica.

c) **SEGREGACIÓN**

La segregación es definida como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero. Una causa de la segregación puede ser el empleo de agregado grueso cuya gravedad específica difiere de la del agregado fino. Otra puede ser el empleo de agregado grueso cuyo tamaño máximo es grande en relación con las dimensiones del elemento estructural.

d) EXUDACIÓN

La exudación es definida como la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, generalmente debido a la sedimentación de los sólidos. El proceso se inicia momentos después que el concreto ha sido colocado y consolidado en los encofrados y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla. La exudación de la mezcla de concreto está influenciada por las proporciones de la mezcla y por las características de los materiales, contenido de aire, empleo de aditivos y adiciones y, especialmente, por la angularidad y granulometría del agregado fino. Cuando la exudación es excesiva, debe darse atención a la granulometría y angularidad del agregado fino. El empleo de arenas muy finas, las mezclas de arenas, y un control más cuidadoso son factores que pueden contribuir a la reducción de la exudación. Una forma de controlar la exudación es el empleo de agregado fino adecuadamente graduado, con presencia de los tamaños menores en proporciones adecuadas.

Otra forma de contribuir a controlar la exudación es el empleo de una combinación adecuada de arenas gruesas y finas, a fin de incrementar la superficie específica y disminuir el volumen de exudación.

e) COHESIVIDAD

Se define a la cohesividad como Aquella propiedad del concreto fresco gracias a la cual es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto.

El efecto del agregado sobre las propiedades cohesivas del concreto depende de factores tales como el tamaño máximo del agregado grueso, la granulometría combinada de los agregados fino y grueso, el porcentaje de

agregado fino en relación al agregado total, y la cantidad de partículas de arcilla fina presentes en el agregado.

La falta de cohesividad puede incrementar el riesgo de segregación en mezclas de muy baja Trabajabilidad, o en mezclas preparadas con agregado grueso de diámetro grande. Los incrementos en el porcentaje de agregado fino en la mezcla pueden mejorar la cohesividad. La cohesividad tiende a ser mayor si el perfil de las partículas de agregado grueso tiende a ser redondeado y la textura suavizada.

f) TIEMPO DE FRAGUADO

El tiempo de fraguado del concreto no es usualmente afectado por el agregado. Sin embargo, la presencia en la superficie de éste de sales solubles o materia orgánica pueden afectar esta propiedad en la medida que ellas pueden actuar como acelerantes o retardantes de fragua.

g) CONTENIDO DE AIRE

Una cantidad significativa de material que pase la malla N° 200, especialmente de la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporador de aire para obtener los mismos resultados.

El incremento de los tamaños menores del N° 100 o N° 200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporador de aire para obtener el contenido de aire requerido.

Esta arcilla puede resultar del empleo de agregados fino y grueso “sucios” y es ampliamente variable, causando problemas en el control del contenido de aire, en las variaciones en los requerimientos de agua, en el asentamiento y en la resistencia. La materia orgánica presente en algunos agregados requiere un cambio en el dosaje de los aditivos incorporadores de aire,

pudiendo su presencia dar por resultado burbujas de aire grandes y un sistema aire-vacíos desfavorable.

h) PESO UNITARIO

Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cúbica. El peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cúbico.

La gravedad específica y la cantidad de cada agregado deberán afectar el peso unitario resultante de la mezcla fresca. Con agregados de alta porosidad el peso unitario del concreto puede variar dependiendo de si la absorción ha sido satisfecha por pre humedecimiento del agregado antes de la dosificación. Las variaciones en las propiedades del agregado pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma diferente.

Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo.

El peso unitario de los concretos livianos, preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de baja gravedad específica puede estar en valores de 480 a 1600 Kg./m³. El peso unitario de los concretos pesados, preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de alta gravedad específica, puede elevarse hasta los 5000 Kg./m³.

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 de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

1. Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
2. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
3. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor que la necesaria para la hidratación del cemento.

REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR

El agua a emplearse en la preparación del 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 acero.

Si se tuvieran 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 utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos:

Tabla 2.

Límites permisibles para el Agua de Mezcla

Sustancias	Agua potable	Agua para concreto	Evaluación
Cloruros(ppm)	278	100	Conforme
Sulfatos(ppm)	235	600	Conforme
Sales totales (ppm)	1140	1500	Conforme
PH	6.5 – 8.5	>7	Conforme

Fuente: Elaboración propia.

PROPIEDADES DEL AGUA DE MAR

Propiedades químicas del agua de mar

El océano está conformado por una compleja solución salina, con una concentración constante. El agua de mar es una solución en la que se encuentran gran número de elementos químicos, gases disueltos y nutrientes.

Las sales disueltas son electrolitos en solución acuosa ionizada, lo cual da al agua de mar propiedades físico- químicas complejas. Entre las sales más importantes, se distinguen

La salinidad global de una muestra semejante es de 35%.

Otros elementos que se encuentran en solución son:

- Elementos raros: yodo, sílice, estroncio, aluminio, hierro, cobre, oro, etc.
- Gases disueltos: oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono.
- Sales nutritivas (fosfatos) y sustancias orgánicas disueltas o coloidales.
- Sales nutritivas esenciales para la vida animal y vegetal (fosfatos) y sustancias orgánicas disueltas o coloidales.

Debido a procesos químicos reguladores (por su estructura molecular, el agua de mar posee poder de disolución de las sustancias iónicas), los principales elementos se mantienen en proporciones constantes (intercambio de cationes y aniones). Así, la composición química del agua de mar es constante debido a:

- Factores de solubilidad que hacen precipitar algunas sales que aparecen en exceso y las incorporan a los sedimentos.
- Debido a la circulación general de las masas de agua oceánicas ya que este fenómeno continúa en el tiempo y en el espacio, asegura una agitación y mezcla constante del agua.

- La actividad biológica de seres vivos que fijan selectivamente ciertas sales solubles (particularmente carbonatos y silicatos) y las transforman en sales insolubles (como parte de sus cuerpos, conchas, etc) y que a su muerte, se incorporan a los sedimentos.

Desde el punto de vista físico, la principal consecuencia de la presencia de sales disueltas en el agua de mar es el descenso del punto de congelación. Para 35% de salinidad el agua de mar tiene un punto de congelación de -1.91°C .

GENERALIDADES SOBRE SULFATOS

Los sulfatos en estado sólidos no afectan al concreto, pero cuando se encuentran en solución producen un fuerte ataque que se manifiesta en deformaciones fisuras y expansión.

En la naturaleza se encuentran los sulfatos en forma sólida (yeso, anhidrita, etringita), o disueltos en las precipitaciones de las aguas de superficie y las aguas subterráneas, así como en los suelos. Sus concentraciones difieren considerablemente.

El ion sulfato aparece en mayor o menor proporción en todas las aguas libres subterráneas. En ellas, el contenido de ion sulfato es elevado en el caso de terrenos arcillosos, constituyendo uno de los más importantes elementos vegetales. En zonas áridas, los sulfatos se pueden presentar en las arenas como material de aporte y en rocas carbonatadas de origen sedimentarios.

Los sulfatos más abundantes en los suelos de calcio (yeso y aguas selenitosas), los sulfatos de magnesio (exomita), de sodio (thenardita), y de calcio (glauberita), que tienen diferentes solubilidades.

MECANISMO DE REACCION

El mecanismo de reacción consiste en la formación de una sal fuertemente expansiva según el siguiente esquema:

Tabla 3.

Mecanismo de Reacción	
Sulfatos en solución provenientes del medio exterior.	SO ₄ = agua +
Aluminato Tricálcico (C ₃ A) hidratado, uno de los primeros compuestos formado durante la hidratación del Clinker contenido en todos los tipos de cemento.	C ₃ A hidratado +
El ion de calcio liberado por los procesos de hidratación del Clinker portland.	Ca =
La sal hidratada que se crea en dichas condiciones, con acción expansiva.	Sulfo- aluminato de calcio hidratado

Fuente: Elaboración propia.

La acción del sulfato de calcio es relativamente simple, ataca al aluminato tricálcico y en menor medida al ferro aluminato tetracalcico, produciendo sulfo aluminato de calcio (etringita) e hidróxido de calcio (portlandita).

La acción del sulfato de sodio es doble, reacciona primero con el hidróxido de calcio generado durante la hidratación del cemento, formando sulfato de calcio e hidróxido de sodio. A su vez el sulfato de calcio ataca al aluminato tricálcico formando etringita.

La acción del sulfato de magnesio es la que produce un mayor daño, actúa sobre todas las fases de la pasta del cemento, incluso los silicatos cálcicos, mediante una serie de acciones complejas que modifican el PH de las pastas. La reacción inicial se da con el aluminato tricalcico produciendo etringita e hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio.

El efecto de las mezclas de sulfatos es muchas veces imprevisible y no siempre se adiciona, por ejemplo, los sulfatos de sodio y magnesio, cuando se presentan conjuntamente reducen el ataque de cada sal actuando independientemente.

INTERACCIÓN DE CLORUROS Y SULFATOS: El contenido de C_3A con los cloruros en el cemento forma un complejo insoluble, que se conoce como hidratado de cloro aluminato de calcio, el cual inhibe cierta proporción de los cloruros totales y disminuye así el riesgo de corrosión. Sin embargo, en un ambiente con presencia de sulfatos y cloruros, los iones sulfatos alteran ese complejo debido a la formación preferencial de sulfoaluminato de calcio hidratado, lo que resulta en la liberación de algunos cloruros ligados que quedan así disponibles para la corrosión del acero. Un proceso similar de liberación de cloruros se genera bajo la acción de dióxido de carbono presente en la atmósfera, ya que también puede descomponer los hidratos de cloro aluminato.

COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO FRENTE A LOS ATAQUES DE SULFATOS

El grado de desarrollo de los elementos de concreto está sujeto a los parámetros principales siguientes:

EXTERNOS

a) CONDICIONES DE EXPOSICION

Las condiciones de exposición de los elementos del concreto influyen en la severidad del ataque ocasionado para una misma concentración del sulfato.

Cuando los elementos del concreto están expuestos a presión hidráulica unilateral, la acción del ataque será mayor.

Las dimensiones de los elementos de concreto influyen en el grado de ataque que, por ejemplo, es mayor en paredes delgadas que en paredes gruesas.

Cuando se presenta oscilaciones de la capa freática el grado de ataque es mayor. En efecto, el concreto se satura cuando el nivel es alto y cuando descende se seca parcialmente, al subir nuevamente el agua se llena los poros, pero la concentración de sales se incrementa con relación a la solución original.

Al repetirse los ciclos las soluciones muy concentradas causan un fuerte deterioro.

En las estructuras marítimas la sección del concreto entre alta y baja marea, sujeta a ciclos de humedecimiento y secado, el ataque es mayor que el que se produce en el concreto permanentemente expuesto. Por una parte, el fuerte porcentaje del ion cloro del agua de mar detiene la expansión.

Las estructuras de concreto, cimentadas en suelos con presencia de soluciones de sulfatos, de tener una relación superficie/volumen importante, sufren un ataque más rápido e intenso por razón de la evaporación del agua que origina la concentración de sulfatos.

Los casos expuestos llevan a pensar que los resultados de los ensayos de laboratorio no son aplicables directamente a construcciones específicas y que las recomendaciones para el diseño del concreto, basadas en la concentración de la solución, si bien son un indicador muy importante, no deben ser el único elemento a considerar en las especificaciones de una estructura.

b) CANTIDADES DE AGUA DISPONIBLE

La velocidad de flujo del agua freática puede incrementar el daño a los elementos de concreto, si contribuye a reponer a los sulfatos removidos al entrar en combinación con los compuestos del cemento.

INTERNOS

a) CAPACIDAD DE PENETRACION

La penetración de las soluciones sulfato en los elementos de concreto, y por consiguiente la magnitud del ataque, está en razón de la permeabilidad del material.

La permeabilidad del concreto en líneas generales está determinada por:

- Los vacíos, debidos a una deficiente consolidación o por la exudación.

- La permeabilidad de la pasta endurecida, principalmente, los poros capilares que están en relación directa con la relación agua-cemento. También, se ha determinado que la permeabilidad se reduce conforme se incrementa el tiempo de hidratación del cemento (edad del concreto) y se incrementa el contenido de cemento.

b) SUSCEPTIBILIDAD DE LA MATRIZ

Los desarreglos ocasionados en el concreto por la acción agresiva de sulfatos, se deben a la expansión de la matriz de cemento hidratada por la reacción de las soluciones de sulfato con el aluminato tricalcico.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS DE LOS CONCRETOS EXPUESTOS A SULFATOS

El ministerio de vivienda y construcción ha modificado los requerimientos que deben cumplir los concretos expuestos al ataque del ion sulfato, en lo relativo a los tipos de cemento a seleccionar, y la resistencia.

En consecuencia es necesario seleccionar cementos portland de la calidad adecuada, como los del tipo II, los adicionadas con puzolanas y escoria para el caso de moderada resistencia a los sulfatos y de tipo V de alta resistencia a los sulfatos.

Estos cementos se caracterizan por su contenido máximo de aluminato tricalcico, 8% en el tipo II y 5% en el tipo V.

En el tipo V, tiene como condición adicional que la suma de los contenidos de aluminato tricalcico y ferroaluminato tetracalcico debe ser menor que el 25%. Para moderadas concentraciones de sulfato, los cementos puzolanicos, fijan hidróxido de calcio libre y desactivan en parte la acción sobre el aluminato. En estos casos se requiere que la agresión del sulfato se produzca con posterioridad a la acción de la puzolana.

AGREGADOS DE CONCRETO

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial que ocupan aproximadamente el 65 a 80% del volumen de la unidad cubica del concreto o 70% a 85% en peso, por lo que las propiedades de los mismos tienen influencia definitiva sobre el comportamiento del concreto entre ellas la resistencia, durabilidad, etc.

Los agregados tienen una estructura interna ordenada y una composición química que varía dentro de límites muy estrechos. Las rocas (que dependiendo de su origen se pueden clasificar como ígneas, sedimentarias o metamórficas), se componen generalmente de varios materiales. Por ejemplo, el granito contiene cuarzo, feldespato, mica y otros cuantos minerales, la mayor parte de las calizas consisten en calcita, dolomita y pequeñas cantidades de cuarzo, feldespato y arcilla. El intemperismo y la erosión de las rocas producen partículas de piedra, grava, arena, limo, y arcilla.

De acuerdo al tamaño de las partículas, los agregados se clasifican en agregados gruesos (tamaño mayor a 4.75 mm, generalmente entre 9.5 mm y 38 mm) y agregados finos (tamaño entre 0.07 mm y 4.75 mm). Una buena graduación da lugar a concretos de mejores características y más económicas.

Para conseguir una granulometría apropiada se mezclan en proporciones adecuadas al menos dos tipos de agregados.

Los agregados pueden ser utilizados en su estado natural o pueden provenir de un proceso de trituración. El agregado grueso triturado presenta mejores características de adherencia que el agregado natural, por lo que el concreto puede alcanzar mayor resistencia. Este se produce triturando roca de cantera, piedra bola, gujarros, o grava de gran tamaño. La escoria de alto horno enfriada al aire y triturada también se utiliza como agregado grueso o fino. El concreto reciclado, o concreto de desperdicio triturado, es una fuente factible de agregados y una realidad económica donde escaseen agregados de calidad.

Los agregados de buena calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben construir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales

finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta del concreto. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. Los agregados que contengan cantidades apreciables de esquistos o de otras rocas esquistosas, de materiales suaves y porosos, y ciertos tipos de horsteno deberán evitarse, puesto que tiene baja resistencia al intemperismo y pueden ser causa de defectos en la superficie tales como erupciones.

Dependiendo del tipo de concreto que se desee fabricar, se pueden emplear agregados ligeros, agregados normales o agregados pesados como se aprecia en el cuadro N° 01. También pueden utilizarse agregados artificiales.

Tabla 4.

Agregados más comunes empleados la fabricación de concreto con diferente peso unitario

Clases de concreto	Tipos de agregados
Baja densidad (300 kg/m ³ a 800 kg/m ³)	Vermiculita expandida, perlita expandida.
Ligero intermedio (800 kg/m ³ a 1400 kg/m ³)	Perlita expandida, pumicita, escoria volcánica.
Ligero estructural (1400 kg/m ³ a 1900 kg/m ³)	Pumicita, escoria volcánica, escoria de alto horno expandida, arcilla, pizarra o ceniza volante expandidas en parillas de sintonización, arcilla, pizarras o esquistos expandidos en hornos rotatorios.
Peso normal (2200 kg/m ³ a 2500 kg/m ³)	Arenas y gravas naturales provenientes de la desintegración y erosión de rocas por acción del agua, viento, cambios de temperatura, etc. Arenas y gravas manufacturadas por la fragmentación de rocas mediante el uso de explosivos, equipos mecánicos u otros. Las rocas pueden ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico. Las rocas ígneas suelen producir buenos agregados en términos físicos. Las sedimentarias son más variables, pero también pueden originar agregados de aceptable calidad. Las metamórficas son las que más dudas se tienen al respecto debiendo estudiarse con cuidado.
Pesado (2600 kg/m ³ a 5500 kg/m ³)	Agregados manufacturados por la trituración de rocas con contenido de minerales como la serpentina, limonita, magnetita. Arena natural que contenga alguna de los minerales descritos anteriormente. Agregados sintéticos obtenidos por procesamiento de hierro, ferro fosforo y boro derretido)

Fuente: Elaboración propia.

CARACTERISTICAS FISICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO

GRANULOMETRIA

Distribución volumétrica de las partículas por tamaño. Los valores se presentan en un sistema coordinado semilogaritmico. Este procedimiento es válido cuando se trabaja con agregados normales (Aquellos cuyo peso específico de partículas es similar).

La serie de tamices estándar ASTM empieza por el tamiz de abertura cuadra 3" y los siguientes tienen una abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla de abertura 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre cambia en función al número de aberturas por pulgada cuadrada.

Tabla 5.
Aberturas para los Tamices Estándares

Tamices standar	Abertura pulgadas	Abertura(mm)
3"	3	75
1 1/2"	1.5	37.5
3/4"	0.75	19
3/8"	0.375	9.5
N°4	0.187	4.75
N°8	0.0937	2.36
N°16	0.0469	1.18
N°30	0.0234	0.59
N°50	0.0117	0.295
N°100	0.0059	0.1475
N°200	0.0029	0.074

Fuente: Tecnología de concreto.

a) AGREGADO FINO

El agregado fino puede consistir de arena natural, arena fabricada o una combinación de ambas.

El agregado fino o arena abarca partículas entre 0.075 y 4.75 mm. Las especificaciones para agregados utilizados para la elaboración de concreto (ASTM C-33/NTP 400.037), requiere que en cada fracción (7 fracciones) exista una proporción de partículas comprendidas dentro de ciertos límites establecidos empíricamente. Para obtener las proporciones de una muestra, esta se debe analizar mediante su separación en 7 fracciones, cribándola a través de las mallas normalizadas conocidas como serie Standar, cuyas aberturas se duplican sucesivamente a partir de las más reducida, que es igual a 0.150mm (N° 100).

La granulometría del agregado fino del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua-cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia.

Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm(N° 50) y de 1.15 mm (N° 100), afectan la trabajabilidad y la textura superficial.

Los porcentajes indicados para el material que pasa por las mallas N° 50 y N° 100 pueden ser reducidos a 5% y 0% respectivamente, en cualquiera de los tres casos siguientes:

- Si el agregado a ser empleado en la preparación de concreto con aire incorporado, con más de 6 bolsas de cemento / M³.
- Si el agregado va a ser empleado en la preparación de concreto con aire incorporado, con más de 7 bolsas de cemento / M³.

- Si va a emplear algún ingrediente mineral aprobado para suplir las deficiencias en los porcentajes que pasan estos tamices.

El agregado fino no deberá tener más del 45% retenido entre tamices consecutivos, cualquiera de los indicados.

b) AGREGADO GRUESO

El agregado grueso o grava, comprende desde los 4.75 mm hasta la dimensión de los fragmentos más grandes que contiene, cuya magnitud queda definida por el tamaño máximo nominal del agregado, el cual es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado.

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía, comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para los de tamaños mayores.

Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado grueso no debe exceder:

- 1) Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
- 2) Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
- 3) Un tercio del peralte de las bolsas.

El agregado grueso en su conjunto, deberá poseer diversidad de tamaños continuos en su composición, de manera de obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colación.

La granulometría de agregado grueso seleccionado no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla 1/4".

SUSTANCIAS INCONVENIENTES

a) AGREGADO FINO

La cantidad de sustancias inconvenientes presentes en el agregado fino, no deberá exceder los límites que se detallan a continuación:

- Lentes de arcilla	1.00%
- Material más fino que la malla N° 200	
a) Concretos sujetos a abrasión	3.00%
b) Todos los otros concretos	5.00%
- Carbón y lignito	
a) Cuando la apariencia superficial del Concreto es importante	0.500%
b) Todos los otros concretos	1.00%

Las sustancias consideradas nocivas son:

- **Partículas deleznales:** Como los gramos de arcilla que pueden deshacerse con la comprensión de los dedos.
- **Material más fino que la malla 200:** Limos y arcillas. Dan un índice de la limpieza del agregado.

La presencia del material fino mezclado con la arena incrementa los requerimientos del agua de mezcla, un moderado porcentaje favorece la trabajabilidad pero en demasía afecta la resistencia.

Se consideran perjudiciales por retardar el fraguado y debilitar las resistencias, las arcillas, limos y sustancias análogas. Pueden admitirse al considerarse adheridos a las arenas en una proporción inferior al 3% en peso del árido.

b) AGREGADO GRUESO

En general las partículas perjudiciales en el agregado grueso, no deberá exceder de los siguientes valores:

- Arcillas	0.025%
- Partículas blandas	5.00%
- Material más fino que la malla 200	1.00%
- Carbón y lignito	
Con acabado superficial de importancia	0.50%
Otros concretos	1.00%

IMPUREZAS ORGANICAS

La materia orgánica presente en el agregado puede consistir de productos de descomposición de materia vegetal, y aparecen en forma de margas orgánicas o de humus. Estas impurezas pueden afectar las reacciones de hidratación, modificando el fraguado o reduciendo la resistencia.

Puede ser detectado por ensayo colorimétrico con Na OH AL 3%, comparando una solución de referencia de color-patrón, con la coloración del líquido que sobrenada después de un periodo de 24 horas sobre la muestra. Cuando el color del líquido de la muestra es más oscuro que el color de referencia, se puede inferir la presencia de materia orgánica.

También pueden realizarse ensayos comparativos de resistencia a la compresión y tiempos de fraguado, con cubos de mortero o probetas (Según Norma ASTM C-140), fabricado con el agregado cuestionado y otro reconocido como sano. En el caso que la resistencia obtenida estuviera por debajo del 95% de la alcanzada con la muestra patrón no deberá emplearse el agregado por ser inadecuado.

ELEMENTOS REACTIVOS

El agregado a emplearse en la preparación del concreto que ha de estar sometido a humedecimiento, exposición prolongada a atmosfera húmeda, o contacto con suelos húmedos, no deberá contener ningún material que sea peligrosamente reactivo con los álcalis del cemento en cantidad de suficiente como para originar expansión excesiva del mortero o concreto.

Excepcionalmente se acepta la presencia de este tipo de elementos en cantidades perjudiciales, siempre y cuando el cemento contenga menos al 0.6% de álcalis o se ha adicionado a la mezcla un material que prevenga o controle la expansión.

ABSORCION Y HUMEDAD SUPERFICIAL

La absorción se define como el incremento en la masa de un cuerpo poroso, como resultado de la penetración del líquido al interior de sus poros permeables.

La humedad superficial o agua libre es la diferencia entre los estados saturado o húmedo y estado saturado superficialmente seco. La humedad superficial será la que contribuirá el agregado del agua de mezcla.

La absorción no suele exceder del 3% en el agregado fino.

La diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción da el aporte positivo o negativo del agregado al agua de mezcla.

La absorción y humedad superficial de los agregados se debe determinar de acuerdo con las normas ASTM C 70, C 127, C 128, y de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla.

PESO ESPECÍFICO

El peso específico de un agregado es la relación de su peso respecto al volumen de sólidos (sin incluir vacíos entre ellas). Se usa ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control, por ejemplo en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado.

El peso específico del agregado puede ser un indicador de su porosidad, pero no guarda necesariamente una relación con su calidad un agregado con un

peso específico relativamente bajo puede considerarse aceptable como agregado para concreto, siempre que se encuentren sanas.

Su valor para agregados normales oscila entre 2500 Kg/ m³ a 2750 Kg/ m³.

El procedimiento para determinar este valor, se especifica en las Normas ASTM C-127 y ASTM C-128, para el agregado grueso y fino respectivamente.

CONTENIDO DE HUMEDAD

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

El estado de humedad de un agregado puede estar comprendido dentro de las 4 condiciones siguientes:

- Seco: Aquella condición en que toda la humedad tanto externa como interna ha desaparecido, generalmente por calentamiento a 100°C.
- Semi seco o secado al ambiente: Condición en la cual no hay humedad superficial en las partículas, existiendo alguna humedad interna.
- Saturado superficialmente seco: No existe humedad libre superficial sobre las partículas, pero todos los poros dentro de ella están llenos de agua.
- Saturado o húmedo: El agregado se encuentra saturado y con agua libre o superficial sobre las partículas.

PESO UNITARIO

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, sea suelto o compactada, al peso alcanzado por un determinado volumen unitario. Relación entre el peso de las partículas entre su volumen total incluyendo vacíos. Se expresa en Kg/m³.

El peso unitario está influenciado por:

- La gravedad específica.
- La granulometría.
- Perfil y textura superficial.

- Condición de humedad.
- Grado de compactación de la masa.

El peso unitario de los agregados en concreto de peso normal esta entre 1500 Kg/m^3 y 1700 Kg/m^3 .

La determinación del peso unitario ya sea suelto o compactado, se realiza según lo descrito en la norma ASTM C-29/NTP 400.017.

MODULO DE FINEZA

El módulo de fineza está en razón inversa de áreas superficiales, es decir que aquellos agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas, con un área superficial total muy alta, la cual será necesario cubrir con pasta si se desea alcanzar en el concreto las propiedades especificadas.

El módulo de fineza sirve igualmente como una medida del valor lubricante de un agregado dado, en el entendimiento de que cuanto mayor es el módulo de fineza menor será el valor lubricante e igualmente menos la demanda de agua por área superficial. Pudiendo obtenerse con diferentes granulometrías el mismo módulo de fineza lo cual no puede emplearse para definir la granulometría del agregado.

El módulo de fineza también se entiende como la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar, el valor de este para la fabricación del concreto debe estar comprendido entre 2.30 y 3.10. Las arenas con un módulo de fineza menor a 2.30, se consideran demasiado finas y no aptas para la elaboración del concreto, porque requieren mayor cantidad de cemento, que tienen influencia adversa en los cambios volumétricos y en el costo del concreto. Inversamente si son mayores a 3.10, resultan demasiado gruesas y tienden a producir mezclas de concreto de textura áspera y segregables.

El módulo de fineza del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto.

El módulo de finura del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100.

El módulo de finura es un índice de la finura del agregado entre mayor sea el módulo de finura, más grueso será el agregado.

Está demostrado que independientemente de la granulometría, los concretos con agregados de igual módulo de fineza, mantienen las mismas condiciones de trabajabilidad y resistencia.

SUPERFICIE ESPECÍFICA

Relación entre el área superficial y el volumen de la partícula.

Una masa de partículas tiene menor área superficial si está constituida por partículas de mayor dimensión (Menor superficie específica).

La forma del agregado también es determinante, si se tiene agregados de dimensiones tridimensionales más o menos similares, se tendrá menor superficie específica en comparación a los agregados de igual volumen pero de forma alargada. Para producir un concreto trabajable, las partículas alargadas, angulares, de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos. En consecuencia, las partículas de agregado que son angulares, necesitan un mayor contenido de cemento para mantener la misma relación agua-cemento.

La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambian de lisas a redondeadas a rugosas y angulares.

CONDICIONES DE CONTROL

Los agregados seleccionados deberán ser procesados, transportados, manipulados, almacenados y dosificados, de manera tal de garantizar que:

- La pérdida de finos sea mínima.
- Se mantenga la uniformidad del agregado.
- No se producirá contaminación con sustancias extrañas.
- No se producirá rotura o segregación importante en ellos.

PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS

IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS

CANTERAS

Es el lugar de donde se extraen materiales de construcción, para diversos fines sea para edificaciones, enrocados, pavimentos, filtros, trabajos ornamentales, artesanales, etc. Se excluye de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos.

La explotación es el conjunto de operaciones que permite separar un material o mineral de sus acompañantes en el depósito o yacimiento.

Entre las operaciones se encuentran los métodos de arranque, carguío, transporte, estabilización, utilización del vacío de explotación, manejo, disposición de sobrantes, etc.

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

a) ENSAYOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN LOS AGREGADOS

ENSAYOS FÍSICOS

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D – 422/ NTP 400.037)

Este ensayo consiste en la determinación de los porcentajes de piedra, grava, arena, linos y arcilla, presentes en cierta masa de suelo; con su consiguiente distribución granulométrica. Todos estos datos se obtienen mediante el tamizado del agregado por una serie de mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de abertura igual a 0.074 mm). Mediante el análisis granulométrico se podrá determinar a curva granulométrica, donde se grafica el diámetro de tamiz vs. el porcentaje acumulado que pasa o que retiene al mismo, según sea el caso.

Equipo necesario:

- Balanza con precisión a 0.1 gr.
- Juego de tamices: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30; N°40, N°50, N°60, N°100, N°200, incluyendo tapa y fondo. Siendo las mallas de abertura cuadrada.
- Horno, con gradación de temperatura de hasta 110°C como mínimo.
- Bandejas con capacidad suficiente para colocar la muestra.
- Depósito para lavar muestra

Procedimiento:

- Para realizar el análisis granulométrico por tamizado se procede de la forma por cuarteo, determinándose la distribución del agregado de acuerdo al tamaño de las partículas.
- El cuarteo es el proceso de reducir una muestra representativa a un tamaño conveniente para efectuar ensayos con ellas.
- Se extiende la muestra sobre una superficie limpia y llaa o sobre una lona y se mezcla con una pala. El material se deposita en forma cónica y se aplasta el centro del cono con una pala, formando una capa circular de espesor uniforme.
- Con una escuadra o elemento rectangular se divide la muestra en 4 partes aproximadamente iguales, se cogen 2 partes opuestas en diagonal y se desechan las otras dos.
- La operación se repite hasta reducir la muestra al tamaño adecuado para el análisis.
- Se seca en el Horno durante 16 Horas a una temperatura de 110°C o a la intemperie si el clima lo permite.
- Se disgregan los terrones arcillosos del material. Se pesa la muestra seca sin lavar y se anota su peso.

- En caso de ser necesario se lava, vertiendo agua en el material suspendido en el tamiz N° 200, y se elimina el material que pasa por dicho tamiz, que vendría a constituir la parte de arcilla del agregado.
- Cuando el material contiene mucho material arcilloso, es preferible antes de lavarlo dejarlo en remojo por unas horas para que se disuelva la arcilla.
- Se seca la muestra al horno, por 16 horas a 110°C, hasta que tenga un peso constante.
- Se colocan los tamices ordenados en forma descendente en cuanto a su diámetro, siendo la última en colocarse la malla N° 200, debajo de la cual se coloca la base.
- Se pasa el agregado por los tamices y se agita el tiempo necesario hasta que no pase muestra al siguiente tamiz o base. El tiempo de agitación debe ser aproximadamente 15 minutos. Es preferible realizar por separado el tamizado del agregado grueso y fino para lo cual se criba primero por el tamiz N° 4.
- Se debe contar con otra base o fondo, de manera que se pueda tamizar por separado cada malla, debajo de la cual se coloca la misma y se tamizan hasta que no pase material, lo que pasa se coloca en el tamiz siguiente.
- El material retenido en cada tamiz se pesa, utilizando una escobilla para limpiar la malla y no perder material.
- El procedimiento se realiza con cada uno de los tamices, anotándose el peso que retiene cada uno.

Cálculos:

- La suma de los pesos retenidos en los distintos tamices hasta la malla N° 200 es el peso de la muestra analizada y secada al horno (muestra lavada y secada al horno si es necesario).
- La diferencia entre el peso secado al horno inicial y el peso de la muestra lavada y secada al horno es el material que pasa la malla N° 200.
- Porcentajes retenidos que pasa la malla:

% parcial retenido en un tamiz = peso retenido en tamiz*100/ peso inicial seco.

% que pasa la malla N° 200 = (peso seco- peso de muestra lavada y seco)*100/ peso seco.

% acumulado retenido= suma de % parciales retenidos hasta dicho tamiz.

% acumulado que pasa cada malla= 100- % acumulado retenido en dicha malla = % acumulado que pasa tamiz anterior - % parcial retenido en el tamiz.

Se comienza con 100% en el tamiz que no queda retenido material.

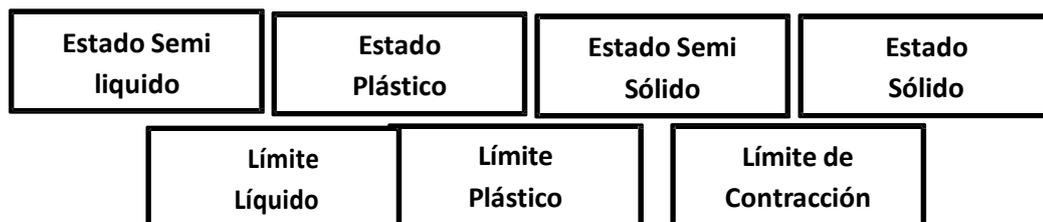
Límites de consistencia (ASTM D- 423/ ASTM D- 424)

Principio:

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeado. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material, es decir el material que pasa la malla N° 200.

Un material de acuerdo al contenido de humedad que posea, pasa por 3 estados definidos: líquido, plástico y seco.

Atteberg estableció lo siguientes Límites de Consistencia:



Límite Líquido:

Equipo necesario:

- Copa de Casagrande, que consta de una cuchara con superficie circular y un acanalador, que sirve para hacer una hendidura en el material.
- Tazón para depositar y mezclar el material a ensayar.

- Taras para determinar el contenido de humedad.
- Espátula de acero inoxidable para mezclar el material con agua.
- Balanza con sensibilidad de 0.01 gramos.
- Horno capaz de mantener la temperatura en 110°C +/- 5°.

Procedimiento:

- Se seca el material y se disgregan los terrones arcillosos.
- Se tamiza por la malla N° 40, usándose el material que pasa dicho tamiz.
- Se deposita el material en un tazón, y se añade agua, de preferencia destilada, revolviendo hasta que la humedad sea uniforme y le dé a la mezcla consistencia moldeable.
- Se traslada a la cuchara de bronce de la copa de Casagrande, llenándola aproximadamente un tercio del total.
- Con la espátula se empareja el material, dándole la forma de un círculo que tiene una profundidad máxima de 1.00 cm.
- Con el acanalador se le hace una hendidura en el centro del círculo, de un extremo a otro y se limpia la hendidura de modo que sea perfectamente visible.
- Se acciona la Copa de Casagrande mediante la manivela para elevar la cuchara hasta su altura de caída de 1 cm, y hacerla que caiga, considerando cada caída como un golpe , a la velocidad de 2 golpes

Límite Plástico: El límite plástico (LP) es la humedad a partir de la cual un suelo deja de tener un comportamiento frágil para pasar a tenerlo plástico, es decir, la humedad límite entre el estado sólido y el plástico. A partir de esta humedad, el suelo puede sufrir cambios de forma irreversibles sin llegar a fracturar, y por debajo de esta el suelo no presenta plasticidad.

El límite plástico corresponde al valor de la humedad, para el cual la cohesión es de alrededor de 200 kPa. Su determinación está regulada por las normas NLT – 106/72 y ASTM 424-59(71), y se define, arbitrariamente, como la humedad del suelo tal que ya

no es posible fabricar con el suelo cilindros de unos 3 mm de diámetro sin que se agrieten.

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Horno que mantenga temperatura
- Placa de vidrio esmerilado, u otra superficie lisa no absorbente.
- Tazón para depositar el material y mezclar a ensayar
- Tara para determinar el contenido de humedad.
- Espátula de acero inoxidable para mezclar el material con agua

Procedimiento:

- Se emplea el mismo material que el usado para el límite líquido. Si contiene demasiada humedad, se agrega un poco de material seco absorbente del ensayo hasta conseguir que la muestra tenga una consistencia tal que pueda ser rolando entre los dedos de la mano y el vidrio esmerilado. Si es demasiado seca como para formar hilos de 3.3 mm de diámetro le agrega agua.
- Se toman aproximadamente dos gramos de muestra y se forman bastones o rollos cilíndricos delgados de muestra de modo que lo podamos rodar sobre el vidrio esmerilado para quitarle la humedad
- Se inicia el rolado entre los dedos de la mano y el vidrio esmerilado, a razón de 80 a 90 ciclos por minuto considerándose un ciclo, como un movimiento de la mano hacia adelante y hacia atrás de la posición de arranque.
- El límite plástico se determina, cuando se formen bastoncitos de 3.2mm de diámetro, el instante en que se formen resquebrajaduras superficiales.
- Se anota del peso de la tara.
- Se coloca los bastoncitos en la tara y se pesa la muestra humedad más la tara.
- Se coloca la tara en el horno a temperatura 110 t 5 por 16 horas, hasta que tenga un peso consistente.

- Se retira la muestra del Horno, se deja enfriar, y se pesa la muestra seca más la tara

Cálculo:

- Peso del agua Peso agua = P1-P2
- Peso de la muestra seca Peso muestra= P2-P tara
- Contenido de humedad $W = \text{Peso agua} * 100 / P \text{ muestra}$

Este valor es el límite plástico de un ensayo; Se determinan 2 ensayos para tener una mejor aproximación, y el límite plástico de la muestra es el promedio de los dos resultados.

Índice de Plasticidad

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico

$$LP = LL - LP$$

Peso específico y Absorción (ASTM -854 / NTP 400.021)

La presente Norma establece un método de ensayo para determinar el peso del agregado por unidad de volumen sin considerar sus vacíos; con este ensayo también se determina el porcentaje de absorción o contenido de agua exacto que requiere el agregado para saturar todos sus vacíos.

De acuerdo al S.I la expresión correcta es densidad.

Peso Específico del agregado del concreto:

Equipo necesario:

- Balanza con capacidad de 5kg a más y sensibilidad de 0.5gr

- Cesta de malla de alambre con cobertura correspondiente al tamiz de 3mm (N° 6) o menor, o un recipiente de aproximadamente igual al ancho con capacidad de 4000cm³ a 7000cm³. La cobertura permite que pase el agua y no el material, ya que la muestra empleada será mayor a ese tamaño.
- Balde o embace adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua y un dispositivo dará suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Horno o estufa, capaz de mantener la temperatura de 110°C a 5 °C.

Muestras

- El material para el ensayo será el que retenido en el tamiz número 4. Para ello se seleccionara por cuarteo aproximadamente 5kg del agregado y se elimina la fracción que pasa por el tamiz N°4. El tamaño de la muestra a ensayar dependerá de su tamaño, máximo nominal.

Procedimiento:

- Después de lavado completo para eliminar el polvo u otras impurezas se produce el secado de la muestra hasta peso constante a una temperatura de 100 a 110°C y luego se sumerge a agua por un periodo de 24 horas a 4 horas.
- Si los valores de absorción y peso específico van a ser usados para diseñar mezclas de concreto con agregados normalmente en condiciones húmedas, el requisito de secado hasta peso constante puede eliminarse.
- Transcurrió el tiempo de saturación, se saca la muestra del agua y se hace rodar sobre un paño grande absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película del agua visible, aunque las superficies aun aparezcan húmedas. Se secan separadamente los segmentos más grandes. Se debe de tener cuidado de evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene le peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca. Se determinara este y los demás pesos con aproximación de 0.5 gr.
- Después de secar, se coloca de inmediato la muestra saturada y superficialmente seca de la cesta del alambre y se determina su peso en agua a

temperatura de 100°C y se deja enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se pesa.

Cálculos:

- Obtenidos a los datos correspondiente, se procede a la determinación de los pesos específicos.
- Peso de la muestra saturada y superficialmente seca.
- Peso de la muestra seca al horno.
- Volumen de masa.
- Peso específico bulk (base seca)
- Peso específico Bulk (base saturada)
- $H = \text{Peso específico aparente (base seca)}$
- Porcentaje de absorción $I = ((A-C)/C)*100$

Peso específico del agregado fino.

Objetivo: determinar el peso específico de los agregados finos

Equipo

Para agregado grueso

- Balanza
- Tela absorbente
- Papel Toalla
- Horno
- Picnómetro
- canasta
- Tara
- Bandeja Metálica

Agregado Fino

- Balanza
- Picnómetro
- molde Metálico
- apisonador
- ventilador
- bandeja metálica
- Horno

Peso específico Bul h

Es la relación del peso al aire de un volumen unitario de un material permeable a una temperatura establecida, y el peso del aire de igual densidad de un volumen de agua destilada a una temperatura establecida.

Peso Específico Aparente

Es la relación del peso al aire de un volumen unitario de un material a una determinada temperatura y el peso al aire de igual densidad de un volumen de agua destilada a una temperatura establecida.

Es el peso de una sustancia dividida por el peso de un volumen igual de agua igual de agua destilada en condiciones normales.

Importancia del peso específico:

1-es un índice de calidad que puede utilizarse para separar el material bueno del malo.

2- Indica cuanto espacio ocuparán las partículas en la mezcla de concreto.

3.- nos sirve para calcular el porcentaje de huecos presentes en el agregado.

$$\frac{1}{1} \text{ huecos} = \frac{(62.4 * P.E) - P.E}{64.4 * P.E} * 100$$

Valor para P.E para agregados normales 2.4 – 2.9

Agua Libre: es cuando la partículas tienen agua en exceso de la correspondiente a los agregados saturados con superficie seca (s s s) influye directamente en la relación A/C de la mezcla de concreto. Absorción: Es la capacidad para admitir y sustraer agua en los espacios internos constituidos por poros.

Obtener 1000 g de agregado fino de la muestra mediante separación o cuarteo
Secar la muestra en una bandeja, a peso constante y a temperatura de 110+ 5°C
Dejar enfriar la muestra a una temperatura razonable

Método de la canasta

- 4.- Cubrimos con agua la muestra y dejarla en reposo por 24+ 4 horas.
- 5.- decantamos el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos.
- 6.- Extender la muestra en una plana
- 7.- Exponerla a una suave corriente de aire, revolverla frecuentemente para el secado uniforme.
- 8.- Continué con esta operación hasta que esté en condición de libre escurrimiento, .
- 9.- Colocar parte del agregado fino suelto dentro del molde firmemente en una superficie plana.
- 10.- Golpear suavemente la superficie 25 veces con el apisonador y luego levantar el molde.

11.- verificar si existe humedad en el agregado.

12.- Si la humedad aún está presente, continuar secando la muestra

El peso específico es muy necesario para el cálculo del material a utilizar.

Lo que se busca es encontrar la humedad exacta de la arena.

Los Agregados Finos son materiales granulares, generalmente inertes, resultantes de la desintegración natural o desgaste de las rocas o de otros productos artificiales, que permiten obtener partículas de forma y tamaño estables, destinadas a ser empleados en hormigones, donde ocupan casi un 75% del volumen, siendo envueltos por la pasta cementicia, y en mezclas asfálticas, donde ocupan casi un 95%, siendo envueltos por el asfalto.

Clasificación

De acuerdo al tamaño que sea mayor o no del tamiz N° 4 (4 aberturas por pulgada lineal, con una abertura según norma IRAM de 4,75 mm), se clasifican los agregados en gruesos o finos. Es grueso cuando el 95% o más queda retenido sobre el tamiz N° 4 y es fino cuando el 95% como mínimo pasa por el tamiz N° 4.

Tipos

De acuerdo a su origen los agregados pueden ser:

NATURALES:

Agregados gruesos:

Piedra Partida:

Proveniente de la explotación de canteras, donde se produce el desprendimiento de grandes trozos de rocas por medio de la voladura mediante explosivos que se introducen en orificios practicados con barrenos. Los trozos son sometidos a posterior trituración y clasificación por tamaños, siendo los tamaños comerciales más comunes de 6:20 - 10:30 - 30:50, siendo estas dimensiones en mm.

Determinar el Peso Específico y la Absorción del agregado grueso a partir del humedecimiento del agregado en un periodo de 24 horas

Calcular el peso Específico y absorción de una cierta muestra de agregado grueso para saber si cumple los requerimientos para la elaboración de diseño de mezcla.

Establecer el tipo de agregado grueso para la elaboración de un buen diseño de mezcla

Conocer la importancia y cómo influye el peso específico y absorción que tienen el agregado en una mezcla de hormigón.

Peso Unitario:

Este método de ensayo, cubre la determinación del peso unitario suelto y compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en la mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150mm.

Peso= Peso por unidad de volumen.

Este método es utilizado generalmente para determinar el valor del peso unitario que es necesario durante la elaboración del diseño de mezclas.

El peso unitario, también conocido como el peso específico, es el peso total de una sustancia en una sola unidad devolumen. Aunque es similar a la gravedad o densidad específica, no es lo mismo porque el peso es dependiente de la aceleración de la gravedad. El peso específico de un objeto en Marte no es el mismo que el que sería en la Tierra. Calcular el peso específico es fácil siempre que sepas la densidad del objeto y el valor de la aceleración de la gravedad.

Procedimiento:

1. Calcula o mide la densidad de la materia para la que deseas hallar el peso específico.
2. Mide o determina la aceleración de la gravedad en el lugar donde se encuentra el objeto. En la Tierra, la aceleración de la gravedad es de aproximadamente 9,8 metros por segundo al cuadrado, o 32,2 pies por segundo al cuadrado.
3. Multiplica la densidad por la aceleración de la gravedad. El resultado es el peso específico del material.

Peso Unitario Suelto

- El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50mm, por encima del aparte superior del recipiente solo, y se registran los pesas.

Cálculos:

- Peso del molde
- Volumen del molde
- Peso del molde + agregado
- Peso del agregado
- Peso unitario del agregado

Esta fórmula es válida tanto para el Peso unitario suelto como para el compactado.

Para obtener valores más precisos, conviene realizar 2 a 3 ensayos de peso unitario y se promedia. Estos valores deben ser muy próximos, sobre todo si se efectúa en material fino, de no ser así se volverá a realizar el procedimiento, para descartar el valor equivocado.

Cuando se realiza el ensayo material gravo, al momento de enrasar se debe hacer nivelando las desigualdades con material fino. Cuando se trabaja con arena fina, como la de la playa, el peso unitario se realiza con la muestra seca, pero como la arena es muy difícil de compactar, entonces lo recomendable es trabajar la muestra con un pequeño porcentaje de humedad, aproximadamente de 3 a 4% de humedad, se realiza el ensayo y se aplica la fórmula para calcular el peso unitario seco, siendo la vibración muy importante para conseguir el peso unitario compactado.

$$\text{Peso unitario Seco} = \frac{\text{Peso unitario Húmedo}}{1 + (\text{contenido de humedad}/100)}$$

B) ENSAYOS EN EL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO

ENSAYOS EN EL CONCRETO FRESCO

b) ENSAYO DE CONSISTENCIA:

El ensayo también se le denomina el revenimiento o Slump test. Se analiza de acuerdo a la norma ITINTEC 334.057.

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

Equipo:

El equipo necesario consiste en el tronco de cono. Los dos círculos de las bases paralelos entre si midiendo 20cm y 10cm los diámetros respectivos con una altura de molde de 30cm.

Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro se deberá y 60cm de longitud y punta semiesférica.

Procedimiento:

- El molde se coloca sobre la superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se invierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con varilla aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente.
- Enseguida se colocan otras dos capas con el mismo tiempo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- La tercera capa se deberá rellenar en exceso para luego enrasar al término de la consolidación, lleno y enrasado el molde, se levanta lento y cuidadosamente en dirección vertical.
- EL concreto moldeado fresco se asentara, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump.
- Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no debe transcurrir más de 2 minutos, de los cuales durante el proceso del desmolde no toma más de 5 segundos.

1) **Ensayo Peso Unitario**

Para efectuar este ensayo se requiere de un recipiente de cierta capacidad, un pistón, espátula para enrasar y una balanza con aprox. De 0.5gr.

Una vez pesado el recipiente vacío, se procede a llenarlo con la mezcla en 3 capas compactadas con 25 golpes. Luego se enrasa para pesar nuevamente,

$$\text{Peso Unitario} = (\text{Peso 1} - \text{Peso 2}) / \text{Volumen de recipiente}$$

Donde:

Peso 1 = Recipiente + mezcla en gr

Peso2 = Recipiente vacío en gr.

2) Ensayo de exudación:

El ensayo de exudación se efectúa en un recipiente cilíndrico lleno de concreto hasta determinada la altura.

Sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie (Fig. 1-7). El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie.

Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación.

La tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) aumentan con la cantidad inicial

de agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados de granulometría adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado. El concreto usado para rellenar vacíos, proporcionar soporte o proporcionar impermeabilidad con una buena adhesión debe presentar bajo sangrado para evitar formación de bolsas de agua.

C) ENSAYO EN EL ESTADO ENDURECIDO

1) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION:

OBJETIVO.

El objetivo principal del ensayo consiste en determinar la máxima resistencia a la compresión de un cilindro de muestra de un concreto frente a una carga aplicada axialmente.

MATERIALES.

- Cilindro de concreto de longitud de 30cm con diámetro de 15cm.
- Maquina universal para aplicar carga.
- Dial de carga.

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/cm^2 y con alguna frecuencia lb/pulg^2 (p.s.i). La equivalencia que hay entre los dos es que 1 psi es igual a 0.07kg/cm^2 . 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 número 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.

Una vez que la muestra de concreto fresco ha sido correctamente seleccionada de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma NTC 454, de manera que sea representativa de toda la masa.

Se procede de la siguiente manera, antes de colocar el concreto en el molde, es necesario aceitar el interior del cilindro para evitar que el concreto se adhiera al metal; para hacer esto, es suficiente untar las paredes y el fondo con una brocha impregnada de aceite mineral; la capa de aceite debe ser delgada y en el fondo no debe acumular aceite.

El cilindro se llena en tres capas de igual altura (10cm) y cada capa se apisona con una varilla lisa de 16mm de diámetro con uno de sus extremos redondeados, la cual se introduce 25 veces por capa en diferentes sitios de la superficie del concreto, teniendo en cuenta de que la varilla solo atraviese la capa que se está compactando, sin pasar a la capa siguiente. Al final de la compactación se completa el llenado del molde con más mezcla y se alisa la superficie con la ayuda de un palustre o de una regla.

Una vez que se ha llenado cada capa, se dan unos golpes con la varilla o con un

martillo de caucho a las paredes de este, hasta que la superficie del concreto cambie de mate a brillante, con el objeto de eliminar las burbujas de aire que se hayan podido adherir al molde o hayan quedado embebidas en el concreto. Los cilindros recién confeccionados deben quedar en reposo, en sitio cubierto y protegidos de cualquier golpe o vibración y al día siguiente se les quita el molde cuidadosamente. Inmediatamente después de remover el molde, los cilindros deben ser sometidos a un proceso de curado en tanques de agua con cal, o en un cuarto de curado a 23°C, con el fin de evitar la evaporación del agua que contiene el cilindro, por la acción del aire o del sol, y en condiciones estables de temperatura para que el desarrollo de resistencia se lleve a cabo en condiciones constantes a través del tiempo.

En estas condiciones los cilindros deben permanecer hasta el día del ensayo. La resistencia a la compresión del concreto se mide con una prensa que aplica carga sobre la superficie del cilindro (Norma NTC 673). Generalmente esta superficie es áspera y no plana, lo cual puede conducir a concentraciones de esfuerzo que reducen considerablemente la resistencia real del concreto. Una falta de planicie de 0.25mm puede reducir a un tercio la resistencia. Para remediar esta situación, normalmente se hace un refrentado o cabeceado de las tapas del cilindro con materiales como yeso o mezclas compuestas de azufre, tal como se especifica en la norma NTC 504. La resistencia a la compresión, se acostumbra a dar en términos de esfuerzo o sea fuerza por unidad de área, en kg/cm²

COMO REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO.

Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de (15x30cm), las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto. Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con mortero azufre (ASTM C617) o con

almohadillas (ASTM C1231).El cabeceo de azufre se debe aplicar como mínimo dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba.

- El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre si a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los diámetros medidos difieren en más de 2% no se debe someter a prueba el cilindro. Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más de 0.5% y en los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas.

RESISTENCIA

- Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con maquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35MPa/s durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura.

- La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección. ASTM C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común.

- El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.

- La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensayo de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.
- El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probado a la misma edad deberá ser en promedio de aproximadamente 2 a 3% de la resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia 8%, o 9.5% para tres cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar los procedimientos de ensayo en el laboratorio.
- Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual.

DISEÑO DE MEZCLAS

GENERALIDADES

El objetivo de un diseño de concreto es el de obtener una mezcla que ósea un mínimo de determinadas propiedades tanto en estado fresco como endurecido, al menos costo de producción posible.

Las propiedades del concreto endurecido son especificadas por el proyectista de la estructura, y las propiedades del concreto fresco están definidas de básicamente por el tipo de construcción y por las técnicas de colación y transporte.

Existen diferentes métodos de Diseños de Mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aun así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos, sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

En oportunidades no es necesario tener exactitud en cuanto a las proporciones de los componentes del concreto, en estas situaciones se frecuenta el uso de reglas generales, lo que permite establecer las dosis correctas a través de recetas que permiten contar con un diseño de mezcla apropiado para estos casos.

Diseño Único

Una parte en volumen de agregado grueso, por una parte de arena y media parte de cemento, agua necesaria para mantener la trabajabilidad. El agregado grueso varía entre piedra picada, grava, canto rodado picado o canto rodado natural, mientras que la arena puede ser natural o de trituración.

La dosis de cemento puede ser medida a través de sacos enteros y medio saco si se cuenta con la experiencia necesaria.

Receta Única

- Piedra o grava de 80 a 95 kgs.
- Arena de 65 a 80 kgs.
- Cemento un saco de 42.5 Kg, equivalente a 7.5 sacos de cementos por metro cúbico.
- Agua la necesaria de 25 a 30 litros.

Se obtiene 130 litros de concreto, la resistencia esperada es de 18 Mpa (184 Kg/cm). Esta resistencia fue la determinada a los 28 días en probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.

Si se emplean áridos de buena calidad, y se toman todas las medidas necesarias, se puede obtener una resistencia mayor a los 18 Mpa, o puede suceder lo contrario.

Receta Ampliada.

Se deben tomar en consideración las características más importantes de los agregados, la granulometría y el tamaño máximo. Con respecto a la granulometría solo se deben usar piedras o arenas balanceadas en sus diferentes tamaños de granos, sin exceso o ausencia. Existen tres alternativas correspondientes al tamaño máximo que se vaya a usar.

El agua debe aplicarse con una cantidad tal que se mantenga la trabajabilidad, y la colocación de moldes y encofrados. Esta dosis debe ser lo más precisa posible ya que un exceso de agua disminuye la resistencia, por ello los encargados de esta tarea deben tener experiencia mínima exigida.

Es necesario disponer de un procedimiento detallado, preciso y complejo para obtener resultados óptimos en cuanto a cantidades y proporciones de los componentes del concreto se refiere, así existe la posibilidad de tomar en cuenta los posibles cambios que afectan las características de los componentes, incrementando así mayor índice de calidad.

Algunos métodos son probados en laboratorio y en plantas de preparación comercial, el que se mencionará a continuación dio excelentes resultados y es muy usado en el caso del empleo de agregados pocos controlados.

Se basa en cuatro aspectos fundamentales; dosis de cemento, trabajabilidad, relación agua/cemento y resistencia, todos estos fundamentos se relacionan a través de dos leyes: Relación Triangular y la Ley de Abrams.

También toma en cuenta dos variables importantes: Tamaño Máximo y Tipos de Agregados, además de explicar la calidad del cemento y el efecto reductor del agua de los aditivos químicos en su parte final; la incorporación de aire, la presencia elevada de ultra finos o el empleo de dos o más agregados.

El método explica de forma independiente la proporción entre agregado fino y grueso, también la granulometría del agregado combinado lo que permite cambiar dicha proporción sin alterar la dosis de los demás componentes.

Este método es usado para mezcla con resistencias entre los 18 y 42 Mpa, a los 28 días en probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, también es usado para concretos con asentamiento en Cono de Abrams entre 2.5 y 13 cm, este método no es el más apropiado para las mezclas ultra resistentes.

Calculo de la Proporción entre Agregados Finos y Gruesos

Un determinado tipo de agregado fino se combina con algún agregado grueso, para dar origen a la mezcla, las granulometrías de ambos agregados son conocidos previamente. En la parte interna de la mezcla actúa una combinación de agregados, que va desde la partícula más gruesa del agregado hasta la más fina de la arena. La granulometría debe estar dentro de los límites correspondientes, solo así se puede esperar un buen resultado de la mezcla, tanto en el aspecto de calidad como en el aspecto económico.

En el siguiente gráfico se mostrarán los límites granulométricos de las zonas aconsejables para agregados combinados de los tamaños máximos más usados.

Datos para el Diseño de Mezcla.

Se refiere a las variables tomadas en cuenta dentro del diseño, probablemente una de las variables sea común dentro de todos los métodos debido a que son de suma importancia, las restantes establecen la diferencia entre cada método.

La información básica del método está constituida por los datos de entrada, gracia a ellas se puede llegar a la dosificación esperada.

Los Datos de entrada son:

- Lugar de la obra, o condiciones ambientales.
- Tipo de obra, o parte de la estructura.
- Tipo de agregados y tipo de cemento.

- Resistencia de diseño o algún dato relacionado.
- El asentamiento es considerado en algunos métodos como dato de entrada, mientras que en otro se selecciona de alguna tabla, con relación al tipo de elemento estructural al que se destine la mezcla próxima a diseñar.
- Valores usuales de asentamiento

Ley de Abrams

Esta ley establece la relación entre la resistencia del concreto y la relación agua/cemento.

$$= a/c$$

Donde a es la cantidad de agua en litro o en Kg, y c la dosis de cemento en Kg.

Una forma de representar la Ley de Abrams es:

$$R = M / N$$

Donde R es la resistencia media, M y N son constantes que dependen de las características de los materiales, edad del ensayo y la forma de llevarlo a cabo.

Relación Triangular

Es la unión que relaciona la trabajabilidad, medida con el Cono de Abrams, la relación agua/cemento y dosis de cemento.

Esta ley no se utiliza en otros métodos de diseño de mezcla conocido.

En el siguiente gráfico se presenta en forma esquematizada un resumen de los pasos necesarios para elaborar un diseño de mezcla.

Aire Atrapado

A pesar de que el concreto tenga una compactación de primera por efecto de vibración, siempre queda una pequeña cantidad de aire, representado por la letra V.

$$V = C/P \text{ en litros/m,}$$

C es la dosis de cemento y P el tamaño máximo.

Volumen Absoluto de los granos de Cemento

Se obtiene al dividir la dosis de cemento entre su peso específico.

Se representa con la letra a.

$$a = C. \text{ en Kg. /m}$$

Volumen Absoluto de los Agregados.

Resulta al dividir la dosis de cada uno entre su peso específico en su estado de agregado saturado con superficie seca.

Se simboliza como agregado grueso y para el fino.

Ecuación de volumen y cálculo de la dosis de agregados.

$$G + A + 0.3C + a + V = 1000$$

g+a= Se refiere a los agregados finos y grueso con granulometría definida, para calcular los pesos de cada uno de los agregados, se despeja G + A y se combina con la expresión de la relación.

Por medio de esta fórmula es posible calcular los pesos de cada agregado, con este cálculo culmina el diseño.

HIPOTESIS Y VARIABLES

HIPOTESIS

Hipótesis general:

Si se cura el concreto producido con dosificaciones: $F'c=210$ Kg/cm² y $F'c=280$ Kg/cm², utilizando cementos Tipo I y Tipo V, con agua de mar, las resistencias alcanzadas podrían ser mínimamente las consideradas en la norma técnica ASTM.

VARIABLES

- **Variable Independiente:** Curado con agua de mar.
- **Variable Dependiente:** Resistencia a la compresión.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la resistencia del concreto con dosificaciones de: $F'c=210$ kg/cm² y $F'c=280$ kg/cm² elaborados con cementos portland tipo I y V cuando son curados con agua de mar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia de las muestras de concreto elaboradas para dosificaciones de: $F'c=210$ kg/cm² y $F'c=280$ kg/cm², con cementos portland tipo I y V; curado con agua potable y agua de mar, a los 28 y 60 días.

- Analizar la reacción entre los componentes químicos del agua de mar y los componentes químicos del cemento portland tipo I y tipo V, para determinar a qué se debe la variabilidad de resistencia.
- Comparar los resultados de resistencia a la compresión entre las muestras curadas en agua potable y las muestras curadas en agua de mar, dependiendo de su dosificación, el tipo de agua y el tiempo de curado.
- Evaluar las muestras, luego de 60 días de elaboración, 28 días de curado con agua de mar y 32 días al aire natural.

METODOLOGIA

Tipo y Diseño

Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo Aplicada.

Diseño de Investigación.

La investigación es de nivel Experimental.

Existen dos grupos de estudio y la analizaremos mediante probetas: en una estará la probeta común y en la otra probeta estará la probeta curada con agua de mar con el fin de comparar los resultados.

Tabla 6.

Cuadro comparativo de Resistencias obtenidas en ensayos realizados a probetas elaboradas con cemento tipo I.

Días de curado	Tipo I F'C=210/cm2		Tipo I F'C=280/cm2	
	Curado con agua potable	Curado con agua de mar	Curado con agua potable	Curado con agua de mar
28 días	217.15	290.49	290.12	361..79
	219.1	280.08	290.1	355.97
	219.82	301.43	292.76	349.17
	218.37	296.27	292.64	345.7
60 días		354.78		411.7
		255.97		265.55
		369.31		417.51
		371.52		381.77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

Cuadro comparativo de Resistencias obtenidas en ensayos realizados a probetas elaboradas con cemento tipo V.

Días de curado	Tipo V F'C=210/cm2		Tipo V F'C=280/cm2	
	Curado con agua potable	Curado con agua de mar	Curado con agua potable	Curado con agua de mar
28 días	215.95	217.81	295	332.82
	222.76	214	286.03	346.48
	231.26	241.86	290.89	327.98
	216.7	230.9	284.37	346.71
60 días		266.12		393.72
		266.92		392.66
		258.83		370.51
		258.77		396.18

Fuente: Elaboración propia

POBLACION Y MUESTRA:

POBLACIÓN

- **Población:** La cantidad total de agregados (Tn) que existe en la cantera Rubén para ser extraídos el cemento (bolsas) y Agua normal y el Agua de mar (Lt), para ser llevados al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro.

La Cantera Ruben, del cual se recolectara los componentes para realizar el diseño de mezcla tales como la grava de $\frac{3}{4}$ " y la arena gruesa. Todos los materiales recolectados serán analizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

MUESTRA

- 48 Probetas de concreto, elaboradas con cemento tipo I y Tipo V; curadas en agua potable y agua de mar.
- Para la muestra se utilizarán 5 sacos de 50kg de agregado grueso (Piedra) chancada de $\frac{3}{4}$ " de tamaño y 5 sacos de 50 kg de agregado fino (arena), agregados extraídos de la cantera Rubén.
- 2 bolsas de cemento tipo I y 2 bolsas de cemento portland tipo V.
- 2 Cilindros para construcción; repletos de agua de mar y 2 cilindros repletos de agua normal.

- **Se realizaron los curados en las mismas cantidades de probetas tanto como para las curadas en agua potable y las experimentales, curadas en agua de mar. Se hicieron para dos tipos de resistencias y se utilizaran dos tipos de cementos I y V.**
- ✓ Curados a 28 y 60 días para dos tipos de cementos I y V en resistencia $f'c$ 210
24 Probetas
- ✓ Curados a 28 y 60 días para dos tipos de cementos I y V en resistencia $f'c$ 210
24 Probetas

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Técnicas

- ✓ Elaboración de cuadros Estadísticos de la hipótesis realizada.
- ✓ Elaboración de cuadros Comparativos con la hipótesis y la muestra control.
- ✓ La elaboración de las probetas cumplirá con lo establecido en el RNE, pues serán realizadas con lo determinado en el dicho Reglamento.
- ✓ A través de los ensayos de laboratorio, en forma experimental, visual y analítica observaremos el comportamiento del fraguado del concreto y las propiedades alcanzadas durante los ensayos.

2.3.2.- Instrumentos

Elaboración de guía de observación, para tomar los datos recolectados en el laboratorio.

Técnicas de Recolección de información: La Observación

Instrumento : Guía de Observación

Nivel de la Investigación : Cuasi-Experimental

RECOLECCIÓN, PROCESO Y ANALISIS

Para la recolección de Datos se siguió los siguientes pasos:

Ubicación:

Se trata de la “**cantera Rubén**” que se encuentra situada a unos 80 m del túnel de cohscó y cuyo rumbo es N 57° OE con respecto a la ciudad de Chimbote. En ella se pueden encontrar agregados finos (arena) y agregados gruesos (grava).

Geología:

Proceso de extracción.

Se adquirió los materiales de la cantera Rubén, grava de ¾” y arena gruesa. Se llevó los materiales al Laboratorio de Ensayo de materiales de la USP, luego se empezó hacer los ensayos de las características de los agregados como: granulometría, peso unitario, peso compactado, absorción- gravedad específica, y contenido de humedad.

COMPONENTES DEL CONCRETO UTILIZADOS

EN LA INVESTIGACION

CEMENTO PORTLAND TIPO I MEJORADO – PACASMAYO

Características Físicas:

Tabla 8.

Características Físicas Cemento Tipo I Mejorado

CARACTERISTICAS	CEMENTO TIPO I MEJORADO
Peso específico	3.11
Contenido de aire	10.50%
Fraguado Vicat:	
• Inicial	2h59m
• Final	5h10m
Superficie Especifica	3.400 cm ² /gr.
Expansión auto clave.	0.22%
Resistencia a la comprensión	
3 días	168 Kg/cm ²
7 días	210 Kg/cm ²
28 días	273 Kg/ cm ²

Fuente: Cementos Pacasmayo.

. Características Químicas

Tabla 9.

Características Químicas Cemento Tipo I Mejorado

DESCRIPCION	FORMULA	CANTIDAD (%)
Dióxido de Silicio	SiO ₂	19.5
Oxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	3.3
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	6.2
Oxido de Calcio	CaO	63.02
Oxido de Magnesio	MgO	2.13
Oxido de Azufre	SO ₃	2.5
Cal Libre	-	1.2
Residuo Insoluble	-	0.5
Oxido de Sodio + Oxido Potasio	-	-
Silicato Tricalcico	C ₃ S	54.85
Silicato Dicalcico	C ₂ S	14.53
Aluminato Tricalcico	C ₃ A	10.85
ferro Aluminato Tetracalcico	C ₄ AF	10.04

Fuente: Cementos Pacasmayo.

Usos

El cemento Pórtland Tipo I Mejorado - Pacasmayo, es usual mente utilizado en nuestra localidad en obras de concreto y de concreto armado en general, morteros en general, especialmente para tarrajeo y asentado de unidades de albañilería, pavimentos y cimentaciones.

AGREGADOS

Agregado Fino

Cantera Rubén

La cantera Rubén es una cantera no metálica dedicada exclusivamente a la explotación de arena gruesa para la construcción, es explotada por las diferentes entidades municipales de la zona y a solicitud de terceros clientes, por lo que no cuenta con un personal permanente.

DISTRITO	Chimbote
PROVINCIA	Del Santa
DEPARTAMENTO	Ancash
REGION	Ancash

Accesibilidad:

La vía principal de acceso a esta cantera es la Carretera Panamericana Norte, complementándose con el camino de acceso a la margen derecha de la Panamericana

Métodos de Explotación:

La explotación se realiza a cielo abierto con cargador frontal y una zaranda estática.

Tipos de Agregados:

El material que comercializa esta cantera es: piedra zarandeada de 1/2" a 3/4" y de 1", y la arena gruesa.

Tabla 10.
Características Físicas y Químicas del Ag. Fino

Ensayos efectuados	Resultados de laboratorio	Especificaciones técnicas	Condición
Tamaño Máximo Nominal (mm)	4.76	4.76	aceptable
Módulo de Fineza	2.8	2.3 a 3.1	aceptable
Peso Específico (gr./cm ³)	2.742	2.4 a 2.8	aceptable
Absorción	0.918	< 5.0	aceptable
Peso Unitario Suelto (Kg./m ³)	1466.2	-	-
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1699.12	1300 - 2100	aceptable
Contenido de Humedad (%)	0.45	-	-
Clasificación SUCS	sw	-	-
Clasificación AASHTO	al - b (0)	-	-
% que pasa la malla N° 200	2.09	3	aceptable
Materia Orgánica (ppm)	< 100 - incoloro	incoloro	aceptable
Equivalente de Arena (%)	83.7	-	-
Durabilidad - Sulfato de Sodio (%)	2.01	< 10	aceptable
Sales Solubles (%)	0.31	0.1	no aceptable
Sulfatos (%)	0.013	0.1	aceptable
Cloruros (%)	0.0585	0.1	aceptable
Calor Específico (kj/kg x °C)	0.6850	-	-
Conductividad Térmica (kj/m.hr.°C)	1.099 - 3.063	-	-

Fuente: Cementos Pacasmayo.

Agregado Grueso:

Cantera Rubén

La cantera Rubén es una cantera no metálica dedicada exclusivamente a la explotación de materiales para la construcción, obteniéndose materiales zarandeados los cuales son explotados por diversas personas dedicadas a esta labor

Ubicación:

Se encuentra ubicado a la derecha de la carretera de la Panamericana Norte

DISTRITO	Chimbote
PROVINCIA	Del Santa
DEPARTAMENTO	Ancash
REGION	Ancash

Accesibilidad:

La vía principal] de acceso es la Carretera Panamericana Norte

Métodos de Explotación:

La explotación se realiza a cielo abierto con cargador frontal y una zaranda estática.

Tipos de Agregados:

El material que comercializa esta cantera es: piedra zarandeadada de 1/2" a 3/4" y de 1", y la arena gruesa.

Tabla 11.
Características Físicas y Químicas del Ag. Grueso

Ensayos efectuados	Resultados de laboratorio	Especificaciones técnicas	Condición
Tamaño Máximo Nominal (mm)	3/4"	-	-
Módulo de Fineza	7.09	-	-
Peso Específico (gr./cm ³)	2.876	> 2.6	Aceptable
Absorción	0.645	< 3.0	Aceptable
Peso Unitario Suelto (Kg./m ³)	1376.92	-	-
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1514.65	1300 - 1500	Aceptable
Contenido de Humedad (%)	0.22	-	-
Clasificación SUCS	GP	-	-
Clasificación AASHTO	AI - a (0)	-	-
% que pasa la malla N° 200	0.19	< 1.0	Aceptable
Abrasión (%)	11.3	< 50.0	Aceptable
Durabilidad - Sulfato de Sodio (%)	0.36	< 15.0	Aceptable
Sales Solubles (%)	0.006	0.1	Aceptable
Sulfatos (%)	0.0008	0.1	Aceptable
Cloruros [%]	0.005	0.1	Aceptable

Fuente: tesis "evaluación de canteras para obras civiles en la provincia del santa" - UNS

AGUA POTABLE

El agua empleada en la investigación se tomó de la red pública de la ciudad de Chimbote.

AGUA DE MAR

El agua empleada en la investigación se tomó de la playa besique.

RESULTADOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

CURADO AGUA CON AGUA POTABLE

Tabla 12.

Cemento Tipo I; F^c= 210 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Elemento	Testigo	Slump (")	Fecha		Días	Kg/cm ²	(%)	Carga	
				Moldeo	Rotura				CR	Diámetro
1	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	217.15	103.41	39456	15.21
2	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	219.1	104.33	40283	15.3
3	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	219.82	104.68	39783	15.18
4	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	218.37	103.98	39781	15.23

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

Tabla 13.

Cemento Tipo I; F^c= 280 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Elemento	Testigo	Slump (")	Fecha		Días	Kg/cm ²	(%)	Carga	
				Moldeo	Rotura				CR	Diámetro
1	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	290.12	138.15	52783	15.22
2	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	290.10	138.14	53127	15.27
3	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	292.76	139.41	53684	15.28
4	Patrón	-		19/05/2015	16/06/2015	28	292.64	139.35	53172	15.21

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CURADO AGUA CON AGUA POTABLE

Tabla 14.

Cemento Tipo V; F'c= 210 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Testigo	Elemento	Slump (")	Fecha			Kg/cm ²	Carga CR (%)	Diámetro
				Moldeo	Rotura	Días			
1	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	215.95	102.83	39652	15.29
2	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	22.76	106.08	40582	15.23
3	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	231.26	110.13	41965	15.2
4	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	216.70	103.19	39529	15.24

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

Tabla 15.

Cemento Tipo V; F'c= 280 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Testigo	Elemento	Slump (")	Fecha			Kg/cm ²	Carga CR (%)	Diámetro
				Moldeo	Rotura	Días			
1	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	295	140.47	53741	15.23
2	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	286.03	136.20	52176	15.24
3	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	290.89	138.52	53482	15.30
4	Patrón	-	20/05/2015	17/06/2015	28	284.37	135.41	52078	15.27

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CURADO AGUA CON AGUA DE MAR

Tabla 16.

Cemento Tipo I; F'c= 210 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha			Kg/cm ²	Días	Rotura (%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura	Días					
1	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	290.49	138.33	52850	15.22	
2	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	280.08	133.37	51360	15.28	
3	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	301.43	143.54	54770	15.21	
4	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	296.27	141.08	53760	15.20	

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

Tabla 17.

Cemento Tipo I; F'c= 280 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha			Kg/cm ²	Días	Rotura (%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura	Días					
1	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	361.79	172.28	66170	15.26	
2	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	355.97	169.51	65020	15.25	
3	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	349.17	166.27	63610	15.23	
4	Agua de mar	-	5/05/2015	2/06/2015	28	345.70	164.62	62730	15.20	

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CURADO AGUA CON AGUA DE MAR

Tabla 18.

Cemento Tipo V; F'c= 210 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha			Días	Kg/cm ²	(%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura						
1	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	217.81	103.72	39680	15.23	
2	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	214.00	101.90	39190	15.27	
3	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	241.86	115.17	44350	15.28	
4	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	230.40	109.71	42360	15.30	

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

Tabla 19.

Cemento Tipo V; F'c= 280 kg/cm²; curado a 28 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha			Días	Kg/cm ²	(%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura						
1	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	332.82	158.48	61350	15.32	
2	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	346.48	164.99	63370	15.23	
3	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	327.98	156.18	60380	15.31	
4	Agua de mar	-	06/05/2015	03/06/2015	28	346.71	165.10	63080	15.22	

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CURADO AGUA CON AGUA DE MAR

Tabla 20.

Cemento Tipo I; F^c= 210 kg/cm²; curado a 60 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha			Días	Kg/cm ²	(%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura						
1	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	359.76	17.32	65540	15.23	
2	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	255.97	21.89	46510	15.21	
3	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	369.31	175.86	67810	15.29	
4	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	371.52	176.91	67770	15.24	

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

Tabla 21.

Cemento Tipo I; F^c= 280 kg/cm²; curado a 60 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha			Días	Kg/cm ²	(%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura						
1	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	411.97	196.18	75150	15.24	
2	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	265.55	126.45	48250	15.21	
3	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	417.51	198.81	76460	15.27	
4	Agua de mar	-	12/05/2015	11/07/2015	60	381.77	181.80	69550	15.23	

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CURADO AGUA CON AGUA DE MAR

Tabla 22.

Cemento Tipo V; F'c= 210 kg/cm²; curado a 60 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha		Días	Kg/cm ²	(%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura					
1	Agua de mar	-	13/05/2015	12/07/2015	60	266.12	126.73	48800	15.28
2	Agua de mar	-	13/05/2015	12/07/2015	60	266.96	127.12	48570	15.22
3	Agua de mar	-	13/05/2015	1/07/2015	60	258.83	123.25	47400	15.27
4	Agua de mar	-	13/05/2015	12/07/2015	60	258.77	123.22	47080	15.22

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

Tabla 23.

Cemento Tipo V; F'c= 280 kg/cm²; curado a 60 días

N°	Testigo Elemento	Slump (")	Fecha		Días	Kg/cm ²	(%)	Carga CR	Diámetro
			Moldeo	Rotura					
1	Agua de mar	-	13/05/2015	12/07/2015	60	393.72	187.49	72010	15.26
2	Agua de mar	-	13/05/2015	12/07/2015	60	392.66	186.98	71910	15.27
3	Agua de mar	-	13/05/2015	1/07/2015	60	370.51	176.43	67320	15.21
4	Agua de mar	-	13/05/2015	12/07/2015	60	396.18	188.66	71890	15.20

Fuente: Especificación, los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El concreto elaborado con cemento portland tipo I curado con agua de mar; obtuvo un aumento temprano en la resistencia; a diferencia del concreto curado con agua potable; curados a 28 y 60 días. Al ser comparado con el concreto elaborado con cemento portland tipo V; que logra una resistencia estandarizada según el ACI; a diversos periodos de curación (28 y 60 días); no obstante, no sobrepasa la resistencia, como ocurrió con el concreto elaborado con el tipo I.

La resistencia del concreto elaborado con cemento portland tipo I; curado con agua de mar, en un principio aumenta, pero la durabilidad se ve afectada. Esto es debido a que los componentes químicos del agua de mar; en especial el cloruro; presente en mayor porcentaje; produce una reacción en contacto con el aluminato tricálcico en el cemento portland tipo I; ocasionando el aumento inmediato de la temperatura en el fraguado, a lo que llamamos calor de hidratación, éste hace que las burbujas de aire presentes en mayor o menor cantidad, se evaporen con mayor rapidez, logrando que el concreto sea compacto y sin vacíos, asimismo, luego de curar a diversos días, la muestra presenta elevación en la resistencia, luego de los ensayos a compresión, no obstante, se ve afectada su durabilidad, debido a los cloruros y sulfatos presentes, que siguen atacando al concreto.

CONCLUSIONES

Realizando los ensayos correspondientes se vio que las muestras alcanzaron y superaron la resistencia mínima establecidas por la norma ASTM, al ser curadas a los 28 y 60 días con agua de mar; que posteriormente se vieron afectadas en su durabilidad.

Se concluyó que la durabilidad de las muestras curadas con agua de mar fue afectada por la alta eflorescencia por su elevado contenido de sales.

La óptima dosificación de agregados más la sustitución de agua de mar no tuvo efectos en el asentamiento trabajable debido a la buena distribución de agregados, así como su óptima dosificación arena – piedra.

Se notó que el tamaño máximo y la diversidad de tamaños influyen en las propiedades del concreto como son la trabajabilidad, consistencia, peso unitario, segregación, capacidad, resistencia, etc.

Viendo también que el peso de concreto endurecido es menor a la del concreto fresco por la pérdida de agua de mezcla durante los procesos de combinación química.

RECOMENDACIONES

Evitar curar con agua de mar sin utilizar aditivos plastificantes que sirve de protección al concreto; puesto a que en un inicio aumenta la resistencia, con el tiempo se ve afectada la durabilidad del concreto.

En todo concreto con la combinación de los agregados se recomienda buscar la uniformidad de acuerdo a una precisa dosificación de arena y piedra para reducir de esta manera los vacíos como objetivo fundamental para incrementar el peso unitario compactado, reducción del contenido de aire y aumentar el F'C a partir de un concreto más compacto.

Tener cuidado cuando se tome en cuenta el curado en concretos como columnas y vigas para que no dañe la resistencia con sulfatos.

Se recomienda que si se cura con agua de mar; es necesario utilizar aditivos que cuiden al concreto de los diversos ataques corrosivos que solo hacen que disminuya la resistencia; puesto que al utilizarlos tendremos mayor durabilidad.

Debe de evitarse las mezclas con altas relaciones con agua cemento; mala distribución de partículas o granulometría deficiente.

Debe proporcionarse al concreto un curado continuo para que se pueda alcanzar la máxima hidratación del cemento; además de prevenir la contracción de secado; éste proceso no debe suspenderse hasta que las probetas curadas, bajo condiciones de obra alcancen el 70% de la resistencia especificada (aproximadamente 14 días).

AGRADECIMIENTO

A Dios porque siempre estuvo en cada momento, quien me dio bendición en mi vida.

A mi asesor el Ing. Dante Salazar Sánchez, por los consejos y orientación durante el desarrollo de la tesis.

Al Dr. Cesar Julián Benites, quien me brindó su apoyo de manera incondicional académicamente, para la realización de esta tesis.

A mis padres Feliciano Leon Rodríguez, José Colonia Vega y Julia Leon Leon.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aci capitulo peruano, (1999) Tecnología del concreto, congreso nacional de ingeniería /estructural y construcción. Recuperado de: Aci.

Bowles J., (1981) Manual de laboratorio de suelos de ingeniera civil. Editorial mc graw. Recuperado de: [http.Latinoamericas.a](http://Latinoamericas.a). Bogota-Colombia

Castillo F., (2003) Tecnología del concreto. Recuperado de: editorial san marcos.

Instituto de ingeniería de UNAM, (2000). Manual de tecnología del concreto. Sección 2 – Concreto fresco y en curso de endurecimiento. Recuperado de: Editorial limusa s.a; México.

MURDOCK L., (1998). Elaboración de concreto y sus aplicaciones. Recuperado de: editorial continental s.a., México,

Reglamento nacional de construcciones, (1995) Cámara peruana de la construcción. Recuperada de: Duodécima edición julio 1995.

Rivva E., (1999) Diseño de Mezclas. Recuperado de: editorial hozlo s.c.r.l., Perú. Rivva E., Tecnología del concreto. Recuperado de: Universidad nacional de ingeniería.

Universidad de Oviedo. Resistencia a los Sulfatos. Recuperado de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion7.Resistencia.SULFATOS.pdf>

Universidad de Piura, (2015) Guía para la elaboración y presentación de trabajos de investigación. Recuperado de: Biblioteca central de la Universidad de Piura, Área de Procesos Técnicos

UPV. Composición del cemento Portalnd. Recuperado de: <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/Composici%C3%B3n%20Cementos.PDF>

ANEXOS Y APENDICES

ANEXO 1:

Características Físicas Cemento Tipo I Mejorado

Características	Cemento Tipo I mejorado
Peso específico	3.11
Contenido de aire	10.5%
Fraguado Vicat:	
• Inicial	2h59m
• Final	5h10m
Superficie Especifica	3.400 cm ² /gr.
Expansión auto clave.	0.22%
Resistencia a la compresión	
3 días	168 Kg/cm ²
7 días	210 Kg/cm ²
28 días	273 Kg/ cm ²

Fuente: Cementos Pacasmayo.

ANEXO 2:

Características Químicas Cemento Tipo I Mejorado

Descripción	Formula	Cantidad (%)
Dióxido de Silicio	SiO ₂	19.50
Oxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	3.30
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	6.20
Oxido de Calcio	CaO	63.02
Oxido de Magnesio	MgO	2.13
Óxido de Azufre	SO ₃	2.50
Cal Libre	-	1.20
Residuo Insoluble	-	0.50
Oxido de Sodio + Oxido Potasio	-	-
Silicato Tricálcico	C ₃ S	54.85
Silicato Dicálcico	C ₂ S	14.53
Aluminato Tricálcico	C ₃ A	10.85
Ferro Aluminato Tetracálcico	C ₄ AF	10.04

Fuente: Cementos Pacasmayo.

ANEXO 3:

Características Físicas del cemento portland tipo V

Propiedades	CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM c150
Contenido de Aire	10%	Máximo 12
Expansión en autoclave	0.09%	Máximo 0.80
Superficie específica	3070 cm ² /g	Máximo 2800
Densidad	3.15 g/ml	No específica
Resistencia a Compresión	Kg/cm ²	Requisito NTP 334.009 / ASTM c150
A 3 Días	221	Mínimo 82
A 7 Días	280	Mínimo 153
A 28 Días	387	Mínimo 375
Tiempo de Fraguado	Kg/cm ²	Requisito NTP 334.009 / ASTM c150
Fraguado Inicial	195 min	Mínimo 45
Fraguado Final	345 min	Mínimo 375

Fuente: Cementos Pacasmayo.

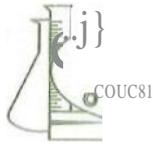
ANEXO 4:

Características Químicas del cemento portland tipo V

Composición Química	CPSAA	Requisito
		NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	2.1 %	Máximo 6.0
SO ₃	1.9%	Máximo 2.3
C ₃ A	2%	Máximo 5
C ₄ aF + 2(C ₃ A)	21%	Máximo 25
Perdida de ignición	1.5%	Máximo 3.0
Residuo Insoluble	0.53%	Máximo 0.75

Fuente: Cementos Pacasmayo.

ANEXO 5:
ANALISIS DEL PH



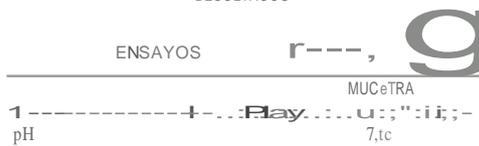
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL · DA
CON REGISTRO N° LE · 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 3888-15

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: ELVBR MORALES LEÓN. DANIEL LEÓN VILLAVICENCIO).
DIRECCIÓN	: Urb. Bor. amat Mz O Lolo 2 N. Chimboto
PROCESO DE OBTENCIÓN	: GUADALEMAI.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 frasco x 025L
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016-12-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2015-12-22
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2015-12-22
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECOI	: SS001777-1& RESULTADOS



COLECOI: IPLE/01/
pH: SMEWYU.PHA-AWWA-WEF Part 500 1+ 8, 22nd Ed. 2012 pH Va Electrom* MclhOd.
t. Qa:

Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECOI S.A.C.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra 1111 de 18 yada.
Ensayo realizado en las instalaciones de COLECOI S.A.C.

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como único criterio de conformidad con normas de producto o como indicador del sistema de calidad de la planta que produce.

- No afec: lo proceso de O (omenda por ser la muestra Producto Peredblo.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimboto, Diciembre 22 del 2015.
GVR/rs

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de laboratorios
C.D.F. 326
COLECOI S.A.C.

LC-IP-IRIE
Rev.03
Fedi 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECOI S.A.C.

COLECOI S.A.C.

U1b. Buenos Aires Mz. A - U. 7 - Flapa - Nuevo Chimboto - Telfax: 043-310752
Noxte: 839'2893-RPM/902995-Apmtdo 127
e-mail: colecoi@speedy.com.pe/ mcdioambiente colecoi@spccdy.com.pe
Web: www.colecoi.com

ANEXO 6:
ANALISIS DE CLORUROS, SULFATOS Y
CARBONATOS.



COMISIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICO, FÍSICO, QUÍMICOS Y TRIALES

“COLECBI S.A.C.”

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCTIVO

FORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 1779-16

Pbo. 1 do

SOLICITADO POR	GLVER MORALES LEON. DANIEL LEON VILLAVICENCIO.
DIRECCIÓN	Urb. Bolívar, Montalvo 2, Nuvo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	AGUA OS PMR.
CANTIDAD DE MUESTRA	0.1 litro x 2.5l
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	En frasco de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN	2015-0006
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2015-0006
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	2015-0006
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	Laboratorio Físico y Químico.
CÓDIGO COLECBI	SS000715-15

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA Playa de Chimbote
Clouros (mg/L)	20.11
Sulfatos (mg/L)	27.42
Carbonatos (mg/L)	7

METODOLOGÍA EMPLEADA

Clouros: SMEWW-APHA/WWA-WEP 2130-B, 22nd Ed. 2012 500 Cl-B

Sulfatos: SMEWW-APHA/WWA-WEF 22nd Ed. 2012 4500 SO₄²⁻

Carbonatos: SMEWW-APHA/WWA-WEF 22nd Ed. 2012 23200

NOTAS:

Este informe de ensayo emite en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.

Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como evidencia de conformidad con normas de producto o de calidad de un sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuvo Chimbote, Junio 08 del 2015.

GV ms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
C.B.P. 329
COLECBI S.A.C.

IMPRESIÓN
Rev.03
Fecha 2012-07-27

PROCESO DE CALIDAD REPRODUCCIÓN TOTAL PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Uth. 1311<1105 Ailos Mt. A 11. f 11 lapa 11/uovo Clumholr lgbfmc: 04\ :1107!>2
Nc xl! r,; j!; H!;3 HPM 11 IO/J!;!) /1patlndo /1
e 111:111. c:nlr.chl@spePcly.wm; wlniC<hoanthienlr colr:t:hi@:;pf!t:cly con l jle
Wch l'JlWJ.t.olc< lu t:oil

ANEXO: 7

ENSAUOS DE LABORATORIO USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HECHOS DE ACEROS Y ENFRIOS DE HERRIERAS

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA OACI AONER OANIELLEON VILLAVICEND
BACII MORALESLEONELVERCRISTIAN
TESIS "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM² Y F'c 2110 KG/CM² EN MEZCLAS CON CEMENTOS TIPO 1Y V
CURADOS CON SALSA DE MAR"
LUGAR CHIMBOTE-PROVINCIA DEL SAHUA -ANCASH
FECHA 11/11/2015

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

• Tipo V "Pacasmayo"
• Poso específico 3.15

B.- Agua :

• Potable, de la zona.

C.- Agregado fino :

CANTERA RUBEN
• Peso específico de masa 2.73
• Peso unitario suelto 1650 kg/m³
• Peso unitario compactado 1806 kg/m³
• Contenido de humedad 0.35%
• Absorción 0.94%
• Módulo de fineza 2.84

D.- Agregado grueso

CANTERA RUBEN
Piedra, perfil angular
• Tamaño Máximo Nominal 31.5"
• Peso específico de masa 2.79
• Peso unitario suelto 1523 kg/m³
• Peso unitario compactado 1621 kg/m³
• Contenido de humedad 0.65%
• Absorción 0.55%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 l/m³ .

RELACIÓN AGUA • CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.558

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0.558 = 367.384 \text{ kg/m}^3$ 6.64 bolsas /m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

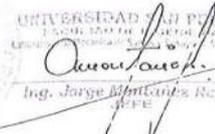
Cemento.....	367.384	kg/m ³
Agua afectiva.....	208.914	l/m ³
Agregado fino.....	623.693	kg/m ³
Agregado gr. reso	1003.015	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

367.38	208.914	1003.02
367.36	367.38	367.38
2.24	273	24.1'1 lts /bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

2.03	2.67	24.17 lts /bolsa
------	------	------------------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

Ing. Jorge Montañez Ray
RFE



DISEÑO DE MEZCLA

SOICITA BACI: ABNER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
BACI: MORALES LEON ELVER CRISTIAN
TESIS "RESISTENCIA DEL CONCRETO FC 210 KG/CM2 Y PC 280 KG/CM2 ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO 1 Y V CURADOS CON AGUA DE MAR"
LUGAR CHIMBOTE-PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH
FECHA 23/11/2015

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento:

- Tipo V "Pacasmayo"
- Peso específico 3.15

B.- Agua:

- Potable de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA RUBEN

- Peso específico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1650 kg/m³
- Peso unitario compactado 1806 kg/m³
- Contenido de humedad 1.35 %
- Absorción 0.94%
- Módulo de fineza 2.84

D.- Agregado grueso

CANTERA RUBEN

- Piedra perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1523 kg/m³
- Peso unitario compactado 1621 kg/m³
- Contenido de humedad 0.65%
- Absorción 0.55%





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA CÍVIL
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y FUNDACIONES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" • sin aire incorporado y cuyo agregado grueso llene un tamaño máximo nominal de 3/4" • el volumen unitario de agua es de 205 l/m³ .

RELACIÓN AGUA- CEMENTO

Se obtiene una relación agua- cemento de 0.556

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0.556 = 367.384 \text{ kg/m}^3$ 8.64 bolsas 1m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	367.384	kg/m ³
Agua efectiva.....	208.914	lts/m ³
Agregado fino.....	823.693	kg/m ³
Agregado grueso.....	1003.015	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$367.38 \quad . \quad 823.693 \quad . \quad 1003.02$
 367.38 $. \quad 367.38 \quad . \quad 367.38$

2.24 2.73 : 24.17 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

2.03 2.67 : 24.17 lts /bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y FUNDACIONES
Ing. Jorge Román Rey





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA BACH: ABNER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
BACH: MORALES LEON ELVER CRISTIAN
TESIS "RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM² Y F' C 260 I-GICM2 ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I Y V
CURADOS CON AGUA DE MAR
LUGAR CHIMBOTE-PROVINCIA DEL SANTA ANTONIO
FECHA 23/11/2015

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento:

- Tipo 1 "Pacasmayo"
- Peso específico 3.13

B.-Agua:

Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1650 kg/m³
- Peso unitario compactado 1806 kg/m³
- Contenido de humedad 0.35%
- Absorción 0.94%
- Módulo de finiza 2.84

D.-Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1523 kg/m³
- Peso unitario compactado 1621 kg/m³
- Contenido de humedad 0.65%
- Absorción 0.55%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" • sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 l/m³ .

RELACIÓN AGUA -CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.466

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 \cdot 0.466 = 439.914 \text{ kg/m}^3 = 1035 \text{ bolsas } 1\text{m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	439.914	kg/m ³
Agua efectiva.....	208.538	lts/m ³
Agregado fino.....	760.375	kg/m ³
Agregado grueso.....	1003.015	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

439.91	760.375.	
439.91	439.91	439.91
	1.73	2.28 : 20.15 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

157	2.23 : 20.15 lts 1bolsa
-----	-------------------------

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
SEFE

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

DISEÑO DE MEZCLA

ALUMNO: BACH-ABNER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
BACH: MORALES LEON ELVER CRISTIAN
TÍTULO: "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm² y F'c 280 kg/cm² en las obras de concreto tipo 1 y 2
CURADOS CON AGUA DE MAR"
LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA: 23/11/2015

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando al método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento :

- Tipo V "Pacasmayo"
- Peso específico: 3.15

D.-Agua :

- Potable de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa: 2.73
- Peso unitario suelto: 1650 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1806 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.35%
- Absorción: 0.94%
- Módulo de fineza: 2.84

D.-Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, poñil angular
- Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
- Peso específico de masa: 2.19
- Peso unitario suelto: 1523 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1621 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.65%
- Absorción: 0.55%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" . sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" • el volumen unitario de agua es de 205 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.466

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 \cdot 0.466 = 439.914 \text{ kg/m}^3$ 10.35 bolsas /m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	439.914	kg/m ³
Agua efectiva.....	208.538	lts/m ³
Agregado fino.....	760.375	kg/m ³
Agregado grueso	1003.015	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

	760.375	1.0 Q.Mf
439.91	439.91	439.91
	1.73	2.28 : 20.15 lts /bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

	1.57	2.23 : 20.15 lts /bolsa
--	------	-------------------------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE INGENIERÍA
Ing. Jorge Martínez Rojas
JEFE

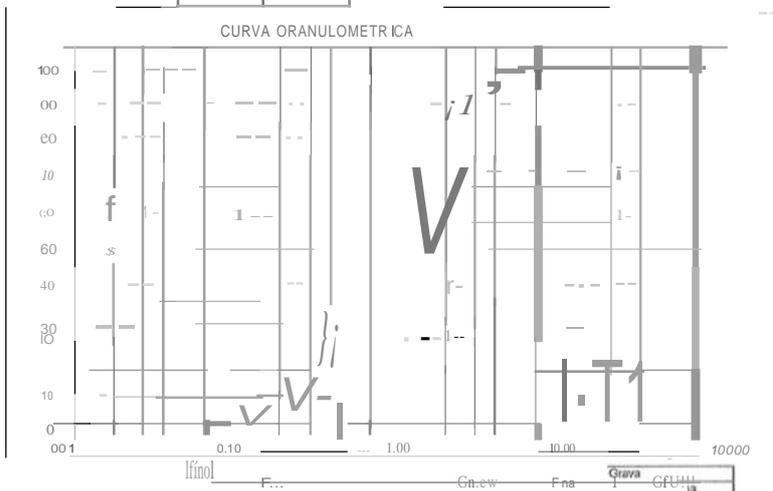
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

E CUEU' PROFESIOH L OE IHGEHIER' CML
U'BORfn'ORIO DE HEC.HIC DE WELOS Y EHWO OE Hfn'ERifile

ANALISIS ORJINULOMETRICO AGREGADO NO (IIMMO13eC1H)

SOLUTA 1 ABNER OAtiEILEOI VILV.VICHIOIO
MCIILIORAI.ESLEtiEWER CAISTIA/1
USIS *AESisrENCIA OEI.COIIOR(F'OF'oa10l'kloo'ZY F'O@00I(I).CI.I2ELAIIORAOS CotiCELIENTOS 111'01'YV
CUIIAOO 001NIAJA OE 1MR
IUGNI (H;J.IIIOITE -MCMI'01.) VII S'Wfa -ANOAS//
CNIRAA IJEOUIA
IAT(RIAL AAAtiAGRUESA
TAMIZ 2311V20t5 %fd Pittfal '41d Awftw. 'IloOuo- PROPIEOAUES BSICAS

ff	(0-c)	00	00	00	(0-c)
3"	7020	0	00	00	100,0
2"	6880	8%	8,8	0,0	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	21,20	0,0	0,0	0	0
3/4"	1910	0,0	0,0	0,0	100,0
W 10	12,0	0,0	0,0	0,0	100,0
H 4	4,76	0,1	10	10	090
H 0	23<l	87,5	17	10,7	8113
H 30	0,10	2011,4	23,3	00,1	384
W A	G.30	197,9	220	825	17,6
00	0,111	81,0	DO	1,1	
11200	0,08	>31	0,0	1,05	25
PLATO	AJL.C.11.04	222	25	1000	00
WVN.	IDU	10,0			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE VELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 13600)

SOLICITANTE: BACHABNER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
BACHEMORALES LEON EIVER CRISLIAN
TESIS: "RESISTENCIA DEL CONCRETO DE C210/KOICM2Y F C200/KOICM2CLAO0IIA00S CON CEMENTOS TIPO Y V
CURADO CON AVOA OELIAR
LUGAR: CHIMOTE, PROVINCIA DE SANTA ANA, INCAS/1
CANTERA: SAMANCO
MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
FECHA: 23/11/2015

TAMIZ	Abor(trim)	Peso (gr.)	Porcentaje	Total (gr.)	% Retenido	PROPIEDADES FISICAS
N° 3"	762110	0.0	0.0	0.0	100.0	Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
N° 2 1/2"	63500	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 2"	50800	0.0	0.0	0.0	100.0	Límite superior: 1 N°5 Rol. (ASTM C-33)
N° 1 1/2"	38-100	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 1 1/4"	25-100	0.0	0.0	0.0	100.0	OBSERVACIONES
N° 3/8"	19100	133	133	133	88.7	
N° 3/16"	12500	5619	400			
N° 1/8"	9500	310	22	757	143	
N° 1/16"	4600	340.6	20	911.0	01	
N° 75	23150	0.0	0.0	999	01	
N° 60	11110	0.0	0.0	999	01	
N° 50	8000	0.0	0.0	999	01	
N° 40	4500	0.0	0.0	999	01	
N° 30	0150	0.0	0.0	999	01	
N° 200	0.075	0.0	0.0	1119	01	
PLATO	ASTM C13600	1.1	0.1	1000	00	
TOTAL		404.7	100.0			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS DE FUNDACIONES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

SOLICITA : BACH: ABNER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
BACH: MORALES LEON ELVIR CRISTIAN
TESIS "RESISTENCIA DEL CONCRETO FC 210 KG/CM² Y FC 280 KG/CM² A HORAS CON CELENTOS
PO 1 Y V CURADOS CON AGUA DEMAR"
LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA OEL SANTA - ANCASH
FECHA 23/11/2015
CEMENTO : III > V
"C 210 Kgbm

N°	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA	OJAS	f _c (KJ/CM ²)	f _c /F _o (%)
01	PATRON - AGUA POTABLE	10.0V20U	11.06120U	2J	2189S	101.11
01	PATRON - AGUA POTABLE	10UY.101S	11A7101S	21	2106	101.01
01	PATRON - AGUA POTABLE	11010S101S	17M6-201S	23	1)126	110.11
01	PATRON - AGUA POTABLE	2010S101S	17106-101S	28	21670	101.11

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CONSIDERACIONES: Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS DE FUNDACIONES
Orucavari
Ing. Jorge Montañez Reyes
MFE

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES DE FUNDACIONES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

SOLICITA: BACIBNER DANIEL LEON VILAVICENCIO
OACH: MORALES LEON ELVER CRISTIAN
TESE: "RESISTENCIA DEL CONCRETO FC 210 KO/CM2 Y FC 200 KO/CM2 ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO 1 Y V CURADOS CON AGUA DE MAR"
LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA: OELSANTA - ANCASII
FECHA: 25/11/2015
<EMRNT0: 1111 1
JJC: 280 Kg/cm2

W	FLP.MPNT0-CURADO	SW/ItP	MC/WF.ti	ROHRA	iiIAS	KII/t n1	%
01	PATRON AGUA POTABLE		1901101S	1'Q61101S	2t	:1901	10.61
01	PATRON+AJAJA POTABLE		191t'101S	1U11101	It	.10010	10.61
03	PATRON+AI3UA POTABLE		190 10U	16:1101S	••	2911"	10.4
01	PATRON+AI3UA POTAIIE		19U 101S	11060101	U	29UT	10UT

P.SIFICACIONES: Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OIL.SRVACIDNts: L.O'(C11ig) rutruft tiabond!K T'reJdoJ (Irt1 Infrrt ado. hit fl'bolalutka.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
Ing. Jorge Morúa Rojas
2015

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BACHILLER
EN INGENIERÍA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

SOLICITA OACH. ABER OANIELEONVILLAVICENCIO
BACII: MORALES LEONEL VER CRISTIAN
TESIS "RESISTENCIA DEL CONCRETO FC₂₈ 280 KG/CM² FIBROS CON FIBROS
"PO 1 Y V CURADOS CON AGUA DE MM"
LUGAR CHIMBOTE. PROVINCIA DEL SANTA. ANCASH
FECHA 23/11/2015
C&M Nº
V'C 260 kg/cm²

Nº	DESCRIPCIÓN	SEMP	MOLDEO	DIAS	CONDICIONES	RESISTENCIA	%
01	P. LIMPIO CURADO PATRON AGUA POTABLE		17.0	28	M.00	108.36	
02	PATRON AGUA POTABLE		11.0	28	U+01	10.11	
03	PATRON AGUA POTABLE		2M.10U	110.0	290.89	101.19	
04	PATRON AGUA POTABLE		10.0	11	11.0	101.56	

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES: Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Jorge Muñoz Reyes
DIRECTOR

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Univeritaria • Urb. Los Pinos M.B.S/n • Chimbote
Telf. (043) 323505 • 326150 - 329466 Anexo 208
Email: lmavem@uaani.midro.edu.pe

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESPECIALIDAD PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE TUTORIA DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

EN SAYO 01: RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA BACIA: ABNER DANIEL LEON VALDIVIA
BACHMORALES LEON ELVER CRISTIAN
TESIS RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y F'c 280KG/CM7 L:1 ABORADOS CONCENEMEN
TPO 1 Y V. CURADOS CON AGUA DE LA LUNA
LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA OEL SANTA ANCASII
FECHA 23/11/2015
CEMENTO 11 210
...e

N°	ELEMENTO - CURADO	F'c	F'c		F'c	F'c	F'c
			MOMTO	ROIURA			
01	PATRON - AGUA DE MAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
01	PATRON - AGUA O EMAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
01	PATRON - 1 GALA O EMAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
01	PATAON - AGUA O EMAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
01	PATAON - MJUA O EMAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
01	PATAON - AGUA O EMAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
07	PATAON - AGUA DE MAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37
08	PATRON - AGUA O EMAR		01.010	01.010	U	290.09	11.37

EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

EL PROCEDIMIENTO DE LOS DATOS : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

El presente informe es el resultado de los ensayos realizados en el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad San Pedro, en el mes de noviembre del 2015.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: BACH: ABNER DANIEL LEON VILLAVINO
BACIMORALES LEON ELVER CRISTIAN
TITULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO PC 210 KG/CM² Y FC 200 KG/CM² ELABORADOS CON CEMENTO TIPO I Y V CURADOS CON AGUA DE MAR
LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SAN RAFAEL - PERU
FECHA: 23/11/2016
CANTIDAD: 1
Y C: 280 Kg/cm²

N	TIPO DE MUESTRA	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (ksi)	RESISTENCIA (N/mm ²)	RESISTENCIA (lb/in ²)
01	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79
01	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79
01	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79
01	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79
05	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79
07	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79
07	PATRON - AGUA DE MAR	12911	1291.1	186.79	1291.1	186.79

REFERENCIAS: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

RESERVACIONES: No se realizaron ensayos de resistencia a la tracción.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Abner Daniel Leon Villavino
Ingeniero Civil
Chimbote, Perú

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

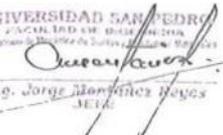
KNSAYO QUESISTENCIA A LA COMPRESION

SOUCITA UACII AONER DANIELLEOH VILLAVICENCIO
 8ACH MCIAALESLEOH ELVER CRISTIAH
 TESIS "RESISIENCIA DEL CONCRETO FC 210 KGICIA2 Y FC 210 KGICIJ2 HAOORA005 COH CEMENTOS
 TIPO I Y V CURADOS CON AGUA DE MAR"
 LUGAR CHIMBOTE- PROVINCIA OCLSANTA ANCASH
 FECHA 23/11/2015
 CEMENTO WOV 210 Kg/cm²

N	KRMENTO CURAHO	UOLIKO	HOTURA	liA	K"Co-l	%
01	PATROH + N3UA OE MAR	UOVIOil	10.016-10U	11	21711	10H1
01	PATROHAGUA IIE MAR	1JO 101)	1006-1015	U	2H.ot	111.90
01	PATROHAGUA IIE MAR	1 OY10U	10.0612GU	2ll	241.14	LH1
01	PIITROMGUA DE MAR	U OS'10U	1Q0610 15	11	21040	10971
05	PIITROMGUA DE MAR	hOY. .OIS,	1210712015	60	266.12	1267J
06	PIITROH AGUA DE MAR	UOLIOil	13q71ZOU	60	266.16	11711
07	PATROHAGUA OE MAR	UO\1015	IZ.W2QU	6e	11UJ	UHS
011	PATROMGUA OE MAR	10"-10IS	nnmu	60	2<171	111.Z

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

ODSEIIVACION S 1 Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE MATERIAS PLASTICAS

 Ing. Jorge Montañez Rojas
 JEFE

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HECHIZAJE DE SUELOS Y ESTUDIO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SUBJECTO : BACHILLER ABNER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
BACHILLER BACHMORALES LEON ELVER CRISTIAN
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC 210 KG/CM² Y FC 200 KG/CM² HACIENDO CONCRETOS
"PO Y V" CURADOS CON AGUA DE MAR
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCMII
FECHA : 23/11/2015
CATEGORIA : 1110 V
PESO : 280 Kg/cm²

N°	ELEMENTO CURADO	SUMINISTRO	RESISTENCIA	ROTURA	DIAS	VELOCIDAD	RESISTENCIA
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16
01	PATRON - AGUA DE MAR		111011	1M61101S	11	JJU1	111.16

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CONSEJOS: Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

Ing. J. J. Huancaya Reyes

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ESTADÍSTICA DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

SOLICITANTE: BUCH: AONER DANIEL LEON VILLAVICENCIO
 INGENIERO: JACOB: MORALES LEON ELVER CRISTIAN
 TÍTULO: RESISTENCIA DEL CONCRETO FC 210 KG/CM² Y FC 200 KG/CM² ELABORADOS CON CEMENTOS
 TIPO Y CURADOS CON AGUIA DE MAR
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA ANTONIO
 FECHA: 23/11/2016
 CANTIDAD: 110 Kg
 Frecuencia: 210 Kg/cm²

N°	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	ROTURA	DIAS	WCM (%)	HWC (%)
01	PATRON AGUA POTABLE	19.011015	1	11	217.1	10.1
01	PATRON AGUA POTABLE	110.101	16	21	219.10	10
01	PATRON AGUA POTABLE	10.1115	1041	21	219.11	10.1
01	PATRON AGUIA POTABLE	10.01110	1611611015	21	211.17	10.11

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

CONDICIONES: Los ensayos fueron realizados en laboratorio de suelos y estadística de materiales.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ESTADÍSTICA DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 2016

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HECHICIÓN DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESOS UNITARIOS DE LÍNEA DE FONDO

SORCITA CACH: A81ER ONUEL IEOUVIAVICEF CID
 BACH: MORILES LEONER OUSTIAU
 TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO FC2101+JJCLUY T200K01CM2#AORADOS CON CEMENTO TIPO IV
 CURADO 001AGUA 0EIAAR
 LUGAR: CHIAOOTE- PAOVUCIA OELSAU1A LAUCASH
 CAUERA: IAEQUA
 MATERIAL: ARELAGRUE&A.
 FECHA: 23/11/2015

PESOS UNITARIOS

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7865	8000	7970
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	4535	4670	4640
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1627	1675	1684
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1655		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1650		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	1133	830	3330
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	W1	eG40	5100
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1100	1000	1829
Peso unitario (Kg/m ³)	1000		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1001		



**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITANTE: Sr. Jhonatan Leon Villavicencio
 BACHMORALIS LEON ELVFR CHIMBOTE
 TCSIS: RESISTENCIA OCIO CONCRETO F' C 210 KG/CM2Y F' C 200 KG/CM2 ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO 1Y V
 CURADO con NWA DE MAR
 LUGAR: CHIMBOTE-PROVINCIA DEL SAHURILLO
 CANTEAL: SAMANCO
 MITADIAL: PIEDRICHANC/101
 FECHA: 31/1/2015

P	500.20	500.40	
S	323.00	321.00	
e	17720	17940	
O	PHO material MOO mellof	497.30	497.60
E	Voi UL... demasa C.A.D)	174.30	176.80
o	P. Bulk Base Seca) 0/C	2.806	2775
H	P.e. Bulk Base Saturaf1a NC	2823	
	Po AParenta (Base Saca) DIE	2853	2816
F	-16< (!) (D41/AjH00	058	062

P.o. Bulk (Base Soco) 2.701
 P.o. Bulk (Base Soturlida) 2.806
 P.o. Aparento (Base Seca) 2.834
 Absorción (%) 0.55

¡

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCOEL PROFESIOf L DE ItfQEtfIERI CIVIL
DORfTORIO DE HEAtiCf DE S(JELOS Y EfSfYO DE HfTERI LES

GRAVEDAD ESPECIFCA Y ABSORCION AGREGADO fNO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA BACII AOHER O.O.NIELL(oi VILAVICENCIO
W,CHMOIMLES LEoi CLVER CRISTIAN
TESIS *RESISTEI IHCCHCRETOfC2101-QIC/QY FC.I-KGC/12ELAJOAAOOSCONCEI ENTOSTIPOIVV
CURA00 CON AGUA OE MAR
LO0AA CIHMOOTE- PROUVICIA OEL SANTANNCASH
CMITCAA
MATCIHAL ARENA GRUUSA
FECHIA 2JIII no15

A	F..odttnttriii Mil.III*tu*fieiafmente*eco *n . .	300.00	300.00
S	735.80	735.80
e	d. i vaelOI A. II	1035.80	1035.80
O	Aditf'nOnoLro *rcub * mtifbi	927.00	927.00
E	Idumende.....,.....,.....fC.O	108.80	10
F	Peso de matrcialao en esM* AL	297.20	297.20
O	It<Wmtn dt maM E. A ffil	100.00	10
H	PE - - - - fIC	2.732	2.732
I	P e SuIk One Slutad.I NE	2.757	2.757
J	Pe AporiiOH SoMS.C.) I'E	2.604	2
K	-(11)(O-AIAJ& IOO	0.1M	0.94

P.e. Bulk (Base Soca) 2.732
P.o. Bulk (Base Saturado) 2.757
P.e.Aparento (Ooso Soca) 2.804
Absorción (%) 0.94

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Ing. Jorge Antonio Reyes
2015

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CML
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGUA Q:U00
(ASIMH2161)

SOLICITA: SACHAONER OANI(LEON VILAVICENCIO
BACH EN HORAS CON EVER CIUSTIAH

TEMA: RESISTENCIA DEL CONCRETO Fc 210 KG/CM² Y Fc 80 KG/CM² [LABORARIOS CON CEMENTOS TIPO 1 y V
CUA AAOO CON LIGUA DE MIIR

LUGAR: CUU. UOTE- PROVINCIA DEL SANTIAGO- 111/CASH

CANTERA: SALIACO

MATERIAL: PIEDRA CHMICADA

FECHA: 23/11/2016

PRUEBA N°	01	01	01
TARA N°	141	610	
TARA + SUELO HUMEDO (gr)		610	
TARA + SUELO SECO (gr)	610		
PESO DEL AGUA (gr)			
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL SUELO SECO (gr)	610	610	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.6\	0.6.	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.6\	

0

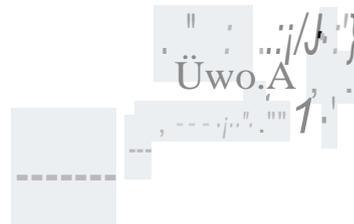
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD DE MECÁNICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS DE MATERIALES

COLEGIO L. M. UMEGALO MAIGADO 11140
CASA 111111

804 K1fA SACU AOHIER ONI LEON VILAVICELO
 RESISTENCIA DE MATERIALES
 TESIS
 CURA AO COII AGUA II MAR
 LUONI CAmERA CIIIABOT PA@IIICIA DEI INITA AII CASII
 MATERIAL AREIA GRUESA
 rICIA 2311110111

PROYECTO	01	01	01
TAREA			
TAREA - SUELO HUMEDAD	7	10	
TAREA - SUELO SEC	10	10	
PESO DE AGUA (gf)	18		
PESO DE LA TAREA (gf)	0		
PROMEDIO	10	10	
CORRECCION DE HUMEDAD (%)	10	10	
PROMEDIO DE HUMEDAD %	10	10	



ANEXO 8:

Resultados de ensayos a compresión a muestras de concreto elaboradas con cemento tipo I y tipo V, para resistencias de 210kg/cm² y 280 kg/cm² curadas con agua de mar y agua potable, ensayadas en el curso de Seminario de tesis II

Promedio de Resistencias de acuerdo al F'c=210kg/cm²; cemento tipo I, días de curado y al agua potable y de mar.

Días de curado	F'c=280Kg/cm ²			
	Tipo I		Tipo V	
	Agua Potable	Agua de Mar	Agua Potable	Agua de Mar
7 Días	218.72	293.87	311.01	308.85
	231.54	306.46	301.1	273.04
	240.45	296.66	299.18	286.5
	231.98	309.15	290.86	284.83
14 Días	270.14	306.81	344.9	341.2
	250.36	312.86	353.4	299.1
	272.01	306.14	335.7	316.52
	271.17	303.09	355.75	333.58
28 Días	257.64	351.09	371.93	348.66
	300.67	353.38	375.65	350.74
	281.96	357.01	354.79	314.48
	285.8	351.17	375.68	317.72

Fuente: Seminario de tesis II.

Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=210\text{kg/cm}^2$; cemento tipo I, días de curado y al agua potable y de mar.

Días de curado	$F'c=280\text{Kg/cm}^2$			
	Tipo I		Tipo V	
	Agua Potable	Agua de Mar	Agua Potable	Agua de Mar
7 Días	218.72	293.87	311.01	308.85
	231.54	306.46	301.1	273.04
	240.45	296.66	299.18	286.5
	231.98	309.15	290.86	284.83
14 Días	270.14	306.81	344.9	341.2
	250.36	312.86	353.4	299.1
	272.01	306.14	335.7	316.52
	271.17	303.09	355.75	333.58
28 Días	257.64	351.09	371.93	348.66
	300.67	353.38	375.65	350.74
	281.96	357.01	354.79	314.48
	285.8	351.17	375.68	317.72

Fuente: Seminario de tesis II.

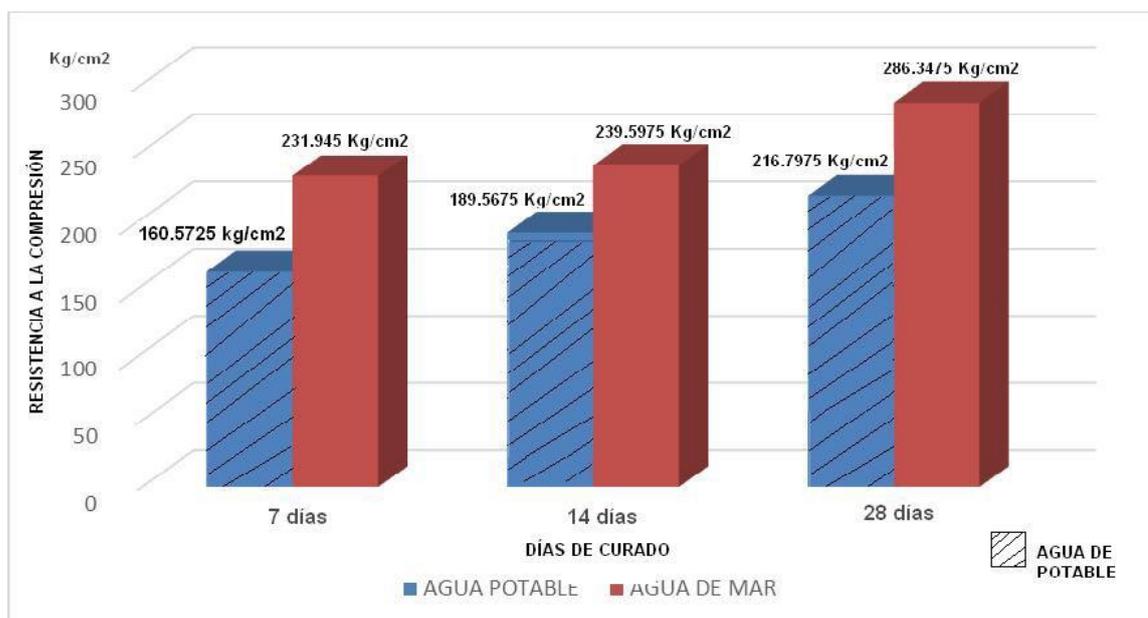
ANEXO 9:

Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=210\text{kg/cm}^2$; cemento tipo I, días de curado y al agua potable y de mar.

Días de curado	Tipo I $F'c=210\text{Kg/cm}^2$			
	Resistencia			
	Curado con Agua Potable	Promedio	Curado con Agua Mar	Promedio
7 Días	176.29		234.82	
	140.62	160.5725	224.4	231.945
	154.71		238.54	
	170.67		230.02	
14 Días	184.45		267.03	
	188.01	189.5675	226.81	239.5975
	190.14		233.07	
	195.67		231.48	
28 Días	214.72		286.13	
	226.7	216.7975	288.66	286.3475
	216.75		287.88	
	209.02		282.72	

Fuente: Seminario de tesis II.

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas

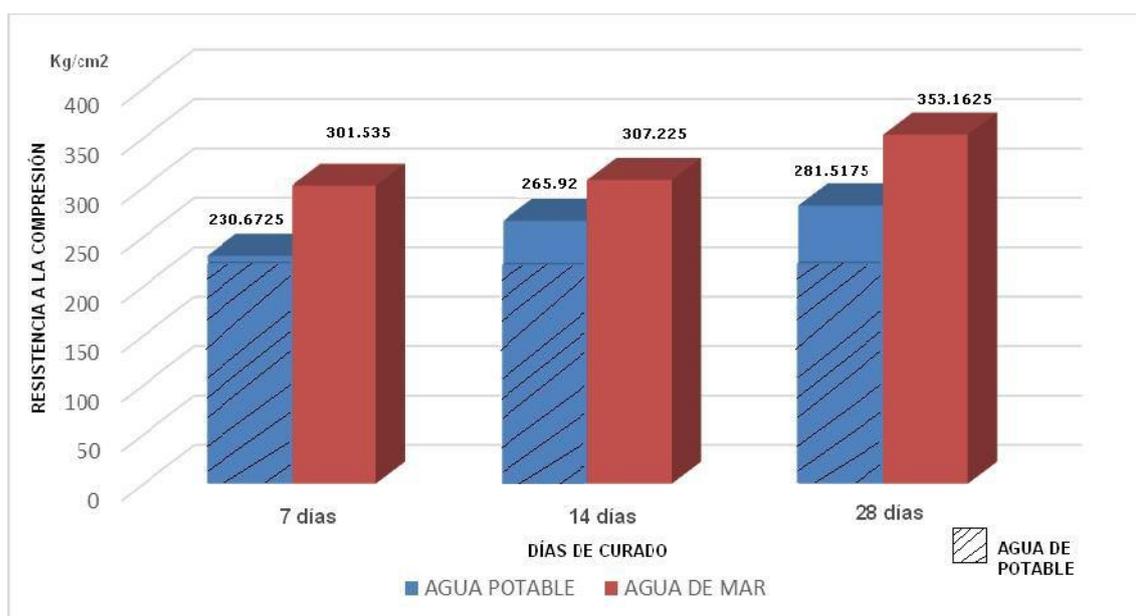


Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=280\text{kg/cm}^2$; cemento tipo I, días de curado y al agua potable y de mar.

Días de curado	Tipo I $F'c=280\text{Kg/cm}^2$			
	Resistencia Curado con Agua Potable		Resistencia Curado con Agua Mar	
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
7 Días	218.72		293.87	
	231.54	230.6725	306.46	301.535
	240.45		296.66	
	231.98		309.15	
270.14	306.81			
14 Días	250.36	265.92	312.86	307.225
	272.01		306.14	
	271.17		303.09	
	257.64		351.09	
28 Días	300.67	281.5175	353.38	353.1625
	281.96		357.01	
	285.8		351.17	

Fuente: Seminario de tesis II.

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas

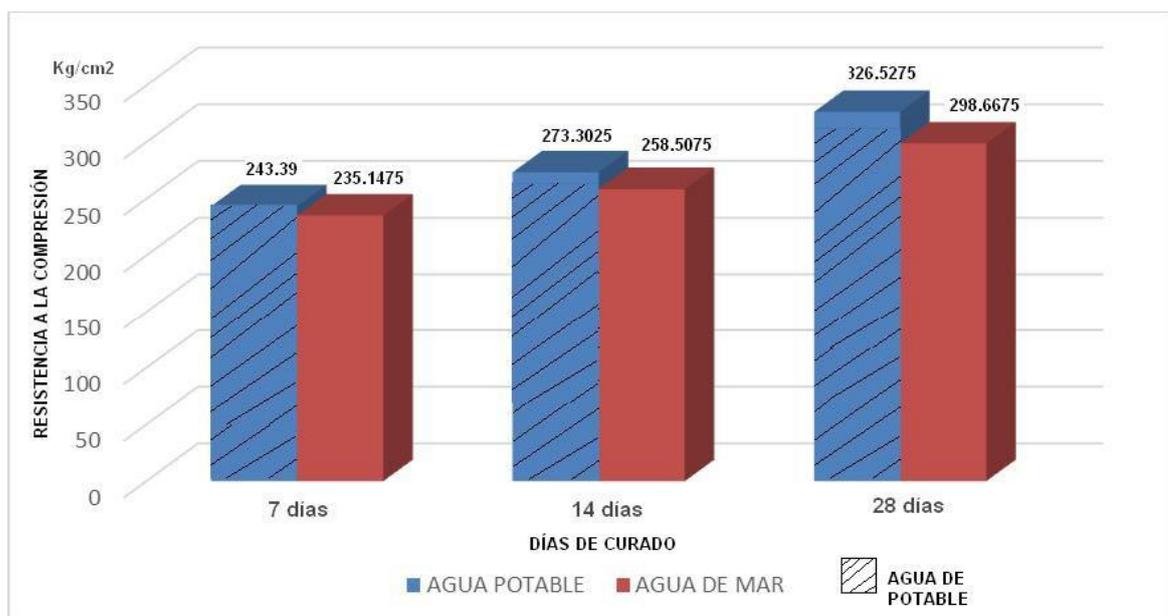


Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=210\text{kg/cm}^2$; cemento tipo V, días de curado y al agua potable y de mar.

Días de curado	Tipo V $F'c=210\text{Kg/cm}^2$			
	Resistencia			
	Curado con Agua Potable	Promedio	Curado con Agua Mar	Promedio
7 Días	241.39		235.78	
	226.58	243.39	214.79	235.1475
	261.11		250.85	
	244.48		239.17	
260.67	254.55			
14 Días	271.66	273.3025	275.94	258.5075
	285.39		248.03	
	275.49		205.51	
	310.05		306.48	
28 Días	325.67	326.5275	305.99	298.6675
	335.72		308.38	
	334.67		273.82	

Fuente: Seminario de tesis II.

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas

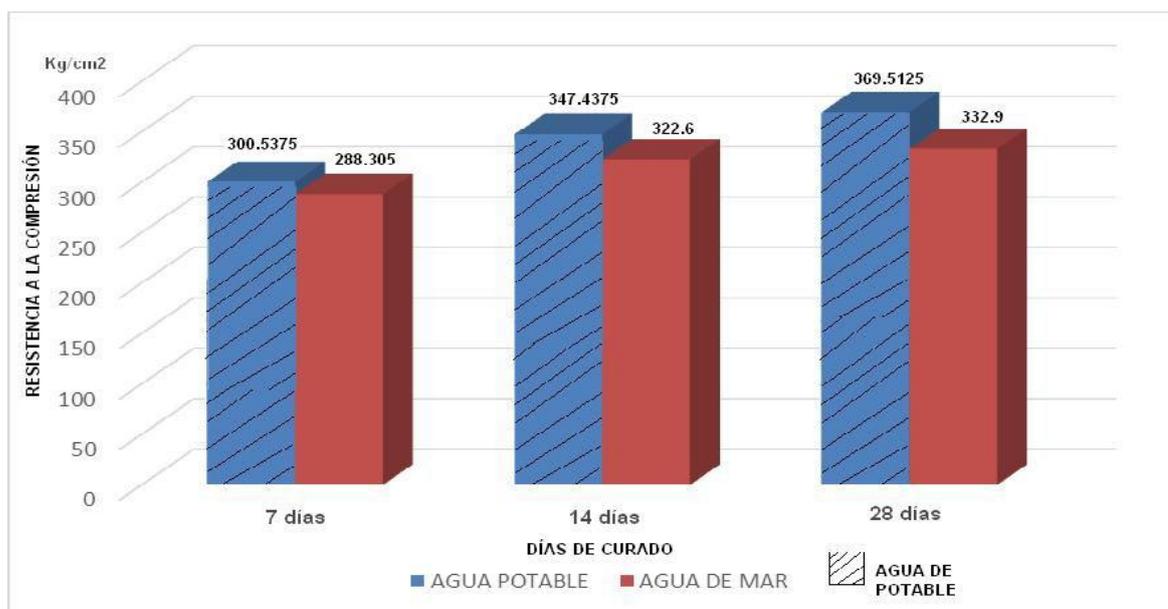


Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=280\text{kg/cm}^2$; cemento tipo V, días de curado y al agua potable y de mar.

Días de curado	Tipo V $F'c=280\text{Kg/cm}^2$			
	Resistencia		Resistencia	
	Curado con Agua Potable	Promedio	Curado con Agua Mar	Promedio
7 Días	311.01	300.5375	308.85	288.305
	301.1		273.04	
	299.18		286.5	
	290.86		284.83	
14 Días	344.9	347.4375	341.2	322.6
	353.4		299.1	
	335.7		316.52	
	355.75		333.58	
28 Días	371.93	369.5125	348.66	332.9
	375.65		350.74	
	354.79		314.48	
	375.68		317.72	

Fuente: Seminario de tesis II.

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas



Anexo N°07: DATOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION REALIZADO PARA EL CURSO DE SEMINARIO DE TESIS II.

Se realizaron los curados en las mismas cantidades de probetas tanto como para las curadas en agua potable y las experimentales, curadas en agua de mar. Se hicieron para dos tipos de resistencias y se utilizaran dos tipos de cementos I y V.

Curados a 7, 14 y 28 días para dos tipos de cementos I y V en resistencia F'c 210

48 Probetas

Curados a 7, 14 y 28 días para dos tipos de cementos I y V en resistencia F'c 280

48 Probetas

TOTAL DE PROBETAS:

96 probetas

CONCLUSIÓN: Las muestras curadas en Agua de mar, presentaron aumento progresivo significativo en la resistencia, luego de un curado de 7; 14 y 28 días, no obstante, las probetas presentaron eflorescencia, señal que nos hizo concluir en que afectaría significativamente la durabilidad, debido al daño que causaron los cloruros en su mayoría y sulfatos presentes en el agua de mar.

ANEXO 10:

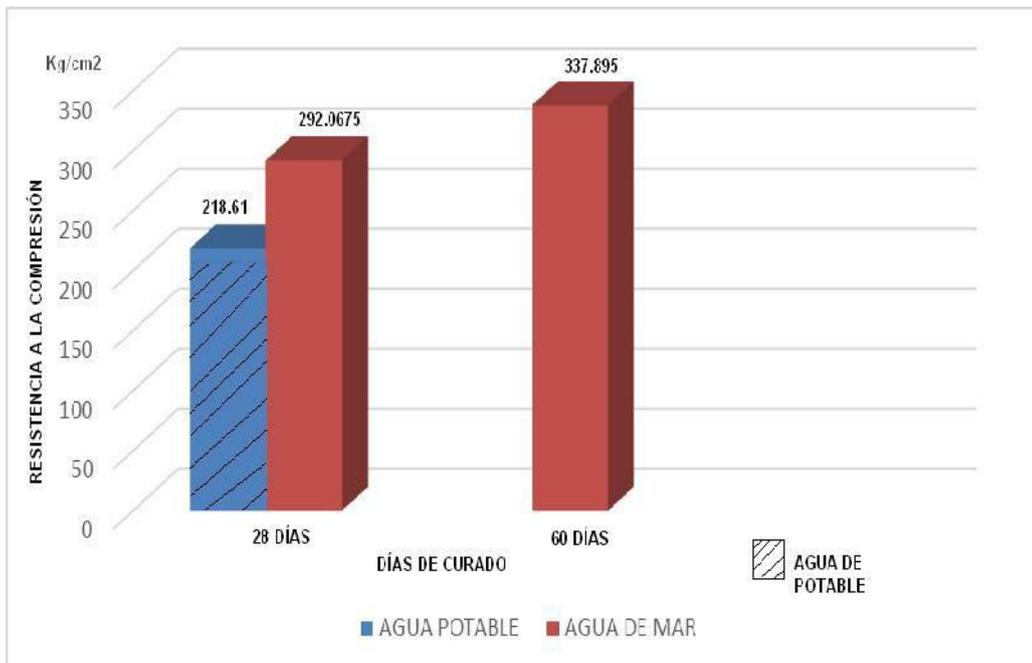
Datos del Trabajo de Investigación realizado para la titulación.

Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; cemento tipo I, días de curado y al agua.

Días de curado	Tipo I		F'c=210Kg/cm2		Promedio
	Curado con Agua Potable	Promedio	Curado con Agua Mar	Promedio	
28 Días	217.15	218.61	290.49	292.0675	
	219.1		280.08		
	219.82		301.43		
	218.37		296.27		
60 Días			354.78	337.895	
			255.97		
			369.31		
			371.52		

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio-USP

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas

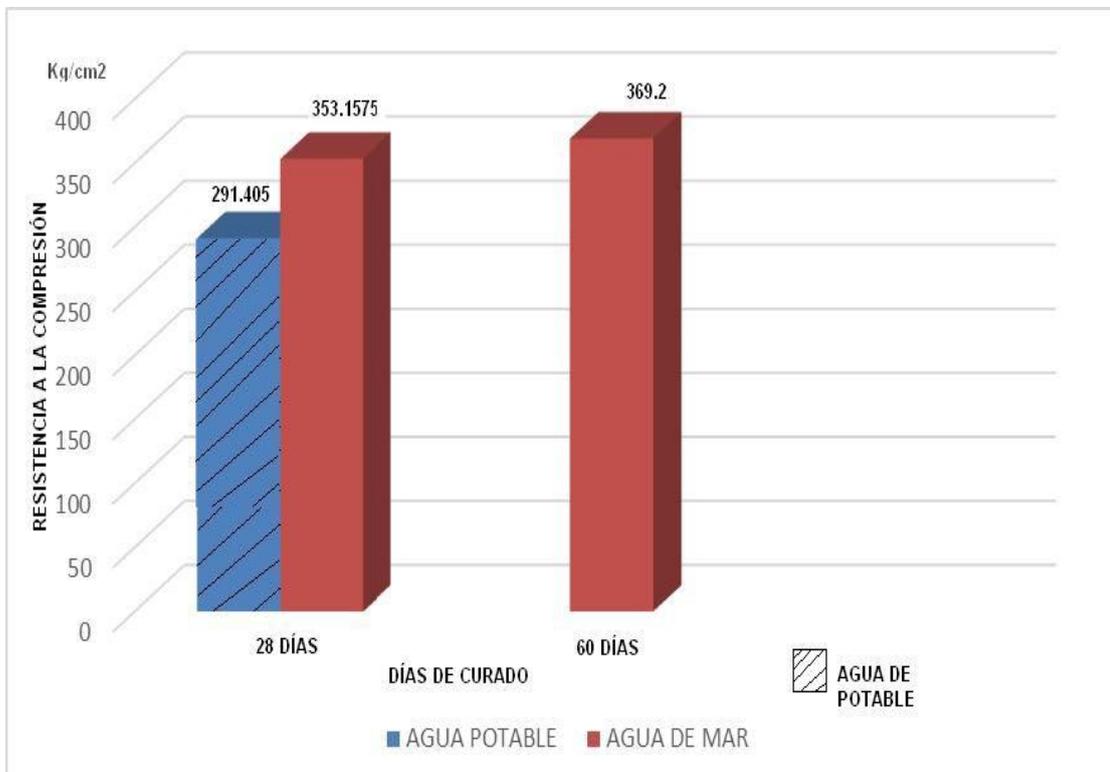


Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=280\text{kg/cm}^2$; cemento tipo I, días de curado y al agua.

Días de curado	Tipo I $F'c=280\text{Kg/cm}^2$			
	Resistencia		Resistencia	
	Curado con Agua Potable	Promedio	Curado con Agua Mar	Promedio
28 Días	290.12		361.79	
	290.1	291.405	355.97	353.1575
	292.76		349.17	
	292.64		345.7	
	411.97			
60 Días			265.55	369.2
			417.51	
			381.77	

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio-USP

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas

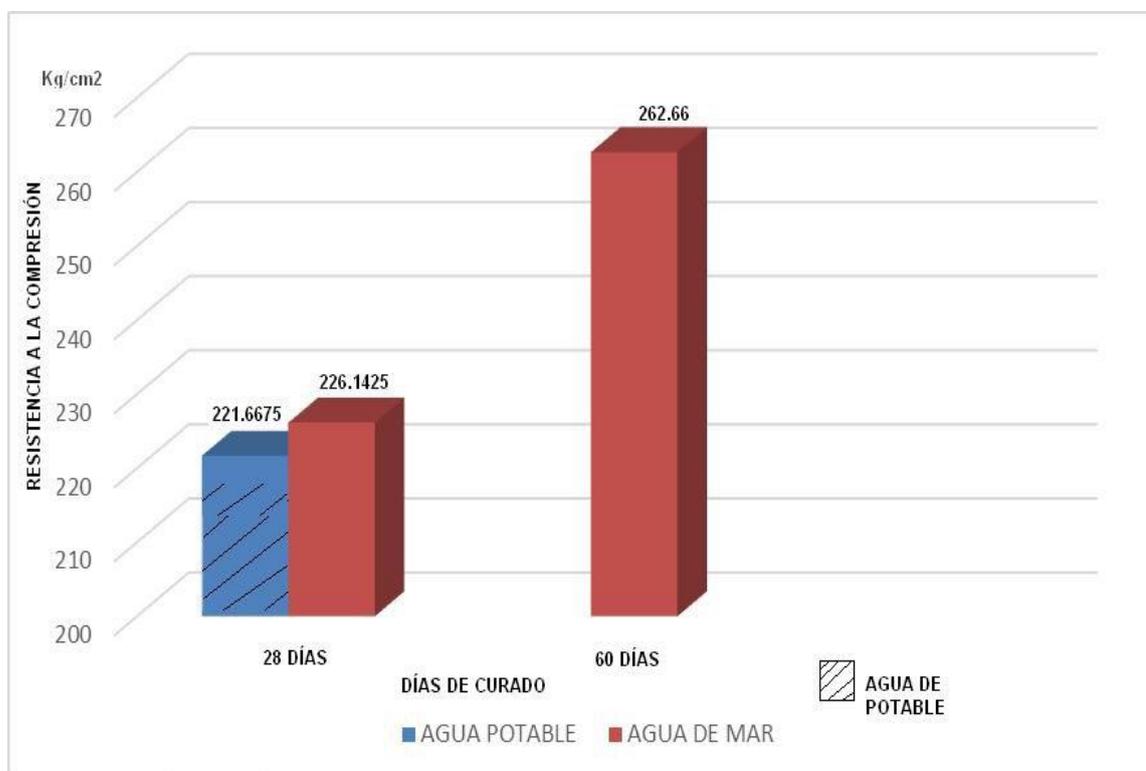


Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=210\text{kg/cm}^2$; cemento tipo V, días de curado y al agua.

Días de curado	Tipo V $F'c=210\text{Kg/cm}^2$			
	Resistencia		Resistencia	
	Curado con Agua Potable	Promedio	Curado con Agua Mar	Promedio
28 Días	215.95	221.6675	217.81	226.1425
	222.76		214	
	231.26		241.86	
	216.7		230.9	
60 Días			266.12	262.66
			266.92	
			258.83	
			258.77	

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio-USP

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas

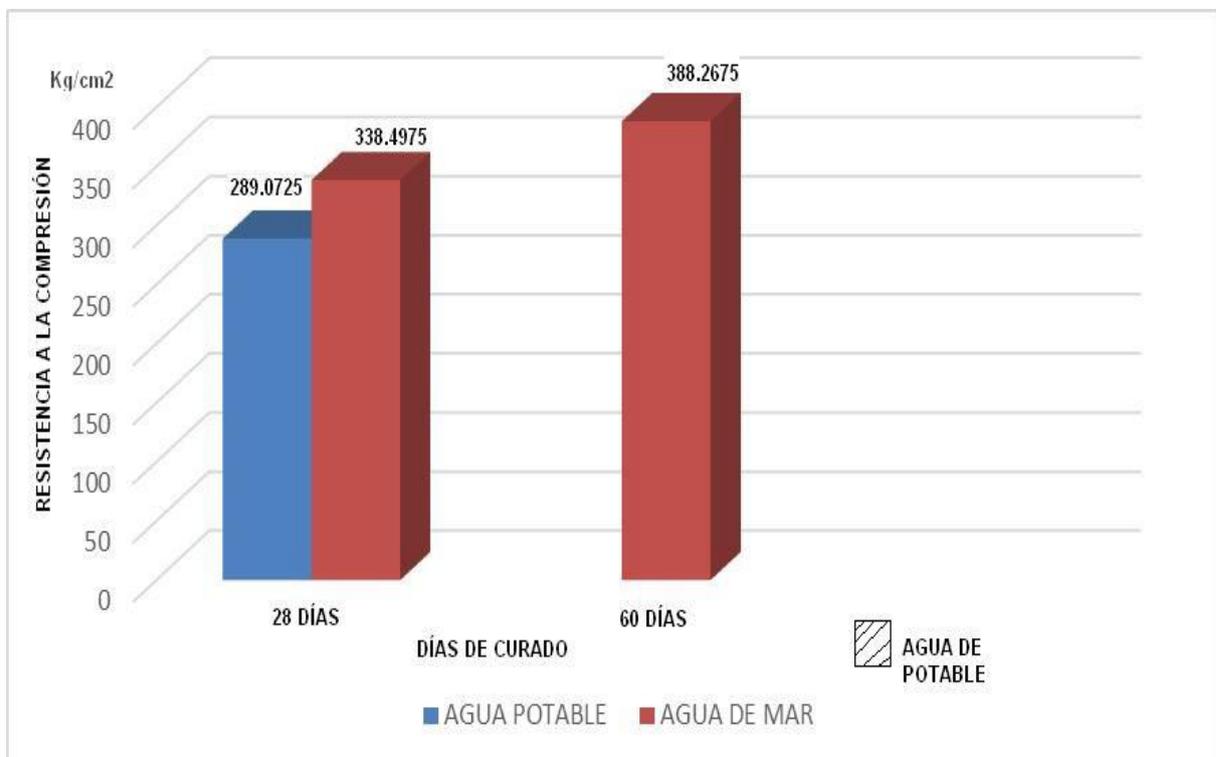


Promedio de Resistencias de acuerdo al $F'c=280\text{kg/cm}^2$; cemento tipo V, días de curado y al agua.

Días de curado	Tipo V $F'c=280\text{Kg/cm}^2$				
	Resistencia Curado con Agua Potable		Promedio	Resistencia Curado con Agua Mar	
28 Días	295			332.82	
	286.03		289.0725	346.48	338.4975
	290.89			327.98	
	284.37			346.71	
		393.72			
60 Días				392.66	388.2675
				370.51	
				396.18	

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio-USP

Comparación en Barras Estadísticas de las Resistencias Obtenidas



PANEL
FOTOGRAFÍCO



FOTO N° 01: Recolección de agregados: grueso y fino de $\frac{3}{4}$ " y 1" en la cantera "Rubén".



FOTO N° 02: Cuarteo del material grueso y fino en laboratorio.



FOTO N° 03: Granulometría de la piedra, realizando el tamizaje que corresponde.



FOTO N° 04: Granulometría de la arena; realizando el cuarteo para reducir nuestra muestra representativa a un tamaño conveniente para los ensayos; como el tamizaj



FOTO N° 05: Peso unitario suelto y compactado de Piedra



FOTO N° 06: Peso unitario suelto y compactado de Piedra



FOTO N° 07: Peso específico y absorción de la piedra



FOTO N° 08: Peso específico y absorción de la arena.



FOTO N° 09: Habilitación de moldes, para la elaboración de probetas.



FOTO N° 10: Vaciado del concreto a los moldes.



FOTO N° 11: Realizando la compactación del concreto con la varilla; y el cono de Abrams.



FOTO N° 12: Midiendo el grado de compactación, mediante la prueba del Slump



FOTO N° 13: Preparando las muestras curadas en agua de mar para realizar el ensayo a compresión.



FOTO N° 14: Identificando muestras que serán ensayada



FOTO N^o 15: Realizando ensayos a compresión de probetas curadas en agua potable.



FOTO 16: Realizando ensayos a compresión de probetas curadas en agua de mar.