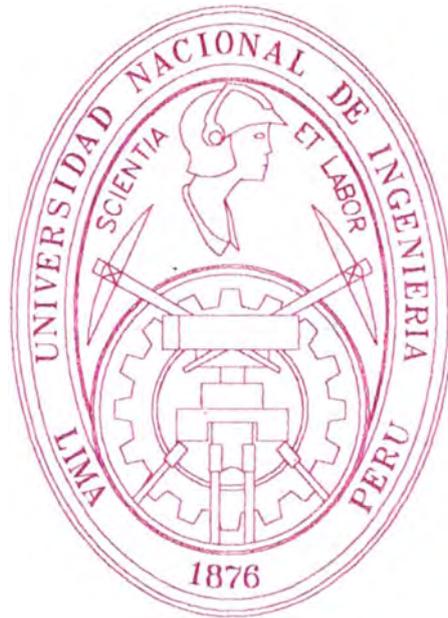


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**“PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A
BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUÍMICO,
UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS, BAGUA
GRANDE, AMAZONAS”**

TESIS

PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES

LIMA – PERU

2001

A Dios, por darme la existencia, guiarme
por el buen camino del bien e iluminar mis
pensamientos para la consecución de mis objetivos

A mis queridos padres, Víctor y Julia, y mis
hermanos por su cariño, amor y comprensión
que me han brindado desde mi niñez hasta ahora
e inculcarme el hábito de la superación personal,
a ello mi sincero y eterno agradecimiento

A mi familia: Gloria, mi esposa, Mirella y Héctor, mis hijos que es la razón para vivir y lo mas valioso que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud y agradecimiento a mi asesor Ing. Carlos Barzola Gastelú por su valioso e incondicional asesoramiento y por haberme brindado con sus conocimientos y experiencia en la elaboración de esta tesis.

Asimismo, agradezco a la empresa ARAMSA en especial al Ing. Ronald Puma G. por brindarme la oportunidad de ejercer la Jefatura de Control de Calidad, Area Mecánica de Suelos y Concreto de la Obra: Plan Mínimo de la Irrigación Magunchal, Bagua Grande, Amazonas.

SUMARIO

El presente estudio tiene la finalidad de cuantificar la eficacia que tiene el curado sobre la resistencia del concreto en le estado endurecido. En este caso se emplea el curador químico KUREZ QS, de la marca EUACO.

Se ha diseñado mezclas de concreto con relaciones agua / cemento de 0.60,0.65 y 0.70, con asentamiento de 3 a 4 pulgadas, utilizando cemento Portland Pacasmayo Tipo MS.

Se efectuaron cuatro formas de curado:

- Sumergido en agua (patrón)
- Curado con una capa de curador químico
- Curado con dos capas de curador químico
- Expuesto al medio ambiente

La presente tesis se desarrolla en los siguientes capítulos:

Capítulo I

Se presenta el estudio de las características de los materiales, cemento Tipo MS, Agregados y sus propiedades, el agua y el curador químico KUREZ QS.

Capítulo II

Se presenta información acerca de los diferentes procedimientos de curado.

Capítulo III

Corresponde al diseño de mezcla

Capítulo IV y V

Esta referido a la definición de las propiedades del concreto al estado fresco y endurecido, con y sin curador.

Capítulo VI

En este capítulo se detalla a través de cuadros y gráficos, los resultados obtenidos de los ensayos del concreto principalmente al estado endurecido.

También se presentan cuadros comparativos de los ensayos realizados con diferentes formas de curado.

Capítulo VII

Se realizan el análisis de los resultados de los ensayos del concreto al estado endurecido, apoyándonos en los cuadros comparativos y gráficos del capítulo anterior.

Capítulo VIII

En este capítulo se desarrollan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis de los resultados del capítulo anterior, al evaluar los efectos que produce sobre las propiedades del concreto endurecido al aplicar el curador químico KUREZ QS.

Capítulo IX

Se detalla el análisis económico del estudio al aplicar el curador químico KUREZ QS, así como la Norma ASTM C-309, Bibliografía empleada, varios como certificados del agua empleada, calibración de la prensa para romper probetas y fotos relativas al tema de tesis, aplicaciones en la Obra de Irrigación mencionada.

CONTENIDO

PAG.

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	----------

CAPITULO I

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES	3
---	----------

1.1 Introducción,4

1.2 Generalidades,5

1.2.1Cemento,6

1.2.1.1 Conceptos Generales,6

1.2.1.2 Clasificación de los Cementos,8

1.2.1.3 Cemento Portland Tipo MS – ASTM C-1157,11

1.2.1.3.1 Características Físicas del Cemento Tipo MS,16

1.2.1.3.2 Características Mecánicas del Cemento Tipo MS,20

1.2.2 Agregados,23

1.2.2.1 Agregado Fino,25

1.2.2.1.1 Generalidades,25

1.2.2.1.2 Propiedades físicas,25

1.2.2.1.2.1 Peso Unitario,26

- 1.2.2.1.2.2 Peso Especifico,**27**
- 1.2.2.1.2.3 Granulometría,**27**
- 1.2.2.1.2.4 Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad,**30**
- 1.2.2.1.2.5 Cantidad de material que pasa por la malla # 100,**31**

1.2.2.2 Agregado Grueso,32

1.2.2.2.1 Generalidades,32

1.2.2.2.2 Propiedades físicas,33

1.2.2.2.2.1 Peso Unitario,33

1.2.2.2.2.2 Peso Específico,34

1.2.2.2.2.3 Granulometría,35

1.2.2.2.2.4 Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad,37

1.2.2.3 Agregado Global,38

1.2.3 Agua,40

1.2.3.1 Generalidades,40

1.2.3.2 Requisitos,43

1.2.4 Aditivo Curador para concreto “ KUREZ QS ”,44

1.2.4.1 Generalidades,44

1.2.4.2 Características,45

1.2.4.3 Modo de empleo,46

1.2.4.4 Rendimiento,47

1.2.4.5 Efectos sobre las propiedades del concreto,47

CAPITULO II

CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS, PROCEDIMIENTO DE CURADO

62

- 2.1 Generalidades,**62**
- 2.2 Concreto en climas cálidos,**63**
- 2.3 Curado,**65**
 - 2.3.1 Método de curado,**66**
 - 2.3.2 Curado en climas cálidos,**72**
- 2.4 Procedimiento por inmersión en agua,**74**
- 2.5 Procedimiento aplicando curador “ KUREZ QS ”,**75**
 - 2.5.1 Aplicación de una capa,**76**
 - 2.5.2 Aplicación de dos capas,**77**
- 2.6 Exposición al medio ambiente,**77**

CAPITULO III

DISEÑO DE MEZCLA

82

- 3.1 Generalidades,**82**
- 3.2 Definiciones básicas para el diseño de mezcla,**83**
 - 3.2.1 Trabajabilidad,**84**
 - 3.2.2 Consistencia,**85**
 - 3.2.3 Durabilidad,**86**
 - 3.2.4 Tamaño máximo del agregado grueso,**87**
 - 3.2.5 Relación agua / cemento,**88**
 - 3.2.6 Resistencia Promedio,**88**

- 3.3 Combinación de Agregados con Mayor Peso Unitario,**89**
- 3.4 Diseño de mezcla para relaciones agua / cemento 0.60, 0.65 y 0.70 ,**91**
 - 3.4.1 Datos necesarios para el diseño de mezcla,**92**
 - 3.4.2 Cuadro resumen del diseño de mezcla para la relación agua / cemento = 0.60,**94**
 - 3.4.3 Cuadro resumen del diseño de mezcla para la relación agua / cemento = 0.65,**95**
 - 3.4.4 Cuadro resumen del diseño de mezcla para la relación agua / cemento = 0.70,**96**

CAPITULO IV

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO 104

- 4.1 Generalidades,**104**
- 4.2 Mezclado de Concreto,**105**
- 4.3 Ensayo de Peso Unitario,**109**
- 4.4 Ensayo de Consistencia,**110**
- 4.5 Ensayo de Contenido de Aire,**111**
- 4.6 Ensayo de Exudación,**112**
- 4.7 Tiempo de Fraguado – Control de tiempo de endurecimiento,**113**
- 4.8 Resultados de los ensayos,**115**

CAPITULO V

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON Y SIN CURADOR 121

5.1 Generalidades,**121**

5.2 Concretos tipos,**122**

5.3 Importancia de la resistencia del concreto,**123**

5.4 Resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 y 42 días,**124**

5.5 Resistencia por compresión diametral a los 28 días,**126**

5.6 Programa de elaboración de probetas de concreto,**130**

CAPITULO VI

CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS 132

6.1 Cuadros de resultados y Gráficos de ensayos de resistencia a la compresión,

6.2 Cuadros de resultados y Gráficos de ensayos de resistencia a la tracción diametral,

6.3 Cuadros y Gráficos: resumen y comparativos de resistencia a la compresión,

6.4.1 Cuadro y Gráficos: resumen y comparativos de resistencia a la tracción por compresión diametral,

CAPITULO VII

ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 Al estado fresco

7.2 Al estado endurecido

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IX

ANEXOS

ANEXO A

Diseño de Mezclas, Cálculos

ANEXO B

Análisis Económico

ANEXO C

Norma ASTM C – 309

ANEXO D

Bibliografía

ANEXO E

Varios

ANEXO F

Fotos relativas al tema de tesis, aplicaciones

INTRODUCCION

La finalidad de la Ingeniería y la Construcción es proporcionar una obra útil y segura en servicio. Para lograr una obra de calidad, todos los que intervienen en la construcción deben cumplir su parte con la mayor eficiencia; la buena calidad de un concreto no depende fácilmente de un adecuado diseño de mezclas y de un buen proceso de puesta en obra, sino también de las condiciones en que se realizan el endurecimiento del concreto; es decir que la apropiada preparación y colocación de una mezcla debe ser seguida durante las primeras etapas del endurecimiento del concreto de un buen curado.

Esa es la mejor manera de obtener un buen concreto, en la actualidad existen diferentes métodos de curado, desde el más común utilizando agua hasta los más sofisticados con materiales sellantes, los cuales evitan que la humedad en el concreto endurecido se evapore, debido a la acción del viento y del sol, el cual aseguraría la disponibilidad de agua que permite la hidratación del material cementante y así obtener un concreto de máxima resistencia a la compresión y mayor durabilidad, lo cual es importante en una estructura de concreto.

La necesidad del curado deriva del hecho de que la hidratación del cemento puede tener lugar solamente en presencia del agua. Por esta razón una pérdida del agua en el concreto por evaporación debe ser prevenida.

Introducción

Actualmente se fabrican en el Perú los cementos Pórtland normales tipo I, tipo II, tipo V y cementos Pórtland Puzolanicos tipo IP y tipo IPM, ahora gracias a la filosofía permanente de investigación de Cemento Norte Pacasmayo es que presenta su Nuevo Cemento Pacasmayo Tipo MS – ASTM C-1157, que es una alternativa más, con grandes ventajas en la construcción, debido a las propiedades hidráulicas que ofrece.

La presente tesis evalúa las propiedades del concreto al aplicar el curador químico sobre la superficie del concreto luego de su etapa inicial de fragua y que investigaremos su comportamiento en concretos que tienen su aplicación en obra de Irrigación. Para obtener mejores resultados luego de la colocación del concreto sobre todo en lugares donde el clima es muy cálido, la fase del curado es muy importante para obtener un buen concreto para los fines al cual han sido diseñados, una buena hidratación del cemento en general, desarrolla una buena resistencia y durabilidad del concreto, el proceso de curado sobre la superficie del concreto garantiza una buena calidad.

Esta investigación presenta el análisis de las variaciones que sufre el concreto normal en su estado endurecido ante la aplicación de un curador químico, en este caso, el curador “KUREZ QS”, de la firma EUCO, el cual crea una película protectora sobre la superficie del concreto, evitando, la pérdida de humedad o por lo menos retrasando ésta, lo que, como es lógico, permite que el agua retenida en los espacios capilares del concreto lleve a cabo la normal hidratación del cemento, para el cual se utilizó en su preparación cemento Pórtland Tipo MS y se diseño para las relaciones agua – cemento = 0.60, 0.65 y 0.70, con lo cual tendremos una idea, mas amplia y a la vez clara del efecto producido por el mencionado curador químico en la resistencia de los tipos de concreto.

CAPITULO I

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CAPITULO I

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

1.1 Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo, determinar la influencia del aditivo curador en las propiedades del concreto en su estado endurecido, para una relación agua – cemento 0.60, 0.65 y 0.70.

-El cemento escogido para la elaboración de esta tesis fue el Cemento Pacasmayo Tipo MS – ASTM C - 1157, en bolsa, el cual es un cemento adicionado con escoria de altos hornos, es fabricado por la fabrica de Cementos Norte Pacasmayo S.A. localizada a la altura del Km 666 de la Carretera Panamericana Norte, Distrito de Pacasmayo Región La Libertad, su principal fuente de materia prima la constituyen los ricos yacimientos de calizas de Tembladera, ubicado en el departamento de Cajamarca y las escoria de altos hornos de la refinería de Chimbote, ubicado en el departamento de Ancash. Su área de influencia abarca toda la zona norte y el nor-oriente de la selva.

-Para la presente investigación los agregados fueron extraídos de la cantera “Santa Elena”, ubicado en las orillas del río Utcubamba a la altura de la Carretera Marginal Km 244.5 Bagua Grande Amazonas, costado del campamento de la Obra: “Plan Mínimo Irrigación Magunchal”, obra ejecutada por las empresas ARAMSA – IMPRESIT DEL PACIFICO. Cabe mencionar todos los análisis de laboratorio se hicieron en el “Laboratorio de Suelos y Concreto” de la misma obra y que se utilizó una planta Chancadora Secundaria para obtener tanto agregado grueso como fino.

-El agua utilizada para esta investigación fue de la Planta de Tratamiento de la obra ya mencionada, cumpliendo con las normas establecidas para la elaboración de concreto.

1.2 Generalidades

La industria de cemento en el Perú produce los tipos y clases de cemento que son requeridos en el mercado nacional, según las características de los diferentes procesos que comprende la construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo, la edificación y las obras de urbanización que llevan a una mejor calidad de vida.

El cemento es el componente activo del concreto y como tal influye en todas las características de este material. Sin embargo, el cemento constituye aproximadamente sólo de un 10 a un 20% del peso del concreto, siendo el 80 a 90% de materiales restantes el que condiciona la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del cemento. En la práctica es decisiva la calidad de los agregados y las proporciones de mezcla entre componentes.

El cemento se obtiene a partir de materias primas abundantes en la naturaleza y, por lo tanto, baratas. Su obtención se realiza en plantas de gran capacidad en donde es controlado estrictamente, lo que redundará en su calidad y en la seguridad que sobre él puede tener el usuario.

Los agregados son los materiales inertes que entran en la composición de morteros y concretos; pero que no experimentan cambios de estructura química o mineralógica al formar parte de aquellos compuestos.

De acuerdo con sus dimensiones se les clasifica en agregados finos y agregados gruesos; de acuerdo a la forma pueden ser redondeados y angulares. Sus características influyen en las proporciones de la mezcla para el concreto y en la economía. Siendo el cemento el componente más caro del concreto por unidad de peso.

El agua del agua de mezclado dentro del concreto reviste vital importancia; es el elemento imprescindible para la transformación química del cemento, actúa además como agente de lubricación de las mezclas facilitando su colocación y compactación.

1.2.1 Cemento

1.2.1.1 Conceptos Generales

Cemento.- Es un material pulverizado de extremada finura que actúa como aglomerante hidráulico, es decir que endurece al ser mezclado con el agua y resiste a ella.

Cemento Portland.- Es un aglomerante hidrófilo producido artificialmente por la pulverización del CLINKER, con la adición de 5% en peso de yeso natural (sulfato de calcio); que al combinarse con el agua produce una masa capaz de endurecer como la piedra, el fenómeno químico es conocido como hidratación, cuya velocidad de reacción esta directamente influenciada por la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápido y va disminuyendo paulatinamente, el proceso es exotérmico por que genera calor hacia el exterior denominado calor de hidratación.

Hidrófilo. – Materia que tiene la propiedad de absorber agua.

Clinker. – El Clinker del cemento Portland se obtiene por la calcinación a elevada temperatura (1400°C - 1450°C) hasta la fusión parcial (clinkerización) de una mezcla convenientemente proporcionada y homogeneizada de materiales debidamente seleccionados. Las materias primas más importantes son las calizas y arcillas.

Ahora si el Clinker fuera molido finamente para ser utilizado como cemento, en el momento de su mezcla con el agua fraguaría casi de inmediato, no permitiendo tanto su manipuleo como su colocación.

Es por esta razón, que en el momento de su molienda se le adiciona sulfato de calcio (yeso), con le objeto de retardar el tiempo de fraguado.

- El Clinker se compone de la siguiente manera:

Silicato Tricálcico	: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	(40% - 65%) = C_3S
Silicato Bicálcico	: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	(10% - 30%) = C_2S

Aluminato Tricálcico : $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (7% - 15%) = C_3A

Ferró Aluminato Tetracálcico : $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}_3$ (4% - 15%) = C_4AF

1.2.1.2 Clasificación de los Cementos

De acuerdo a las normas ASTM los cementos están clasificados en 2 grupos:

- Cementos Portland Comunes
- Cementos Portland Adicionados

Además existen otros tipos, pero no se usan comúnmente por lo que no nos son importantes:

- Los cementos blancos Tipo I
- Los cementos de albañilería
- Los cementos aluminosos
- Los cementos expansivos
- Y otros.

La industria de cemento en el Perú produce los tipos y clases de cemento que son requeridos en el mercado nacional, según las características de los diferentes procesos que comprende la construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo, la edificación y las obras de urbanización que llevan a una mejor calidad de vida.

El cemento Portland común se clasifica en cinco tipos diferentes, de acuerdo a las propiedades relativas de los compuestos principales y a las condiciones de uso; de acuerdo a las normas nacionales ITINTEC y a las internacionales A.S.T.M., los cementos se clasifican en dos grandes grupos:

a) Cementos Portland Comunes:

TIPO I. - Normal es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifique la utilización de otro tipo. De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.

TIPO II. - De moderada resistencia a los sulfatos es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación, cuando así sea especificado. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos, es conveniente en estructuras de drenaje.

TIPO III. - De alta resistencia inicial. Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima fríos o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.

TIPO IV. - De bajo calor de hidratación. Para usarse en grandes masas de concreto (presas) y en climas cálidos.

TIPO V. - Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

En la actualidad se fabrican en el Perú los cementos Tipo I, Tipo II y Tipo V.

b) Cementos Portland Adicionados:

Son cementos hidráulicos, que consisten de una mezcla íntima y uniforme producida por la molienda conjunta del CLINKER con los materiales de adición y yeso, o por la mezcla separada del cemento Portland con dichas adiciones.

Independientemente a su forma de obtención, existe una gran variedad de tipos que deriva tanto de la clase del material incorporado, que puedan ser variados, como el porcentaje en que se encuentra la adición y de la presencia de aire incorporado principalmente.

Estos cementos, en el mundo, están reemplazando cada vez con mayor intensidad a los cementos Portland normales, debido no solamente a sus mejores características, sino porque también son una solución al alto consumo energético que se emplea en la fabricación del CLINKER y, en el caso de los cementos adicionados con escoria, se aprovecha este subproducto tradicionalmente desechado.

Es interesante destacar los cementos denominados “mezclados o adicionados” dado que algunos de ellos se usan en nuestro medio:

Tipo IS.- Cemento al que se le adiciona escoria de altos hornos entre un 25% a 70% referido al peso total.

Tipo ISM.- Cemento al que se le adiciona escoria de altos hornos menos de 25% referido al peso total.

Tipo IP.- Para usos en construcciones generales de concreto. Cemento que se le adiciona puzolana en un porcentaje que se encuentra 15% y 40% del peso total.

Tipo IPM.- Para uso en construcciones generales de concreto. Cemento que se le adiciona puzolana en un porcentaje es menor de 15% del peso total.

1.2.1.3 Cemento Portland Tipo MS-ASTM C-1157

Especificación de la Performance N.T.P. 334.082.

Esta nueva Norma Técnica Peruana 334.082, fue publicada el 24 – 07 – 1998.

Los tipos de cemento Portland que cubren esta especificación, están clasificados de acuerdo a sus propiedades y son:

TIPO GU. -Cemento Portland adicionado para construcciones generales. Usar cuando no se requieran propiedades especiales.

TIPO HE. -De alta resistencia inicial.

TIPO MS. -De moderado resistencia a los sulfatos.

TIPO HS.- De alta resistencia a los sulfatos.

TIPO MH. -De moderado calor de hidratación.

TIPO LH. -De bajo calor de hidratación.

Cuando el tipo no está especificado, se aplicarán los requisitos del TIPO GU.

La siguiente lista contiene los nombres genéricos para algunos posibles constituyentes de Cementos Adicionados. Esta lista es representativa y no exclusiva.

CLASE DE CONSTITUYENTE	EJEMPLO DE TERMINO GENERICOS
Cemento	Cemento Portland, Clinker de Cemento Portland
Componente de Calcio	Carbonato de Calcio, caliza, cal, cal hidratada
Puzolanas	Clase cenizas volantes, puzolanas natural no calcinada, puzolana natural calcinada, microsilica
Escoria	Escoria granulada de alto horno
Otras adiciones	Sulfato de Calcio (si esta añadido en cantidades mayores que la normal en el cemento Portland o con un componente que no sea cemento Portland) reductor de agua, acelerador, retardador – reductor de agua, aditivo de aire incorporado, adiciones en proceso

Materias primas empleadas

Los constituyentes para la elaboración del cemento Portland Tipo MS, es Clinker de cemento Portland con la adición de escorias granulada de altos hornos, provenientes de la siderurgia de Chimbote.

La escoria granulada de alto horno, es el subproducto del tratamiento de minerales de hierro en el alto horno, que para ser usada en la fabricación de cementos, debe ser obtenida en forma granular por enfriamiento rápido y además debe tener una composición química conveniente.

Escoria de la siderurgia

En el proceso de fabricación del acero, en alto horno se mezcla el material de hierro, el coque, y la piedra caliza. Al disolverse estas materias primas dentro del horno cuya temperatura pasa de los 200°C – 2,000°C, como efecto de la reacción química se genera el acero y la escoria en estado de fusión. Como la escoria es más liviana que el acero, no se mezclan en el estado de fusión sino que sale a flote.

La escoria que se genera como un derivado de la producción de acero, por una tonelada de acero, se produce aproximadamente 300 Kg de escoria de alto horno; y por una tonelada de acero bruto 130 Kg de escoria de la manufactura del acero, ascendiendo en el Perú anualmente una producción de 300.000 ton. aproximadamente.

La escoria que se forma es de diferente naturaleza como la escoria de alto horno, escoria del convertidor u horno rotatorio y la escoria del horno eléctrico.

Escoria

Se denomina escoria al producto no metálico compuesto esencialmente de silicatos y aluminatos de calcio (es decir tienen las mismas constitución fundamental de un cemento, diferenciándose de este en las proporciones de los elementos), el cual se desarrolla simultáneamente con el acero en los altos hornos y es producido por enfriamiento brusco del material fundido en agua, aire o vapor.

De acuerdo a la composición química de la escoria, las escorias pueden ser ácidas o básicas, esta diferenciación solo expresa la mayor o menor cantidad de óxidos básicos que contiene. La escoria usada en la fabricación del cemento es la del tipo básico.

ANALISIS QUÍMICO EN PORCENTAJE

Componentes	Símbolo	Escoria de Chimbote	Cemento Pacasmayo Tipo I
Dióxido de silicio	SiO ₂	33,98%	19,50%
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	15.6%	6,20%
Oxido de Calcio	CaO	41.6%	63,02%
Oxido de Magnesio	MgO	2.1%	2,13%
Trióxido de Azufre	SO ₃	0,24%	2,50%
Oxido de Hierro	FeO	2.72%	---
Oxido Férrico	Fe ₂ O ₃	---	3.30%

Oxido de Sodio	Na ₂ O	---	0.26%
Oxido de Potasio	K ₂ O	---	0.70%
Cal Libre	CaO	---	1.20%
Residuo Insoluble	R.I.	0.12%	0.50%
Perdidas por Calcinación	P.C.	2.23%	2.30%

Tipo de escoria

Después de extraída la escoria del horno en condición derretida, es solidificada para producir uno de los tres tipos usados en construcción: Expandida, Granulada y Enfriada al Aire.

Escoria expandida

Es el producto por tratamiento de la escoria derretida con una combinación adecuada de agua, vapor y aire comprimido, formándose un producto celular. Su principal aplicación es como agregado liviano en concreto estructural.

Escoria granulada

Es el producto vitrificado granular formado por enfriamiento repentino de la escoria fundida por inmersión en agua. El enfriamiento rápido previene la cristalización y además tiene la ventaja de granular la escoria rompiéndola en pequeñas partículas adecuadas para su posterior molienda a polvo. El principal uso de la escoria granulada es la fabricación de cemento Portland con escoria de alto horno.

Las escorias suelen ser, en general más duras que el Clinker, por lo cual deberían ser molidas aparte.

Escoria enfriada al aire

Es producido dejando que la escoria derretida se solidifique bajo condiciones atmosféricas.

Después de la solidificación, este material puede ser enfriado por aplicación de agua, siendo entonces triturada y tamizada para ser utilizada como agregado.

Composición química

No existen restricciones en la composición del cemento Tipo MS o en sus constituyentes.

La composición del cemento no esta especificada. Sin embargo los fabricantes, como control interno, podrán efectuar los análisis químicos que crean conveniente.

1.2.1.3.1 Características Físicas del Cemento Tipo MS

Las principales características físicas del cemento Tipo MS son las siguientes:

Peso Específico N.T.P 334.005

Definida como la relación de la masa de un volumen unitario de un material a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de aire.

El peso específico del cemento corresponde al de un material compactado y su valor suele variar entre 3,0 y 3,2. La norma norteamericana considera un valor promedio de 3,15, este valor corresponde a un cemento Portland normal; sin embargo, en el caso del cemento adicionado Tipo MS no especifican valores. Por lo que estos valores servirán como parámetros de aproximación. Esta es la única propiedad del cemento que se emplea directamente en el cómputo de las proporciones de la mezcla de concreto.

El método de ensayo para determinar el peso específico de los cementos fue realizado en el laboratorio de obra la cual se detalla en el Cuadro N° I.1

$$\text{P.E.} = 3.10 \text{ gr/cm}^3$$

Tiempo de Fraguado N.T.P. 334.006

Es el tiempo por el cual, el cemento cambia de estado, es decir, del estado fluido, al estado sólido.

Cuando el cemento se mezcla con agua, las reacciones químicas que se producen originan cambios en la estructura de la pasta, conservando la mezcla su plasticidad durante un cierto tiempo, desde pocos minutos hasta varias horas, para luego ocurrir varios fenómenos sucesivos.

Fragua Inicial

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiendo en términos de la resistencia a deformarse, es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas.

En esta etapa la pasta puede remezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún esta en formación.

Fraguado Final

Se obtiene al termino de la etapa del fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por ensamblaje definitivo de sus partículas endurecidas.

Se dice que la pasta de cemento a fraguado cuando logra una rigidez suficiente como para soportar una presión determinada de tipo arbitrario, ejercida por agujas pertenecientes a los aparatos de GILLMORE y VICAT. (ver Anexo E : Varios)

Fraguado Vicat Inicial = 1 hrs. 55 min.

Fraguado Vicat Final = 4 hrs. 40 min.

Falso fraguado

El fenómeno de falso fraguado se manifiesta durante o después del amasado y se caracteriza por un brusco aumento de la viscosidad de la pasta sin gran desprendimiento de calor. Un amasado adicional vuelve dar a la pasta su plasticidad inicial, sin que las resistencias finales se modifiquen, no debe añadirse agua, el falso fraguado proviene de la deshidratación del yeso durante la molienda conjunta con el Clinker.

La deshidratación depende del tiempo de molido, del tanto por ciento de humedad y de la temperatura. Durante el amasado, el semihidratado, muy ávido de agua, forma cristales de yeso los cuales dan rigidez a la pasta.

Calor de hidratación N.T.P. 334.064

La fragua y el endurecimiento de la pasta de cemento son producto de las reacciones dadas entre los componentes del cemento y el agua. Estas reacciones general una cantidad de calor conocido con el nombre de calor de hidratación que depende de la composición química y de la fineza del cemento. En lo referente a la composición química, la cal es el compuesto que ejerce mayor influencia.

Se sabe que, en cuanto a su fineza, un incremento de esta produce un mayor calor de hidratación. Asimismo una alta temperatura inicial de curado, acelera el desarrollo del calor de hidratación. La utilidad del conocimiento de esta propiedad física radica en que, en base a ella, se puede determinar que tipo de cemento usar en la construcción de

determinadas obras. El calor de hidratación cumple funciones de auto protección cuando se trata de un medio de clima frío.

1.2.1.3.2 Características Mecánicas del Cemento Tipo MS

Las principales características mecánicas del cemento Tipo MS son las siguientes:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N.T.P. 334.051 – ASTM C - 109

Se define a la capacidad del cemento para soportar esfuerzos sin falla. La velocidad de desarrollo de la resistencia es mayor durante el período inicial de endurecimiento, haciéndose más lenta a través del tiempo. El valor de la resistencia a los 28 días se considera como la resistencia del cemento. Las resistencias mecánicas del cemento están en función de la finura, de la composición química, del grado de hidratación y el contenido de agua en la pasta.

EDAD	RESISTENCIA MINIMA
3	10 Mpa
7	17 Mpa
28	28 Mpa

Nota: 1Mpa = 10,2 Kg/cm²

EXPANSIÓN AUTOCLAVE O ESTABILIDAD DE LONGITUD**N.T.P. 334.004**

Se refiere a las variaciones de longitudes que tiene lugar en la pasta de cemento cuando permanecida en el gabinete húmedo por período de 48 horas antes que sea desmoldado para la medida de su longitud.

La determinación de estas variaciones nos indica la capacidad de cambio de longitud de los elementos estructurales, previendo entonces la posibilidad de agrietamientos o descaramientos cuando estos cambios son importantes.

Depende de factores tales como la humedad relativa del ambiente, de la constitución de la pasta, del tipo de cemento, etc.

Expansión Autoclave – 0.10%

Para mayor información se puede ver en Anexos D : Varios.

**RESUMEN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES FISICAS Y
MECÁNICAS DEL CEMENTO PORTLAND TIPO MS.
NORMA TÉCNICA PERUANA 334.082**

REQUISITOS FISICOS ESTANDAR	CEMENTO TIPO MS
Finura	A
Cambio de longitud, Autoclave, % máximo.	0,80
Tiempo de Fragua Ensayo de Vicat (B)	
Inicial, No menor que, mínimo.	45
Inicial, No mayor que, mínimo.	420
Contenido de aire en mortero, % Volumen.	C
Resistencia, a la Compresión, mínimo MPa	
1 días	---
3 días	10
7 días	17
28 días	---
Calor de Hidratación	
- 7 días, máximo kj/kg (kcal/kg)	---
- 28 días, máximo kj/kg (kcal/kg)	---
Expansión por Sulfato (Resistencia. a los sulfatos)	
6 meses, % máximo	0,10
1 año, % máximo	---

**OPCION R - BAJA REACTIVIDAD CON AGREGADOS
ALCALI - REACTIVOS - D**

Expansión	
14 días, % máximo	0,020
56 días, % máximo	0,060

REQUISITOS FISICOS OPCIONALES

Falso Fraguado Penetración Final % mínimo	50
Resistencia a la Compresión, Mpa Mínimo a los 28 días (E)	28

Notas:

A: Tanto la cantidad de retenido sobre la malla 45 μ m(N° 325) como la superficie específica mediante el aparato de Permeabilidad de Aire, se reportarán en todos los certificados de resultados de ensayos solicitados al fabricante.

B: Los tiempos de fraguado se refieren al tiempo de fraguado inicial de la Norma N.T.P. 334.006

C: El contenido de aire se reportará con todos los certificados de resultados de ensayos solicitados al fabricante. Un valor obtenido en el mortero, no necesariamente asegura que un contenido de aire deseado se obtendrá en el concreto.

D: La sujeción a este requisito no debe solicitarse, a no ser que el cemento sea utilizado con agregados álcali – reactivo.

E: Cuando se especifique la resistencia a los 28 días, debe dejarse el tiempo suficiente para completar el ensayo. Cuando se solicite un Certificado de resultados de ensayo, puede requerir arreglos especiales para el almacenamiento del cemento cuyos ensayos están pendientes.

1.2.2 Agregados

Los agregados constituyen una importante parte del concreto dado que representan generalmente del 60 al 80 % de su volumen, por lo tanto es fundamental que cumplan con determinadas características para su uso

en concreto. La función de los agregados es controlar las deformaciones del concreto en su estado fresco y endurecido.

Los agregados cumplen tres principales funciones en el concreto y son:

- a.- Proporciona un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de este por unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cúbica del concreto.

- b.- Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o de intemperismo, que pueden actuar sobre el concreto.

- c.- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento; de humedecimiento y secado; o de calentamiento de la pasta.

Para la presente investigación los agregados fueron procedentes de las áreas a depósitos y acumulaciones aluvio fluviales que se localizan a lo largo del cauce del río Utcubamba, sector comprendido entre las quebradas Honda y Caimito, Bagua Grande.

Los depósitos fluviales prospectados en la margen izquierda del río Utcubamba, reúnen similares características, origen litológico, formas granulométricas y grado de conservación de los clastos; por sectores se incrementa el contenido de areniscas rojizas. La explotación, carguio y transporte de los agregados fue por el medio mecánico.

1.2.2.1 Agregado Fino

1.2.2.1.1 Generalidades

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural y/o artificial de rocas, que pasa el tamiz N.T.P. 9.5 mm (3/8”) y queda retenido en el tamiz 74 μm (malla N° 200) N.T.P. N°400.011.

El agregado fino utilizado en la presente investigación fue Arena lavada producto de la separación agregados en una Planta Chancadora tipo secundaria, la cual tuvo una ventaja muy particular en eliminar los granos finos adherida a los de mayor tamaño, lo que permitió preparar concretos con resistencia de pequeña dispersión, que aseguran mejor calidad.

1.2.2.1.2 Propiedades Físicas

Son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra a denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades de manera directa o indirecta, para compararlas con valores de referencia establecidos.

Deberá cumplir con los requisitos mínimos de calidad en el agregado fino, determinado ciertas características para los diseños de mezcla.

Peso Unitario	N.T.P. N° 400.017
Peso Específico	N.T.P. N° 400.022
Granulometría	N.T.P. N° 400.012
-Módulo de Finura	N.T.P. N° 400.012
-Superficie Específica	N.T.P. N° 400.012
Porcentaje de Absorción	N.T.P. N° 400.021
Contenido de Humedad	Norma ASTM C566
Cantidad de Material que pasa en la malla # 100	

1.2.2.1.2.1 Peso Unitario

El Peso Unitario del agregado es el peso de éste por unidad de volumen (aparente), incluyendo los vacíos.

Este peso varía con el grado de compactación y con el contenido de humedad, además está en función con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

Se determina dos tipos de Peso Unitario:

a) **Peso Unitario Suelto (PUS)**

En que el recipiente se llena suavemente sin ningún tipo de presión.

b) **Peso Unitario Compactado (PUC)**

En el que el recipiente se llena en tres capas, compactando cada una con una varilla de metal de 5/8" de diámetro (ver Cuadro N° 1.3).

1.2.2.1.2.2 **Peso Específico**

El Peso Específico expresa el peso de las partículas de agregado relacionada a un volumen igual de agua. Para convertir un peso dado de agregado en términos de volumen sólido, es necesario conocer el peso específico del agregado. Tiene como característica fundamental no considerar los vacíos sólidos (ver Cuadro N° 1.5).

Se determina tres tipos de Peso Específico:

- a) **Peso Específico de Masa.-** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material)

- b) **Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco.-** Es la relación entre el peso del agregado Saturado Superficialmente Seco y el volumen total del material.

- c) **Peso Específico Aparente.-** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo (ver Cuadro N° 1.5).

1.2.2.1.2.3 **Granulometría (Modulo de Finura, Superficie Específica)**

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. Las características de granulometría de los agregados tienen

una notoria influencia en la trabajabilidad, calidad y economía del concreto elaborado (ver Cuadro N° I.6).

Para que el concreto tenga una adecuada trabajabilidad las partículas de agregado grueso deben estar espaciadas de manera tal que puedan moverse con relativa facilidad durante los procesos de mezcla y colocación. En este sentido el agregado fino, actúa como lubricante del agregado grueso ayudándolo a distribuirse en toda la masa.

Requisitos granulométricos de la Arena

Según norma ASTM C-33 establece una serie de requisitos para el agregado fino con objeto para considerarlos aptos para su empleo en concreto.

En este caso la granulometría divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño según las aberturas de los **husos granulométricos** utilizados, que representan los rangos dentro de los cuales deben encuadrarse determinada graduación para obtener la distribución de partículas más adecuadas para concreto y que en teoría producen las mezclas más densas y mejor graduadas.(ver Cuadro I.6)

Según la norma el agregado fino deberá estar graduada dentro de los siguientes límites:

Tamiz Estándar Abertura Cuadrada	Limites Totales % que pasa
3/8"	100
N° 4	95 - 100
N° 8	80 - 100
N° 16	50 - 85
N° 30	25 - 60
N° 50	10 - 30
N° 100	2 - 10

Módulo de Finura

El concepto de Módulo de Finura fue introducido por Duft Abrams, quien y después de él varios investigadores, han podido establecer, basados en numerosos trabajos experimentales, que el Módulo de Finura es una graduación de los agregados que representan un tamaño promedio ponderado de la muestra de arena, pero no representa la distribución de las partículas. Es útil para formar y comparar granulometrías, en este trabajo consideramos el Módulo de Finura del agregado fino, grueso y la combinación de ambos agregados, que se denomina Módulo de Finura del Agregado Global.

La norma ASTM C33 da valores de módulo de finura para agregado fino no menor de 2.3 ni mayor que 3.1 (ver Cuadro N° 1.6).

$$MF = (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100) / 100$$

Superficie Específica

La Superficie Específica es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso. Para la determinación de la superficie: considera que todas las partículas son esféricas y el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en otro, es igual al promedio de las aberturas.(ver Cuadro N° I.9)

La expresión esta dada por:

$$\text{S.E.} = 6 \times (\text{Suma Total}) / (100 \times \text{Peso específico de Masa})$$

S.E. en cm²/gr

1.2.2.1.2.4 Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad

Porcentaje de Absorción

Es el contenido de humedad en el estado saturado superficialmente seco del material, es decir, llenar con agua los vacíos internos en las partículas, el fenómeno se produce por capilaridad debido a sus características como porosidad, permeabilidad. Puede modificar la relación agua – cemento; se expresa como porcentaje de peso.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto, reduciendo el agua de la mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerlo siempre en cuenta para

hacer las correcciones necesarias; según la norma la expresión esta dada por: (ver Cuadro N° 1.5)

$$\% \text{Absorc.} = ((\text{Peso Sat. Superf. Seco} - \text{Peso Seco}) / \text{Peso Seco}) \times 100$$

Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural en un momento determinado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua en la mezcla del concreto, ya que puede afectar la relación agua cemento, por lo cual se debe tomar en cuenta para efectuar las correcciones adecuadas en las proporciones de la mezcla. Según norma la expresión esta dada por: (ver Cuadro N° 1.3)

$$\% \text{Humedad} = ((\text{Peso orig. de la muestra} - \text{Peso Seco}) / \text{Peso Seco}) \times 100$$

1.2.2.1.2.5 Cantidad de material que pasa por la malla # 100

Consiste en determinar la cantidad de materiales más finos que se pueden presentar en el agregado en forma de revestimientos superficiales, o en formas de partículas sueltas.

Valores altos son perjudiciales para el concreto porque afectan la adherencia y aumentan la cantidad de agua necesaria. (ver Cuadro N° 1.6)

1.2.2.2 Agregado Grueso

1.2.2.2.1 Generalidades

Se define como agregado grueso al retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. Norma N.T.P. 400.011.

El agregado grueso estará conformado por fragmentos cuyo perfil sea preferentemente angular o semiangular, limpios, duros, compactos, resistentes, de textura preferentemente rugosa y libres de material escamoso o partículas blandas.

Para la presente investigación se trabajo con agregado grueso triturado de piedras de canto rodado mediante una chancadora obteniéndose así piedras angulosas.

El tamaño máximo que se puede usar generalmente depende del tamaño y la forma de los miembros del concreto y de la calidad y distribución del acero de refuerzo. En general, el tamaño máximo no debe ser mayor de:

- a) Un quinto ($1/5$) de la menor dimensión entre caras de encofrado.
- b) Un tercio ($1/3$) del espesor de la losa sin refuerzo situadas sobre el terreno.

- c) Tres cuartos ($\frac{3}{4}$) del espacio libre mínimo entre las varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, torones o ductos de preesfuerzo.

1.2.2.2.2 Propiedades Físicas

Para el establecimiento de los requisitos mínimos de calidad de los agregados para concreto, así como para la determinación de ciertas características necesarias para los diseños de mezclas, se efectúan diversos ensayos de laboratorio como son: tenacidad, estabilidad, resistencia a la abrasión, entre los primeros, y, peso específico, contenido de humedad, absorción, etc. entre los segundos.

Deben consistir de partículas limpias, duras, resistentes, compactas, de perfil preferentemente angular, libres de sustancias químicas, de recubrimientos de arcilla, o de otros contaminantes que puedan afectar la hidratación y su adherencia con la pasta de cemento.

A mayor calidad de los agregados (dureza, resistencia al desgaste) nos proporciona un concreto mas denso de mayor calidad; de preferencia se debe usar agregados de origen ígneo y/o sedimentario para alta resistencia en compresión.

1.2.2.2.2.1 Peso Unitario

El concepto es lo mismo que el agregado fino, solamente variará en el volumen del recipiente. Es útil para pasar dosificaciones en peso a

dosificaciones en volumen y viceversa caso del Peso Unitario Suelto.
(ver Cuadro N° I.4)

1.2.2.2.2.2 **Peso Específico**

El Peso Específico se determinará en forma similar al agregado fino con ciertas variaciones, que se expresa también como densidad, conforme al Sistema Internacional de Unidades, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, sea máximo ó mínimo.

Además el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores correspondientes a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde agregados absorbentes y débiles, caso en el que es recomendable realizar pruebas adicionales.

A continuación diferenciamos tres conceptos de Peso Específico:

- a) **Peso Específico de Masa.-** Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.
- b) **Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco.-** Es lo mismo que peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

c) Peso Específico Aparente.- Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.(ver Cuadro N° I.5)

1.2.2.2.3 Granulometría

Importante en los agregados gruesos, pues nos da resultados representativos de ellos. El análisis de las granulometrías de los agregados que participan en la preparación del concreto ocupa un lugar importante en el estudio del diseño de mezcla.

Así, dicho estudio ha llevado a la conclusión que los agregados de similar dimensión producen un mayor número de vacíos y por lo tanto una menor compacidad, en cambio agregados con determinada diferencia en sus tamaños produce un máximo de compacidad.

Se debe tener en cuenta que:

-La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia discontinua.

-La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

-La granulometría seleccionada no deberá tener del 5% del agregado retenido en la malla 1½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.

Las granulometrías se definen también en función de los conceptos:

Tamaño máximo del agregado y tamaño nominal máximo. El tamaño máximo se utiliza para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y el refuerzo de acero; corresponde a la malla más pequeña por la que pasa toda la muestra de agregado.

El tamaño nominal máximo, se da generalmente como referencia de la granulometría y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido.(ver Cuadro N° I.7)

Módulo de finura (Agregado Grueso)

Es un índice aproximado y representa el tamaño medio de las partículas de los agregados, siendo proporcional al grosor del agregado; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Además sirve como una medida de valor lubricante del agregado dado, en el entendimiento que, cuando mayor es el módulo de finura, menos será el valor lubricante, igualmente menor la demanda de agua por área superficial

El módulo de finura se calcula, cuya expresión a calcular es: (ver Cuadro N° I.7 y N° I.11)

$$\text{M.F.} = (3'' + 1\frac{1}{2}'' + 3/4 + 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100) / 100$$

1.2.2.2.2.4 Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad

Porcentaje de Absorción (Agregado Grueso)

Los agregados presentan poros internos que se denominan como abiertos, cuando son accesibles al agua o humedad exterior, sin requisito de presión. Diferenciándose de la porosidad cerrada, en el interior del agregado, sin canales de conexión con la superficie, a la que alcanza mediante fluidos bajo presión. Cuando un agregado seco se introduce en un recipiente con agua, sus poros abiertos se llenan total o parcialmente, a diferente velocidad, según el tamaño y la disposición de los mismos.

Si un agregado se colma en todos sus poros, se considera saturado y superficialmente seco. Si además la humedad se mantiene en la superficie, se le conoce como saturado superficialmente húmedo. En el caso en el que se sece al aire, o artificialmente en horno, el contenido de humedad disminuirá denominándose agregado seco al aire, o completamente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.(ver Cuadro N° 1.5)

Contenido de Humedad (Agregado Grueso)

El Contenido de Humedad como en agregado fino, es la cantidad de agua que posee el material en estado natural. Como se sabe, el contenido de agua de la mezcla influye en la resistencia y otras propiedades del concreto, en consecuencia, es necesario controlar el dosaje de agua, si los agregados están saturados y superficialmente secos no pueden absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla.

Sin embargo, un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado, superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el concreto; en estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, sea agregando o restando un porcentaje adicional al dosaje de agua especificado, a fin de que el contenido de agua resulte el correcto.(ver Cuadro N° I.4)

1.2.2.3 Agregado Global

Son aquellos materiales que se encuentran en la naturaleza en grandes cantidades y que se ubican en las faldas o en los lechos de los ríos en estado natural y que esta compuesto de agregado fino y grueso en proporciones diferentes.

Estos agregados se pueden utilizar en la elaboración de concreto tal como se encuentran en la naturaleza, siempre que, cumplan con los requisitos de las normas de agregados, caso de no cumplirse se deberá procesar el material utilizando diferentes métodos tales como el zarandeo con el uso de diferentes tipos de mallas, equipos de lavado o

extractores de finos y con ellos de acuerdo a las especificaciones, fabricar agregados que se ubiquen dentro de los parámetros establecidos para granulometría del agregado global, mediante la división del agregado en dos, tres o cuatro partes para luego con las proporciones adecuadas mezclarlos y formar uno de mejor calidad.

Este tipo de agregado es mayormente utilizado en plantas de concreto que cuentan con tolvas de agregados en un mínimo de dos, caso se contara con mayor número de ellas el agregado se dividirá en tantas partes como el número de tolvas y eso nos permitirá obtener diferentes tipos de granulometrías de acuerdo al tipo de concreto que se quiera producir.

Peso Unitario Compactado

Para lograr una óptima granulometría del Agregado Global, para el diseño de un concreto de calidad, trabajable y económico, es necesario determinar proporciones de agregado fino y grueso, de manera que nos resulte un agregado global de mayor peso unitario compactado. Esta combinación de máxima densidad, creara un volumen mínimo de vacíos, necesitando menos cantidad de pasta de cemento (factor económico), cuando forme parte del concreto.

Para ello, se hizo mezclas de prueba con diversas proporciones en peso, del agregado fino y grueso determinándose sus respectivos pesos unitarios compactados, para esto utilizaremos las siguientes proporciones para obtener el mayor peso unitario compactado global:

% Arena	41	42	43	44	45	46	47
% Piedra	59	58	57	56	55	54	53

Determinando el peso unitario compactado del agregado global para los porcentajes mencionados, se ha procedido a graficar los puntos obtenidos para observar la tendencia al máximo peso unitario.

Del Cuadro N° I.2 se puede observar que para 44% de arena y 56% de piedra se obtiene el mayor peso unitario compactado de la combinación de agregados; este es el primer indicador de los porcentajes de agregados en la mezcla. Por consiguiente, es con esta combinación de agregados que se trabajará en el diseño de mezcla que se verá más adelante en el capítulo III.

1.2.3 AGUA

1.2.3.1 GENERALIDADES

Casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el concreto. Sin embargo, el agua que sirve para mezclar concreto puede no servir para beberla.

El agua es un elemento imprescindible en la preparación del concreto (o en su curado), ya que en su presencia el cemento reacciona químicamente con el agua permitiendo la formación del gel, así como el conjunto de la masa adquiere las propiedades que en estado fresco

permita una adecuada manipulación de la misma y en estado endurecido la convierten en un concreto con las características deseadas.

De acuerdo a su papel, el agua debe cumplir ciertos requisitos que aseguren se logre la finalidad que tiene dentro de la elaboración del concreto.

El agua de mezclado en el concreto desempeña tres funciones importantes:

- Su reacción con el cemento para hidratarlo
- Desempeñar como lubricante para contribuir en la trabajabilidad del conjunto
- 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 de la necesaria para la hidratación del cemento.

El problema del agua de mezcla esta basado en las impurezas y la cantidad de estas que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta del cemento.

Una regla empírica que sirve para estimular si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción del concreto, esta referido al consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto.

En este caso, es necesario distinguir el agua potable en términos de los requerimientos nominales establecidos por los organismos que regulan su producción y uso, y el agua apta para su consumo humano, ya que los requerimientos aludidos normalmente son muchos más exigentes de lo necesario.

Referente a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla no se tiene un patrón definitivo, ya que incluso aguas no aptas para el consumo humano, sirven para preparar concreto y por otro lado depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes.

Los efectos más perjudiciales con respecto al agua de mezcla con impurezas son:

- Retardo de endurecimiento
- Reducción de la resistencia
- Manchas en el concreto endurecido
- Eflorescencias, contribución a la corrosión del acero
- Cambios volumétricos, etc.

1.2.3.2 Requisitos

Curiosamente, ni el ACI ni el ASTM establecen requisitos para el agua de mezcla para concreto, sin embargo, en una iniciativa realmente importante, la N.T.P. 339.088 si establece requisitos para el agua de mezcla y curado, y que se detallan a continuación:

LIMITES PERMISIBLES PARA AGUA PARA CONCRETO SEGUN NORMA TECNICA PERUANA 339.088

Sustancias	Límites permisibles máx.
Sales solubles	1,500 p.p.m.
PH	entre 5 a 8
Cloruros	300 p.p.m.
Sulfato (ión SO ₄)	300 p.p.m.
Sales de Magnesio	150 p.p.m.
Sólidos en suspensión	1,000 p.p.m.

Experimentalmente se ha visto el empleo de agua con contenidos individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre los 5.000 p.p.m., ocasionando reducción de resistencia hasta el orden del 30% con relación con concretos preparados con agua pura.

La materia orgánica por encima de 1.000 p.p.m. reduce la resistencia e incorpora aire, la Norma Técnica Peruana 339.088 y el comité ACI-318 establece el criterio para evaluar la habilidad de determinada agua para emplear en concreto, consiste en preparar cubos de mortero de acuerdo al ASTM C-109 usando el agua dudosa y compararlas con cubos

similares elaborados con agua potable. Si la resistencia en compresión a 7 días a 28 días de los cubos con el agua en prueba no es menor del 90% de los cubos de control, se acepta el agua como apta para su uso en concreto.

Todas las especificaciones coinciden en recomendar que el agua de mezclado sea razonablemente limpia y libre de cantidades peligrosas de materias orgánicas, (debido a que incorporan y disminuyen la resistencia del concreto endurecido), así como sales, sulfatos, etc.

Agua utilizada

El agua empleada para la presente investigación fue tomada de la Quebrada Cushillo, ubicada costado del campamento de la obra ya mencionada, la cual se hicieron sus análisis respectivos cumpliendo los valores de la norma establecida, se anexa los certificados de los análisis físico químico del agua.(ver Anexos : Varios)

1.2.4 Aditivo Curador para concreto “KUREZ QS”

1.2.4.1 Generalidades

El comportamiento y las propiedades del concreto hidráulico, en sus estados fresco y endurecido, suelen ser influidos y modificados por diversos factores intrínsecos y extrínsecos. Los intrínsecos se relacionan esencialmente con las características de los componentes y las cantidades en que éstos se proporcionan para elaborar el concreto.

En cuanto a los extrínsecos, pueden citarse principalmente las condiciones ambientales que prevalecen durante la elaboración y colocación del concreto, las prácticas constructivas que se emplean en todo el proceso desde su elaboración hasta el curado, y las condiciones de exposición y servicio a que permanece sujeta la estructura durante su vida útil.(ver Cuadro N° 1.12)

1.2.4.2 Características

KUREZ QS es un compuesto para curado de concreto fresco que forma una membrana líquida con base acuosa. La membrana permite que el concreto retenga suficiente agua como para lograr las resistencias diseñadas, y excede las especificaciones de ASTM. Esta completamente desprovisto de compuestos orgánicos volátiles.

Aplicaciones principales:

-Pavimentaciones

-Pisos, muros y columnas

-Pisos industriales

-Concreto cara vista

-Banquetas, flancos de banquetas y drenajes

-Concreto interior y exterior

-Plataformas y parapetos

Normas: (ver Anexo : B)

-Cumple con las normas ASTM C-309, Tipo I, Clase A y B

-ASSHTO M-148, Tipo I, Clase A y B.

Apariencia:

KUREZ QS es un líquido blanco opaco. Después de la aplicación, la película se seca de un color transparente. Aplicaciones gruesas y/o exposición prolongada a la humedad causará una apariencia lechosa en la película curada.

1.2.4.3 Modo de empleo

KUREZ QS viene listo para ser usado, este producto ha sido diseñado para uso sobre concreto fresco solamente. Primero se le debe dar textura deseada al acabado de la superficie del concreto.

Aplique a una cobertura uniforme con un aspersor o rodillo, el producto se puede distribuir con un aspersor de bomba manual o un aspersor industrial sin aire.

Curado.- Para obtener el mejor curado del concreto fresco, aplique KUREZ QS lo más pronto posible después de terminadas las

operaciones de acabado y/o inmediatamente después de que desaparezca el “brillo” de humedad de la superficie.

1.2.4.4 Rendimiento

Concreto Liso	7,5 m ² /litro
Concreto Texturado	5,0 m ² /litro

1.2.4.5 Efectos sobre las propiedades del concreto

- Forma una barrera eficiente a la humedad para un óptimo curado del concreto.
- Ayuda a endurecer el concreto a través de una hidratación apropiada del cemento.
- Es un sustituto apropiado para membranas de curado base disolvente en aquellos lugares donde los vapores sean molestos.
- Está diseñado para aplicaciones exteriores e interiores.
- Totalmente desprovisto de compuestos orgánicos volátiles.

CUADRO N° I.1

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO TIPO MS

			01	02	03
Picnómetro					
Cemento + Picnómetro	A	gr.	321.0	324.0	317.0
Peso Picnómetro	B	gr.	221.0	221.0	221.0
Peso Cemento Seco	A - B	gr.	100.0	103.0	96.0
Peso Picnómetro + Kerosen a t°	C	gr.	619.3	621.2	618.9
Peso Picnómetro + Kerosen + Cemento Seco	(A - B) + C	gr.	719.3	724.2	714.9
Peso Picnómetro + Kerosen + Cemento	D	gr.	693.6	697.6	690.3
Volumen de Cemento	(A - B) + C - D	cc	25.7	26.6	24.6
Temperatura t°		C°	32	32	32
Peso Especifico del Cemento	$((A-B)/((A-B)+C-D)) * P.E. Kerosen$	gr/cc	3.11	3.09	3.11
Peso Especifico Promedio del Cemento		gr/cc	3.10		

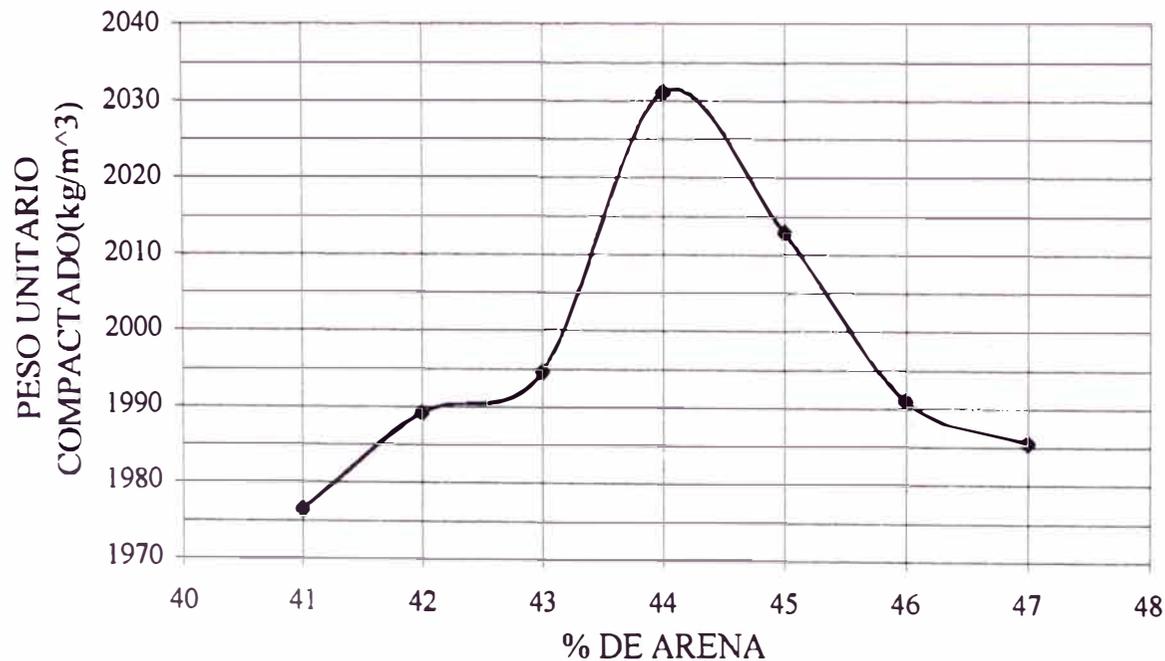
Observaciones : P.E. Kerosén = 0,798 gr/cc

**TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "**

CUADRO N° 1.2

ENSAYO PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GLOBAL

PORCENTAJE DE FINOS	41f	42f	43f	44f	45f	46f	47f
1,- PESO DEL MOLDE {gr}	6,070.00	6,070.00	6,070.00	6,070.00	6,070.00	6,070.00	6,070.00
2,- VOLUMEN DEL MOLDE {cm ³ }	5,479.81	5,479.81	5,479.81	5,479.81	5,479.81	5,479.81	5,479.81
3,- PESO DEL MOLDE + AGREGADO COMPACTADO	16,900	16,970	17,000	17,200	17,100	16,980	16,950
4,- PESO DEL AGREGADO COMPACTADO {3-1}{gr.}	10,830.00	10,900.00	10,930.00	11,130.00	11,030.00	10,910.00	10,880.00
5,- PESO UNITARIO COMPACTADO {4/2}{Kg/m ³ }	1,976.35	1,989.12	1,994.59	2,031.09	2,012.84	1,990.94	1,985.47



Del grafico se puede observar que para 44% de Arena y 56% de Piedra se obtiene el mayor Peso Unitario Compactado del Agregado Global. Este es el primer indicador de los porcentajes de agregados en la mezcla.

TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

CUADRO N° 1.3

AGREGADO FINO PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD

1.- PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACION	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (gr)	10,250	10,250	10,250
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	5,535.75	5,535.75	5,535.75
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + MOLDE (gr)	19,570	19,640	19,610
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	9,320	9,390	9,360
PESO UNITARIO SUELTO (ARENA) { Kg/m ³ }	1,683.60	1,696.25	1,690.83
	Promedio		1,690.23

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

PESO DEL MOLDE (gr)	10,250	10,250	10,250
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	5,535.75	5,535.75	5,535.75
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + MOLDE (gr)	20,200	20,165	20,190
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	9,950	9,915	9,940
PESO UNITARIO COMPACTADO (ARENA) {Kg/m ³ }	1,797.41	1,791.09	1,795.60
	Promedio		1,794.70

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

1,- Peso Material Húmedo + Recipiente	646.1	674.7	661.8
2,- Peso Material Seco + Recipiente	625.7	652.4	641.0
3,- Peso Agua (1 - 2)	20.4	22.3	20.8
4,- Peso Recipiente	187.3	193.5	199.1
5 - Peso Material Seco 2 - 4	438.4	458.9	441.9
6,- % de Humedad (3 x 100/5) (ARENA)	4.7%	4.9%	4.7%
	Promedio		4.7%

TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

CUADRO N° 1.4

AGREGADO GRUESO PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD

1.- PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACION	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (gr)	10,250	10,250	10,250
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	5,389	5,389	5,389
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + MOLDE (gr)	17,780	17,810	17,840
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	7,530	7,560	7,590
PESO UNITARIO SUELTO (PIEDRA) { Kg/m³}	1,397.29	1,402.86	1,408.42
	Promedio		1,402.86

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

PESO DEL MOLDE (gr)	10,250	10,250	10,250
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	5,389	5,389	5,389
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + MOLDE (gr)	18,830	18,890	18,870
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	8,580	8,640	8,620
PESO UNITARIO COMPACTADO (PIEDRA) {Kg/m³}	1,592.13	1,603.27	1,599.55
	Promedio		1,598.32

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

1,- Peso Material Húmedo + Recipiente	881.6	1160.8	820.1
2,- Peso Material Seco + Recipiente	874.6	1150.0	814.2
3,- Peso Agua (1 - 2)	7.0	10.8	5.9
4,- Peso Recipiente	194.7	273.2	172.2
5,- Peso Material Seco (2 - 4)	679.9	876.8	642.0
6,- % de Humedad (3 x 100/5) (PIEDRA)	1.0%	1.2%	0.9%
	Promedio		1.1%

TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

CUADRO N° 1.5

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

Norma : ASTM C127-59

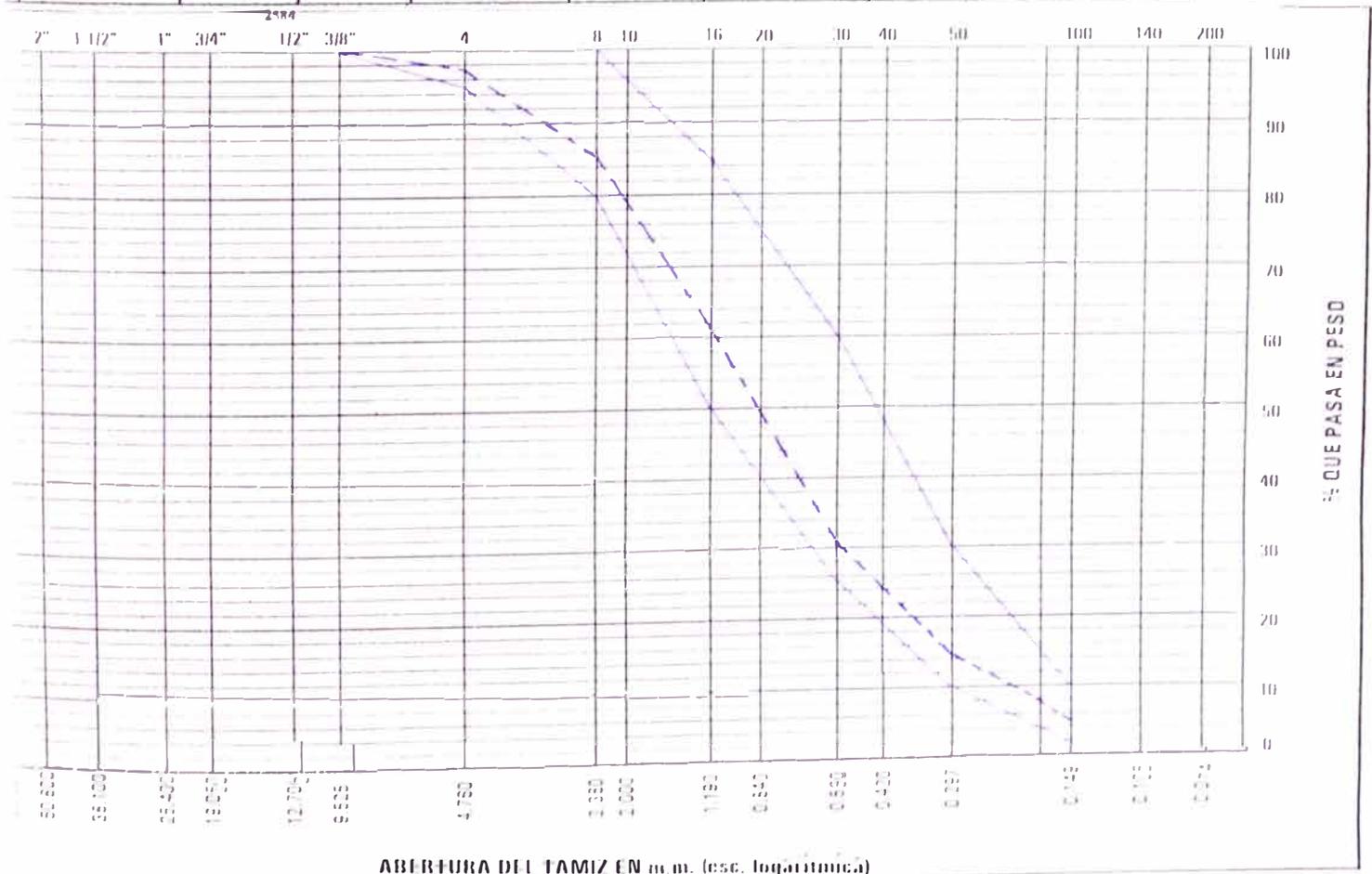
AGREGADO GRUESO					
IDENTIFICACION		M1	M2	M3	
A	Peso Mat. Sat. Sup.. Seca (en Aire)	5,000	4,998	5,000	
B	Peso Mat. Sat. Sup.. Seca (en Agua)	3,150	3,015	3,085	
C	Vol. De Masas + Vol. De Vacios = A-B	1,850	1,983	1,915	
D	Peso Mat. Seco en Horno (105° C)	4,968	4,961	4,965	
E	Vol. de Masa = C-(A-D)	1,818	1,946	1,880	Promedio
PESO ESPECIFICO DE MASA = (D/C) {gr/cc}		2.685	2.502	2.593	2.593
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.= A/C {gr/cc}		2.703	2.520	2.611	2.611
PESO ESPECIFICO APARENTE =D/E {gr/cc}		2.733	2.549	2.641	2.641
% DE ABSORCION =((A-D)/D)x100		0.64%	0.75%	0.70%	0.70%

AGREGADO FINO					
IDENTIFICACION		M1	M2	M3	
A	Peso Mat. Sat. Sup.. Seca (en Aire)	300	300	300	
B	Peso Frasco + H2O	715.2	700.6	708.4	
C	Peso Frasco + H2O + (A) (A+B)	1,015.2	1,000.6	1,008.4	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	905.7	889.7	887.7	
E	Vol. De Masa + Vol. De vacios = C-D	109.5	110.9	120.7	
F	Peso Mat. Seco en Horno (105° C)	295.9	296.0	296.4	
G	Vol. de Masa = E-(A-F)	105.4	106.9	117.1	Promedio
PESO ESPECIFICO DE MASA = (F/E) {gr/cc}		2.702	2.669	2.456	2.609
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.= A/E {gr/cc}		2.740	2.705	2.486	2.643
PESO ESPECIFICO APARENTE =F/G {gr/cc}		2.807	2.769	2.531	2.703
% DE ABSORCION =((A-F)/F)x100		1.39%	1.35%	1.21%	1.32%

TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

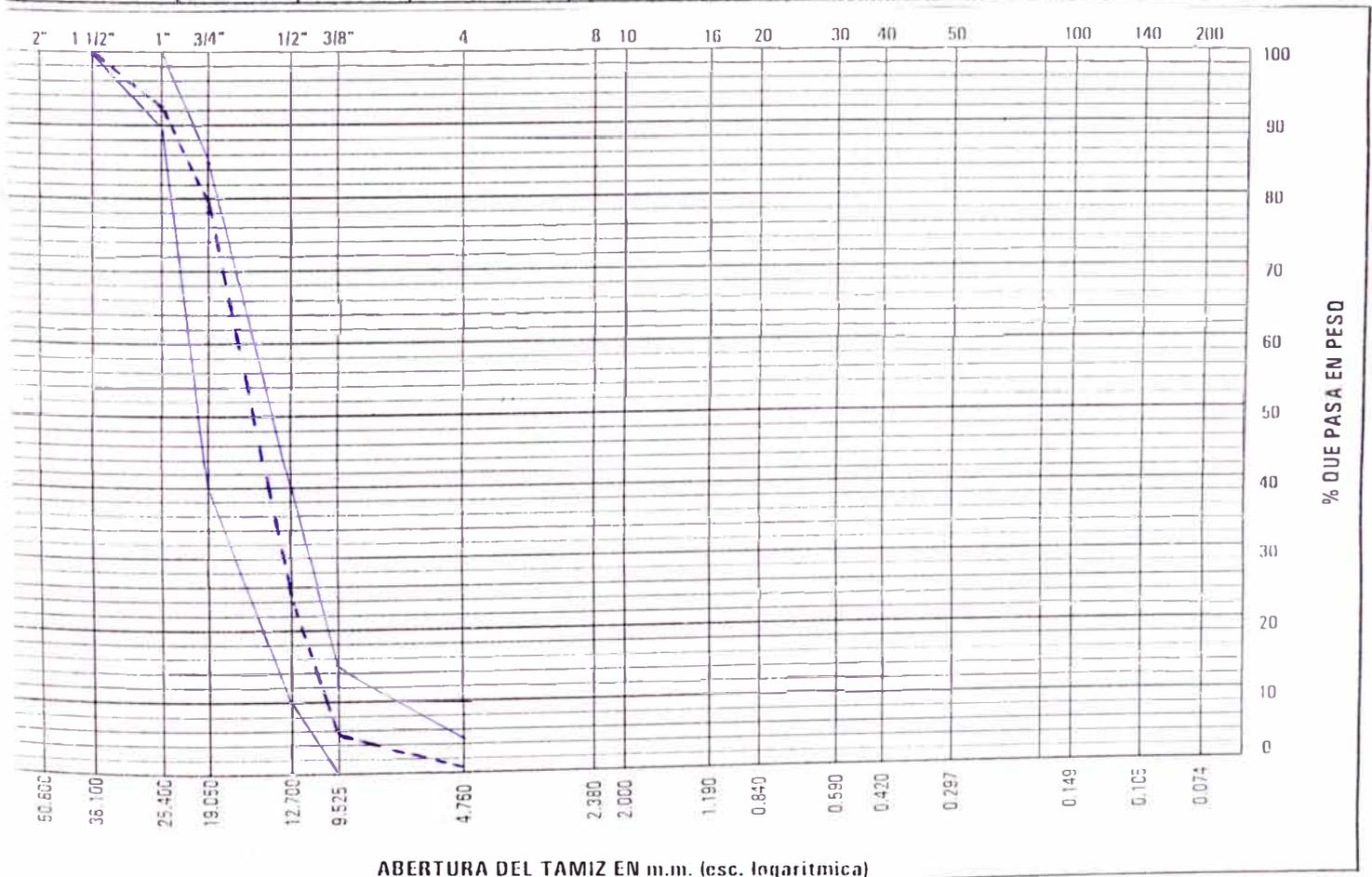
ABERTURA m.m.	PESO RET.	% RET.	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO	
						A R E N A	
76.200							
63.500						Peso Unitario Suelto {Kg/m ³ }	1,690.23
50.800						Peso Unitario Compactado {Kg/m ³ }	1,794.70
38.100						Peso Especifico de Masa {gr/cc}	2.609
25.400						Peso Especifico de Masa S.S.S {gr/cc}	2.643
19.050						Peso Especifico Aparente {gr/cc}	2.703
12.700						Modulo de Finura	3.04
9.525				100	100	Superficie Especifica {cm ² /gr}	38.44
4.760	56.8	2.2	2.2	97.8	95 - 100	Contenido de Humedad { % }	4.7
2.380	307.5	11.9	14.1	85.9	80 - 100	Absorción { % }	1.32
2.000						Material que pasa la malla N° 200 { % }	1.4
1.190	635.7	24.6	38.7	61.3	50 - 85	OBSERVACIONES	
0.590	801	31.0	69.7	30.3	25 - 60		
0.420							
0.297	408.3	15.8	85.5	14.5	10 - 30		
0.177							
0.149	222.2	8.6	94.1	5.9	2 - 10		
0.074	116.3	4.5	98.6	1.4			
	36.2	1.4	100.0	0.0			



ABERTURA DEL TAMIZ EN m.m. (esc. logarítmica)

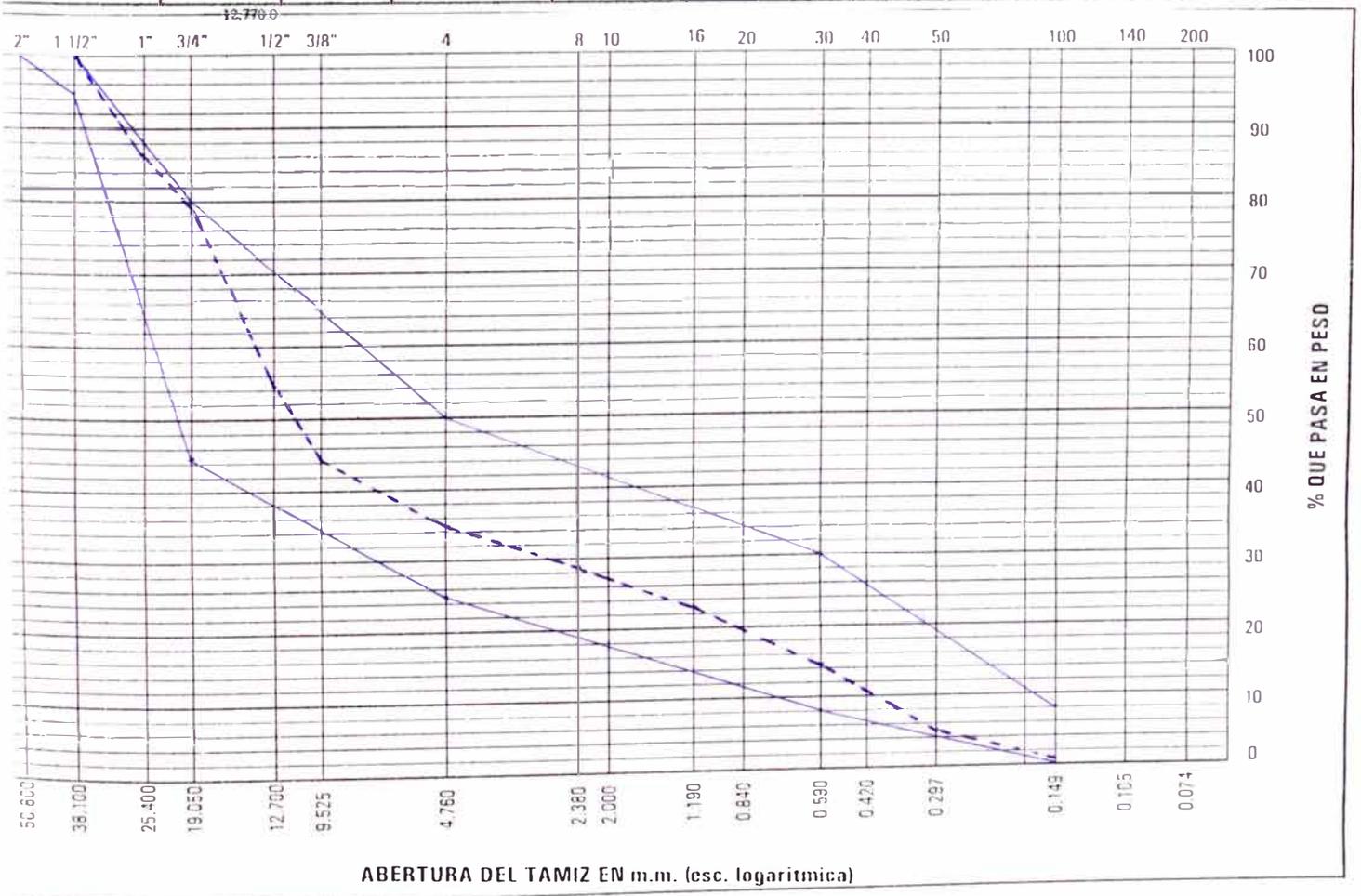
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

ABERTURA m.m.	PESO RET.	% RET.	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO	
76.200						PIEDRA	
63.500						Peso Unitario Suelto {Kg/m3}	1,402.86
50.800						Peso Unitario Compactado {Kg/m3}	1,598.32
38.100				100		Peso Especifico de Masa {gr/cc}	2.593
25.400	467.0	7.8	7.8	92.2	90 - 100	Peso Especifico de Masa S.S.S. {gr/cc}	2.611
19.050	804.0	13.4	21.2	78.8	40 - 85	Peso Especifico Aparente {gr/cc}	2.641
12.700	3,276.2	54.6	75.8	24.2	10 - 40	Tamaño Maximo {pulg}	1½"
9.525	1,108.5	18.5	94.3	5.7	0 - 15	Tamaño Máximo Nominal {pulg}	1"
4.760	311.2	5.2	99.4	0.6	0 - 5	Módulo de Finura	7.15
2.380	33.1	0.6	100.0	0.0		Superficie Especifica {cm²/gr}	1.72
2.000						Contenido de Humedad {%	1.1
1.190						Absorción {%	0.7
0.590						Material que pasa la malla N°200 {%	---
0.420						OBSERVACIONES	
0.297							
0.177							
0.149							
0.074							
	6,000.0						



ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL

ABERTURA m.m.	PESO RET.	% RET.	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO	
76.200						GLOBAL	
63.500							
50.800					100	Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	2,040.22
38.100				100	95 - 100		
25.400	1,629.6	12.76	12.76	87.24		Tamaño Máximo (pulg)	1½"
19.050	1,093.3	8.56	21.32	78.68	45 - 80		
12.700	3,098.1	24.26	45.58	54.42		Tamaño Máximo Nominal (pulg)	1"
9.525	1,242.4	9.73	55.31	44.69			
4.760	1,143.2	8.95	64.26	35.74	25 - 50	Modulo de Finura	5.69
2.380	874.5	6.85	71.11	28.89			
2.000						Material que pasa la malla N° 200 { % }	0.89
1.190	777.8	6.09	77.20	22.80		OBSERVACIONES	
0.590	1,105.8	8.66	85.86	14.14	8 - 30	Peso Total : 12,770 gr	
0.420							
0.297	1,254.0	9.82	95.68	4.32			
0.177							
0.149	331.7	2.60	98.28	1.72	0 - 8		
0.074	106.0	0.83	99.11	0.89			
	113.6	0.89	100.00	0.00			



CUADRO N° 1.9

SUPERFICIE ESPECIFICA ARENA

TAMIZ ASTM	% RETENIDO (A)	DIAMETRO PROMEDIO (B)	(A)/(B)
N° 4	2.20	0.71	3.08
N° 8	11.90	0.54	22.16
N° 16	24.60	0.18	137.43
N° 30	31.00	0.09	348.31
N° 50	15.80	0.04	359.09
N° 100	8.60	0.02	390.91
> 100	4.50	0.01	409.09
Suma Total =			1,670.08

$$\text{Superficie Específica} = 6 * (\text{Suma Total}) / (100 * \text{Peso Específico de Masa})$$

$$\text{Superficie Específica} = 6 * (1,670.08) / (100 * 2,607)$$

$$\text{Superficie Específica (Arena)} = 38.44 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

CUADRO N° 1.10

SUPERFICIE ESPECIFICA PIEDRA

TAMIZ ASTM	% RETENIDO (A)	DIAMETRO PROMEDIO (B)	(A)/(B)
1"	7.80	3.17	2.46
3/4"	13.40	2.22	6.04
1/2"	54.60	1.58	34.56
3/8"	18.50	1.11	16.67
1/4"	9.60	0.792	12.12
		Suma Total =	71.84

Superficie Específica = $6 * (\text{Suma Total}) / (100 * \text{Peso Especifico de Masa})$

Superficie Específica = $6 * (71.85) / (100 * 2.511)$

Superficie Específica (Piedra) = 1.72 cm²/gr

TEMA DE TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

CUADRO N° 1.11

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

PROPIEDADES FISICAS	UNIDAD	FINO	GRUESO
Tamaño Máximo	Pulg.	---	1 ½"
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	---	1"
Módulo Finura		3.04	7.15
Superficie Específica	cm ² /gr	38.44	1.72
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1,690.23	1,402.86
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1,794.70	1,598.32
Peso Específico de Masa	gr/cm ³	2.609	2.593
Peso Específico de Masa S.S.S.	gr/cm ³	2.643	2.611
Peso Específico Aparente	gr/cm ³	2.703	2.641
Porcentaje de Absorción	%	1.32	0.70
Contenido de Humedad	%	4.7	1.1
Material que pasa malla # 200	%	1.4	---

TEMA DE TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "



KUREZ QS

COMPUESTO PARA CURADO SIN SOLVENTES

KUREZ QS un compuesto para curado de concreto fresco que forma una membrana líquida con base acuosa. La membrana permite que el concreto retenga suficiente agua como para lograr las resistencias diseñadas, y excede las especificaciones de ASTM 309, Tipo 1, Clase A y B. Está completamente desprovisto de compuestos orgánicos volátiles.

DENSIDAD PROMEDIO : 0.995 kg/lt

APLICACIONES PRINCIPALES

- Pavimentaciones y losas
- Pisos, muros y columnas
- Pisos industriales
- Concreto cara vista
- Banquetas, flancos de banquetas y drenajes
- Concreto interior y exterior
- Plataformas y parapetos

CARACTERISTICAS/BENEFICIOS

- Forma una barrera eficiente a la humedad para un óptimo curado del concreto.
- Ayuda a endurecer el concreto a través de una hidratación apropiada del cemento.
- Es un sustituto apropiado para membranas de curado base disolventes en aquellos lugares donde los vapores sean molestos.
- Está diseñado para aplicaciones exteriores e interiores.
- Totalmente desprovisto de compuestos orgánicos volátiles.

ESPECIFICACIONES/NORMAS

- Cumple con todos los estándares federales y estatales de emisiones de disolventes, incluyendo los requerimientos estatales de New York, New Jersey y California Air Regulation Board.
- ASTM C-309, Tipo 1, Clase A y B
- ASSHTO M-148, Tipo 1, Clase A y B

ENVASE

KUREZ QS se ofrece en cilindros de 200 Kg. (~55 gl) y baldes de 20 Kg. (~5 gl).

INFORMACION TECNICA

Resultados Típicos de Ingeniería

Los siguientes resultados fueron obtenidos bajo condiciones de laboratorio.

Tiempo de Secado : 40 minutos @ 21°C

Deje que el producto se seque por 2 horas antes de exponerlo a la lluvia y 4 horas antes de permitir tráfico

Vida de anaquel : 2 años en el envase original cerrado

Apariencia

KUREZ QS es un líquido blanco opaco. Después de la aplicación, la película se seca de un color casi transparente.

Aplicaciones gruesas y/o exposición prolongada a la humedad causará una apariencia lechosa en la película curada. Deje que se seque la membrana y volverá a aparecer transparente.

COBERTURA

Concreto Liso	7.5 m ² /litro
Concreto Rugoso	5.0 m ² /litro

DIRECCIONES PARA SU USO

Preparación de Superficie - Este producto ha sido diseñado para uso sobre concreto fresco solamente. Primero se le debe dar la textura deseada al acabado de la superficie del concreto.

Mezcla - Se debe utilizar KUREZ QS directamente del envase, preferentemente usando un aspersor (manual o industrial), **AGÍTESE BIEN ANTES DE USAR.**

Aplicación - Aplique a una cobertura uniforme con el aspersor o con rodillo (de pintura, aunque no es lo más recomendable). El producto se puede distribuir con un aspersor de bomba manual o un aspersor industrial sin aire. Si se aplica con rodillo, use uno de fibra corta.

Curado - Para obtener el mejor curado del concreto fresco, aplique KUREZ QS lo más pronto posible después de terminadas las operaciones de acabado y/o inmediatamente después de que desaparezca el "brillo" de humedad de la superficie.

ELIMINACION DEL SELLADOR

El curador seco se puede quitar con limpiadores base pino en agua y un fuerte cepillado. KUREZ QS También se puede remover utilizando aspersores de agua a presión.

LIMPIEZA

Lave las herramientas y el equipo con agua tibia enjabonada antes de que se seque el KUREZ QS.

PRECAUCIONES/RESTRICCIONES

- No permita que el material se congele. NO SE PUEDE UTILIZAR ESTE PRODUCTO SI SE PERMITE QUE SE CONGELE. Almacene en un lugar tibio y antes de usarlo, eleve su temperatura a 10°C.
- No aplicar a temperaturas menores a los 4°C
- No se debe utilizar este producto con la mayoría de adhesivos para alfombras, losetas y azulejos, a menos que la membrana haya sido totalmente removida. Las opciones alternativas deben incluir el uso de KUREZ DR o EUCOSIL
- No se utilice como eliminador de adherencia en construcción horizontal de prefabricados
- No lo exponga a lluvia o agua durante las 2 primeras horas.
- Utilícelo como un compuesto de curado solamente. KUREZ QS no ha sido formulado para ser utilizado como un sellador de concreto
- La película seca puede aparecer lechosa durante exposición prolongada a la humedad

TIA: La Euclid Chemical Company ("Euclid") garantiza única y expresamente que sus productos estarán libres de defectos en materiales y fabricación por seis (6) meses a partir de la fecha de instalación. Salvo autorización escrita por un representante legal de Euclid, ninguna otra manifestación o declaración hecha por Euclid o sus representantes, escrita u oral alterará esta garantía. Euclid no extiende garantías, implícitas o no, referente a la comerciabilidad o idoneidad de sus productos para propósitos generales o particulares y excluye a las mismas. Si alguno de los productos no cumple con esta garantía, Euclid reemplazará el producto sin costo para el Comprador. El reemplazo de cualquier producto será el único y exclusivo remedio disponible para el Comprador. Daños incidentales o consecuentes no procederán. Euclid no autoriza a persona alguna a hacer, declaraciones escritas u orales en nombre de Euclid que en modo alguno modifiquen o alteren esta garantía. Cualquier instalación de productos Euclid que no cumpla con las instrucciones de instalación de Euclid en su literatura comercial o en sus etiquetas de envase. Cualquier demostración de productos Euclid que no cumpla con las instrucciones de instalación de Euclid en su literatura comercial o en sus etiquetas de envase, es puramente ilustrativo y no constituye una garantía de ningún tipo. El Comprador será el único responsable de la determinación de la idoneidad de los productos Euclid para los propósitos e intenciones del Comprador.

CAPITULO II

CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS, PROCEDIMIENTOS DE CURADO

CAPITULO II

CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS, PROCEDIMIENTO DE CURADO

2.1 Generalidades

En la práctica, con frecuencia se considera –equivocadamente – que el curado y la protección del concreto son factores improductivos. Tales operaciones parecen obedecer a una racionalización que no busca sino ganar tiempo en lo inmediato.

¿Curado o protección?

- El curado tiene por objeto evitar un secado prematuro, especialmente bajo la acción de los rayos del sol y del viento.
- La protección tiene por objeto evitar la lixiviación por las aguas pluviales y las corrientes de agua, el enfriamiento demasiado rápido durante los primeros días después de la ejecución, evitar diferencias importantes de temperaturas internas, baja temperatura o gel, vibraciones y choques que puedan dislocar el concreto, o dañar su adherencia al refuerzo.

Para obtener las propiedades potenciales que se esperan del concreto, en particular en la zona superficial, es necesario curar y proteger el concreto fresco durante un periodo adecuado. El curado y la protección deben comenzar tan pronto como sea posible después de compactar el concreto y, en todos los casos, antes de que la superficie haya tenido de secarse.

2.2 Concreto en Climas Cálidos

Se puede considerar que el clima es cálido cuando la temperatura está continuamente arriba de los 24°C. Se entiende como clima cálido, para estos efectos, no solo cuando existen altas temperaturas ambientales, sino también a la presencia de otros factores adicionales que inciden en el comportamiento del concreto, como son, humedad relativa del medio ambiente, velocidad del viento y la condición de ambos.

En general, debemos tomar precauciones adicionales cuando la temperatura ambiente se encuentra por encima de los 30°C, en especial en elementos con grandes superficies de exposición, tales como obras de irrigación, pavimentos, losas, estructuras delgadas, etc. así mismo, se deben extremar las precauciones para grandes volúmenes de vaciado, donde el efecto negativo de calor se incrementa.

Los efectos negativos sobre el concreto se presentan tanto en estado fresco como endurecido, siendo los más notables los siguientes:

- Disminución de la resistencia final del concreto, menor durabilidad, mayor permeabilidad y fisuración producidos por el aumento de la cantidad de agua de amasado.

- Disminución del tiempo para la colocación y vibrado correcto del concreto y aumentado las posibilidades de cangrejas, grietas y juntas frías, debido a la aceleración del proceso de fragua del cemento.
- Disminución de la trabajabilidad, debido a la rápida evaporación del agua de amasado, a la aceleración del proceso de fragua, y a la mayor absorción por parte de los agregados. Cuando ocurre esto, existe la tendencia del personal de obra de aumentar el agua para poder recuperar la trabajabilidad, modificando la relación agua / cemento, disminuyendo la resistencia final del concreto.
- Incremento de la fisuración por retracción, al producirse la evaporación violenta. El incremento de la retracción por pérdida de volumen, produce esfuerzos de tracción que no pueden ser absorbidos por el concreto joven, produciéndose grietas visibles, que en algunos casos pueden producir debilitamiento de las estructuras e ingreso de humedad o agentes corrosivos que pueden dañar el acero de refuerzo.
- Deficiencias en el curado, debido a que el tiempo disponible de curado disminuye, así como posteriormente resulta difícil mantener la humedad óptima sobre las superficies expuestas.

El método más práctico de mantener bajas las temperaturas en el concreto es controlar la temperatura de sus materiales, en clima cálido, los agregados y el agua deben mantenerse tan fríos como sea posible.

De los materiales del concreto, el agua es el más fácil de enfriar y es el más efectivo, para hacer bajar la temperatura del concreto, y aunque el agua se

utiliza en cantidades más pequeñas que el resto de los ingredientes, el uso de agua de mezclado fría tendrá como resultado una moderada reducción en la temperatura de colocación del concreto.

En la obra en mención para la elaboración del concreto se uso bloques de hielo al agua que se almacenaba en una poza cubiertas protegidos de los rayos solares.(ver foto 2)

En las obras de concreto de gran masa, como es el proyecto de irrigación ya mencionado, a menudo los agregados se enfrían regándolos con agua fría y mantener húmedos, así se consigue que bajen su calor apreciablemente. La temperatura del cemento tiene poco efecto en la del concreto fresco debido alo bajo de su calor específico y la cantidad relativamente pequeña que lleva en la mezcla.

2.3 Curado

Se llama curado al procedimiento que se utiliza para promover la hidratación del cemento, y consiste en un control del movimiento de temperatura y humedad hacia adentro y hacia fuera del concreto. En términos más específicos, el objeto del curado es mantener el concreto, lo más próximo posible a la saturación, hasta el momento en que los espacios del cemento fresco que originalmente estaban saturados de agua se llenen un nivel deseado con los productos de hidratación del cemento.

La necesidad de curar proviene del hecho de que la hidratación del cemento sólo se logra en capilares llenos de agua. Por eso es necesario evitar la perdida de humedad de los capilares causada por la evaporación.

El curado tiene por objeto impedir el secado prematuro del concreto, cuyas consecuencias son dobles:

- La reacción química del agua y del cemento se interrumpe por falta del agua necesaria, de modo que el concreto no adquiere las propiedades que su composición permitiría.
- Se produce una contracción precoz, generando la formación de fisuras. Al evaporarse, el agua desarrolla fuerzas que generan, en el cemento en fase de endurecimiento, una contracción cuyo valor puede sobrepasar la resistencia a la tensión del concreto en proceso de endurecimiento.

La falta o la insuficiencia del curado daña la durabilidad del concreto y, más particularmente, sus características superficiales. El curado debe iniciarse tan pronto como la superficie del concreto esté suficientemente endurecida y no sufra daños.

2.3.1 Métodos de curado

Existen diversos métodos, materiales y procedimientos para el curado para lograr un objetivo claro: garantizar el mantenimiento de contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto durante un tiempo apropiado. Básicamente existen tres sistemas de curado que permiten mantener cierto nivel de humedad en el concreto:

- Curado con agua
- Uso de materiales sellantes o de compuestos curadores líquidos

- Curado a vapor

- a. Curado con agua

Cuando se elige este sistema se debe considerar la economía pues la disponibilidad del agua, mano de obra, materiales de curado, influirán en el costo.

La cubierta de agua será continua y completa, el agua tiene que estar libre de sustancias que ataquen y manchen o decoloren al concreto. Tipos:

Por anegamiento o inmersión:

Es el método que produce los mejores resultados, pero presenta inconvenientes de tipo práctico, pues implica inundar o sumergir completamente el elemento de concreto. Se emplea en superficies planas o con poca pendiente, para elementos prefabricados. La temperatura del agua no será menor de 11°C de la temperatura de la superficie.

Mediante el empleo de rociadores o fumigadoras

Con este método se consiguen buenos resultados y es fácil de ejecutar. Proporciona un excelente curado cuando no hay que preocuparse del consumo de agua o del costo de la recirculación, debe ser continua.

Coberturas húmedas

Estos tejidos como el yute, se mantienen la humedad en superficies tanto verticales como horizontales, pero deben ser humedecidos periódicamente, con el riesgo de que si no mantiene el nivel de humedad el curado es deficiente. Mientras más pesada es la cubierta retiene mas agua (ver foto 1).

Curado con arena, tierra o aserrín

Se emplea con algún éxito el curado mediante el cubrimiento del concreto con alguno de los citados materiales; es muy útil cuando se presentan vientos fuertes. Tiene, además de los inconvenientes de los tejidos como el yute, el problema de manchar el concreto o deteriorarlo como sucede con aserrín proveniente de maderas con alto contenido de ácido tánico.

b. Curado con materiales selladores

El uso de hojas o membranas selladoras presentan ventajas que hacen preferir su elección. Pueden aplicarse mas temprano, aun sin curado inicial en climas secos, evitando el secado del concreto. Crean un ambiente húmedo y temperado por condensación del agua entre la superficie y la cubierta. Incluye esta categoría las laminas y los compuestos curadores líquido que forman membrana, a continuación se describen algunos:

Película de plástico

Es de peso ligero, de color blanco o negro, transparentes y se extiende fácilmente en superficies horizontales; en elementos verticales es más complicada su utilización. La norma ASTM C171 especifica un espesor mínimo de 0.10 mm. Las blancas para climas cálidos y las de color negro para climas fríos. No se debe usar cuando la apariencia del concreto es condicional, pues la lámina lisa deja una superficie moteada.

Papel impermeable

Su uso es similar al de las películas de plástico. El papel impermeable para curado de superficies horizontales y del concreto estructural de formas relativamente sencillas. Una ventaja importante de este método es que no requiere adiciones periódicas de agua., el papel para curado asegura la correcta hidratación del cemento, impidiendo la pérdida de humedad del concreto.

Compuestos de curado

Los compuestos de líquidos de curado que forman membrana deben cumplir las especificaciones de la norma ASTM C 309-81 (ver anexo), de manera que formen una película que retenga la humedad al poco tiempo de ser aplicadas. Sirven para curar no solo el concreto fresco, sino también para curar el concreto después de quitar los moldes o después del curado inicial con humedad.

Entre las materias primas que normalmente se usan en la fabricación de compuestos de curado se pueden citar: cera, resinas, caucho clorado y disolventes altamente volátiles. Dichos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados; además, no deben reaccionar con la pasta de cemento.

Para los climas cálidos en que brilla el sol, los compuestos con pigmentos blancos son los más efectivos porque reflejan los rayos del sol, y por tanto reducen la temperatura del concreto; además el pigmento hace visible el compuesto al aplicador, facilitándole el control de cubrimiento. Los compuestos que llevan pigmentos se deben mantener en agitación, para evitar que éstos se asienten.

Los compuestos que forman membrana normalmente se aplican con fumigadora manual o rociadores mecánicos, se recomienda aplicarlos en dos capas, la segunda de las cuales debe aplicarse en dirección perpendicular a la primera para garantizar la uniformidad del sello.

El momento óptimo para la aplicación de los compuestos líquidos es aquel en que se observa que ha desaparecido el agua libre de la superficie del concreto, aunque sin demorar la aplicación tanto que el compuesto sea absorbido por los poros superficiales del concreto.

En condiciones ambientales críticas: alta temperatura, además de prever la utilización de barreras para el viento y pantallas que proporcionen sombra, se debe combinar el curado con agua con la aplicación del compuesto líquido. El procedimiento incluye rociar agua continuamente sobre la

superficie del concreto por un lapso aproximado de 2 horas y proceder luego a aplicar el compuesto curador líquido.

La función de los compuestos de curado

Los compuestos químicos de curado son del tipo de rellenos de poros o de formadores de película. Los primeros actúan mediante su reacción con el hidróxido cálcico en la superficie, bloqueando los poros y, por tanto impidiendo la posterior pérdida de agua de la superficie.

Los del tipo de formadores de película son:

- a) Soluciones disolventes de resinas o caucho clorado que se evaporan para formar una película impermeable a la humedad en la superficie.
- b) Emulsiones acuosas de ceras, resinas, cauchos clorados, que a su secado son capaces de coalescencia para formar una película impermeable a la humedad en la superficie.

El éxito del uso de los compuestos químicos de curado depende de la calidad de los procedimientos de su aplicación. Los compuestos de curado deben ser aplicados por medio de un rociado fino que asegure una completa cobertura de la superficie. (ver Cuadro N° II.1)

c. Curado a vapor

El curado a vapor puede usarse con ventaja cuando es importante la adquisición rápida de resistencia, o cuando se requiere más calor para efectuar la hidratación, como para concretos en climas fríos.

Actualmente se usan dos métodos de curado a vapor para ganar resistencia inicial en el concreto: cuando a vapor a la presión atmosférica (para estructuras vaciadas en sitio o unidades de concreto prefabricadas) y cuando a vapor en autoclaves a altas temperaturas (para pequeñas unidades prefabricadas).

Un ciclo de curado a vapor consta de: (1) una espera inicial antes de aplicar el vapor; (2) un período para aumentar la temperatura; (3) un período para mantener constante la máxima temperatura; y (4) un período para disminuir la temperatura.

La máxima temperatura a vapor en el recinto debe mantenerse hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia deseada. El tiempo necesario depende de la mezcla del concreto y de la temperatura del vapor.

2.3.2 Curado en climas cálidos

En este caso se deben tomar precauciones para que la temperatura del concreto entregado en la obra en lugares de climas cálidos deben de ser la mas baja posible; con frecuencia se especifica un limite máximo de 29°C, debiendo efectuar un control muy estricto del curado y protegiendo el concreto mediante rompevientos y otros sistemas. Se debe tener un registro diario de la temperatura del aire y del concreto así como de las condiciones del viento y humedad.

El curado inicial de las primeras horas y luego el de los primeros días es esencialmente importante en climas cálidos; siempre que sea posible

el curado húmedo debe ser el preferido, la continuidad del curado es importante pues si el concreto alternadamente se seca y humedece se producirá agrietamiento.

Si por cualquier circunstancia no se pudiera continuar el curado inicial húmedo todo el plazo de curado, que es el mejor método para climas cálidos; el curado final de sello impermeable debe hacerse con compuesto teñidos de blanco u otras membranas apropiadas que no absorban calor.

El efecto del viento sobre el secado es muy marcado; especialmente se deben proteger las superficies horizontales con corta vientos en el momento del vaciado y al termino del curado húmedo, de otra manera se puede producir agrietamiento; dejar las cubiertas húmedas hasta que se sequen es un buen procedimiento para finalizar el curado y evitar el agrietamiento.

El agua de curado no debe ser más fría que el concreto a causa de los esfuerzos por cambios de temperatura, pues esta diferencia de temperatura también puede ocasionar agrietamiento.

En toda obra ejecutada en climas cálidos, se debe tener un registro diario de la fecha, la hora, la temperatura del aire exterior, la temperatura del concreto al momento de su colocación y de las condiciones climáticas (calmado, ventoso, despejado, nublado, etc.).

En los registros permanentes de la obra se debe incluir una copia de las lecturas de temperatura, sirve para tomar las precauciones debidas y

evitar, con los procedimientos anteriormente indicados, las temperaturas muy altas que dañen al concreto.

2.4 Procedimiento por inmersión en agua

Las probetas se retiraran de los moldes dentro de 18 a 24 horas luego de vaciadas, luego se marcaran en la cara circular de la probeta las anotaciones utilizando el lápiz de cera, las probetas deberán ser llevadas a mano a la cámara de curado. Luego se colocan las probetas sumergidas en la cámara de curado, en recipientes que contienen una solución saturada de agua de cal, a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, y quedan sumergidas hasta la edad o fecha de ensayo programado; el agua utilizada será potable y limpia, no se encontrará en movimiento y cubrirá por completo todas las caras de la probeta.

La Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.033 nos dá las pautas para realizar el Curado. Los métodos de Curado con agua tienen la ventaja de permitir el incremento de humedad interna. El procedimiento de Curado por inmersión teóricamente es él más eficiente, motivo por el cual en el presente estudio será el Método de Curado Patrón, sobre la base del cual se compararán los resultados que se obtengan de las muestras tratadas con el aditivo químico curador KUREZ QS y los expuestos al medio ambiente.

El inconveniente de este procedimiento de tipo práctico, es que solo se puede emplear en ciertas estructuras aparentes para ello, por ejemplo: Pavimento, losas y placas donde sea factible formar un estanque de agua mediante un pequeño dique de tierra impermeable a lo largo del perímetro de la losa.

Sin embargo hacemos énfasis en su importancia como parámetro de comparación con los resultados obtenidos mediante los otros métodos de curado ya que se considera que el curado en un tiempo dado, es satisfactorio cuando los especímenes de prueba en condiciones de obra dan a la edad determinada el 85% o más de la resistencia obtenida con especímenes similares curados en laboratorios, es decir mediante inmersión.

La Norma N.T.P. 339.008 considera apta para el curado, el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas estén comprendidas dentro de límites permisibles que anteriormente se detalló. Es esencial que el agua de curado esté libre de sustancias que ataquen el concreto endurecido.

2.5 Procedimiento aplicando curador “KUREZ QS”

Los compuestos líquidos para curado que forman membranas retardan o impiden la evaporación del agua del concreto, sirven para curar no sólo el concreto fresco, sino también para curar el concreto después de quitar los moldes o después del curado inicial con humedad. Deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C309-81 (ver Anexo B).

Entre las materias primas que normalmente se usan en la fabricación de compuestos de curado se pueden citar; Ceras, resinas, caucho clorado y disolventes, altamente volátiles. Dichos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados, además no deben reaccionar con la pasta de cemento. En la aplicación de los compuestos líquidos deben respetarse las disposiciones de las Normas.

2.5.1 Aplicación de una Capa

Luego de haber desmoldado la probeta se limpiará del polvillo y se humedecerá toda la superficie de la probeta luego se dejará secar ésta por espacio de una o dos horas, luego antes de proceder a curar, pesamos la probeta, finalmente aplicamos el aditivo químico curador “KUREZ QS”, en la cantidad especificada por el distribuidor y por las normas es decir 200 gr/m^2 .

Para ello hemos realizado el siguiente cálculo:

- Dimensiones de la probeta = $6''$ (diámetro) x $12''$ (altura)
- Area lateral + Tapas de la Probeta = 0.1767 m^2
- Recomendaciones = 200 gr/m^2
- A utilizar en 1 probeta(en peso) = 35.35 gr
- Peso Específico del KUREZ QS = 1.50 gr/cm^3
- A utilizar en 1 probeta(Volumen) = 23.57 cm^3 .

Si consideramos un 5% mas debido a las dimensiones que no son exactas, al desperdicio y a la porosidad, tendremos:

$$\text{KUREZ QS para una probeta} = 24.75 \text{ cm}^3$$

Esta es la cantidad que utilizaremos para curar cada probeta con el aditivo químico curador KUREZ QS. Con el recipiente graduado mediremos esta cantidad de cm^3 . que se requieren y luego utilizando un atomizador aplicaremos el KUREZ QS.

2.5.2 Aplicación de dos capas

En este caso procederemos de la misma forma que al aplicar una capa de curador, solo que la dosis de aplicación será doble, para lo cual tomaremos un intervalo de tiempo de media hora entre la primera y segunda aplicación del KUREZ QS.

Por esto se utilizara 49.50 cm^3 . de aditivo químico curador KUREZ QS, por cada probeta a ser curada.

2.6 Exposición al medio ambiente

Luego de haber desmoldado la probeta se limpiará del polvillo y procederá a pesar la probeta y colocarse su identificación para luego dejarla expuesta a la intemperie.

Debemos mencionar que los ensayos de la presente Tesis se realizaron los meses de Febrero a Mayo de 1999 en el laboratorio de la obra “Irrigación Plan Mínimo Magunchal, Bagua Grande, Amazonas”, por que se considera las temperaturas ambiente bajo la sombra entre 23 a 36°C .

CUADRO N° 11.1

"MECANISMO DE ACTUACION"

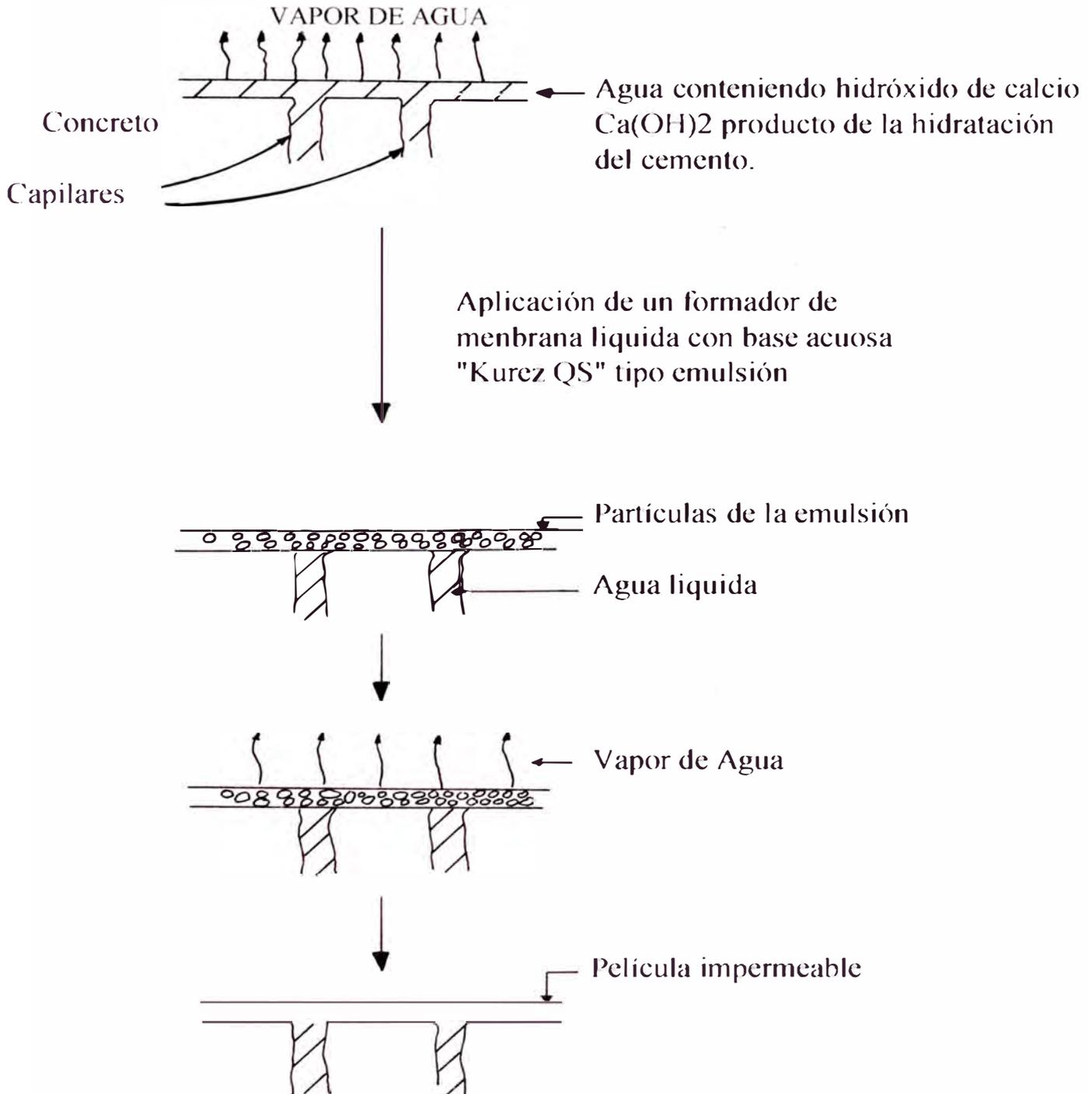




Foto 1 : Tipo de curado, cubiertas mojadas, utilizando yute, textil absorbentes humedecidas en la superficie del concreto, aplicación en una obra de Irrigación(Nor Oriente Amazonas). Una desventaja de este método es su costo, requiere un abastecimiento de agua y una cuidadosa supervisión.



Foto 2 : Para climas cálidos, se debe enfriar en lo posible los materiales para elaborar concreto; de los materiales del concreto, el agua es el más fácil de enfriar y es el más efectivo, en la foto se aprecia que se le está agregando bloques de hielo a la poza, nótese que tiene que estar cubierta con techo con la finalidad de que el agua tenga la mas baja temperatura posible.

CAPITULO III

DISENO DE MEZCLA

CAPITULO III

DISEÑO DE MEZCLA

3.1 Generalidades

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida como Diseño de Mezcla, definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, así una mezcla para concreto logra tres objetivos:

- a) La manejabilidad del concreto recién mezclado
- b) Las propiedades que se requieren en el concreto endurecido
- c) Ser económica

Para la dosificación de las mezclas se utilizará el método del ACI-211, empleado para cemento normal, debido a que los cementos adicionado –como es el cemento Tipo MS, utilizado en la presente tesis- no tienen aún un método de dosificación en particular.

El método propuesto por el ACI para diseñar dosificaciones de mezcla de concreto resistentes y trabajables, están fijados mediante tablas es decir, parámetros de relación agua / cemento, de acuerdo a la resistencia requerida y las cantidades de agua y agregado grueso, según los requerimientos de fluidez y trabajabilidad.

Como primera receta, se empezará a diseñar con el método del Instituto Americano del Concreto del ACI, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Elección del asentamiento
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado
- Cantidad de agua de mezclado y el contenido de aire
- Selección de la relación agua / cemento
- Determinación del contenido de cemento
- Determinación del contenido de agregado
- Determinación de las proporciones de la mezcla
- Ajuste por el contenido de humedad de los agregados
- Proporciones finales

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cúbica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite, en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se va a efectuar.

3.2 Definiciones básicas para el diseño de mezcla

Las propiedades o características que se quiere que tenga la mezcla es función de la utilidad que prestará en obra. Así si se quiere utilizarlo en una

estructura, tendrá una resistencia acorde a las sollicitaciones y además resistentes al intemperismo, es decir que sea estable.

Existen unas propiedades que son comunes a todos los concretos y no dependen de la utilidad especificada. Estas propiedades se pueden dividir en dos grupos: cuando el concreto está fresco y cuando está endurecido.

3.2.1 Trabajabilidad

Está definida por el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los diferentes procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación y acabado del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y fino, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Elección de la Trabajabilidad

La trabajabilidad deseable para una obra depende de dos factores:

- a) Las características geométricas de la sección a ser concretada y el porcentaje y espaciamiento del acero de refuerzo en la misma.
- b) El método de compactación a ser empleado.

La mezcla seleccionada deberá ser lo suficientemente trabajable como para poder ser totalmente compactada con el equipo disponible. No existe un método de laboratorio para medir la trabajabilidad del concreto; ya que ella representa una cualidad que no puede ser medida en las unidades fundamentales de masa, longitud o tiempo. En general se acepta que la determinación de esta propiedad del concreto depende en gran medida del criterio y experiencia del ingeniero.

3.2.2 Consistencia

La consistencia o grado de fluidez de un concreto es una prueba de medición de la capacidad de flujo del concreto. Depende de la forma, composición granulométrica y tamaño del agregado en la mezcla. Asimismo depende mayormente, para un tipo de agregado, de la cantidad de agua de mezclado.

El método tradicional de medir la consistencia ha sido desde hace muchos años el “Slump” o asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump pero trabajabilidades notablemente diferentes para mismas condiciones de trabajo.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su “consistencia” o sea, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de mezcla.

No debe confundirse el concepto de **consistencia** con el de **trabajabilidad**, que en su aceptación más amplia expresa la propiedad del concreto para ser mezclado con facilidad, brindando un material homogéneo, capaz de ser transportado, colocado en molde sin segregar con la mayor compacidad.

En la actualidad no existe una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad, definida con rigor como la cantidad de trabajo interno útil requerido para realizar la completa consolidación del concreto. El ensayo de asiento indica uno de los factores de la trabajabilidad, como es la consistencia.

3.2.3 Durabilidad

El ACI define la durabilidad del concreto de cemento Portland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto.

La conclusión primordial que se desprende de esta definición es que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de

mezcla, sino que está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos.

En consecuencia, el problema de la durabilidad es sumamente complejo en la medida en que cada situación de exposición ambiental y condición de servicio ameritan una especificación particular tanto para los materiales y diseños de mezcla, como para los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo.

3.2.4 Tamaño Máximo del Agregado Grueso

La norma N.T.P. 400.037 define Tamaño Máximo, como aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

La norma N.T.P. 400.037 define al tamaño Máximo Nominal como aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

En la presente tesis, el Tamaño Máximo es igual a 1'' y el Tamaño Máximo Nominal es igual a ¾'' según la distribución granulométrica del agregado grueso y la Norma N..T.P. 400.037.

El tamaño máximo está además muy relacionado con la disposición y facilidades de colocación del concreto en los encofrados así como en el tipo de estructura, se considera usualmente que no sea mas de 1/3 del espesor de las losas, 1/5 de la mínima dimensión de los encofrados, ni más de ¾ del espacio mínimo en el acero de refuerzo, pero esto no es

limitativo si se puede demostrar en obra la eficiencia de diseños con tamaño mayor.

.2.5 Relación Agua / Cemento

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

Dado que por lo general la resistencia en compresión es un requisito fundamental que emana del proyecto estructural, la relación agua – cemento requerida por una mezcla de concreto es función de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado del mismo.

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

1.2.6 Resistencia Promedio

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido

a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación agua – cemento en peso.

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el proyectista. La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto.

Los requisitos sobre resistencia dependen del uso que se intente dar al concreto. Un factor pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

.3 Combinación de Agregados con Máximo Peso Unitario

Para obtener la relación de agregados que permita una mezcla de concreto óptima, debemos hallar la relación que proporcione una combinación de agregados con máximo Peso Unitario, esto es con un mínimo de vacíos, asegurándose de este modo la condición de economía, mas no así propiedades como resistencia y trabajabilidad.

A continuación presentamos los valores del Peso Unitario Compactado correspondiente a un determinado rango de combinaciones en peso de

agregado grueso y fino. De ahora en adelante se tomará como referencia el porcentaje en peso del agregado fino (rf).

% Agregado Fino (rf)	Peso Unitario Compactado (Kg/m³)
41	1,976.35
42	1,989.12
43	1,994.59
44	2,031.09
45	2,012.84
46	1,990.94
47	1,985.47

Como se puede notar para un porcentaje de 44 % (rf óptimo = 44 %) de arena y 56% de piedra (en peso) obtenemos el Mayor Peso Unitario Compactado de la combinación de agregados con lo cual se cumple la condición de economía óptima mas no de resistencia o trabajabilidad.

Sin embargo, como veremos a continuación es este porcentaje en peso de los agregados el que utilizaremos en el diseño de mezcla para cada relación a/c con el cual obtendremos la cantidad de agua de mezcla óptima (condición de trabajabilidad) que será empleado en los diseños de mezcla.

3.4 Diseño de Mezcla para relaciones agua / cemento 0.60, 0.65 y 0.70

Para nuestra investigación se ha diseñado para las relaciones $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 . Seguiremos para el diseño el procedimiento del ACI 211.1.81, pero con la variación de que el valor b/b_0 no se obtendrá de las tablas, sino que partiremos de asumir una cantidad de agua para la unidad de concreto a fabricar (1 m^3) posteriormente con la relación a/c determinada podemos calcular la cantidad de cemento, finalmente calcularemos sobre la base de la relación de porcentajes de agregados fino y grueso obtenidos previamente, la cantidad de piedra y arena en un metro cúbico de concreto, sin embargo estos valores son teóricos ya que consideran el agregado en un estado saturado superficialmente seco lo cual no se da en obra, por lo tanto procedemos a ajustar los valores de agua y agregados por humedad de los agregados, con estos valores ya corregidos se calcula la tanda a preparar en la mezcladora cuyo volumen deberá ser suficiente para las pruebas de asentamiento (Cono de Abrams) y Peso Unitario, teniendo en cuenta la capacidad de la mezcladora, en nuestro caso se consideró suficiente hacer de 0.020 m^3 (48kg) de volumen. Luego de cada tanda se tomará el asentamiento hasta llegar al slump requerido que en este caso es de $3\frac{1}{2}''$, como teóricamente es poco probable alcanzar este asentamiento en el primer intento corregiremos el agua neta de mezclado.

Luego de las 3 primeras tandas, conservando la relación agua cemento y variando el volumen unitario de agua, lo más posible es que aún no consigamos obtener el slump deseado sin embargo los valores de asentamiento y agua neta de mezclado obtenidos para cada tanda nos permitirán confeccionar una curva de donde podremos obtener el agua neta de

mezclado para un asentamiento de $3\frac{1}{2}$ ", obteniendo una última tanda que llamaremos "Tanda Ajustada".

Verificamos que con el factor agua neta de mezclado corregido se obtenga el slump deseado, sin embargo, esta proporción de materiales aún no es la tanda definitiva a usar en los ensayos, como ya se ha mencionado con esta cantidad de agua neta de mezcla ya ajustada.

Los desarrollos de los procedimientos mencionados anteriormente son iterativos, la cual se detalla los cálculos en la sección de Anexos "Diseños de Mezcla".

A continuación se muestra los Cuadros Resumen del Diseño de Mezcla y sus respectivos gráficos para la obtención del agua neta de mezclado ajustada que su vez nos llevará a obtener el Diseño Patrón cada relación agua / cemento ($a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70).

3.4.1 Datos necesarios para el diseño de mezcla

CEMENTO:

- Tipo : Portland MS
- Peso Especifico : 3.10 gr/cm³

AGREGADO FINO:

- Peso Específico de Masa : 2.609 gr/cm³
- Modulo de Finura : 3.04
- Contenido de Humedad : 4.7 %
- % de Absorción : 1.32 %

AGREGADO GRUESO

- Peso Específico de Masa : 2.593 gr/cm³
- Modulo de Finura : 7.15
- Contenido de Humedad : 1.1 %
- % de Absorción : 0.70 %

Nota : El 44% en peso del agregado fino equivale al 44.2% en volumen.

3.4.2 Cuadro resumen del diseño de mezcla para la relación agua / cemento = 0.60

Del “Cuadro Resumen” (Cuadro III.1) de proporciones para cada cantidad de agua obtuvimos los siguientes asentamientos:

AGUA (lt)	ASENTAMIENTO (pulg.)
190	2 ¾ ”
200	3 ¼ ”
210	3 ¾ ”

Se graficó Agua vs. Asentamiento, encontrando que para un asentamiento de 3½”, se necesitará 205.20 litros de agua.(ver Grafico III.1)

Por ultimo, con esta cantidad de agua se procedió a realizar la nueva proporción de mezcla, la cual nos determino un asentamiento de 3.48” y se hicieron ajustes de mezcla para determinar el “Diseño Patrón” con a/c = 0.60 siguiendo el proceso anterior obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño Patrón → a/c = 0.60

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	310	310	1	63.8
Agua	186	141	0.45	2.90
Arena	806	850	2.74	17.50
Piedra	1,011	1,030	3.32	22.21

3.4.3 Cuadro resumen del diseño de mezcla para la relación agua / cemento = 0.65

Del “Cuadro Resumen” (Cuadro III.2) de proporciones para cada cantidad de agua obtuvimos los siguientes asentamientos:

AGUA (lt)	ASENTAMIENTO (Pulg)
190	3 ”
200	3¼ ”
210	4 ”

Se graficará Agua vs. Asentamiento, encontrando que para un asentamiento de 3½”, se necesitará 202.05 litros de agua.(ver Gráfico III.2)

Por ultimo, con esta cantidad de agua se procedió a realizar la nueva proporción de mezcla, la cual nos determino un asentamiento de 3.50” y se hicieron ajustes de mezcla para determinar el “Diseño Patrón” con a/c = 0.65 siguiendo el proceso anterior obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño Patrón → a/c = 0.65

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	309	309	1	6.43
Agua	201	168	0.54	3.50
Arena	789	827	2.68	17.21
Piedra	990	1,003	3.25	20.87

3.4.4 Cuadro resumen del diseño de mezcla para la relación agua / cemento = 0.70

Del “Cuadro Resumen” (Cuadro III.3) de proporciones para cada cantidad de agua obtuvimos los siguientes asentamientos:

AGUA (lt)	ASENTAMIENTO (pulg)
190	3 ¼ ”
200	3 1/3 ”
210	4 ”

Se graficará Agua vs. Asentamiento, encontrando que para un asentamiento de 3½”, se necesitará 199.52 litros de agua.(ver Gráfico III.3)

Por ultimo, con esta cantidad de agua se procedió a realizar la nueva proporción de mezcla, la cual nos determino un asentamiento de 3.51” y se hicieron ajustes de mezcla para determinar el “Diseño Patrón” con a/c = 0.70 siguiendo el proceso anterior obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño Patrón → a/c = 0.70

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	283	283	1	5.89
Agua	198	166	0.59	3.45
Arena	802	843	2.99	17.53
Piedra	1,007	1,016	3.59	21.13

CUADRO N° III.1

MEZCLAS DE PRUEBAS DE CONCRETO PARA A/C = 0.60

Materiales:

* Cemento Pacasmayo Tipo MS

* Arena, Piedra y Agua : Cantera "Santa Elena", Bagua Grande, Amazonas

MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M ³ DE CONCRETO				PROPORCIONAMIENTO		TANDA DE PRUEBA 0.02 m ³
	MATERIAL	PESOS (Kg/m ³)		VOLUMEN m ³	HUMEDO		
		SECO	HUMEDO				
a / c = 0.60 rf = 44% Agua(lt) = 190	Cemento	317	317	0.1023	Cemento	1.0	6.54
	Agua	190	159	0.1900	Agua	0.5	3.28
	Arena	799	836.6	0.3062	Arena	2.6	17.27
	Piedra	1002	1013.02	0.3865	Piedra	3.2	20.91
	Σ	2,308.00	2,325.62	0.9850	Σ	7.34	48
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 2 ¾ "		
a / c = 0.60 rf = 44% Agua(lt) = 200	Cemento	333	333	0.1074	Cemento	1.00	6.92
	Agua	200	179	0.2000	Agua	0.54	3.72
	Arena	781	813	0.2995	Arena	2.44	16.89
	Piedra	980	986	0.3781	Piedra	2.96	20.48
	Σ	2,294	2,311	0.9850	Σ	6.94	48.01
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 ¼ "		
a / c = 0.60 rf = 44% Agua(lt) = 210	Cemento	350	350	0.1129	Cemento	1.00	7.31
	Agua	210	190	0.2100	Agua	0.54	3.97
	Arena	763	794	0.2926	Arena	2.27	16.58
	Piedra	958	964	0.3695	Piedra	2.75	20.14
	Σ	2,281	2,298	0.9850	Σ	6.56	48
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 ¾ "		

CUADRO N° III.2

MEZCLAS DE PRUEBAS DE CONCRETO PARA A/C = 0.65

Materiales:

* Cemento Pacasmayo Tipo MS

* Arena, Piedra y Agua : Cantera "Santa Elena", Bagua Grande, Amazonas

MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M ³ DE CONCRETO				PROPORCIONAMIENTO		TANDA DE PRUEBA 0.02 m ³
	MATERIAL	PESOS (Kg/m ³)		VOLUMEN m ³	HUMEDO		
		SECO	HUMEDO				
a / c = 0.65 rf = 44% Agua(lt) = 190	Cemento	292	292	0.09419	Cemento	1.00	6.04
	Agua	190	157	0.1900	Agua	0.54	3.25
	Arena	808	846.8	0.3098	Arena	2.90	17.5
	Piedra	1014	1026.2	0.3911	Piedra	3.51	21.21
	Σ	2,304.00	2,322.00	0.9851	Σ	7.95	48
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 "		
a / c = 0.65 rf = 44% Agua(lt) = 200	Cemento	308	308	0.0994	Cemento	1.00	6.4
	Agua	200	165	0.2000	Agua	0.54	3.43
	Arena	791	834.5	0.3031	Arena	2.71	17.35
	Piedra	992	1001	0.3826	Piedra	3.25	20.81
	Σ	2,291	2,309	0.9851	Σ	7.50	47.99
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 ¼ "		
a / c = 0.65 rf = 44% Agua(lt) = 210	Cemento	323	323	0.1042	Cemento	1.00	6.76
	Agua	210	192	0.2100	Agua	0.59	4.02
	Arena	774	804.2	0.2965	Arena	2.49	16.82
	Piedra	971	975.9	0.3743	Piedra	3.02	20.41
	Σ	2,278	2,295	0.9850	Σ	7.10	48.0
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 ¾ "		

CUADRO N° III.3

MEZCLAS DE PRUEBAS DE CONCRETO PARA $A/C = 0.70$

Materiales:

* Cemento Pacasmayo Tipo MS

* Arena, Piedra y Agua : Cantera "Santa Elena", Bagua Grande, Amazonas

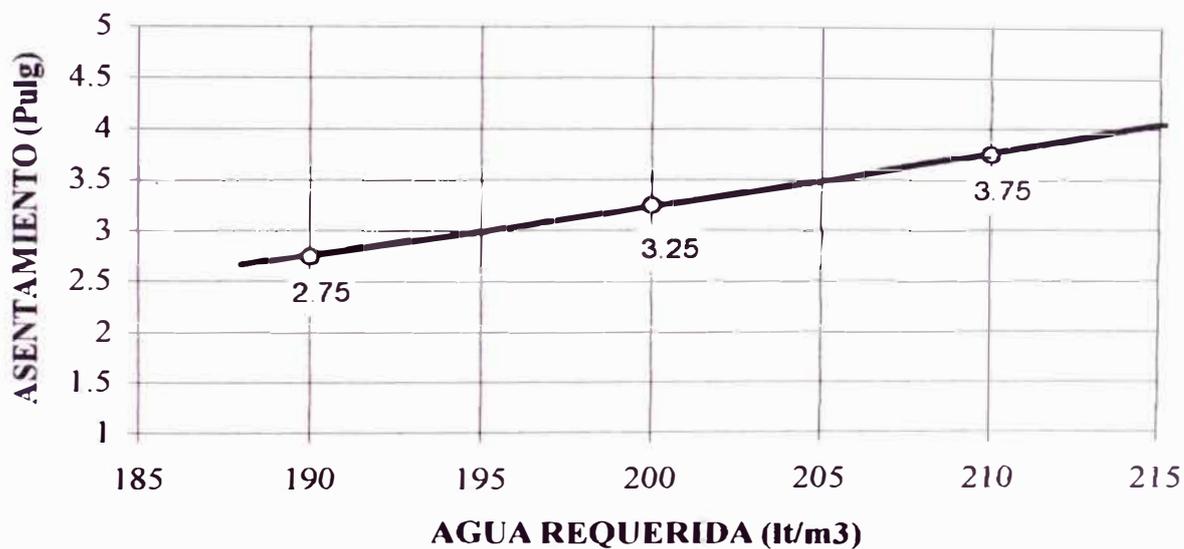
MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M ³ DE CONCRETO				PROPORCIONAMIENTO		TANDA DE PRUEBA 0.02 m ³
	MATERIAL	PESOS (Kg/m ³)		VOLUMEN m ³	HUMEDO		
		SECO	HUMEDO				
$a/c = 0.70$ $rf = 44\%$ Agua(lt) = 190	Cemento	271	271	0.08742	Cemento	1.00	5.61
	Agua	190	157	0.1900	Agua	0.58	3.25
	Arena	816	856	0.3128	Arena	3.16	17.72
	Piedra	1024	1035	0.3948	Piedra	3.82	21.42
	Σ	2,301.00	2,319.00	0.9850	Σ	8.56	48
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 ¼ "		
$a/c = 0.70$ $rf = 44\%$ Agua(lt) = 200	Cemento	286	286	0.0923	Cemento	1.00	5.96
	Agua	200	158	0.2000	Agua	0.55	3.29
	Arena	799	845.3	0.3062	Arena	2.96	17.61
	Piedra	1002	1015	0.3865	Piedra	3.55	21.14
	Σ	2,287	2,304	0.9850	Σ	8.06	48
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 3 1/3 "		
$a/c = 0.70$ $rf = 44\%$ Agua(lt) = 210	Cemento	300	300	0.0968	Cemento	1.00	6.24
	Agua	210	165	0.2100	Agua	0.55	3.43
	Arena	782	831	0.2998	Arena	2.77	17.28
	Piedra	999	1013	0.3852	Piedra	3.38	21.06
	Σ	2,291	2,309	0.9918	Σ	7.7	48
	% Aire de Diseño = 1.5%				Asentamiento = 4 "		

GRAFICO N° III.1

ENSAYO DE CONSISTENCIA

AJUSTE DE AGUA PARA HALLAR UN ASENTAMIENTO DE 3½"
PARA UNA RELACION A / C = 0.60

OBTENCION DE AGUA PARA UN SLUMP 3½" $\Delta/C=0.60$



Hallando la ecuación de la curva : $y = a(x)^b$

$$a = 2.3748 \cdot 10^{-7}$$

$$b = 3.10032$$

Luego :

Para $y = 3\frac{1}{2}$ "

$$\Rightarrow x = 205.20 \text{ Lt.}$$

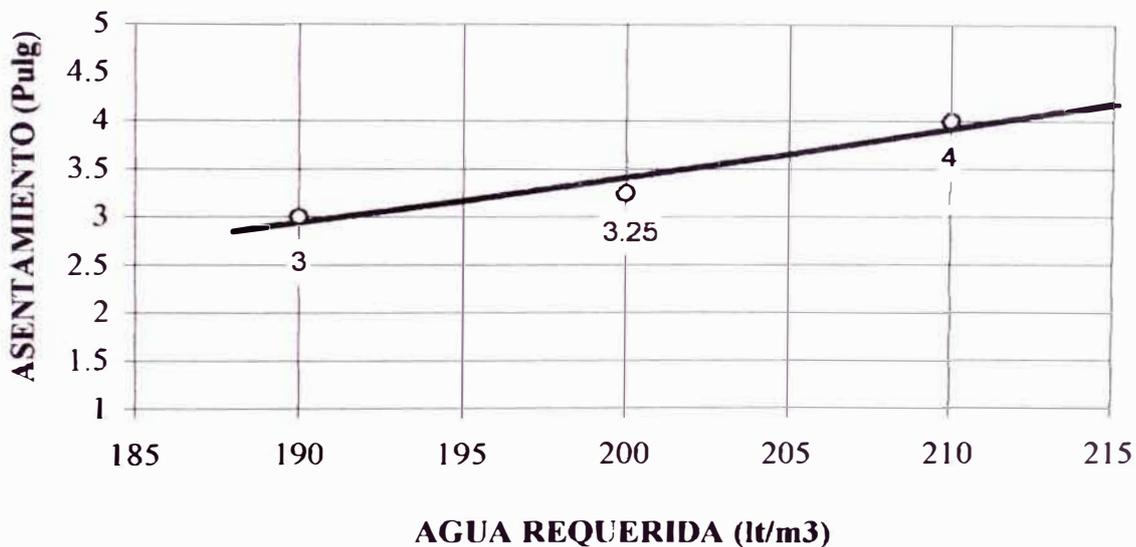
Que viene a hacer "Ajuste de Agua"

GRAFICO N° III.2

ENSAYO DE CONSISTENCIA

AJUSTE DE AGUA PARA HALLAR UN ASENTAMIENTO DE 3½"
PARA UNA RELACION A / C = 0.65

OBTENCION DE AGUA PARA UN SLUMP 3½" $\Delta/C=0.65$



Hallando la ecuación de la curva : $y = a(x)^b$

$$a = 8.771701 \cdot 10^{-7}$$

$$b = 2.863199752$$

Luego :

Para $y = 3\frac{1}{2}$ "

$$\Rightarrow x = 202.02 \text{ Lt.}$$

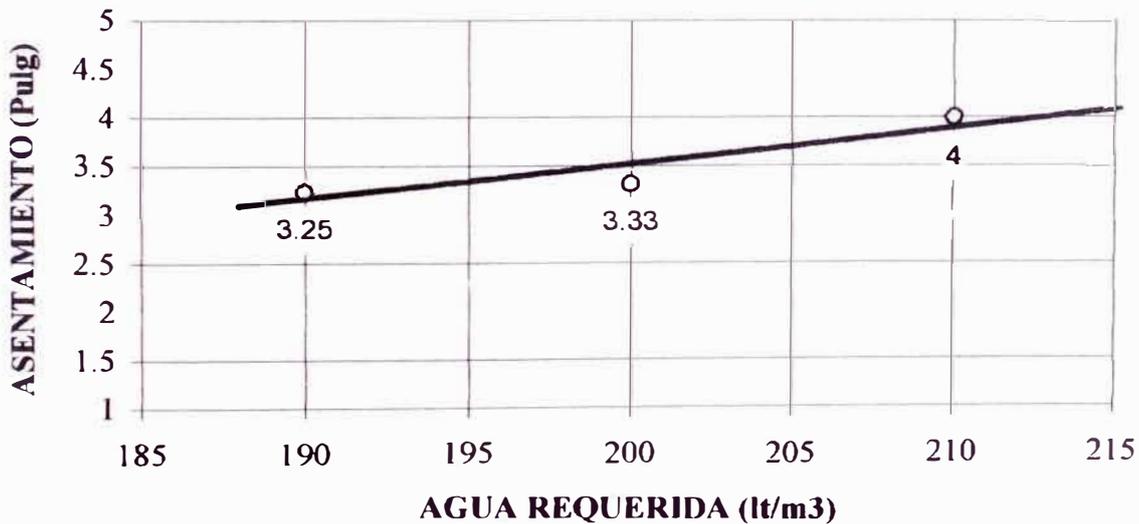
Que viene a hacer "Ajuste de Agua"

GRAFICO N° III.3

ENSAYO DE CONSISTENCIA

AJUSTE DE AGUA PARA HALLAR UN ASENTAMIENTO DE 3½"
PARA UNA RELACION A / C = 0.70

OBTENCION DE AGUA PARA UN SLUMP 3½" $\Delta/C=0.70$



Hallando la ecuación de la curva : $y = a(x)^b$

$$a = 6.36516438 \cdot 10^{-5}$$

$$b = 2.060990096$$

Luego :

Para $y = 3\frac{1}{2}$ "

$$\Rightarrow x = 199.52 \text{ Lt.}$$

Que viene a hacer "Ajuste de Agua"

CAPITULO IV

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

CAPITULO IV

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

4.1 Generalidades

Las propiedades del concreto fresco están íntima y complejamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales empleados en la elaboración del concreto, por lo tanto, los ensayos realizados en su estado fresco tienen por finalidad: controlar las características a obtenerse del concreto endurecido, obtener una mezcla óptima destinada a un uso específico. Si bien es cierto el concreto es transitoriamente una estructura plástica trabajable, sus propiedades durante ese tiempo, son importantes porque afectan la calidad, la capacidad de adoptar formas que se le imponga y, el costo del concreto endurecido resultante.

Los ensayos indicarán las propiedades del concreto en estado fresco y servirán como elemento de juicio para las apreciaciones que se hagan.

4.2 Mezclado de concreto

El objeto de mezclar es recubrir todas las partículas de agregado con pasta de cemento y mezclar todos los componentes del concreto hasta lograr una masa uniforme.

El mezclado a máquina, en las denominadas mezcladoras, asegura concretos uniformes de manera económica. Las mezcladoras están constituidas, fundamentalmente, por un recipiente metálico denominado tambor o cuba, provisto de paletas en su interior. La mezcla se efectúa, cuando cada una de las partes del concreto es elevada, vuelta a vuelta, por las paletas durante la rotación del tambor, de manera que en un cierto punto, en cada revolución, son vertidas hacia la parte inferior para mezclarse con las otras porciones, hasta constituir una masa homogénea.

Tipo de mezcladoras

Las mezcladoras se clasifican en función de la posición del eje de rotación de la cuba, siendo dos tipos:

- Mezcladoras de eje inclinado, de cuba basculante.
- Mezcladoras de eje horizontal.

Las concreteras de eje inclinado o tambor basculante pueden adoptar diferentes inclinaciones del eje para cada etapa del trabajo: sea llenado, amasado, o descarga.

La mezcladora de volteo o tambor, conocido también como “trompo”, realiza un movimiento de rotación alrededor de su eje, la descarga se hace volcando el concreto. Por lo general, las mezcladoras de volteo tienen un tambor de forma cónica o de olla, con aspa en su interior.

La eficiencia de la operación de mezclado radica en los detalles de diseño, pero la acción de descarga es siempre buena cuando todo el concreto puede volcarse con rapidez y como una masa sin segregación, tan pronto como se voltee el tambor. Por esta razón, las mezcladoras de tambor de volteo son preferibles para mezclas de baja trabajabilidad o con agregados de gran tamaño.

Las mezcladoras de eje horizontal se caracterizan por el tambor, de forma cilindro-cónica, que actúa girando alrededor de un eje horizontal con una o dos aspás o paletas que giran alrededor de un eje no coincidente con el eje del tambor. Disponen, en la mayoría de los casos, de dos aberturas, una para cargar el material y la otra para descargar el concreto.

Las mezcladoras de eje horizontal son favorables para grandes volúmenes de concretado.

Capacidad de la mezcladora

El tamaño de la mezcladora se determina por el volumen de concreto homogéneo y compactado que puede mezclar en una acción de amasada. El volumen geométrico del tambor es dado en algunas ocasiones; en estos casos, en condiciones normales de eficiencia, la relación entre el volumen de los materiales y el volumen geométrico es aproximadamente el siguiente:

Mezcladoras basculantes: 0.7

Mezcladoras de eje horizontal: 0.4

Para la presente investigación se trabajo con tandas de 0.020m³.

Procedimiento para cargar la mezcladora

No existe una norma que defina el procedimiento para cargar la mezcladora, generalmente se acepta que se coloque inicialmente en el tambor una pequeña proporción del agua de mezcla, aproximadamente el 10%, añadiendo luego los materiales sólidos conjuntamente con el 80% del agua. El 10% restante se termina de introducir cuando todos los materiales se encuentran en la mezcladora.

En las mezcladoras basculantes se aconseja introducir el agregado grueso después de la arena y el cemento.

Tiempo de mezclado

En la obra suele existir la tendencia a mezclar el concreto lo más rápido posible, por lo que es importante saber cuál es el tiempo de mezclado necesario para obtener un concreto de composición uniforme y, por lo tanto, de resistencia adecuada.

La duración del mezclado se establece a partir del instante en que los componentes del concreto, incluyendo el agua, se introducen en la cuba, hasta la descarga de la misma.

Tiempos de mezclado inferiores al minuto y medio producen concretos de características variables. Sin embargo, a partir de los dos minutos, no se obtiene un mejoramiento de la mezcla. La resistencia es menos afectada por el tiempo de mezclado, especialmente luego de los dos minutos. Es posible encontrar modernas mezcladoras de gran tamaño que producen concretos de buena calidad con tiempo de 1 a 1½ minutos. Las mezcladoras denominadas de alta velocidad son aquellas en las que el tiempo de mezclado puede ser inclusive inferior a 1 minuto.

4.3 Ensayo de Peso Unitario

Es el peso del concreto fresco por metro cúbico, es importante porque clasifica al concreto, en Concretos Normales(2,200 – 2,500 Kg/m³), Concretos Livianos(600 – 1,800) y Concretos Densos (2,700 - 4,500 Kg/m³).

En este ensayo nos da a conocer el rendimiento de una dosificación determinada. Consiste en medir el volumen de concreto compactado obtenido a partir del empleo de cantidades conocidas de los materiales integrantes de la mezcla. Este rendimiento se emplea para determinar la cantidad de cemento por unidad cúbica concreto, así como para estimar la cantidad de materiales requerida en una obra dada.

El objetivo de este ensayo es determinar el grado de densidad de un concreto, comprobar el rendimiento de las mezclas, el contenido de cemento, así como el contenido de aire. Asimismo, nos permite formar una idea de la calidad de los concretos y de su grado de compactación (ver Cuadro N° IV.1).

4.4 Ensayo de Consistencia

Propiedad por la cual mide el grado de humedecimiento de la mezcla, estimándonos indirectamente la trabajabilidad. La consistencia se mide mediante el ensayo de revenimiento o “Slump” con el “Cono de Abrams” que es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio.

Generalmente es el primer ensayo que se realiza en el concreto recién mezclado y determinará si se debe aceptar o rechazar el concreto.

Este ensayo se considera no aplicable a los concretos no plásticos y no cohesivos.

De acuerdo a la forma de asentamiento se clasifica en 3 tipos:

- a) Asentamiento normal.-** Propio de mezclas ricas y con un correcto dosaje de agua, el concreto no sufre grandes deformaciones, ni sus elementos se separan debido al poder ligante que cubre los agregados.
- b) Asentamiento por corte.-** Este tipo de asentamiento se produce debido a un aumento de la cantidad de agua la pasta pierde su poder de aglutinar y aumentar su calidad lubricante de los áridos, por lo que asentamientos son mayores y se reduce el coeficiente de rozamiento. Ocasionalmente el asentamiento no es grande pero el corte es apreciable.
- c) Asentamiento por derrumbamiento.-** Sucede cuando el concreto es fluido y pobre en finos, es difícil que se mantenga unido el concreto y en

lugar de asentamiento se producen roturas por derrumbamiento y algunas veces por corte.

El procedimiento de ensayo consiste en colocar el molde troncocónico (cuyas bases inferior y superior miden 20cm y 10cm de diámetro respectivamente y la altura es de 30cm) sobre una superficie plana y humedecida, se mantiene inmóvil el cono pisando las aletas.

Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen, se apisona con la varilla compactadora recta de acero, lisa, de 16 mm (5/8") de diámetro, con los extremos terminados en semiesfera y de aproximadamente de 60 cm de longitud, aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente.

Enseguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

El molde se llenará por exceso antes de compactar la última capa. Luego se enrasa utilizando una cuchara de albañilería o la barra compactadora. Luego se levantará el molde cuidadosamente en dirección vertical, inmediatamente después se medirá el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la cara superior del cono deformado.(ver Cuadro N° IV.2)

4.5 Ensayo de Contenido de Aire

Este ensayo es para medir el volumen de aire expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. El contenido de aire depende del acomodo entre partículas, aporte de los materiales, las condiciones de

operación, la granulometría y tamaño máximo del agregado, por lo que su valor es relativo. Este contenido de aire atrapado dependerá mayormente del tamaño máximo nominal del agregado; es decir, a medida que aumente este tamaño se incrementará el contenido de aire.

La presencia de aire en las mezclas tiende a reducir las resistencias del concreto por incremento de la porosidad del mismo (ver Cuadro N° IV.3).

4.6 Ensayo de Exudación

Es una propiedad por el cual un porcentaje de agua de mezcla se separa debido a la sedimentación, produciéndose la elevación de una parte del agua, poco después de terminada la colocación de concreto, si las condiciones ambientales no causen evaporación rápida.

Este flujo es inevitable, generado sin influencia externa, tanto en el interior del concreto como emergido de él. Su origen se encuentra en la misma naturaleza del concreto.

Es importante anotar que la exudación, está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100 la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

Se conocen dos clases de exudación:

a)Exudación Normal.- Se caracteriza por el flujo uniforme del agua hacia arriba debido al asentamientos de los sólidos, y por el afloramiento del agua limpia sobre la parte superior del concreto.

b)Exudación Canalizada.- Se forma cuando el flujo de agua deja de ser uniforme en la masa de concreto fresco, para concentrarse en canales que a su vez se nutren de las áreas vecinas y aumentan aún mas la velocidad del flujo del agua. En estas condiciones el agua traslada sólidos en suspensión (particularmente cementos) dejando ductos que en el proceso de hidratación del cemento quedarán vacíos, dando origen a que se formen cráteres en las bocas de salida y que aparezca lechada de cemento en la parte del concreto.

La exudación canalizada es una forma de segregación severa y se tiene referencias que se forman cuando las velocidades iniciales exceden magnitudes del orden de 0,005 cm/min.

Se diferencian dos fases en el fenómeno de exudación:

a)Velocidad de exudación.- es medida por la velocidad inicial con la que el agua se acumula sobre la superficie del concreto.

b)Capacidad de exudación.- es medido por el volumen total de agua que aflora a la superficie del concreto (ver Cuadro N° IV.4).

4.7 Tiempo de Fraguado

Nos determina la velocidad de endurecimiento que experimenta una muestra de mortero de la mezcla de concreto, desde el contacto inicial agua / cemento.

Este método de ensayo, es válido para con concretos con asentamientos superior a cero, por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada; así, se considera la fragua inicial y final cuando la presión de penetración sea de 500 lb/pulg² (35Kg/cm²) y 4,000 lb/pulg²(250 Kg/cm²) respectivamente.

Arbitrariamente se ha dividido el fraguado en 2 periodos:

- El fraguado inicial, se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla.
- El fraguado final, se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla como lógica consecuencia del aumento de su resistencia.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de aluminato tricálcico (AC3) del cemento, finura del cemento, relación a/c, temperatura y humedad del ensayo.

Control de Tiempo de Endurecimiento

Este control tiene una trascendencia muy importante en obra por cuanto nos da la pauta del tiempo que se dispone en el proceso constructivo para las operaciones de colocación y acabado, sin embargo en nuestro medio rara vez se mide o se especifica su medición, optándose por fijar tiempos limites para el uso del concreto desde su mezclado que en la mayor parte de los casos no concuerdan con la realidad.

Son comunes las discusiones en obra entre el supervisor y el contratista sobre la habilidad del concreto a ser usado luego de transcurrido el tiempo especificado, por el desconocimiento de una prueba muy simple establecida por la norma ASTM C-403.

La prueba consiste en separar el mortero de una muestra de concreto tamizándolo por la malla N° 4 y colocándolo en un recipiente de por lo menos 6'' de dimensión lateral y 6'' de altura. Se puede utilizar para la medición un penetrómetro de resorte, que permite medir la fuerza por unidad de área aplicada a la superficie del concreto para una penetración de 1'' o una varilla de acero de 1/8'' a la cual se le colocan pesas concéntricas de modo que el conjunto pese 6.13 lb. El tiempo de inicio del endurecimiento se obtiene cuando se necesita aplicar una presión de 500 lb /plg² para conseguir una penetración de 1'', lo que equivale a que la varilla de 1/8'' con 6.13 lb de peso consiga lo mismo. El fraguado final se obtiene para una presión de 4,000 lb/plg² con 1'' de penetración, pero para fines prácticos el inicio de endurecimiento tiene mayor utilidad. El coeficiente de variación que establece la norma para un mismo operador es de 7.1% en el tiempo de inicio de endurecimiento y de 4.7 % para el fin de endurecimiento.

Se adjunta a esta investigación vistas del proceso del control tiempo de endurecimiento (ver Cuadro IV.5 y Anexos : Varios).

4.8 Resultados de los ensayos

A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos para cada ensayo realizado con el concreto en estado fresco.

Los resultados del ensayo para cada una de las relaciones se muestran en los Cuadros siguientes:

CUADRO N° IV.1

ENSAYO PESO UNITARIO COMPACTADO CONCRETO FRESCO

a / c	Peso del molde (kg)	Volumen del molde (m ³) 1 pie ³	Peso del molde +concreto compactado (kg)	Peso del concreto compactado (kg)	Peso Unitario Comp. del Concreto Fresco(kg/m ³)
0.60	9.40	0.014158	24.00	33.40	2,359.1
0.65	9.40	0.014158	23.69	33.09	2,337.5
0.70	9.40	0.014158	23.23	32.63	2,304.5

Los ensayos se realizaron para un diseño de mezcla utilizando r_f óptimo = 44%.

CUADRO N° IV.2**ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO**

Se realizaron los ajustes necesarios en el diseño de mezclas obteniendo para cada relación agua / cemento los siguientes asentamientos:

a / c	Slump (pulg.)	Observaciones
0.60	3.48	Trabajable
0.65	3.50	Trabajable
0.70	3.51	Trabajable

CUADRO N° IV.3**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE**

a / c	Contenido de aire (%)
0.60	1.9
0.65	1.6
0.70	1.4

CUADRO N° IV.4**ENSAYO DE EXUDACIÓN**

a /c	Exudación (%)
0.60	2.42
0.65	2.35
0.70	1.83

CUADRO N° IV.5**CONTROL DE TIEMPO DE ENDURECIMIENTO****Mezcla Patrón, relación a/c = 0.60**

Hora de inicio	Tiempo (hr)	Temp. Ambiente °C	Temp. Mortero °C	Penetración (pulg)
11:00 a.m.	0.0	33	28	>1"
12:00 a.m.	1h	35	31	>1"
13:00 a.m.	2h	36	32	>1"
13:10 a.m.	2h 10'	36	32	=1"
14:00 p.m.	2h 40'	35	31	<1"

Mezcla Patrón, relación a/c = 0.65

Hora de inicio	Tiempo (hr)	Temp. Ambiente °C	Temp. Mortero °C	Penetración (pulg)
10:00 a.m.	0.0	32	27	>1''
11:00 a.m.	1h	33	28	>1''
12:00 a.m.	2h	35	28	>1''
12:20 a.m.	2h 20'	35	30	=1''
13:00 p.m.	3h	34	31	<1''

Mezcla Patrón, relación a/c = 0.70

Hora de inicio	Tiempo (hr)	Temp. Ambiente °C	Temp. Mortero °C	Penetración (pulg)
10:00 a.m.	0.0	32	30	>1''
11:00 a.m.	1h	34	31	>1''
12:00 a.m.	2h	35	32	>1''
12:35 a.m.	2h 35'	35	32	=1''
14:00 p.m.	3h	32	31	<1''

El tiempo de fragua inicial es cuando la penetración logra ser igual a 1'' que equivale a 500 lb/pulg², para fines prácticos el inicio de endurecimiento tiene mayor utilidad.

CAPITULO V

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON Y SIN CURADOR

CAPITULO V

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON Y SIN CURADOR

5.1 Generalidades

La característica fundamental que define la calidad de un buen concreto, radica principalmente en su resistencia a la compresión. Si bien es obvio que esta propiedad no es la única propiedad relevante del concreto, utilizarla como medida única de la calidad no es del todo inapropiado ya que diversas características del material algunas tan deseables como su durabilidad o su impermeabilidad, están directamente ligadas a la resistencia.

Las influencias más importantes en la resistencia del concreto son: la finura del cemento, la relación agua / cemento, la compactación y el curado.

Debido a que el concreto está destinado a soportar principalmente esfuerzos de compresión, la propiedad de resistencia a la compresión posee suma importancia en la determinación de la calidad del concreto con su consecuente aceptación o rechazo.

5.2 Concreto Tipos

El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua y agregados fino y grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado.

También podemos definir, el concreto como un material formado en la humedad y a temperatura ambiente, de constitución básicamente heterogénea.

El concreto es un material a tres fases: la fase sólida, constituida por los agregados y el cemento, actúa de diferente forma. En el material grueso predomina la acción de pesantez, mientras que el cemento y los muy finos tienen actividad superficial. El agua, indispensable para la trabajabilidad y la hidratación del cemento, transcurre por los capilares y modifica la situación del concreto. Finalmente, el aire afecta la resistencia del material.

Concreto Normales, son aquellos que usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm² de donde lo dividiremos en tres partes de acuerdo al usado en nuestro país como son:

Concreto de Alta Resistencia, son aquellos cuya resistencia a la compresión esta comprendido entre 280 a 420 kg/cm², son usados para obras de arte o cuando se quiere obtener determinadas resistencias a edades tempranas.

Concreto de Mediana Resistencia, son los más usados en todo tipo de construcciones, desde sardineles hasta edificios y está comprendido entre 175 y 245 kg/cm².

Concretos de Baja Resistencia, son aquellos que están comprendidos entre 40 a 140 kg/cm², y son usados desde solados hasta veredas.

Concretos de Densidad Controlada, son aquellos usados, para reemplazar al material de cantera usados para rellenar en excavaciones de obras de agua y alcantarillado que requieren una determinada densidad para ser aceptados. La resistencia a la compresión del concreto esta entre 10 a 30 kg/cm².

.3 Importancia de la resistencia del concreto

Como se sabe, el concreto es un material de buena resistencia en compresión y de muy baja resistencia en tracción.

Por otro lado, el acero de construcción es un material con buena resistencia en tracción y también válido para aportar resistencia en compresión si está colocado dentro del concreto, controlando su efecto de pandeo local.

De ahí pues que el concreto armado se considere como un material de construcción muy bueno para resistir compresiones y tracciones, que son los esfuerzos principales que se presentan en los diferentes elementos estructurales.

La obtención en obra de una determinada resistencia del concreto influirá entonces directamente en la seguridad de la estructura ya que para realizar el diseño de sus diferentes elementos, el proyectista ha considerado la resistencia de los materiales constituyentes.

Sin embargo las consideraciones que se hacen en los diseños de manera de obtener un comportamiento dúctil evitando determinados tipos de fallas, hace que el nivel de la resistencia del concreto sea más importante en determinados elementos. Así, si se estudia la influencia de la resistencia del concreto en elementos sometidos a flexión (losas, vigas, escaleras) se concluye que una disminución en su resistencia no afecta en forma directamente proporcional la resistencia final del elemento.

Estudiando la influencia de la calidad del concreto en elementos sometidos a flexo – compresión, como es el caso de columnas, se encuentra en cambio que está es mucho más importante, obteniéndose resistencias finales en los elementos estructurales, incluso menores a lo que podría considerar aplicando directamente la proporción entre la resistencia del concreto y la considerada en el diseño.

Por tanto, el constructor debe tener cuidado especial en las columnas, sin que esto signifique descuidar la calidad en los techos y vigas, ya que se debe recordar que la resistencia del concreto refleja también una serie de propiedades adicionales como son el Módulo de Elasticidad, el esfuerzo resistente al corte, el esfuerzo al aplastamiento, la densidad y otros, que afectan las condiciones de servicio como son el control de deflexiones y la fisuración.

5.4 Resistencia a la compresión (edad = 7,14,28 y 42 días)

La manera tradicional y práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones, consiste en moldear probetas con el concreto

empleado en obra, que luego son llevadas a rotura en una prensa, bajo cargas de compresión, la cual se juzga la calidad del concreto.

La determinación de la resistencia a la compresión se efectúa siguiendo procedimientos estandarizados, que consiste en someter a carga uniaxial y monotónica creciente a testigos cilíndricos 6” de diámetro por 12” de altura elaborados de una muestra de concreto y medir sus resistencias máximas.

De acuerdo con la especificación ASTM C-39 “Método para probar cilindros moldeados de concreto, para resistencia a compresión” para esta investigación se ha realizado varios testigos con la finalidad de evaluar su comportamiento en los días antes indicado con la finalidad de medir su resistencia y el comportamiento de la mezcla ejecutada.

La resistencia a la compresión se obtiene:

$$f'_c = p / A$$

Donde:

f'_c = Resistencia a la compresión (kg/cm²)

p = Carga de rotura (Kg)

A – Area de la sección transversal del cilindro (cm²)

Los ensayos de ensayos muestran la dispersión del concreto debido a la heterogeneidad de sus constituyentes y a las condiciones propias de los procesos de mezcla, transporte y colocación.

Para obtener una resistencia representativa, la norma determina los procedimientos a seguir en cada etapa de la preparación de las probetas y el reglamento de construcciones señala el tamaño y número de la muestra de ensayo.

Conviene efectuar correctamente el proceso de muestreo, preparación y curado de probetas para evitar resultados erróneos de resistencia, que puedan llevar al cuestionamiento de la calidad del concreto, la posible paralización de la obra y un dilatado proceso de evaluación.

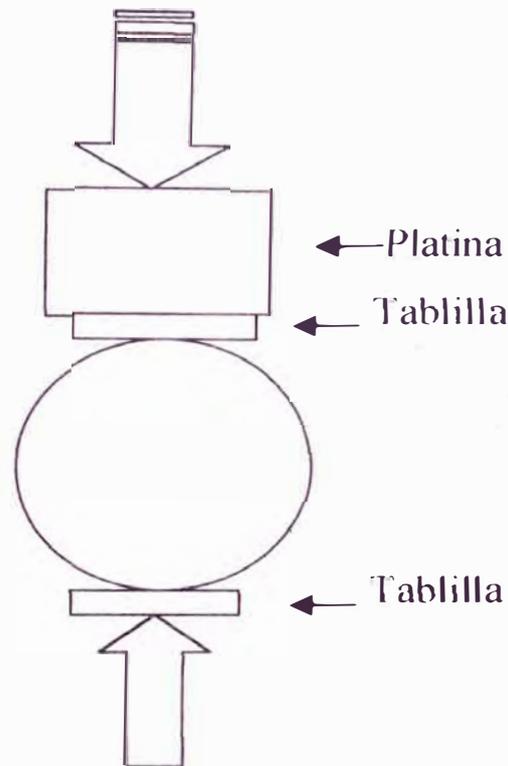
Para este ensayo se prepararon un total de 180 probetas para las edades de 7,14,28 y 42 días. Se experimentó en las 3 relaciones a/c en las 4 condiciones de curado planteadas.

5.5 Resistencia por compresión diametral

La resistencia a la tracción del concreto es una forma de comportamiento de gran interés para el diseño y control de calidad en todo tipo de obras y en especial las estructuras hidráulicas y de pavimentación. Sin embargo en razón de que los métodos de ensayo a la tracción aparecen tardíamente, en la década de los cincuenta, la resistencia a la compresión mantiene su hegemonía como indicador de la calidad, principalmente por el largo tiempo de aplicación que ha permitido acumular valiosa experiencia.

El método de tracción directa si bien es representativo del comportamiento del concreto, requiere una operación compleja, por lo que se ha afirmado únicamente en el ámbito de los laboratorios.

El ensayo de tracción por hendimiento consiste en romper un cilindro de concreto, del tipo normalizado para el ensayo de compresión, entre los cabezales de una prensa, según generatrices opuestas (ver fig. siguiente).



Este método fue desarrollado con Lobo Carneiro y Barceles en Brasil en 1943, cuando verificaban el comportamiento del concreto, destinado a rellenar cilindros de acero a utilizarse en el desplazamiento de una antigua iglesia.

El estudio de la distribución de Tensiones principales de tracción y de compresión en una placa circular bajo la acción de las fuerzas diametralmente opuestas, distribuidas a lo largo de dos generatrices situadas en el mismo plano diametral (estado plano de deformaciones).

Al solicitar diametralmente por compresión un cilindro a lo largo de la generatriz, un elemento ubicado a una distancia “r” a una de las caras, queda sometido a un esfuerzo de compresión, que tiene como valor:

$$\sigma_1 = 2P / (\pi \cdot D \cdot L) \times \left[1 - D/r - 1/(1-r/D) \right]$$

Siendo P la fuerza total de la compresión y L la longitud del cilindro.

Esta tensión se incrementa partir del centro y tiende al infinito en la aproximación de las generatrices de contacto. Sin embargo en la práctica esto se produce en una banda de contacto con la platina de los cabezales de la máquina de ensayo, en un ancho “a” de donde resulta, una perturbación local y el valor máximo de la tensión principal de compresión es de:

$$P/a \cdot L$$

Además de todo lo largo del plano diametral donde están situadas las generatrices sobre las cuales actúa la compresión, las tensiones normales de tracción se distribuyen uniformemente y son iguales a:

$$\sigma_2 = 2P / (\pi \cdot L \cdot D)$$

Donde :

σ_2 = Resistencia a la Tracción (Kg/cm²)

P = Carga de la Rotura (Kg)

L = Longitud del Cilindro (cm)

D = Diámetro del Cilindro (cm)

Sin embargo la tensión principal de tracción decrece en la vecindad de la banda de contacto, resulta nula y cambia de signo, transformándose en una tensión de compresión. Estos valores son validos hasta el momento de la rotura que no se encuentra en el dominio de la teoría de la Elasticidad.

Pese a la existencia de una tensión principal de compresión la rotura se produce por separación según un plano normal a la tensión principal de tracción, en el momento que este alcanza el valor de la resistencia intrínseca del material, pues la resistencia a la tracción del concreto es generalmente cinco o seis veces menor que la de compresión.

Para este ensayo se prepararon 6 probetas para una edad de 28 días. Se experimentó en las 3 relaciones a/c en las 4 condiciones de curado planteadas, haciendo un total de 72 ensayos.

5.6 PROGRAMA DE ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO

Para los ensayos en el estado endurecido del concreto, se preparó un total de 252 probetas de medidas estándar y distribuidas de la siguiente manera:

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Edad (días)	Muestra sumergida en agua (und)	Con curador químico		Muestra expuesta al medio ambiente (und)	Total de Probetas elaboradas
		Muestra 1 capa	Muestra 2 capas		
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	6	6	6	6	24
42	3	3	3	3	12
Total de Probetas para 1 relación a/c (und)					60
Total de Probetas para 3 relaciones a/c (und)					180

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL.

Edad (días)	Muestra sumergida en agua (und)	Con curador químico		Muestra expuesta al medio ambiente (und)	Total de Probetas elaboradas
		Muestra 1 capa	Muestra 2 capas		
28	6	6	6	6	24
Total de Probetas para 1 relación a/c (und)					24
Total de Probetas para 3 relaciones a/c (und)					72

CAPITULO VI

CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS

CAPITULO VI

CUADROS DE RESULTADOS Y GRAFICOS

Los resultados obtenidos en la presente tesis; es producto de la elaboración de diseños de mezclas de concreto, basado en el método del comité ACI, para determinar los diseños de referencia o patrón. De donde se obtuvieron la cantidad total de agregados y sus porcentajes respectivos de cada uno que componen la unidad cúbica de concreto.

Los propósitos de las pruebas de resistencia del concreto son para determinar el cumplimiento de una especificación de resistencia y para medir la variabilidad del concreto. Deben aceptarse las variaciones en la resistencia del concreto, pero con toda confianza se puede producir concreto de la calidad adecuada si se mantiene un control apropiado, si se interpretan correctamente los resultados de las pruebas y si se toman en consideración sus limitaciones.

La resistencia no es, necesariamente el factor más crítico en el proporcionamiento de las mezclas de las mezclas de concreto ya que otros factores como la durabilidad o la impermeabilidad, pueden imponer relaciones agua / cemento más baja que aquellas que son necesarias para cumplir con los requisitos de resistencia. Sin embargo, la resistencia suele dar

una imagen general de la calidad del concreto, puesto que está directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento fraguada.

Los procedimientos estadísticos nos proporcionan medios valiosos para la evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia, y la información que se deriva de dichos procedimientos también sirve para reafirmar los criterios y las especificaciones del diseño.

Las prácticas de construcción pueden ocasionar variaciones en la resistencia debido a un mezclado inadecuado, a una compactación, a los retrasos y a un curado incorrecto, las cuales no se reflejan en las muestras que se fabrican y almacenan en condiciones estándar.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión y tracción diametral del concreto fueron realizadas a las edades de 7,14,28 y 42 días, la cual muestran la influencia del curado sobre la resistencia del concreto, dependiendo en gran medida de la relación agua / cemento.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA**A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO****EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO**

CUADRO	TIPO DE CURADO	RELACION A / C
VI.1.1	Sumergido en agua (Patrón)	0.60
VI.1.2	Sumergido en agua (Patrón)	0.65
VI.1.3	Sumergido en agua (Patrón)	0.70
VI.1.4	Con una capa de "Kurez QS"	0.60
VI.1.5	Con una capa de "Kurez QS"	0.65
VI.1.6	Con una capa de "Kurez QS"	0.70
VI.1.7	Con dos capas de "Kurez QS"	0.60
VI.1.8	Con dos capas de "Kurez QS"	0.65
VI.1.9	Con dos capas de "Kurez QS"	0.70
VI.1.10	Expuesto al medio ambiente	0.60
VI.1.11	Expuesto al medio ambiente	0.65
VI.1.12	Expuesto al medio ambiente	0.70

CUADRO N° VI.1.1

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.1	179.08	39,500	38,759	216.44	221.07
2	7	14.9	174.37	41,000	40,198	230.54	
3	7	15.2	181.46	40,000	39,239	216.24	
4	14	15.0	176.71	42,400	41,540	235.07	235.89
5	14	15.2	181.46	43,200	42,307	233.15	
6	14	15.1	179.08	43,800	42,882	239.46	
7	28	14.9	174.37	47,500	46,430	266.28	265.17
8	28	15.2	181.46	48,200	47,101	259.57	
9	28	15.0	176.71	49,400	48,252	273.05	
10	28	15.2	181.46	48,100	47,006	259.04	
11	28	15.1	179.08	48,600	47,485	265.16	
12	28	14.9	174.37	47,800	46,718	267.93	
13	42	15.1	179.08	52,600	51,320	286.58	286.94
14	42	15.2	181.46	53,100	51,800	285.46	
15	42	15.0	176.71	52,300	51,033	288.79	

Observaciones :

T° concreto = 28°C
 T° ambiente = 31°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.2

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 \cdot X + 884.28$	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.2	181.46	38,400	37,705	207.79	208.24
2	7	15.1	179.08	38,000	37,321	208.41	
3	7	14.9	174.37	37,000	36,362	208.54	
4	14	15.1	179.08	41,300	40,485	226.08	226.03
5	14	15.0	176.71	40,400	39,622	224.22	
6	14	14.9	174.37	40,500	39,718	227.79	
7	28	15.2	181.46	47,000	45,951	253.23	255.02
8	28	15.2	181.46	47,000	45,951	253.23	
9	28	14.9	174.37	45,400	44,417	254.73	
10	28	15.0	176.71	46,000	44,992	254.60	
11	28	15.2	181.46	47,200	46,143	254.29	
12	28	15.0	176.71	47,000	45,951	260.03	
13	42	14.9	174.37	49,400	48,252	276.73	277.23
14	42	15.2	181.46	51,400	50,170	276.48	
15	42	15.0	176.71	50,400	49,211	278.48	

Observaciones :

T° concreto = 24°C

T° ambiente = 27°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.3

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CURADO SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Dias)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.2	181.46	37,100	36,458	200.92	200.02
2	7	15.2	181.46	37,000	36,362	200.39	
3	7	15.1	179.08	36,200	35,595	198.77	
4	14	15.0	176.71	38,800	38,088	215.53	216.22
5	14	14.9	174.37	39,000	38,280	219.54	
6	14	15.2	181.46	39,500	38,759	213.60	
7	28	15.0	176.71	44,900	43,937	248.63	249.14
8	28	15.0	176.71	45,300	44,321	250.80	
9	28	15.2	181.46	46,100	45,088	248.47	
10	28	15.1	179.08	46,100	45,088	251.78	
11	28	14.9	174.37	43,700	42,787	245.38	
12	28	14.9	174.37	44,500	43,554	249.78	
13	42	15.1	179.08	48,700	47,581	265.70	265.41
14	42	15.2	181.46	49,300	48,156	265.38	
15	42	15.1	179.08	48,600	47,485	265.16	

Observaciones :

T° concreto = 26°C

T° ambiente = 30°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO.UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.4

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Dias)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 \cdot X + 884.28$	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.2	181.46	37,600	36,937	203.56	197.87
2	7	15.2	181.46	35,800	35,212	194.05	
3	7	15.0	176.71	35,200	34,636	196.00	
4	14	15.1	179.08	39,000	38,280	213.76	215.02
5	14	14.9	174.37	37,800	37,129	212.94	
6	14	15.2	181.46	40,400	39,622	218.35	
7	28	15.0	176.71	44,400	43,458	245.92	247.01
8	28	15.2	181.46	45,000	44,033	242.66	
9	28	14.9	174.37	44,600	43,650	250.33	
10	28	15.2	181.46	45,200	44,225	243.72	
11	28	15.0	176.71	45,200	44,225	250.26	
12	28	15.0	176.71	45,000	44,033	249.18	
13	42	15.2	181.46	49,200	48,060	264.86	265.16
14	42	15.1	179.08	48,600	47,485	265.16	
15	42	15.0	176.71	48,000	46,910	265.45	

Observaciones :

T° concreto = 28°C
 T° ambiente = 31°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.5

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.1	179.08	33,000	32,527	181.63	
2	7	15.2	181.46	33,000	32,527	179.25	
3	7	15.2	181.46	33,400	32,910	181.37	180.75
4	14	15.1	179.08	36,500	35,883	200.37	
5	14	15.2	181.46	36,800	36,170	199.33	
6	14	15.1	179.08	36,000	35,403	197.70	199.13
7	28	15.0	176.71	40,800	40,006	226.39	
8	28	15.0	176.71	41,600	40,773	230.73	
9	28	15.1	179.08	42,200	41,348	230.89	
10	28	14.9	174.37	41,000	40,198	230.54	
11	28	15.2	181.46	41,900	41,061	226.28	
12	28	15.2	181.46	42,200	41,348	227.87	228.78
13	42	15.1	179.08	46,200	45,184	252.31	
14	42	15.2	181.46	47,000	45,951	253.23	
15	42	14.9	174.37	45,200	44,225	253.63	253.06

Observaciones :

T° concreto = 28°C
 T° ambiente = 32°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.6

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.0	176.71	31,600	31,184	176.47	177.06
2	7	15.1	179.08	32,200	31,760	177.35	
3	7	15.1	179.08	32,200	31,760	177.35	
4	14	15.2	181.46	34,600	34,061	187.71	190.22
5	14	14.9	174.37	34,200	33,677	193.14	
6	14	15.2	181.46	35,000	34,444	189.82	
7	28	14.9	174.37	38,800	38,088	218.44	218.35
8	28	15.1	179.08	39,800	39,047	218.04	
9	28	15.1	179.08	39,800	39,047	218.04	
10	28	15.0	176.71	39,400	38,663	218.79	
11	28	15.2	181.46	40,400	39,622	218.35	
12	28	14.9	174.37	38,800	38,088	218.44	
13	42	15.2	181.46	44,000	43,074	237.38	239.62
14	42	15.0	176.71	43,400	42,499	240.49	
15	42	14.9	174.37	42,900	42,019	240.98	

Observaciones :

T° concreto = 27°C

T° ambiente = 30°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.7

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.0	176.71	37,200	36,554	206.85	207.02
2	7	15.1	179.08	37,700	37,033	206.80	
3	7	15.0	176.71	37,300	36,650	207.40	
4	14	14.9	174.37	40,000	39,239	225.04	220.23
5	14	15.2	181.46	40,200	39,431	217.30	
6	14	15.2	181.46	40,400	39,622	218.35	
7	28	14.9	174.37	44,800	43,841	251.43	251.15
8	28	15.0	176.71	45,800	44,800	253.52	
9	28	15.2	181.46	46,600	45,567	251.12	
10	28	15.2	181.46	46,200	45,184	249.00	
11	28	15.1	179.08	46,000	44,992	251.24	
12	28	15.2	181.46	46,500	45,471	250.59	
13	42	15.0	176.71	48,200	47,101	266.54	268.34
14	42	14.9	174.37	48,000	46,910	269.03	
15	42	15.1	179.08	49,400	48,252	269.45	

Observaciones :

T° concreto = 26°C
 T° ambiente = 29°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.8

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Dias)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2 / 4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.0	176.71	33,800	33,294	188.40	189.03
2	7	15.2	181.46	34,400	33,869	186.65	
3	7	14.9	174.37	34,000	33,486	192.04	
4	14	15.2	181.46	37,400	36,746	202.50	203.05
5	14	15.1	179.08	37,000	36,362	203.05	
6	14	15.1	179.08	37,100	36,458	203.59	
7	28	15.0	176.71	42,800	41,924	237.24	236.30
8	28	14.9	174.37	42,000	41,156	236.03	
9	28	15.2	181.46	43,600	42,691	235.26	
10	28	15.1	179.08	43,100	42,211	235.71	
11	28	15.2	181.46	44,000	43,074	237.38	
12	28	15.0	176.71	42,600	41,732	236.15	
13	42	15.0	176.71	46,200	45,184	255.69	257.36
14	42	15.2	181.46	47,800	46,718	257.46	
15	42	15.0	176.71	46,800	45,759	258.94	

Observaciones :

T° concreto = 27°C
 T° ambiente = 31°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.9

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	14.9	174.37	32,900	32,431	185.99	
2	7	15.2	181.46	33,800	33,294	183.48	
3	7	15.1	179.08	33,400	32,910	183.78	184.42
4	14	15.1	179.08	35,400	34,828	194.48	
5	14	15.0	176.71	35,000	34,444	194.92	
6	14	14.9	174.37	35,400	34,828	199.74	196.38
7	28	15.2	181.46	41,600	40,773	224.70	
8	28	15.1	179.08	40,800	40,006	223.40	
9	28	15.0	176.71	40,800	40,006	226.39	
10	28	15.1	179.08	40,600	39,814	222.33	
11	28	14.9	174.37	40,000	39,239	225.04	
12	28	15.2	181.46	41,900	41,061	226.28	224.69
13	42	15.2	181.46	46,000	44,992	247.95	
14	42	15.0	176.71	45,200	44,225	250.26	
15	42	15.2	181.46	45,200	44,225	243.72	247.31

Observaciones :

T° concreto = 28°C
 T° ambiente = 30°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.10

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	14.9	174.37	32,400	31,951	183.24	179.41
2	7	15.2	181.46	33,100	32,623	179.78	
3	7	15.1	179.08	31,800	31,376	175.21	
4	14	15.0	176.71	35,600	35,020	198.17	201.79
5	14	15.1	179.08	36,900	36,266	202.52	
6	14	15.0	176.71	36,800	36,170	204.68	
7	28	14.9	174.37	41,000	40,198	230.54	230.81
8	28	15.2	181.46	42,600	41,732	229.98	
9	28	15.1	179.08	42,200	41,348	230.89	
10	28	14.9	174.37	41,400	40,581	232.74	
11	28	15.0	176.71	41,800	40,965	231.81	
12	28	15.2	181.46	42,400	41,540	228.92	
13	42	15.0	176.71	44,600	43,650	247.01	245.17
14	42	14.9	174.37	43,400	42,499	243.73	
15	42	15.2	181.46	45,400	44,417	244.78	

Observaciones :

T° concreto = 30°C
 T° ambiente = 31°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.11

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Dias)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.0	176.71	29,000	28,691	162.36	
2	7	15.0	176.71	28,800	28,500	161.27	
3	7	15.2	181.46	29,300	28,979	159.70	161.11
4	14	15.1	179.08	33,000	32,527	181.63	
5	14	15.2	181.46	33,200	32,718	180.31	
6	14	15.0	176.71	32,800	32,335	182.98	181.64
7	28	14.9	174.37	38,300	37,609	215.69	
8	28	14.9	174.37	38,200	37,513	215.14	
9	28	15.0	176.71	38,900	38,184	216.08	
10	28	15.2	181.46	39,800	39,047	215.18	
11	28	15.1	179.08	39,200	38,472	214.83	
12	28	15.2	181.46	39,700	38,951	214.66	215.26
13	42	14.9	174.37	41,100	40,294	231.09	
14	42	15.2	181.46	42,400	41,540	228.92	
15	42	14.9	174.37	41,000	40,198	230.54	230.18

Observaciones :

T° concreto = 26°C
 T° ambiente = 29°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.1.12

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
--

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAMETRO D (cm)	AREA $\pi \cdot D^2/4$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	F'C (rotura) (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	7	15.1	179.08	27,500	27,253	152.18	152.23
2	7	15.0	176.71	27,100	26,869	152.05	
3	7	14.9	174.37	26,800	26,582	152.45	
4	14	15.2	181.46	31,800	31,376	172.91	172.38
5	14	14.9	174.37	30,400	30,034	172.24	
6	14	15.1	179.08	31,200	30,801	172.00	
7	28	15.2	181.46	35,600	35,020	192.99	194.05
8	28	14.9	174.37	34,200	33,677	193.14	
9	28	15.0	176.71	34,800	34,253	193.83	
10	28	15.1	179.08	35,400	34,828	194.48	
11	28	15.2	181.46	36,100	35,499	195.63	
12	28	14.9	174.37	34,400	33,869	194.24	
13	42	15.1	179.08	37,900	37,225	207.87	209.21
14	42	15.0	176.71	37,600	36,937	209.02	
15	42	14.9	174.37	37,400	36,746	210.74	

Observaciones :

T° concreto = 28°C
 T° ambiente = 30°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICOS : RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA**A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO****EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO****-GRAFICOS-**

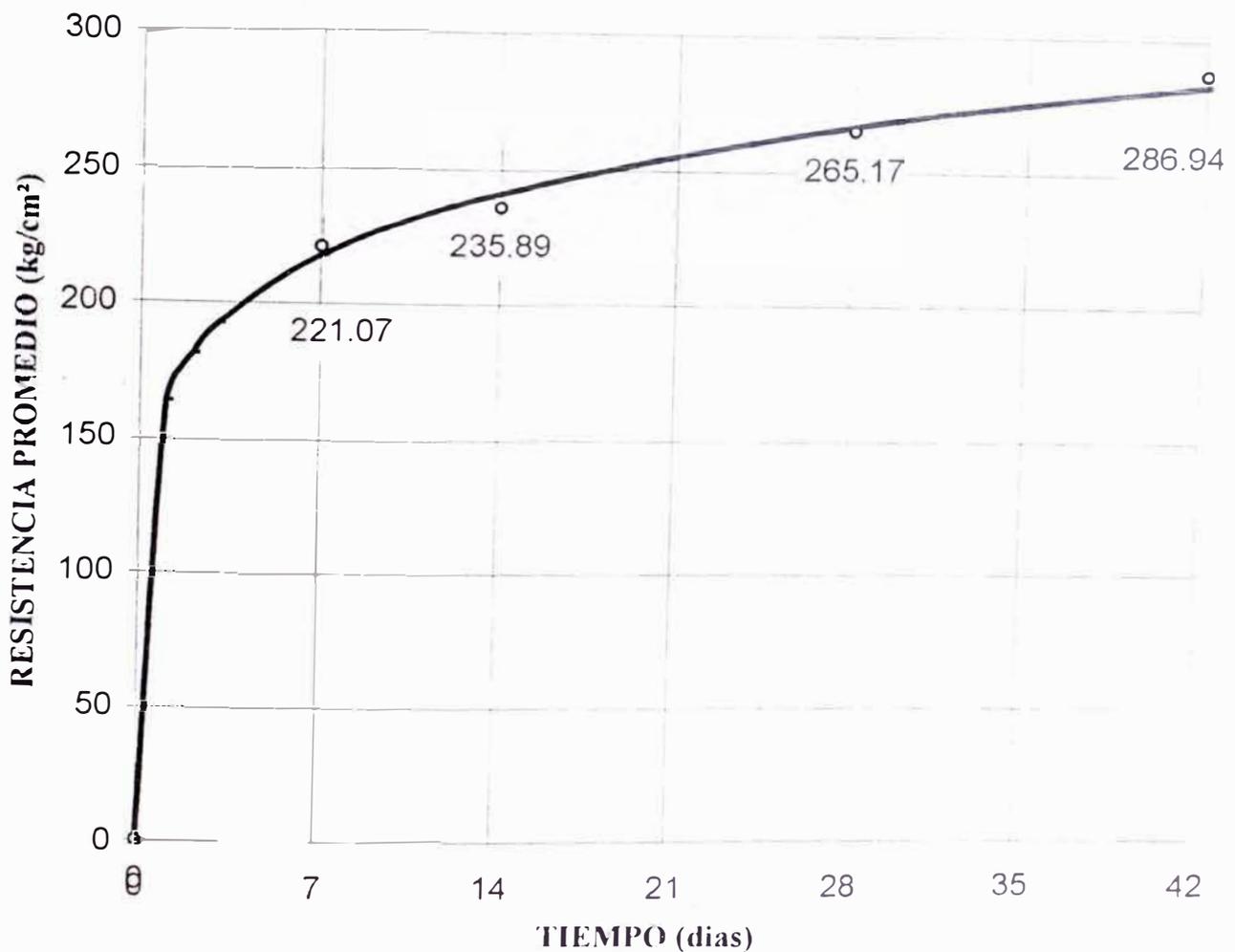
GRAFICO	TIPO DE CURADO	RELACION A / C
VI.1.1	Sumergido en agua (Patrón)	0.60
VI.1.2	Sumergido en agua (Patrón)	0.65
VI.1.3	Sumergido en agua (Patrón)	0.70
VI.1.4	Con una capa de "Kurez QS"	0.60
VI.1.5	Con una capa de "Kurez QS"	0.65
VI.1.6	Con una capa de "Kurez QS"	0.70
VI.1.7	Con dos capas de "Kurez QS"	0.60
VI.1.8	Con dos capas de "Kurez QS"	0.65
VI.1.9	Con dos capas de "Kurez QS"	0.70
VI.1.10	Expuesto al medio ambiente	0.60
VI.1.11	Expuesto al medio ambiente	0.65
VI.1.12	Expuesto al medio ambiente	0.70

GRAFICO N° VI.1.1

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



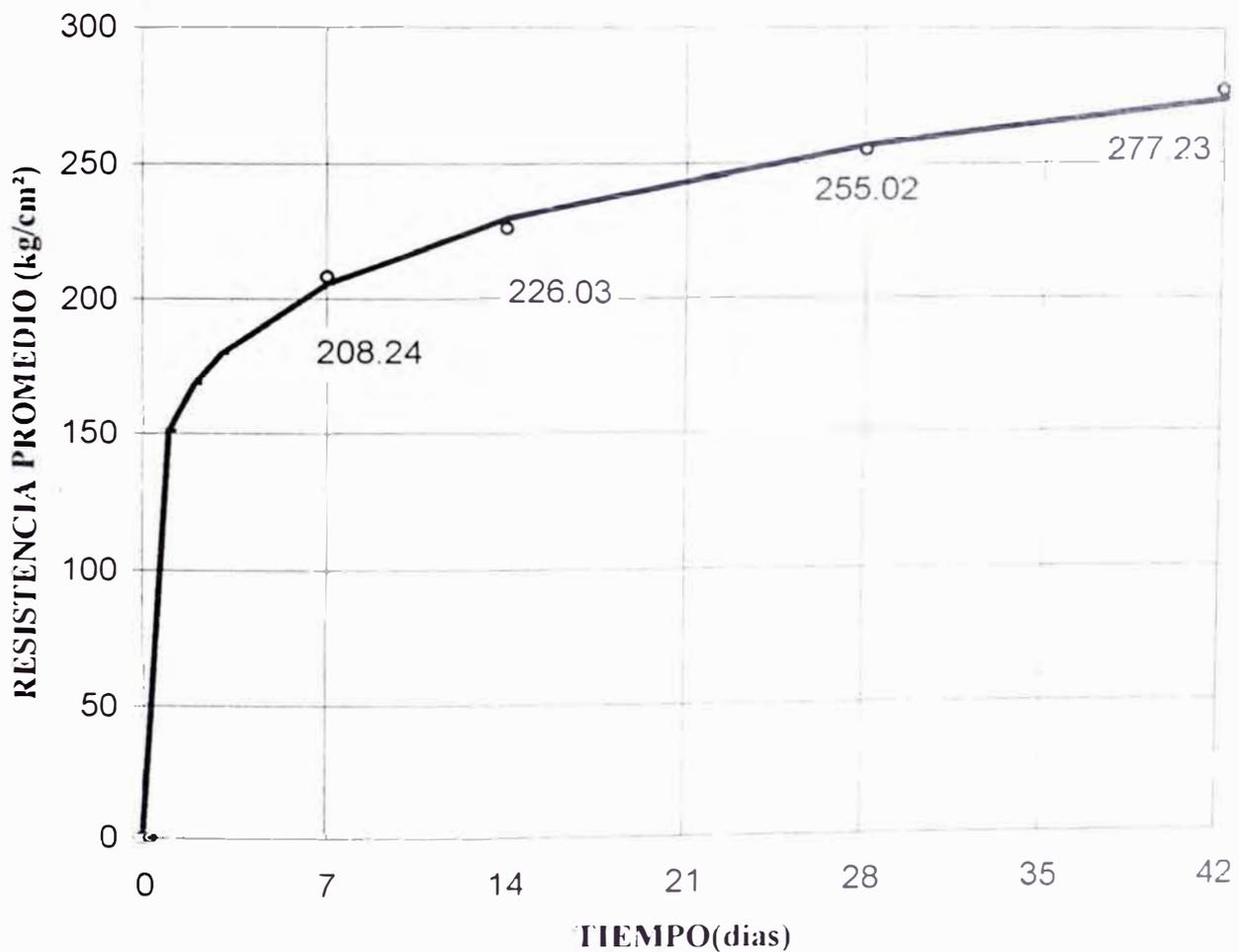
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.2

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



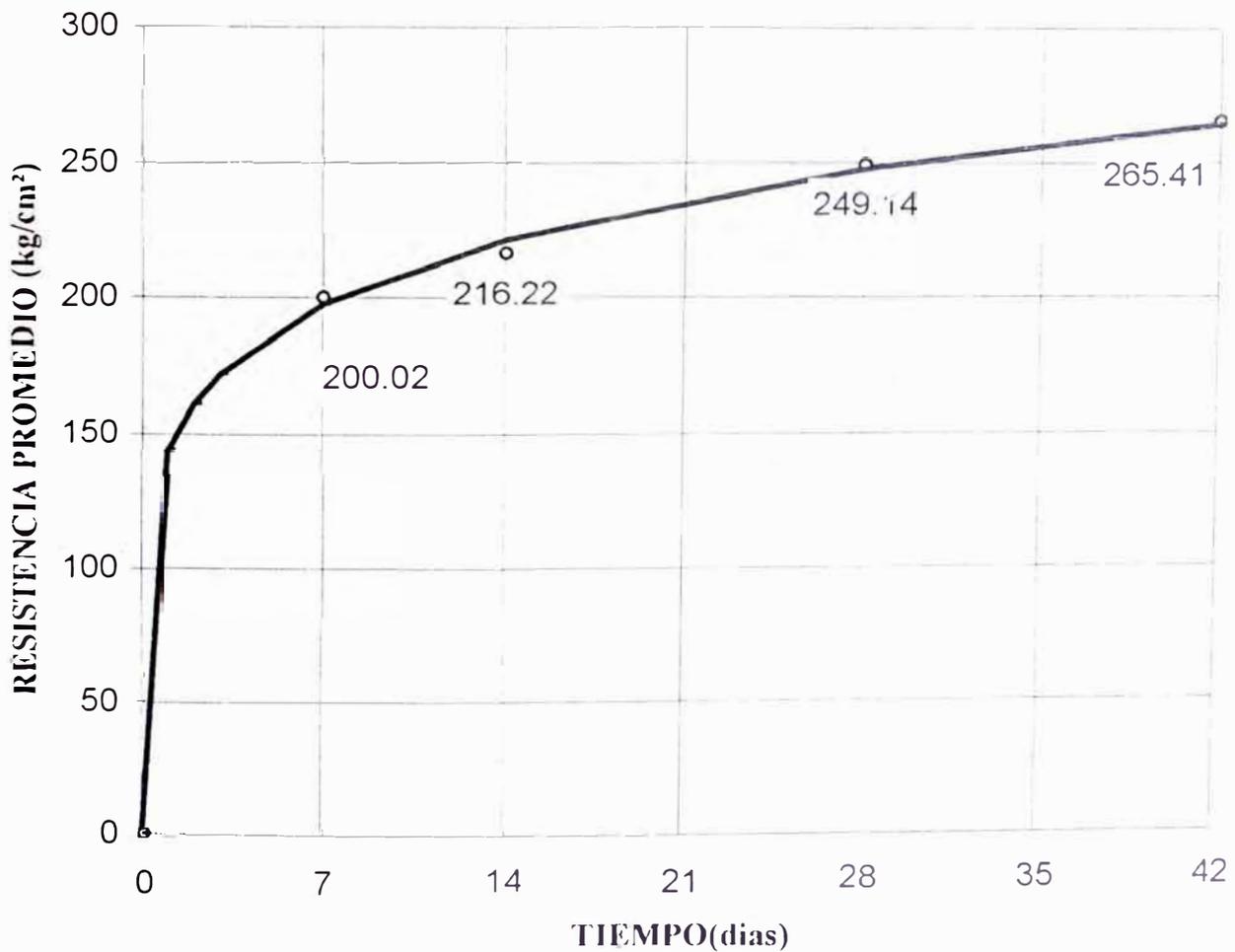
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.3

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

CARACTERISTICA : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



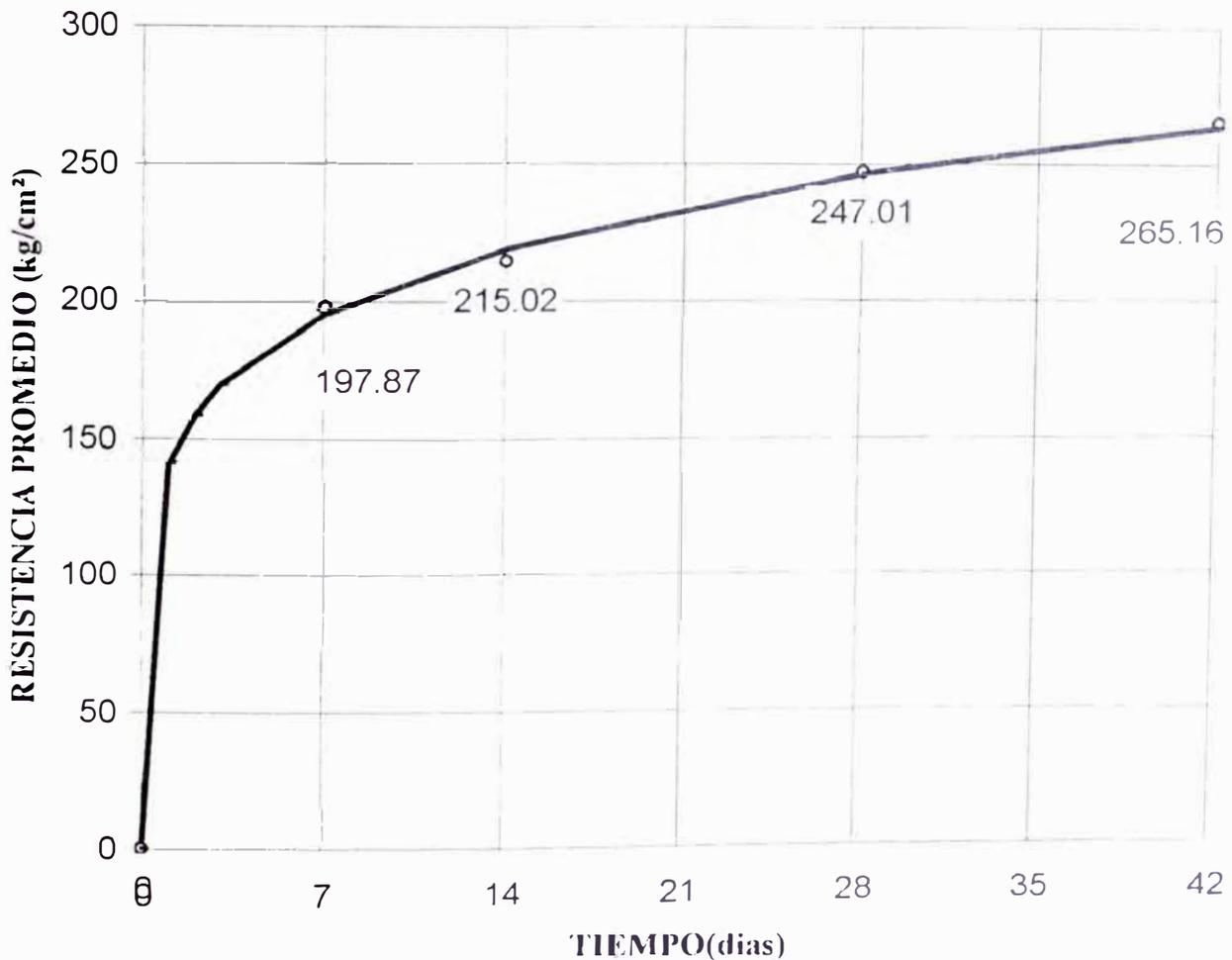
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.4

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE " KUREZ QS "



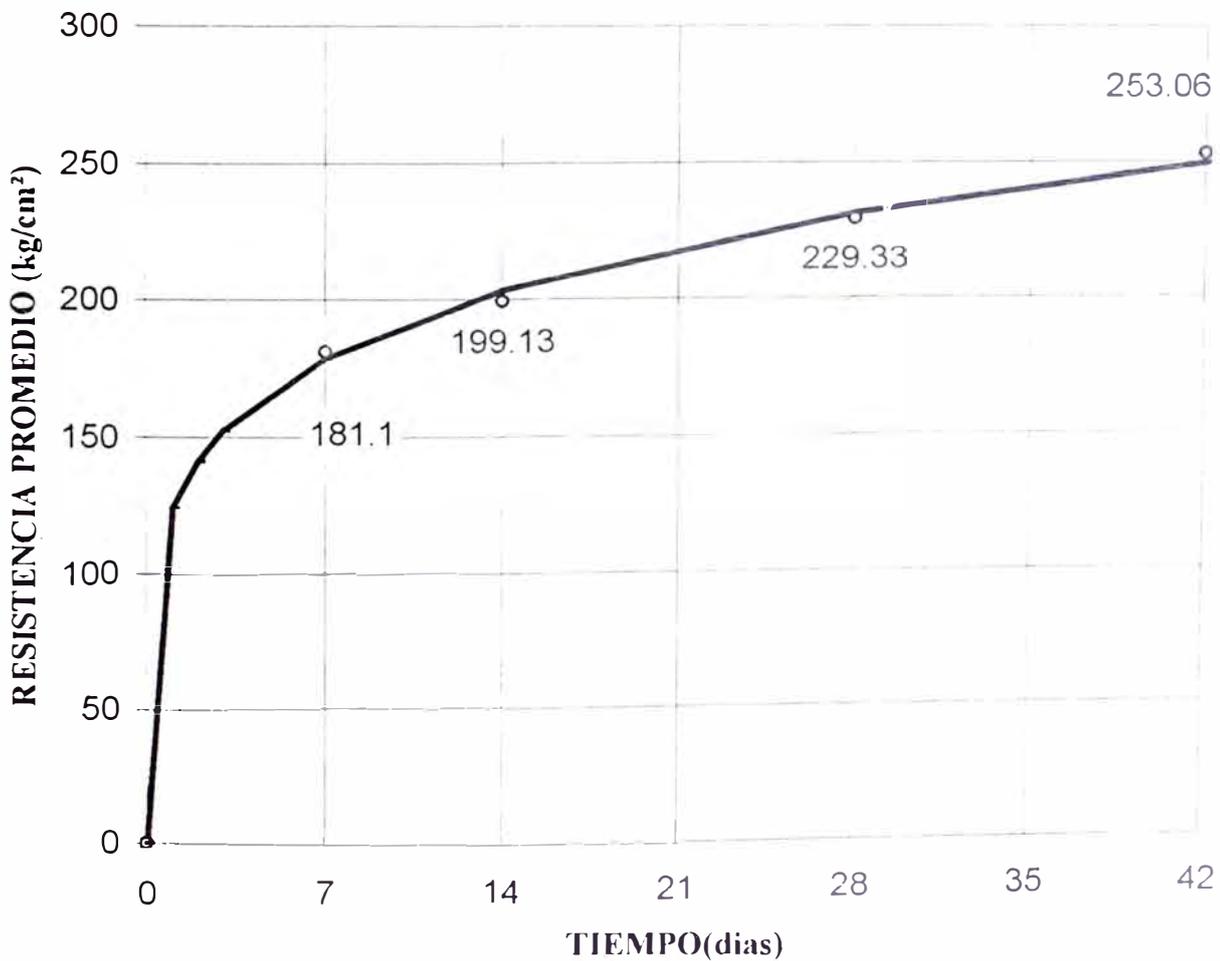
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.5

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE " KUREZ QS "



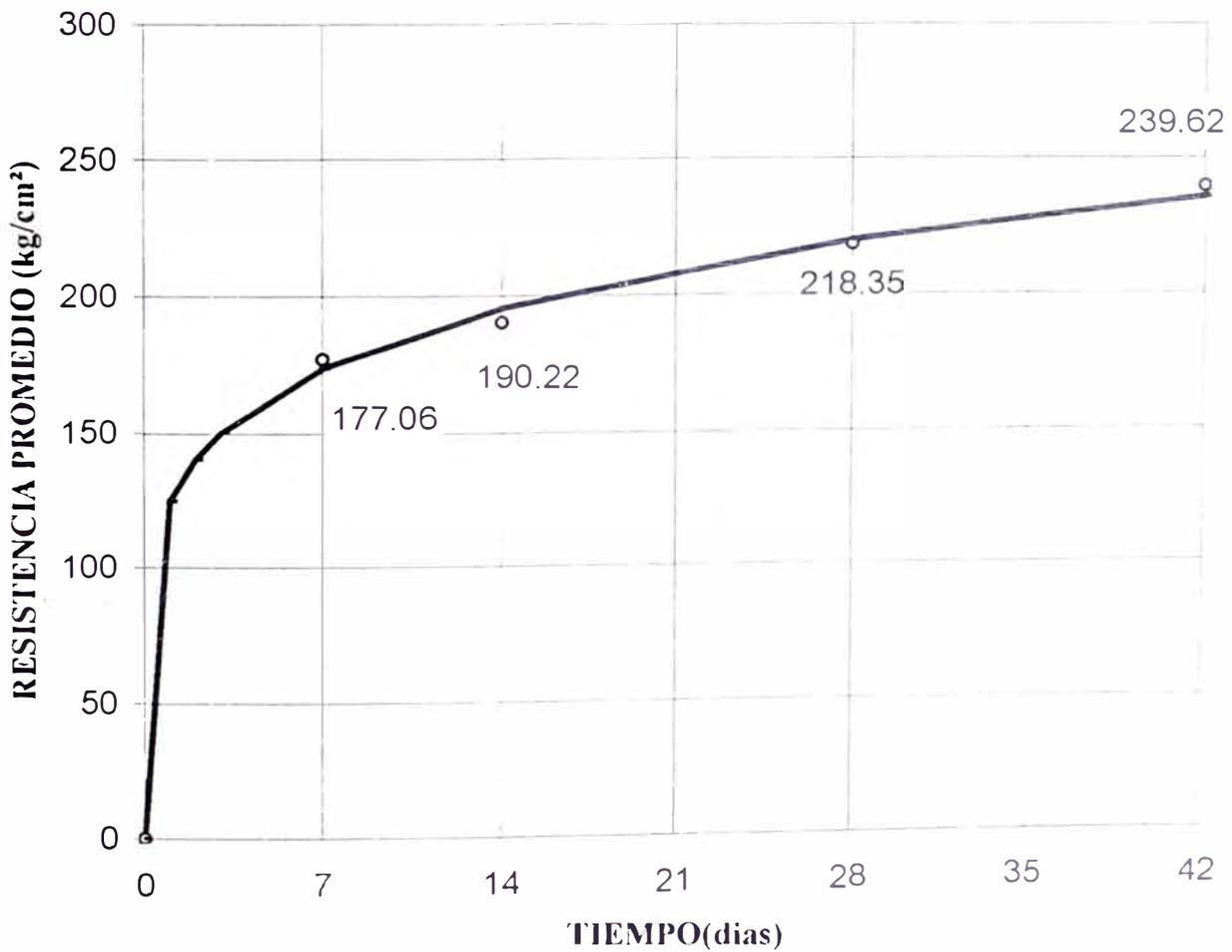
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA^NA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZON^NAS"

GRAFICO N° VI.1.6

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO: CON UNA CAPA DE " KUREZ QS "



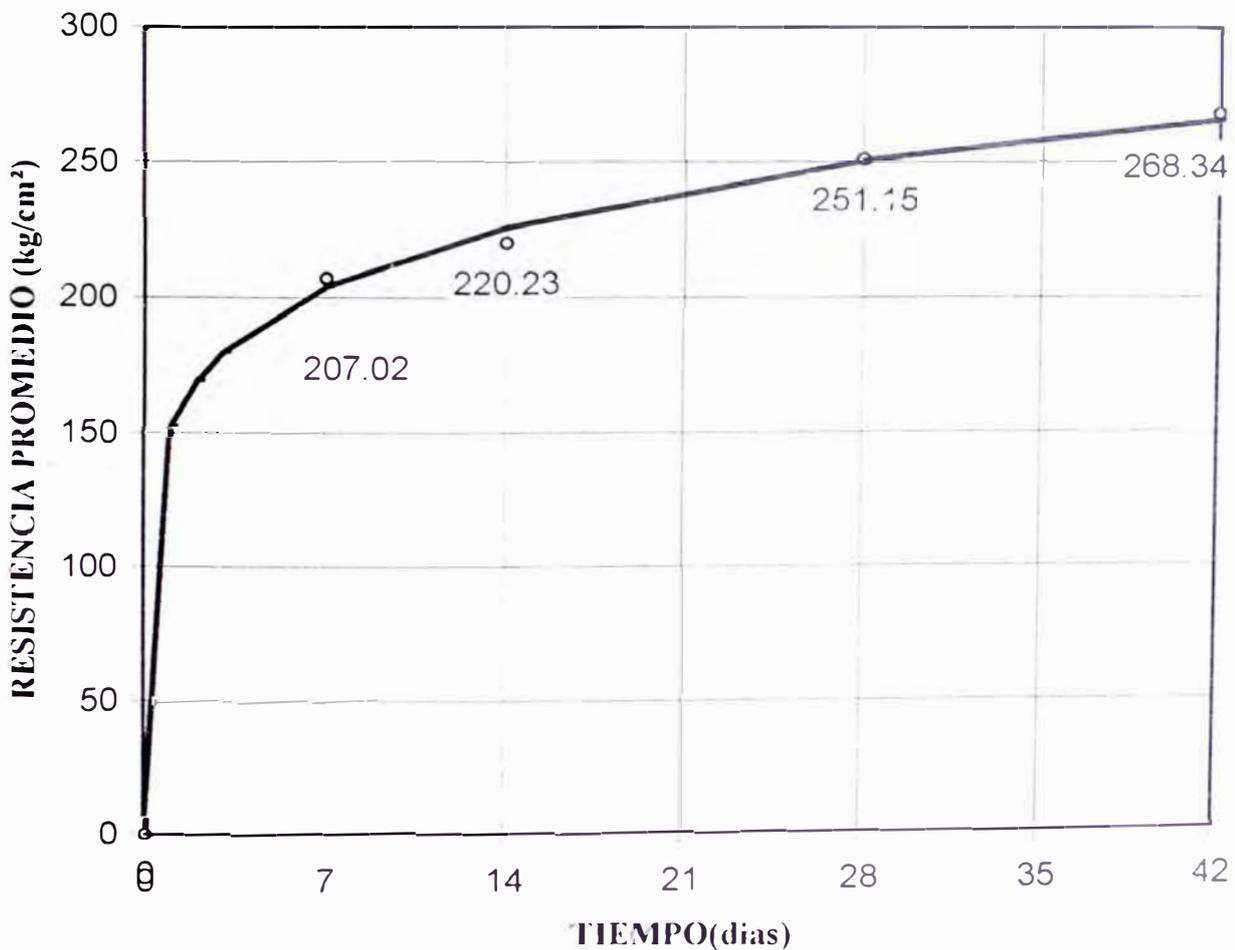
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.7

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE " KUREZ OS "



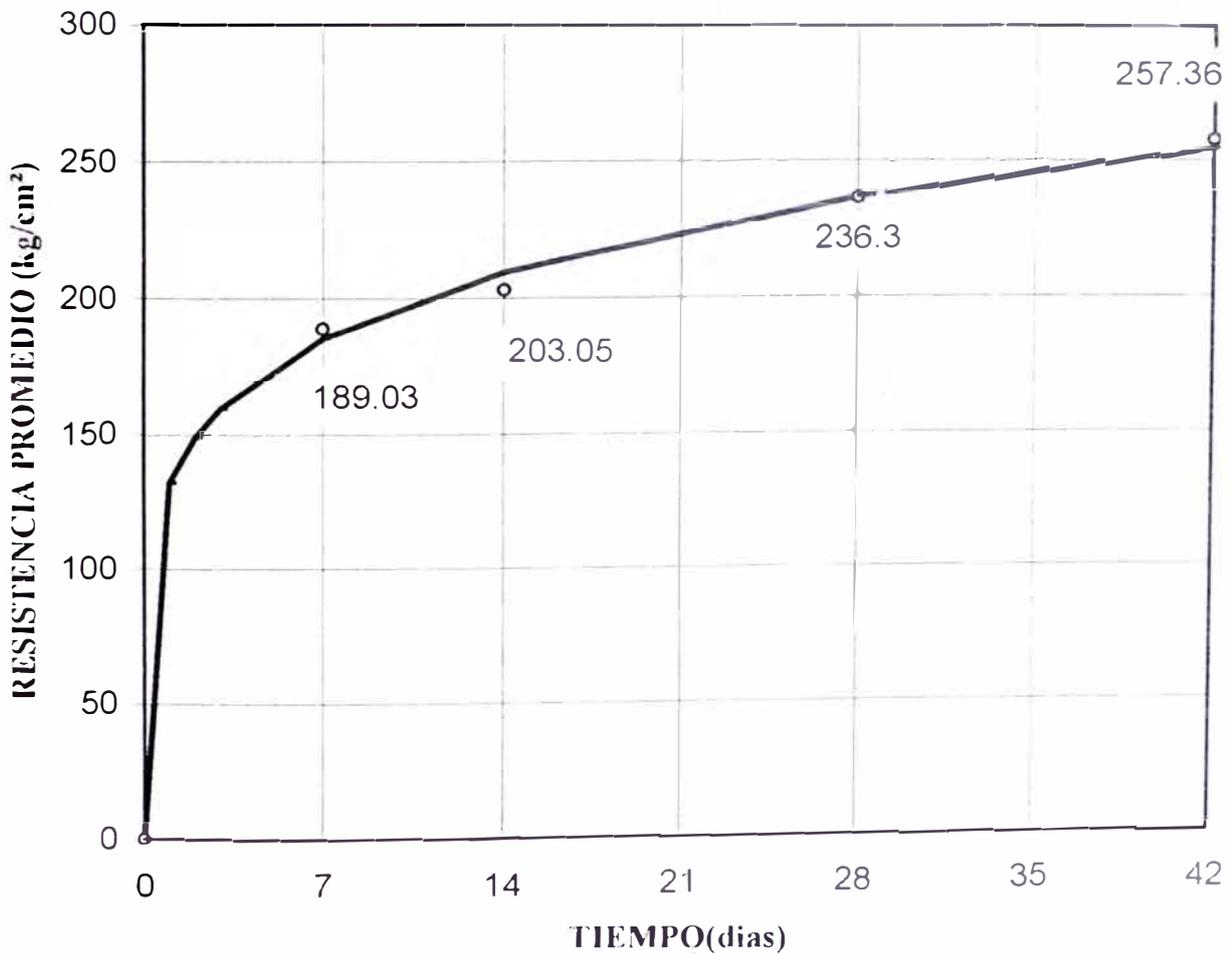
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.8

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE " KUREZ QS "



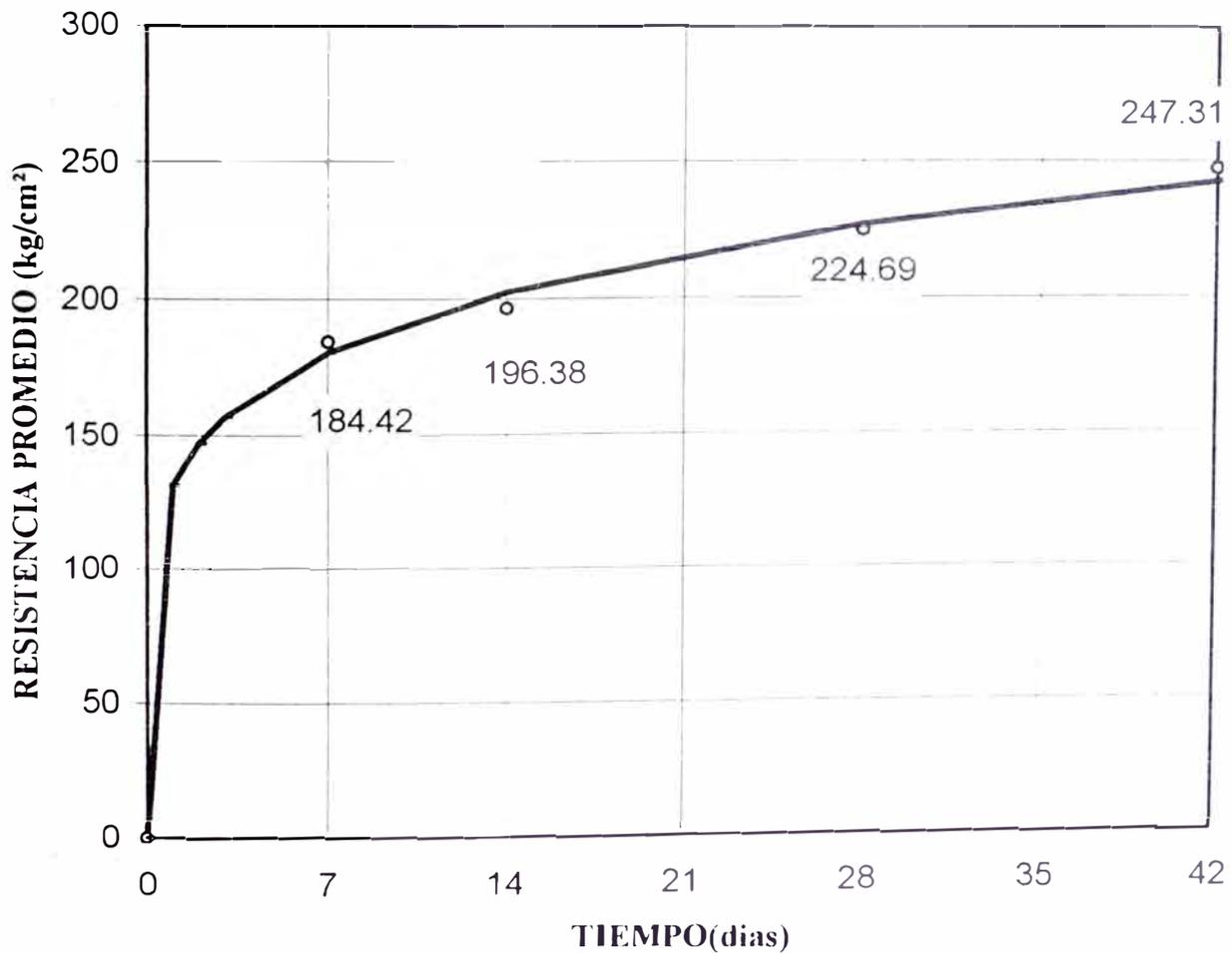
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.9

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE " KUREZ OS "



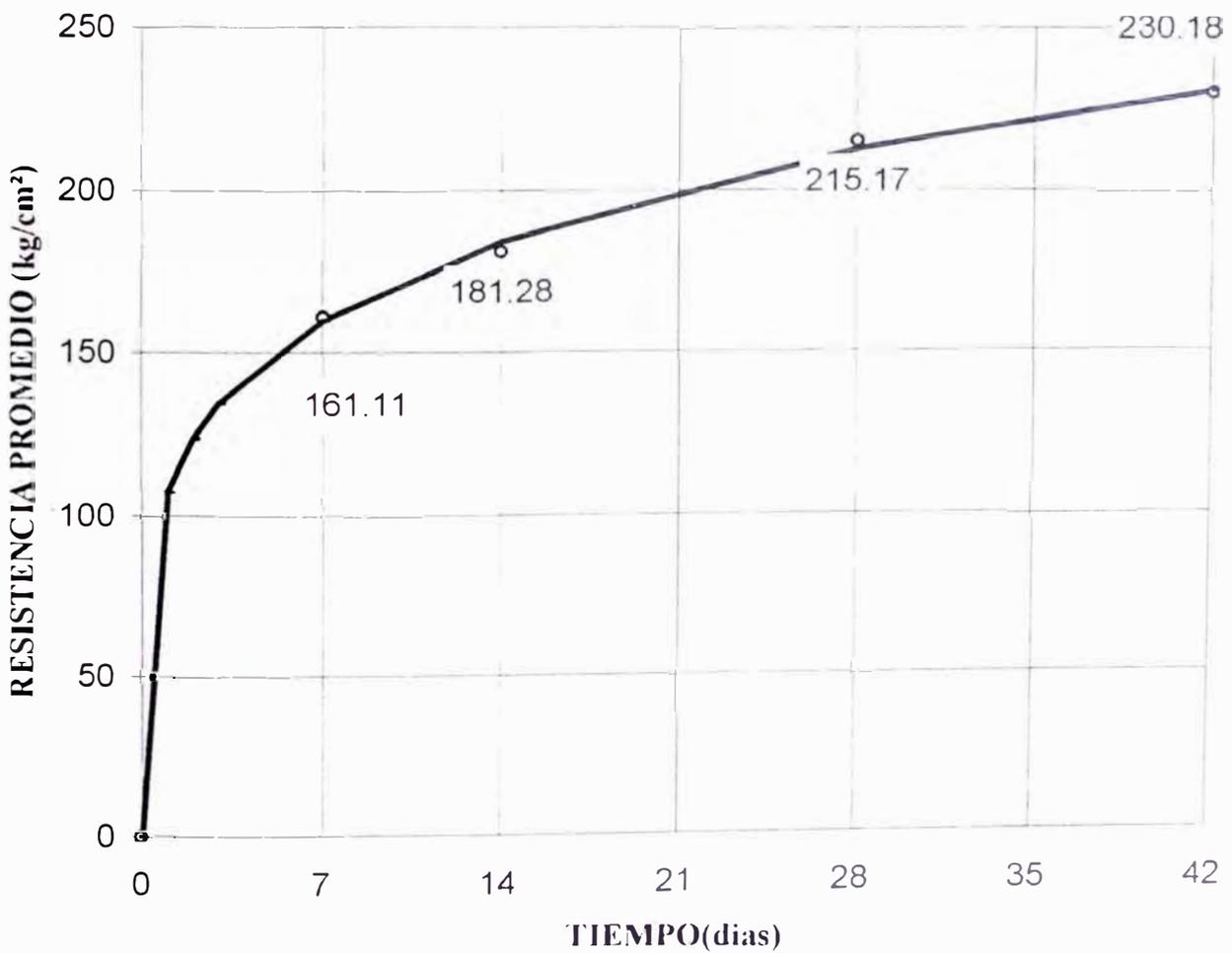
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.11

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE



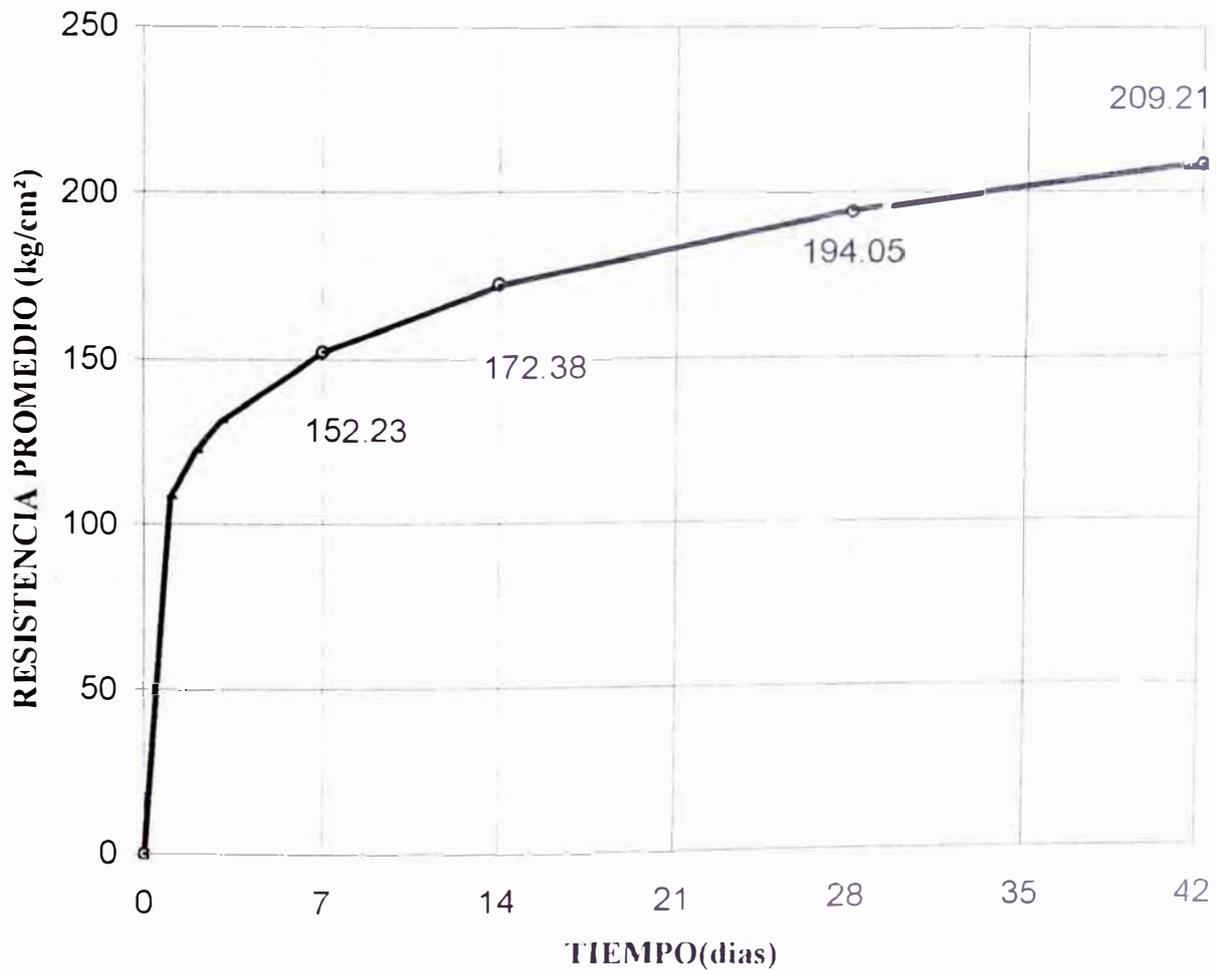
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA RESISTENCIA CONCURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.1.12

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE



TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA
TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
DEL CONCRETO**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO**

CUADROS	TIPO DE CURADO	RELACION A / C
VI.2.1	Sumergido en agua (Patrón)	0.60
VI.2.2	Sumergido en agua (Patrón)	0.65
VI.2.3	Sumergido en agua (Patrón)	0.70
VI.2.4	Con una capa de "Kurez QS"	0.60
VI.2.5	Con una capa de "Kurez QS"	0.65
VI.2.6	Con una capa de "Kurez QS"	0.70
VI.2.7	Con dos capas de "Kurez QS"	0.60
VI.2.8	Con dos capas de "Kurez QS"	0.65
VI.2.9	Con dos capas de "Kurez QS"	0.70
VI.2.10	Expuesto al medio ambiente	0.60
VI.2.11	Expuesto al medio ambiente	0.65
VI.2.12	Expuesto al medio ambiente	0.70

CUADRO N° VI.2.1

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.2	30.1	1,437.34	15,400	15,651	21.78	
2	28	15.1	30.0	1,423.14	14,800	15,075	21.19	
3	28	14.9	30.2	1,413.65	14,900	15,171	21.46	
4	28	15.2	29.9	1,427.79	15,100	15,363	21.52	
5	28	15.1	30.1	1,427.89	15,200	15,459	21.65	
6	28	15.0	30.0	1,413.72	15,000	15,267	21.60	21.53

Obs. :

T° concreto = 28°C
T° ambiente = 30°C
Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.2

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.0	29.9	1,409.00	14,500	14,788	20.99	
2	28	15.2	30.1	1,437.34	15,400	15,651	21.78	
3	28	15.0	30.0	1,413.72	14,800	15,075	21.33	
4	28	14.9	30.1	1,408.97	14,500	14,788	20.99	
5	28	15.2	29.9	1,427.79	13,800	14,117	19.77	
6	28	15.0	30.2	1,423.14	15,200	15,459	21.73	21.10

Observaciones :

T° concreto = 25°C

T° ambiente = 27°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.3

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.1	29.9	1,418.40	14,100	14,404	20.31	
2	28	14.9	30.2	1,413.65	13,800	14,117	19.97	
3	28	14.9	30.1	1,408.97	13,900	14,212	20.17	
4	28	15.1	30.0	1,423.14	14,000	14,308	20.11	
5	28	15.2	30.1	1,437.34	13,800	14,117	19.64	
6	28	15.1	29.8	1,413.65	14,000	14,308	20.24	

Observaciones :

T° concreto = 24°C

T° ambiente = 28°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.4

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.2	29.8	1,423.02	14,600	14,884	20.92	
2	28	15.1	30.1	1,427.89	14,400	14,692	20.58	
3	28	15.2	30.1	1,437.34	14,900	15,171	21.11	
4	28	15.0	30.0	1,413.72	14,400	14,692	20.78	
5	28	14.9	30.1	1,408.97	14,600	14,884	21.13	
6	28	15.2	29.9	1,427.79	14,800	15,075	21.12	20.94

Observaciones :

T° concreto = 25°C

T° ambiente = 28°C

Slump = 3½"

TESIS

± "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO.UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.5

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.1	30.2	1,432.63	14,300	14,596	20.38	
2	28	14.9	30.0	1,404.29	14,500	14,788	21.06	
3	28	15.2	30.2	1,442.12	14,400	14,692	20.38	
4	28	15.0	29.9	1,409.00	14,200	14,500	20.58	
5	28	15.1	30.1	1,427.89	13,800	14,117	19.77	
6	28	15.0	29.8	1,404.29	14,100	14,404	20.51	20.45

Observaciones :

T° concreto = 26°C

T° ambiente = 30°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.6

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.1	29.9	1,418.40	13,100	13,445	18.96	
2	28	14.9	30.0	1,404.29	12,900	13,254	18.88	
3	28	15.2	30.0	1,432.57	13,700	14,021	19.57	
4	28	15.2	30.1	1,437.34	13,800	14,117	19.64	
5	28	15.0	29.9	1,409.00	12,800	13,158	18.68	
6	28	14.9	29.8	1,394.93	13,000	13,349	19.14	19.14

Observaciones :

T° concreto = 26°C

T° ambiente = 28°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.7

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION								
POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO								

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.2	29.9	1,427.79	14,600	14,884	20.85	
2	28	15.0	30.0	1,413.72	14,300	14,596	20.65	
3	28	15.0	30.2	1,423.14	14,600	14,884	20.92	
4	28	15.2	30.0	1,432.57	14,500	14,788	20.65	
5	28	15.1	30.1	1,427.89	14,600	14,884	20.85	
6	28	15.0	30.2	1,423.14	14,600	14,884	20.92	20.80

Observaciones :

T° concreto = 27°C
 T° ambiente = 30°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.8

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION								
POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO								

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	14.9	30.0	1,404.29	13,400	13,733	19.56	
2	28	15.2	30.2	1,442.12	13,800	14,117	19.58	
3	28	15.2	29.9	1,427.79	13,600	13,925	19.51	
4	28	15.1	30.1	1,427.89	13,500	13,829	19.37	
5	28	15.0	30.0	1,413.72	13,600	13,925	19.70	
6	28	14.9	30.2	1,413.65	13,300	13,637	19.29	19.50

Observaciones :

T° concreto = 27°C

T° ambiente = 30°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.9

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION								
POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO								

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.0	30.2	1,423.14	13,500	13,829	19.43	
2	28	15.2	29.8	1,423.02	13,200	13,541	19.03	
3	28	14.9	30.2	1,413.65	13,400	13,733	19.43	
4	28	15.1	30.0	1,423.14	12,500	12,870	18.09	
5	28	15.0	30.1	1,418.43	13,200	13,541	19.09	
6	28	14.9	30.2	1,413.65	13,100	13,445	19.02	19.02

Observaciones :

T° concreto = 25°C
 T° ambiente = 28°C
 Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.10

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	14.9	30.1	1,408.97	12,900	13,254	18.81	
2	28	15.0	30.2	1,423.14	13,000	13,349	18.76	
3	28	15.2	30.0	1,432.57	13,100	13,445	18.77	
4	28	15.0	29.9	1,409.00	12,800	13,158	18.68	
5	28	14.9	30.1	1,408.97	13,200	13,541	19.22	
6	28	15.2	30.1	1,437.34	13,400	13,733	19.11	18.89

Observaciones :

T° concreto = 28°C

T° ambiente = 30°C

Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.11

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Días)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) Y=0.958862 * X + 884.28	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.2	30.2	1,442.12	12,100	12,487	17.32	
2	28	15.1	30.0	1,423.14	12,000	12,391	17.41	
3	28	15.2	30.1	1,437.34	12,200	12,582	17.51	
4	28	14.9	29.9	1,399.61	12,400	12,774	18.25	
5	28	15.2	30.2	1,442.12	12,300	12,678	17.58	
6	28	14.9	30.0	1,403.35	12,000	12,391	17.66	17.62

Observaciones :

T° concreto = 25°C
T° ambiente = 28°C
Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO.UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

CUADRO N° VI.2.12

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

PROBETA N°	EDAD (Dias)	DIAM. D (cm)	LONG. L (cm)	AREA $\pi * L * D$ (cm ²)	LECTURA X(kg)	FUERZA CORREGIDA Y (kg) $Y=0.958862 * X + 884.28$	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
1	28	15.1	29.9	1,418.40	10,300	10,761	15.17	15.20
2	28	15.2	30.0	1,432.57	10,600	11,048	15.42	
3	28	14.9	30.2	1,413.65	10,400	10,856	15.36	
4	28	15.1	30.1	1,427.89	10,200	10,665	14.94	
5	28	15.0	30.1	1,418.43	10,400	10,856	15.31	
6	28	14.9	29.8	1,394.93	10,000	10,473	15.02	

Observaciones :

T° concreto = 26°C
T° ambiente = 28°C
Slump = 3½"

TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

**GRAFICO :RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA
TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
DEL CONCRETO**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO
-GRAFICO-**

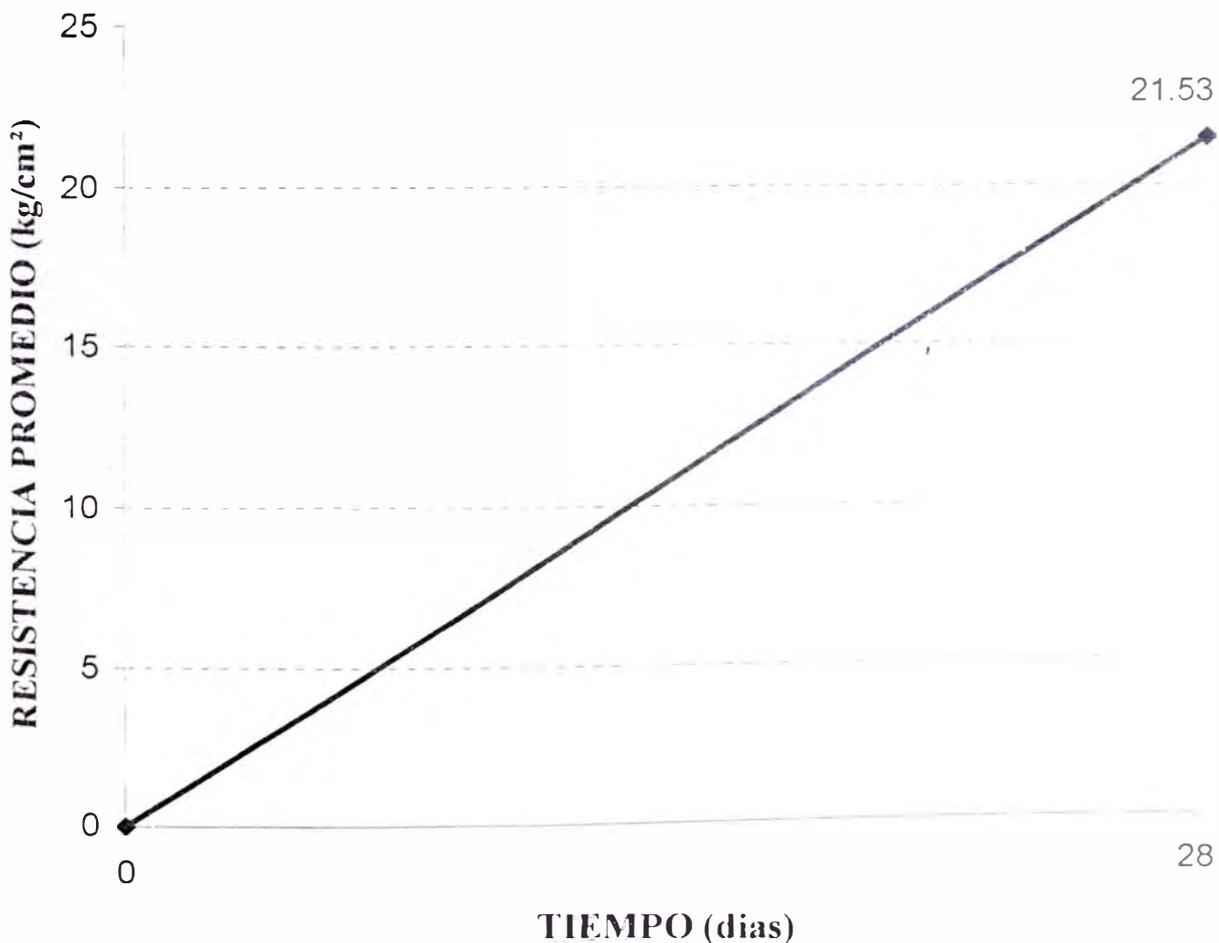
GRAFICO	TIPO DE CURADO	RELACION A / C
VI.2.1	Sumergido en agua (Patrón)	0.60
VI.2.2	Sumergido en agua (Patrón)	0.65
VI.2.3	Sumergido en agua (Patrón)	0.70
VI.2.4	Con una capa de "Kurez QS"	0.60
VI.2.5	Con una capa de "Kurez QS"	0.65
VI.2.6	Con una capa de "Kurez QS"	0.70
VI.2.7	Con dos capas de "Kurez QS"	0.60
VI.2.8	Con dos capas de "Kurez QS"	0.65
VI.2.9	Con dos capas de "Kurez QS"	0.70
VI.2.10	Expuesto al medio ambiente	0.60
VI.2.11	Expuesto al medio ambiente	0.65
VI.2.12	Expuesto al medio ambiente	0.70

GRAFICO N° VI.2.1

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



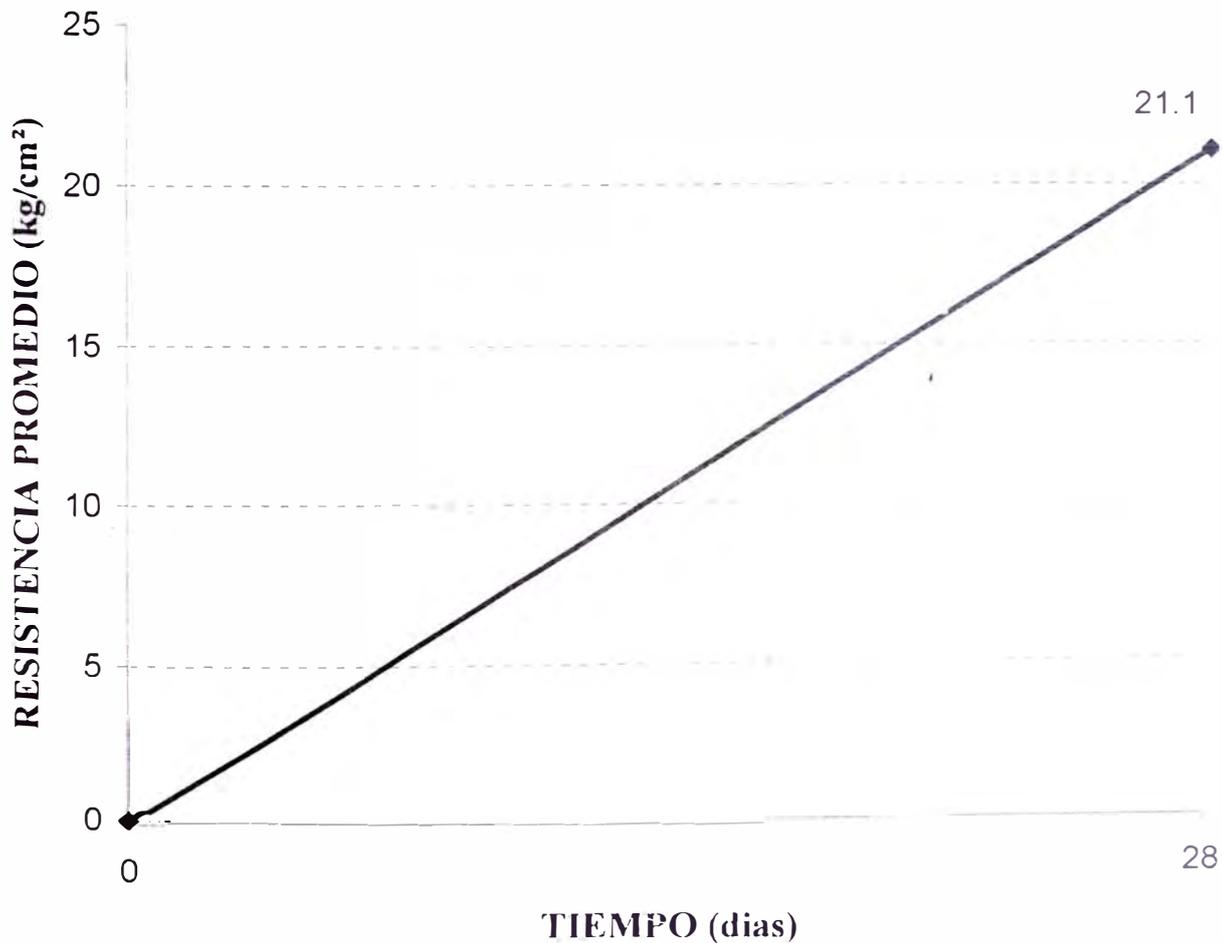
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.2

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



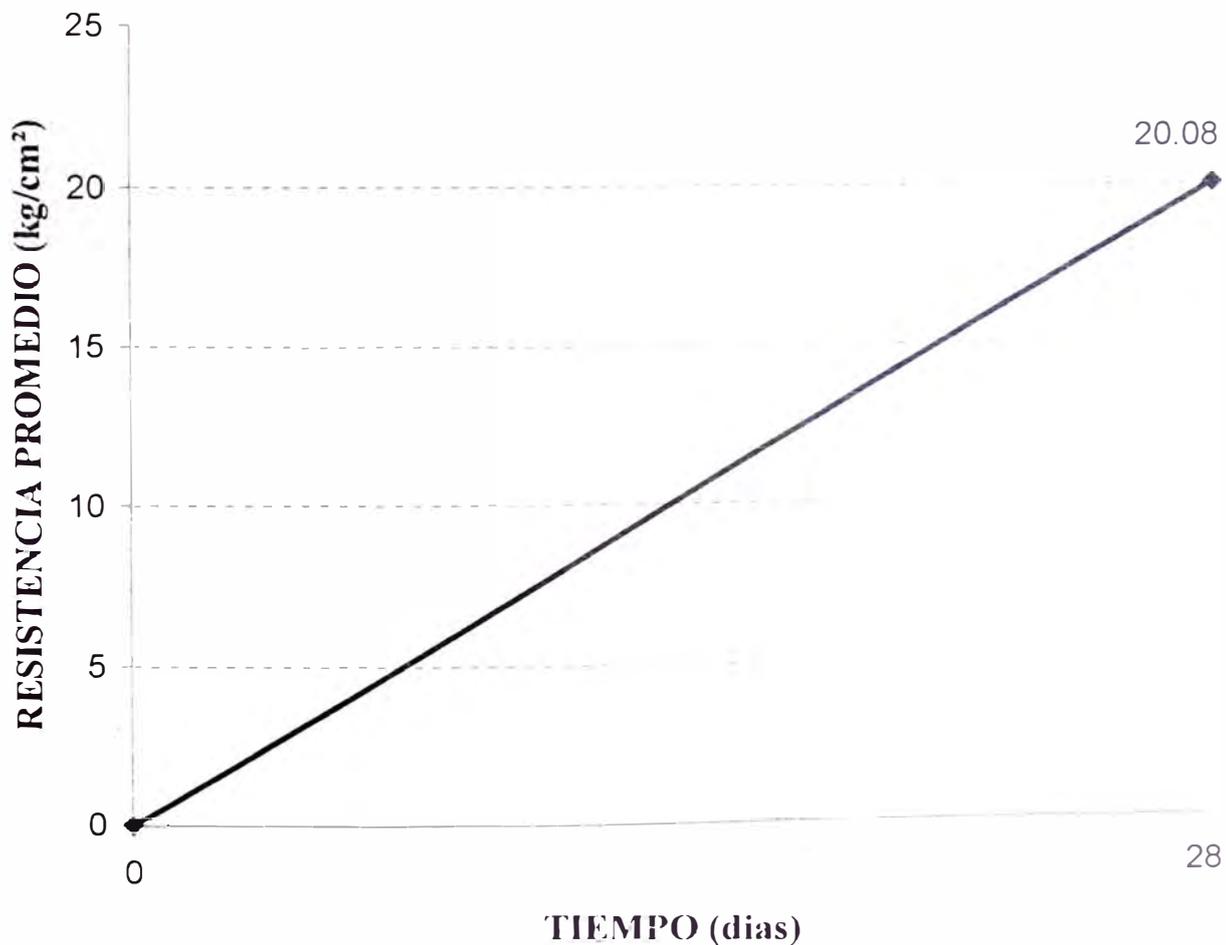
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.3

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



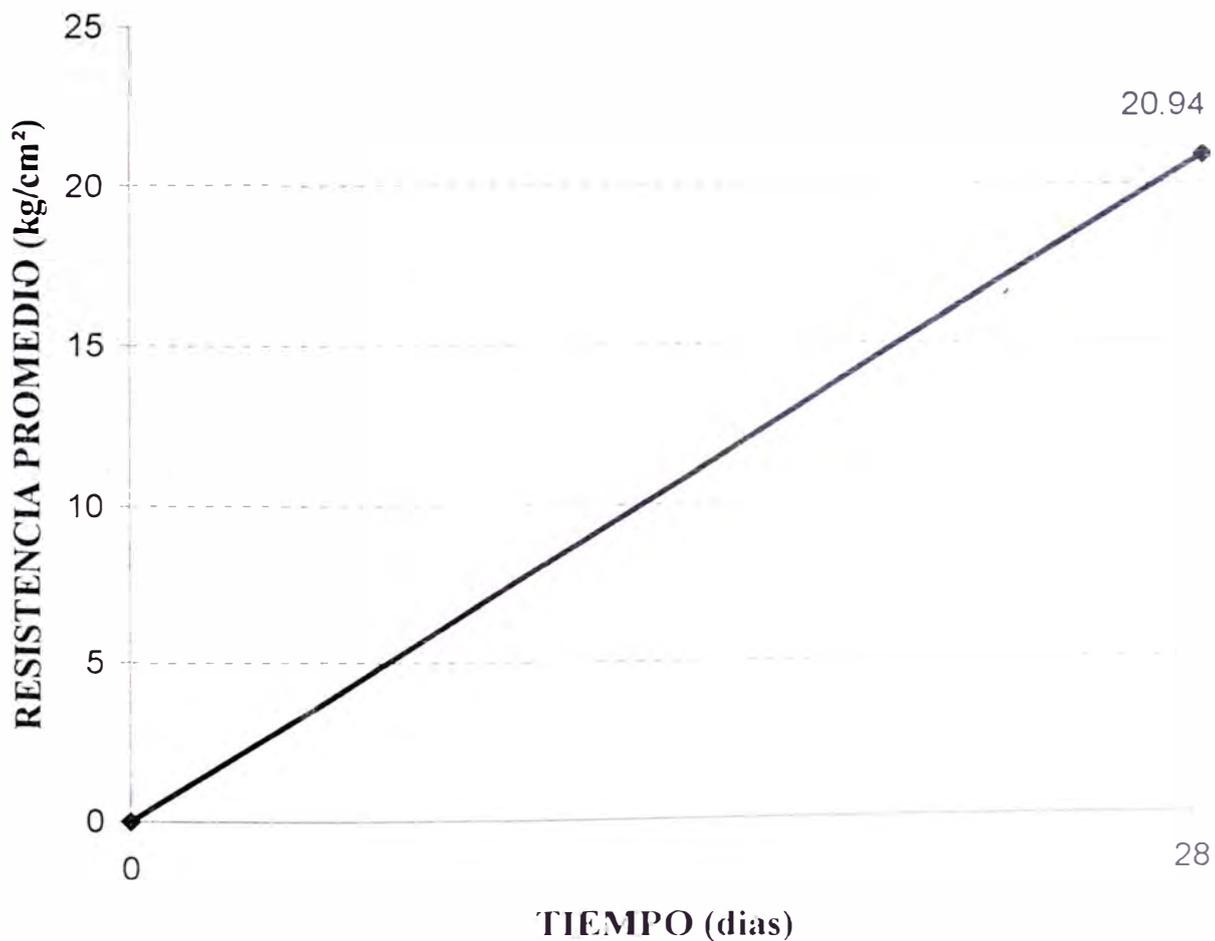
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.4

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"



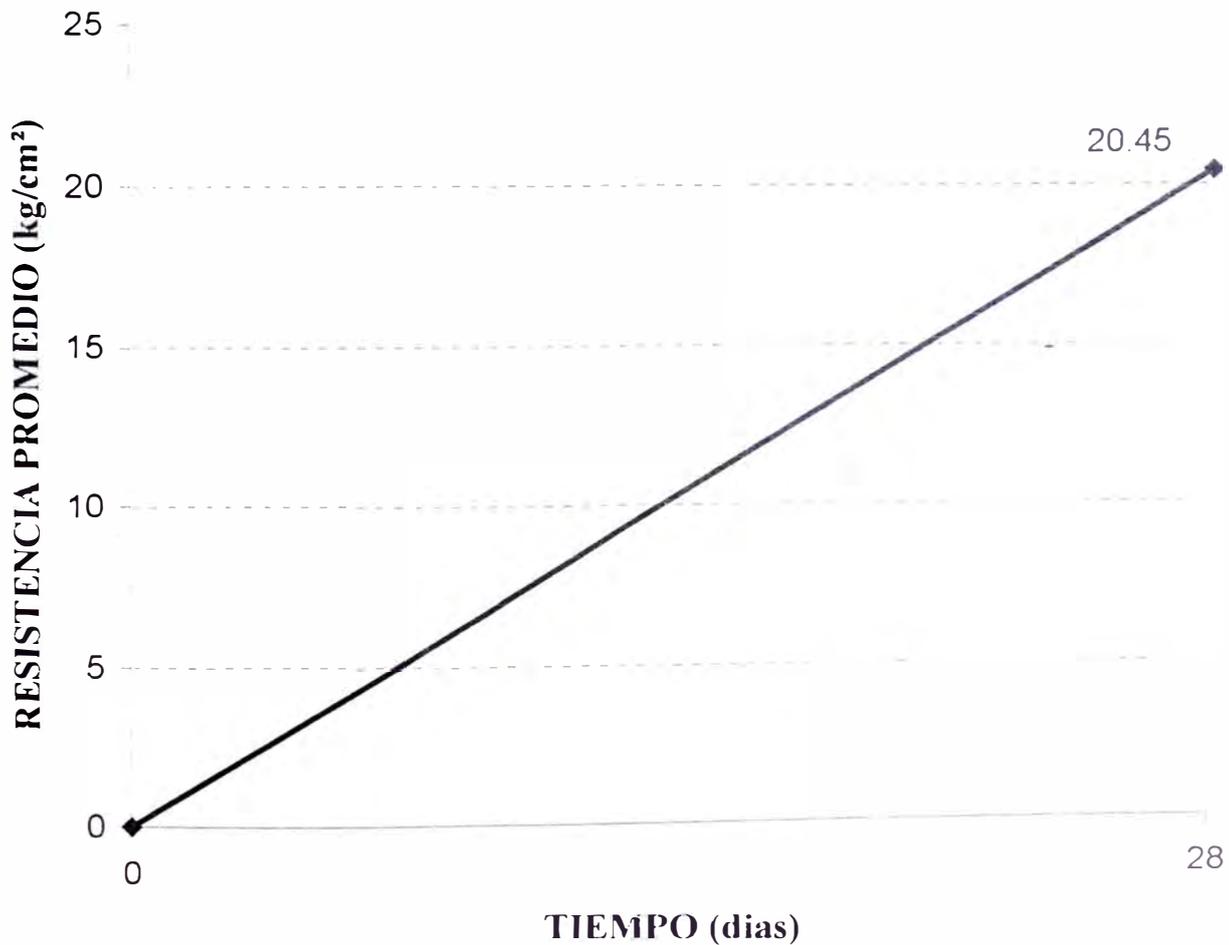
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.5

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ OS"



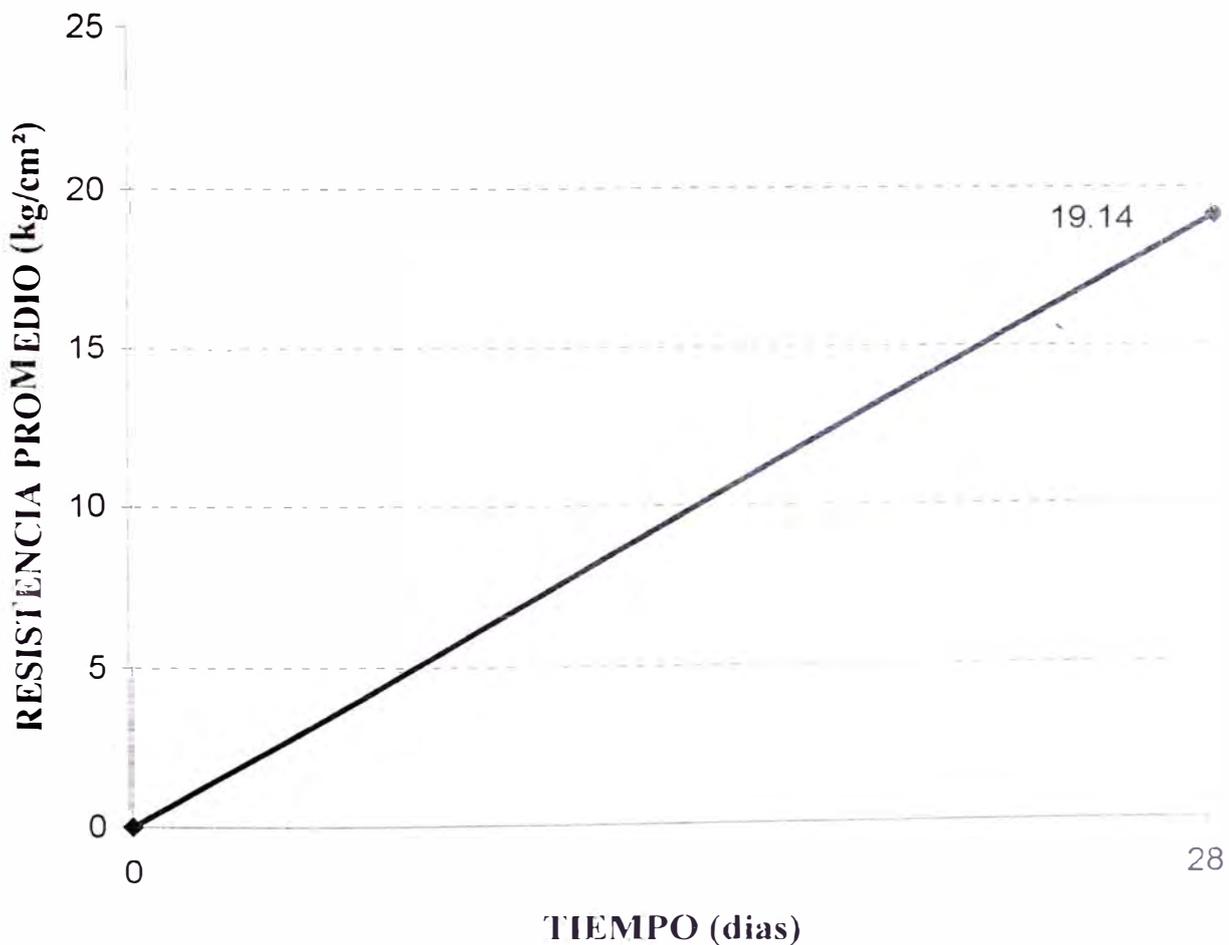
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.6

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"



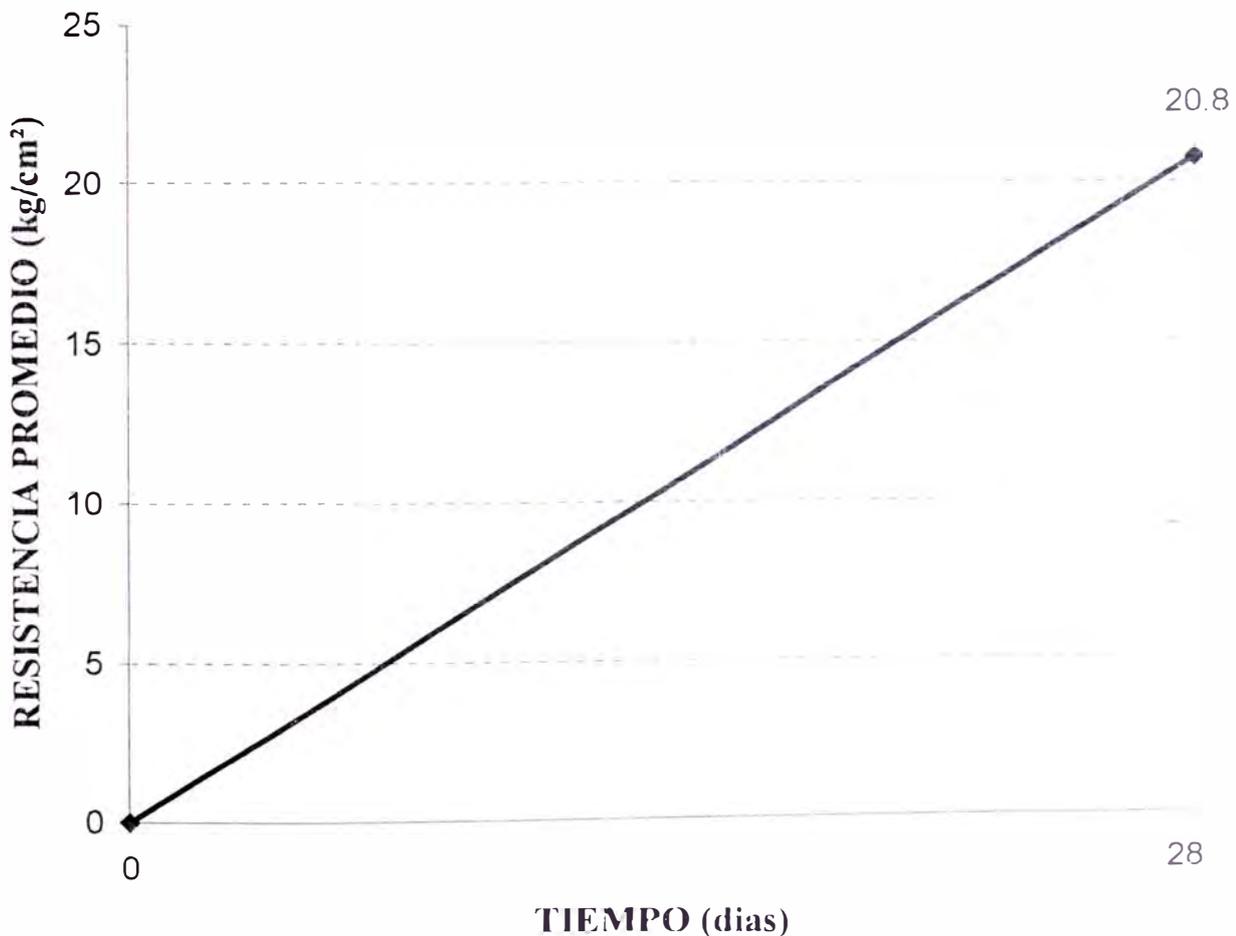
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.7

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"



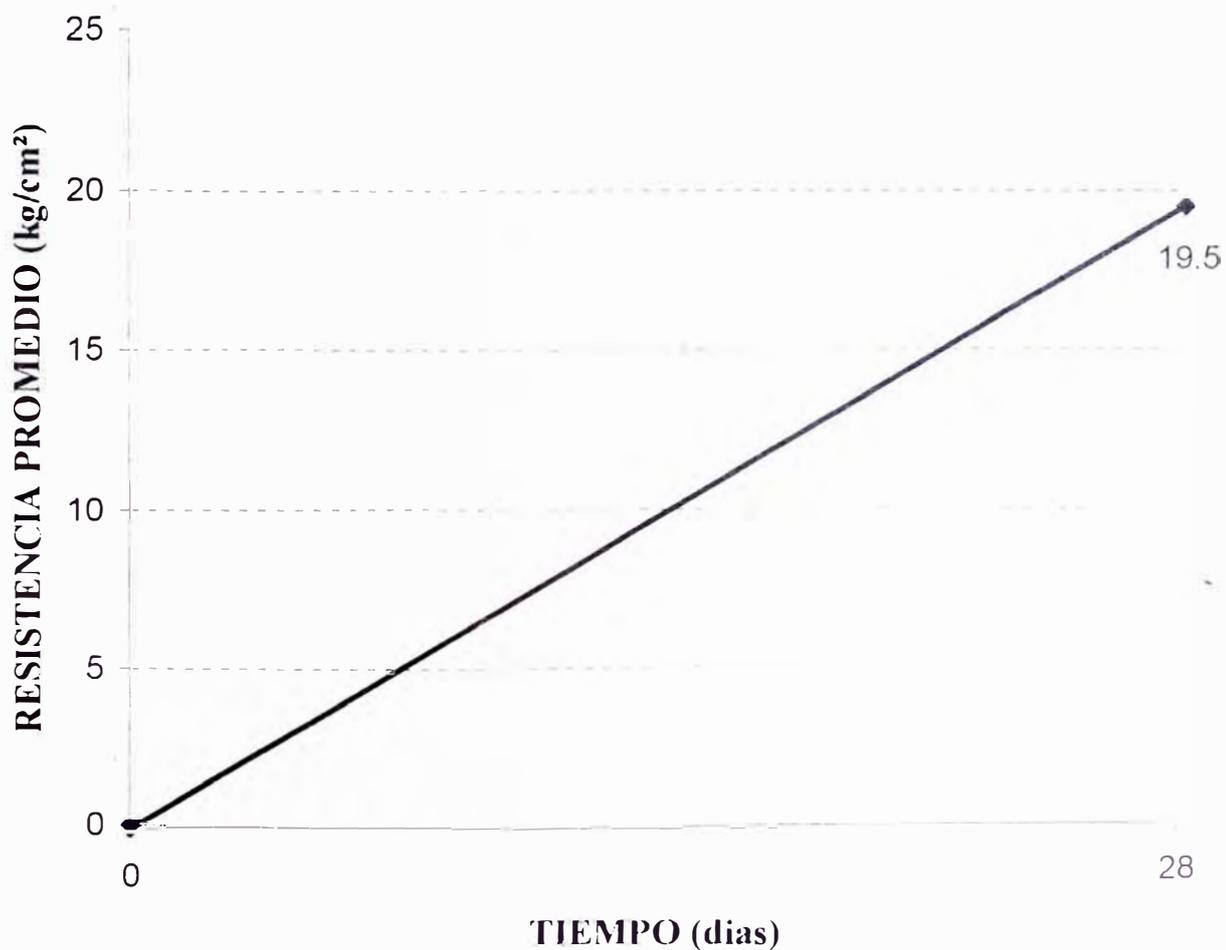
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.8

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.65

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ QS"



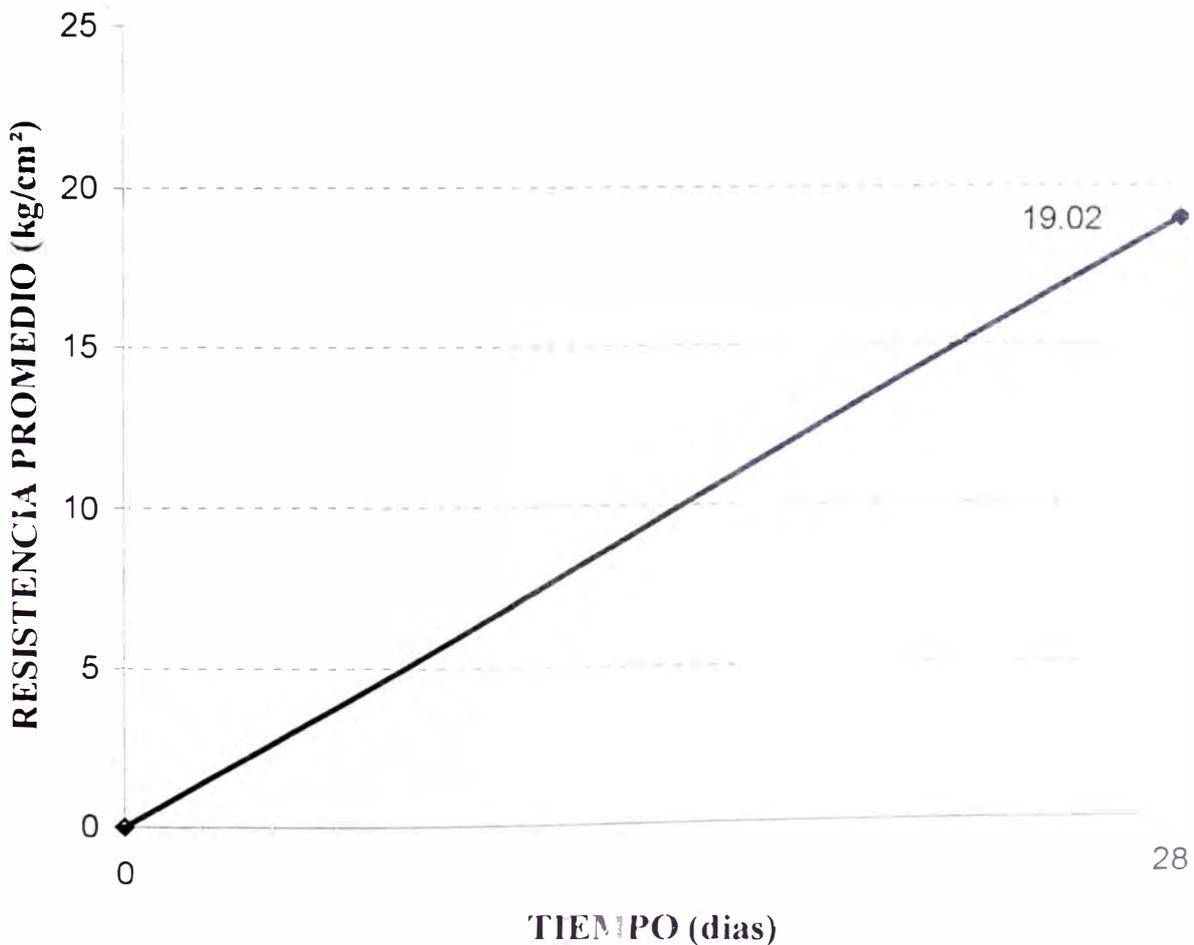
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.9

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : CON UNA CAPA DE "KUREZ OS"



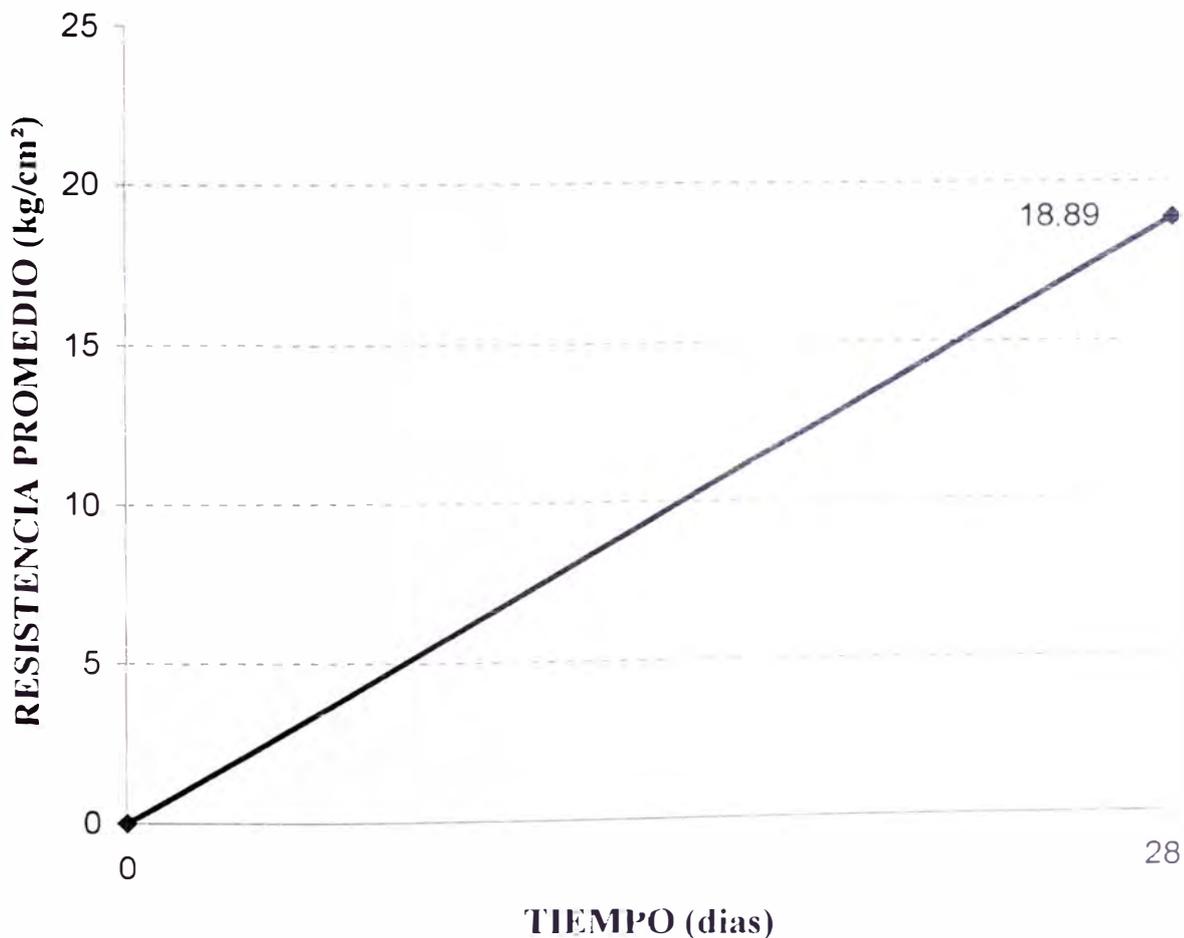
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.10

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.60

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE



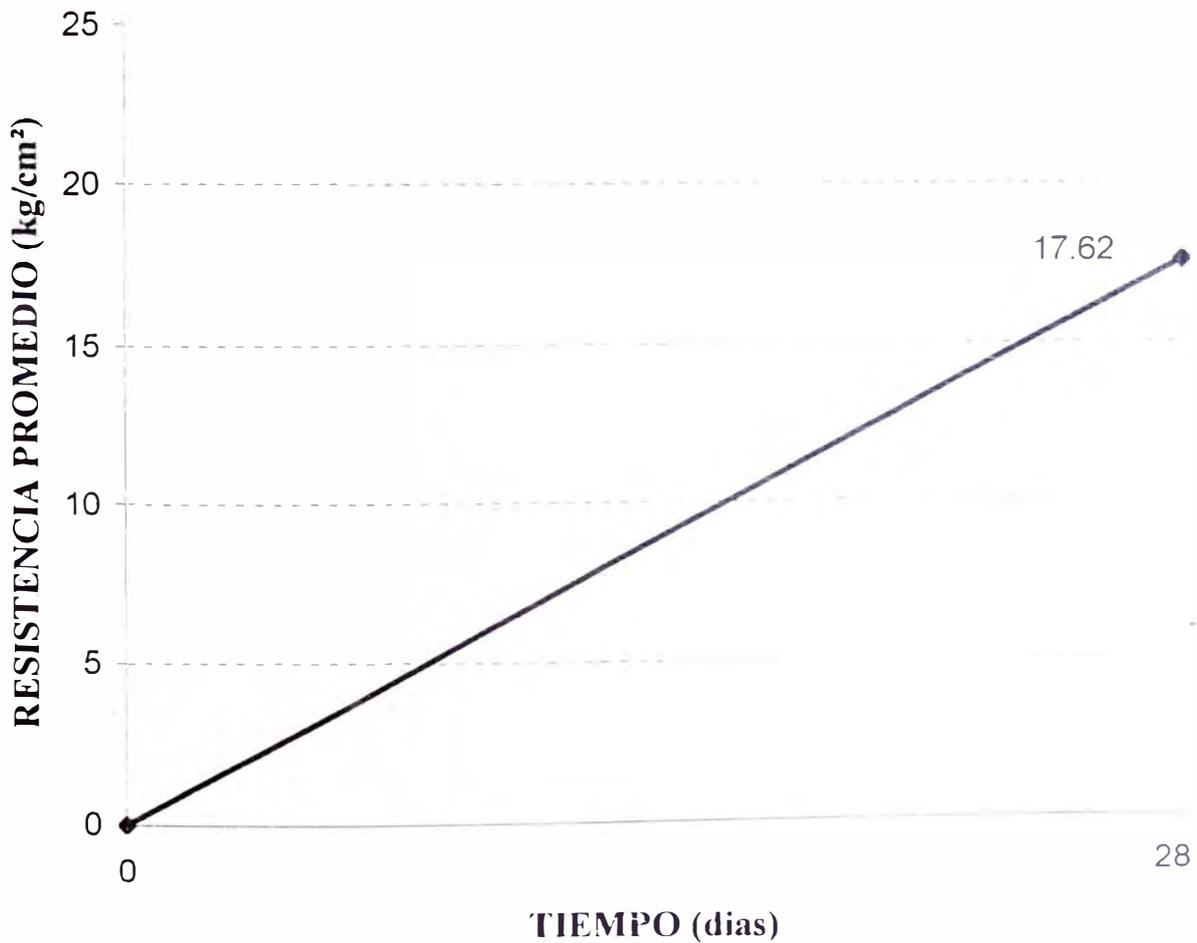
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.11

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : $A / C = 0.65$

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE



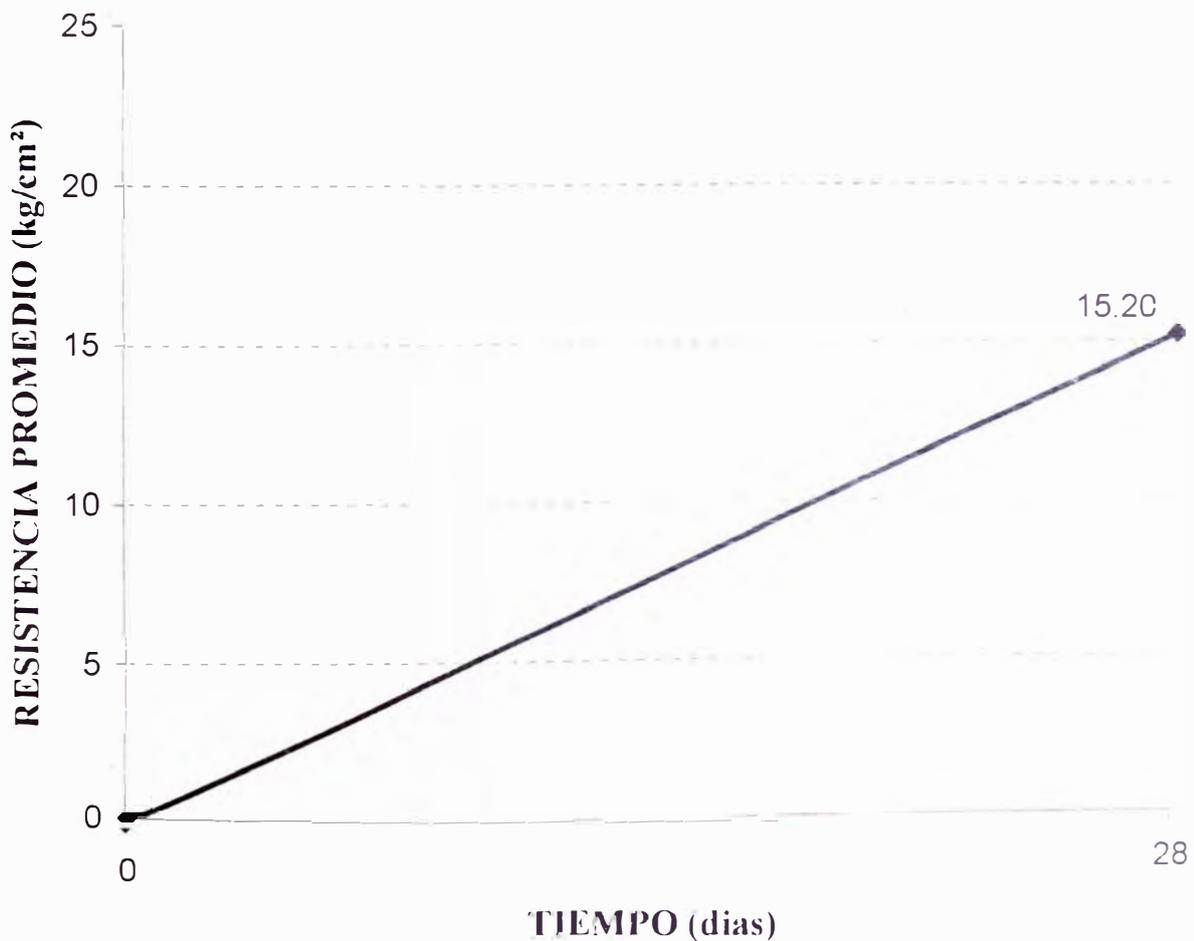
TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO
CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE- AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.2.12

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO

RELACION : A / C = 0.70

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE



TESIS : "PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIA^NA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE-AMAZO^NAS"

**CUADROS : RESUMEN Y COMPARATIVOS DE ENSAYOS DE
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

CUADRO	TITULO
VI.3.1	Cuadro resumen de resultados de resistencia de compresión a la compresión
VI.3.2	Cuadro comparativo con respecto a los 28 días
VI.3.3	Cuadro comparativo con respecto a la muestra patrón
VI.3.4	Cuadro comparativo con respecto a la muestra expuesta al medio ambiente
VI.3.5	Cuadro comparativo con respecto a la relación $a / c = 0.60$
VI.3.6	Cuadro comparativo entre una y dos capas de curador "KUREZ QS"

CUADRO N° VI.3.1

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Condiciones de curado	Edad (días)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	7	221.07	208.24	200.02
	14	235.89	226.03	216.22
	28	265.17	255.02	249.14
	42	286.94	277.23	265.41
Curado con una capa	7	197.87	181.1	177.06
	14	215.02	199.13	190.22
	28	247.01	229.33	218.35
	42	265.16	253.06	239.62
Curado con dos capa	7	207.02	189.03	184.42
	14	220.23	203.05	196.38
	28	251.15	236.3	224.69
	42	268.34	257.36	247.31
Expuesta al medio ambiente	7	179.41	161.11	152.23
	14	201.79	181.28	172.38
	28	230.81	215.17	194.05
	42	245.17	230.18	209.21

CUADRO N° VI.3.2

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LOS 28 DIAS (%)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje con respecto a la resistencia a los 28 días de la diferentes muestras		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	7	83.37	81.66	80.28
	14	88.96	88.63	86.79
	28	100	100	100
	42	108.21	108.71	106.53
Curado con una capa	7	80.11	78.97	81.09
	14	87.05	86.83	87.12
	28	100	100	100
	42	107.35	110.35	109.74
Curado con dos capa	7	82.43	80.00	82.08
	14	87.69	85.93	87.40
	28	100	100	100
	42	106.84	108.91	110.07
Expuesta al medio ambiente	7	77.73	74.88	78.45
	14	87.43	84.25	88.83
	28	100	100	100
	42	106.22	106.98	107.81

CUADRO N° VI .3.3

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LA MUESTRA PATRON

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje con respecto a la resistencia de la Muestra Patrón		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	7	100	100	100
	14	100	100	100
	28	100	100	100
	42	100	100	100
Curado con una capa	7	89.51	86.97	88.52
	14	91.15	88.10	87.98
	28	93.15	89.93	87.64
	42	92.41	91.28	90.28
Curado con dos capa	7	93.64	90.78	92.20
	14	93.36	89.83	90.82
	28	94.71	92.66	90.19
	42	93.52	92.83	93.18
Expuesta al medio ambiente	7	81.16	77.37	76.11
	14	85.54	80.20	79.72
	28	87.04	84.37	77.89
	42	85.44	83.03	78.83

CUADRO N° VI.3.4

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LA MUESTRA EXPUESTA AL MEDIO AMBIENTE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje comparativo con respecto a la muestra Expuesta al Medio Ambiente		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	7	81.16	77.37	76.11
	14	85.54	80.20	79.72
	28	87.04	84.37	77.89
	42	85.44	83.03	78.83
Curado con una capa	7	90.67	88.96	85.98
	14	93.85	91.04	90.62
	28	93.44	93.83	88.87
	42	92.46	90.96	87.31
Curado con dos capa	7	86.66	85.23	82.55
	14	91.63	89.28	87.78
	28	91.90	91.06	86.36
	42	91.37	89.44	84.59
Expuesta al medio ambiente	7	100	100	100
	14	100	100	100
	28	100	100	100
	42	100	100	100

CUADRO N° VI .3.5

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LA RELACION $a/c = 0.60$

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje con respecto relación $a / c = 0.60$		
		$a/c = 0.60$	$a/c = 0.65$	$a/c = 0.70$
Sumergido en agua (Patrón)	7	100	94.20	90.48
	14	100	95.82	91.66
	28	100	96.17	93.95
	42	100	96.62	92.50
Curado con una capa	7	100	91.52	89.48
	14	100	92.61	88.47
	28	100	92.84	88.40
	42	100	95.44	90.37
Curado con dos capa	7	100	91.31	89.08
	14	100	92.20	89.17
	28	100	94.09	89.46
	42	100	95.91	92.16
Expuesta al medio ambiente	7	100	89.80	84.85
	14	100	89.84	85.43
	28	100	93.22	84.07
	42	100	93.89	85.33

CUADRO N° VI .3.6

CUADRO COMPARATIVO ENTRE UNA Y DOS CAPAS DE CURADOR

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje comparativo entre una y dos capas de curador KUREZ QS		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Curado con dos capas KUREZ QS	7	100	100	100
	14	100	100	100
	28	100	100	100
	42	100	100	100
Curado con una capa KUREZ QS	7	95.58	95.80	96.01
	14	97.63	98.07	96.86
	28	98.35	97.05	97.18
	42	98.81	98.33	96.89

**GRAFICOS : RESUMEN Y COMPARATIVOS DE ENSAYOS DE
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

GRAFICO	TITULO
VI.3.1	Resistencia a la compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 – Muestra sumergida en agua (patrón)
VI.3.2	Resistencia a la compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 – Muestra curada con 01 capa “KUREZ QS”
VI.3.3	Resistencia a la compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 – Muestra curada con 02 capas “KUREZ QS”
VI.3.4	Resistencia a la compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 – Muestra expuesta al medio ambiente.
VI.3.5	Comparativo tipo barras, resistencia a la compresión, con respecto a la relación $a / c = 0.60$
VI.3.6	Comparativo tipo barras, resistencia a la compresión, con respecto a la relación $a / c = 0.65$
VI.3.7	Comparativo tipo barras, resistencia a la compresión, con respecto a la relación $a / c = 0.70$

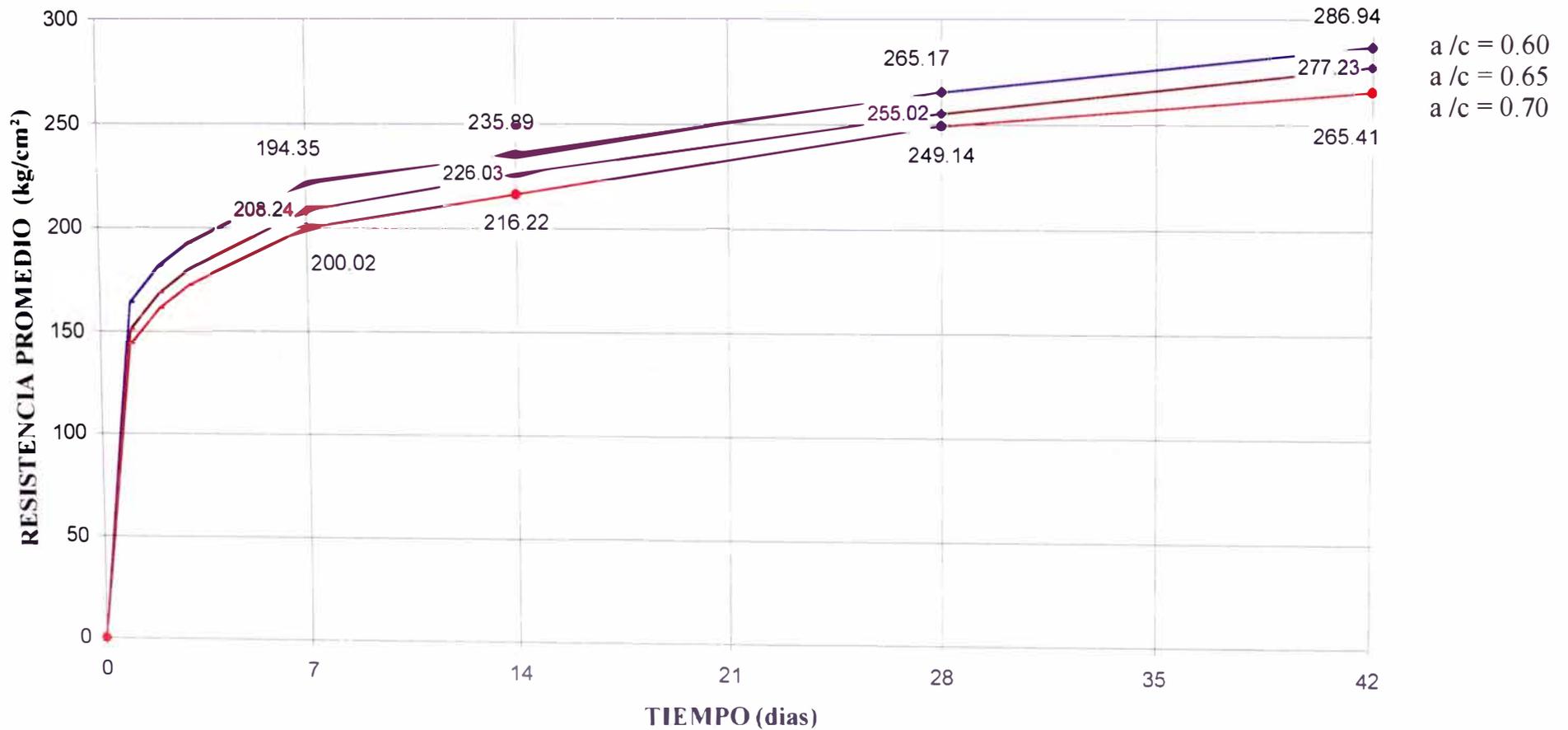
GRAFICO VI.3.1

GRAFICO RESUMEN Y COMPARATIVO

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C : 0.60 , 0.65 y 0.70

TIPO DE CURADO : SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)



TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

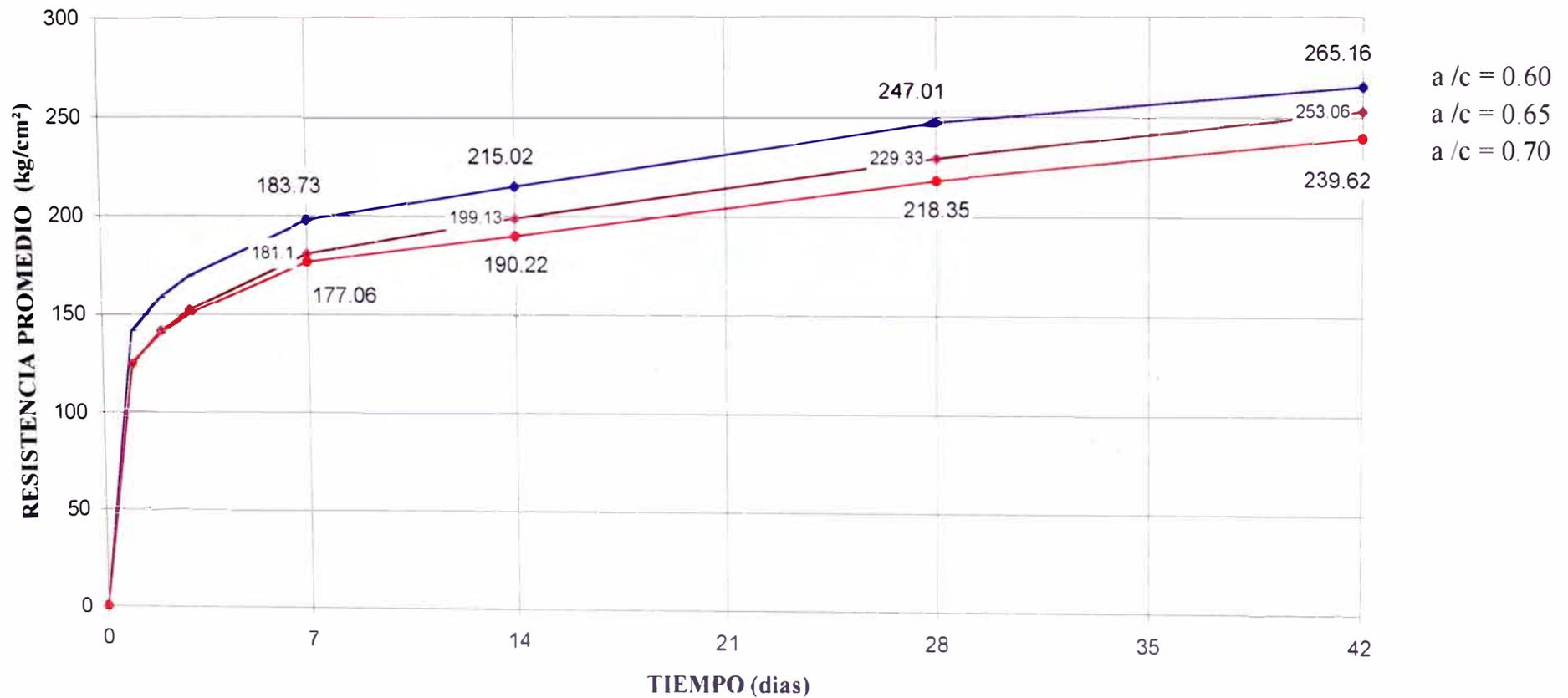
GRAFICO VI.3.2

GRAFICO RESUMEN Y COMPARATIVO

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C : 0.60 , 0.65 y 0.70

TIPO DE CURADO : UNA CAPA DE "KUREZ QS"



TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

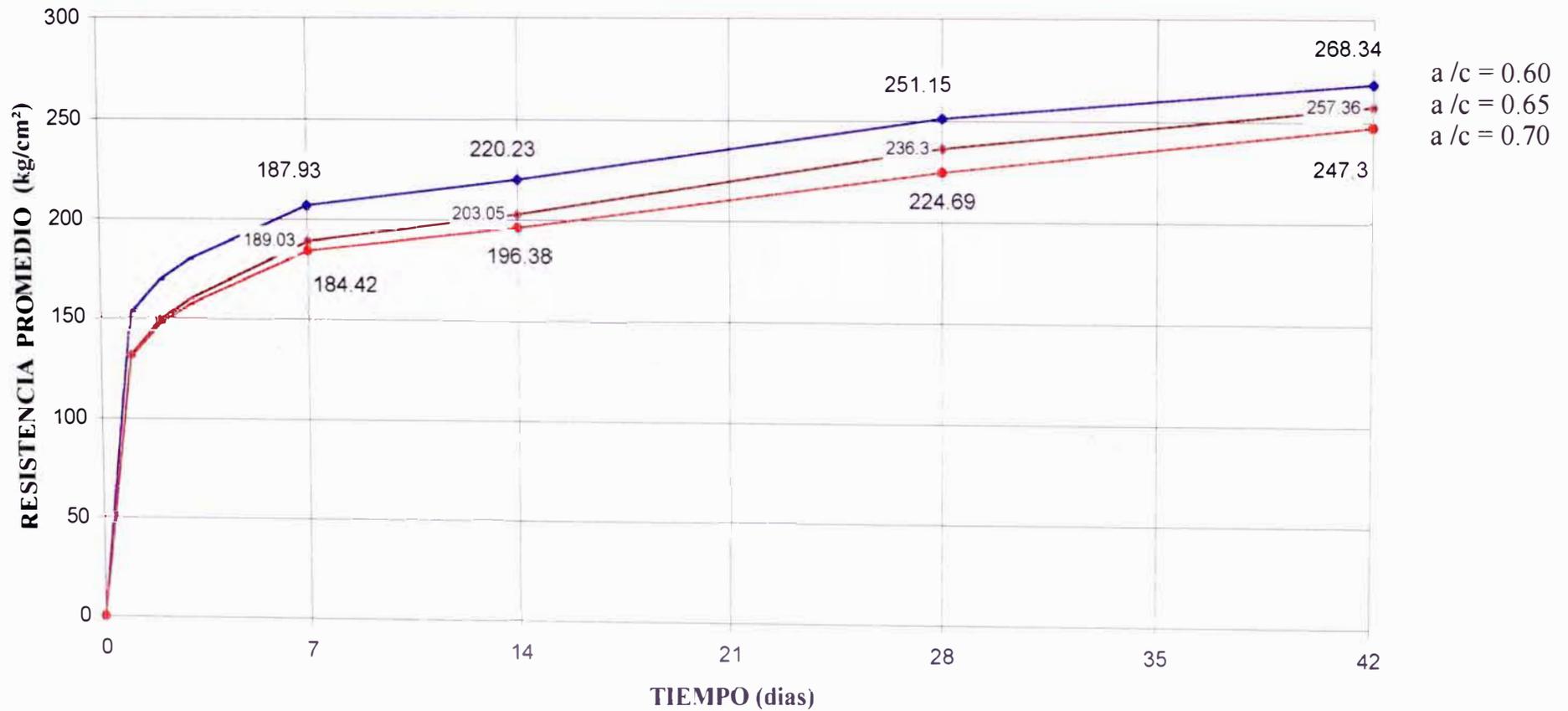
GRAFICO VI.3.3

GRAFICO RESUMEN Y COMPARATIVO

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C : 0.60 , 0.65 y 0.70

TIPO DE CURADO : CON DOS CAPAS DE "KUREZ QS"



TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

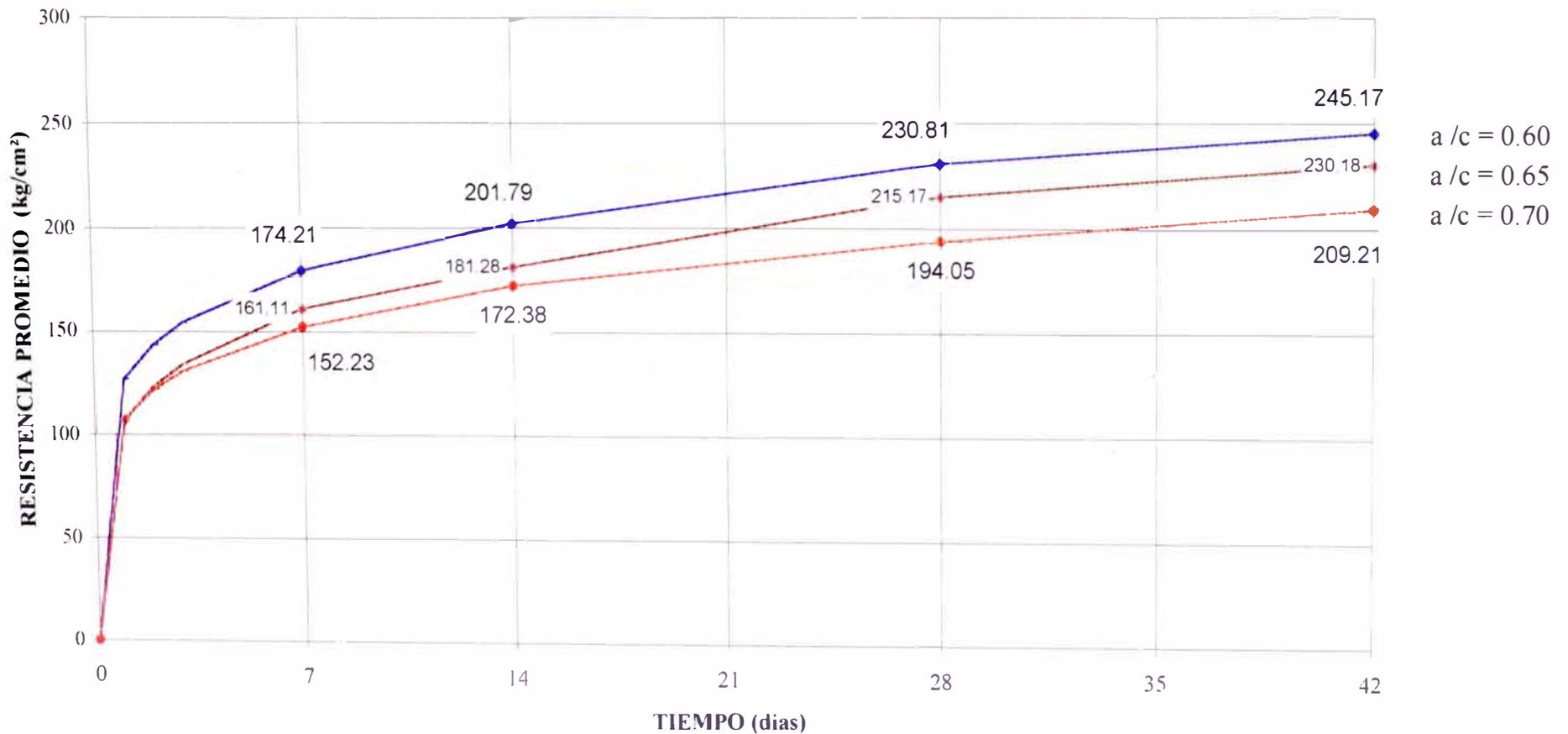
GRAFICO VI.3.4

GRAFICO RESUMEN Y COMPARATIVO

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RELACION : A / C : 0.60 , 0.65 y 0.70

TIPO DE CURADO : EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

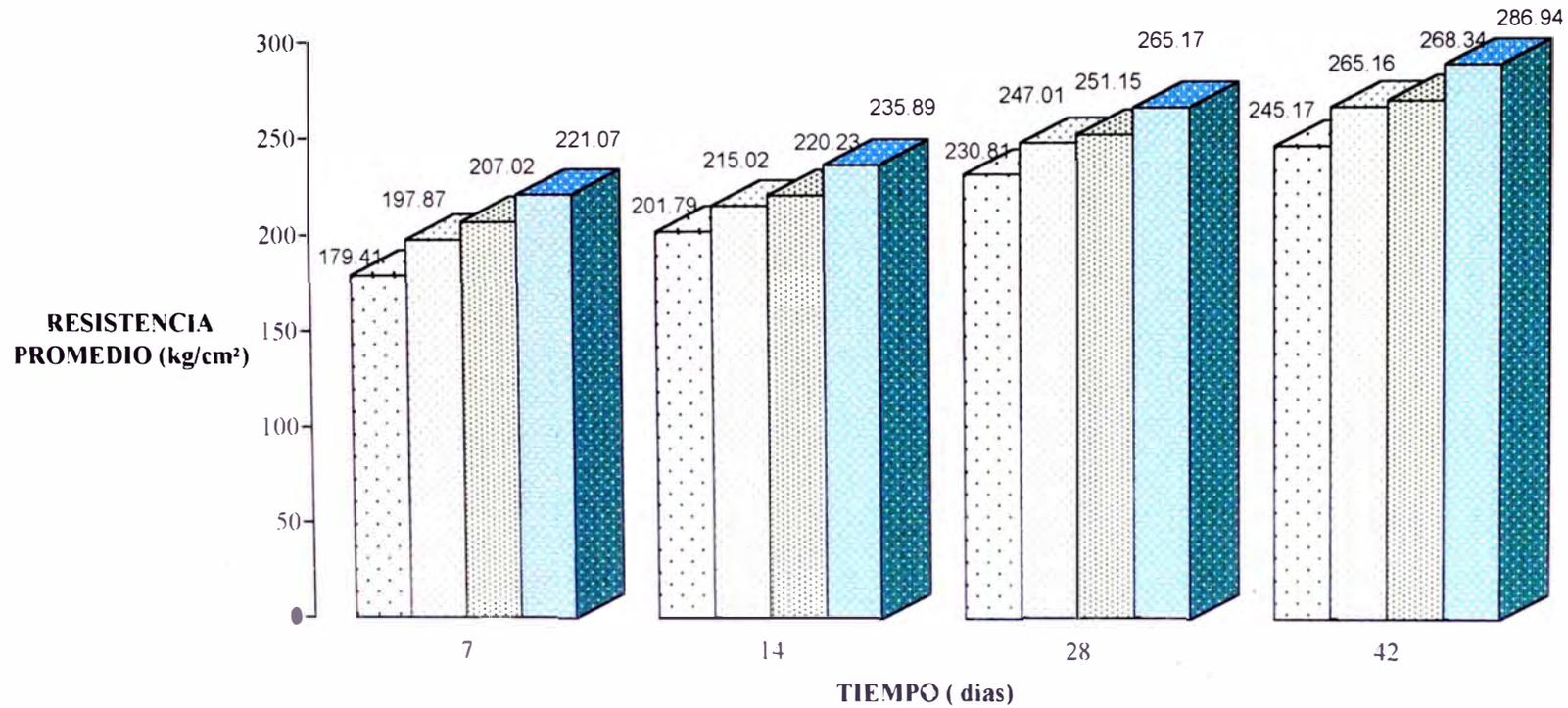


TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.3.5

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.60

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO



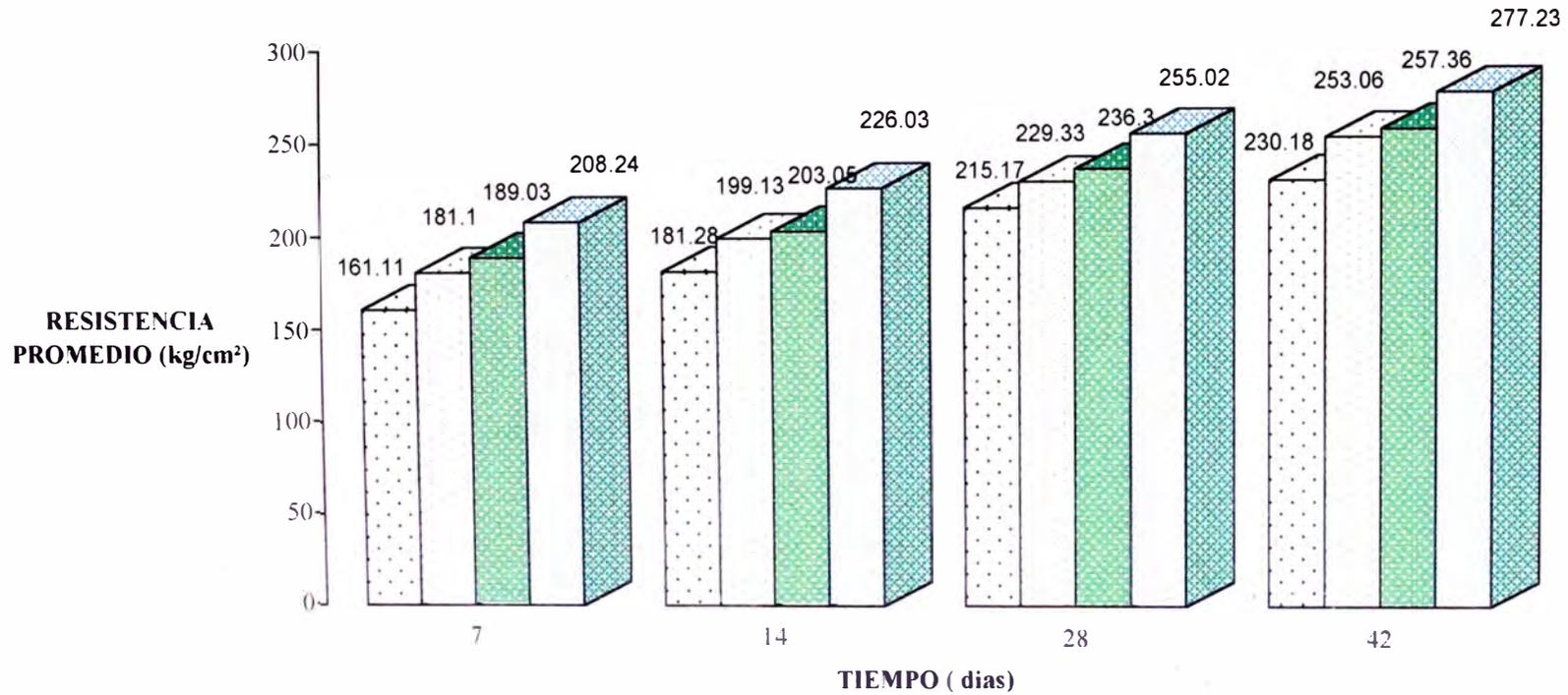
- SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)
- ▣ CURADO CON 02 CAPAS "KUREZ QS"
- ▤ CURADO CON 01 CAPA "KUREZ QS"
- EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.3.6

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.65

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO



□ SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

■ CURADO CON 02 CAPAS "KUREZ QS"

□ CURADO CON 01 CAPA "KUREZ QS"

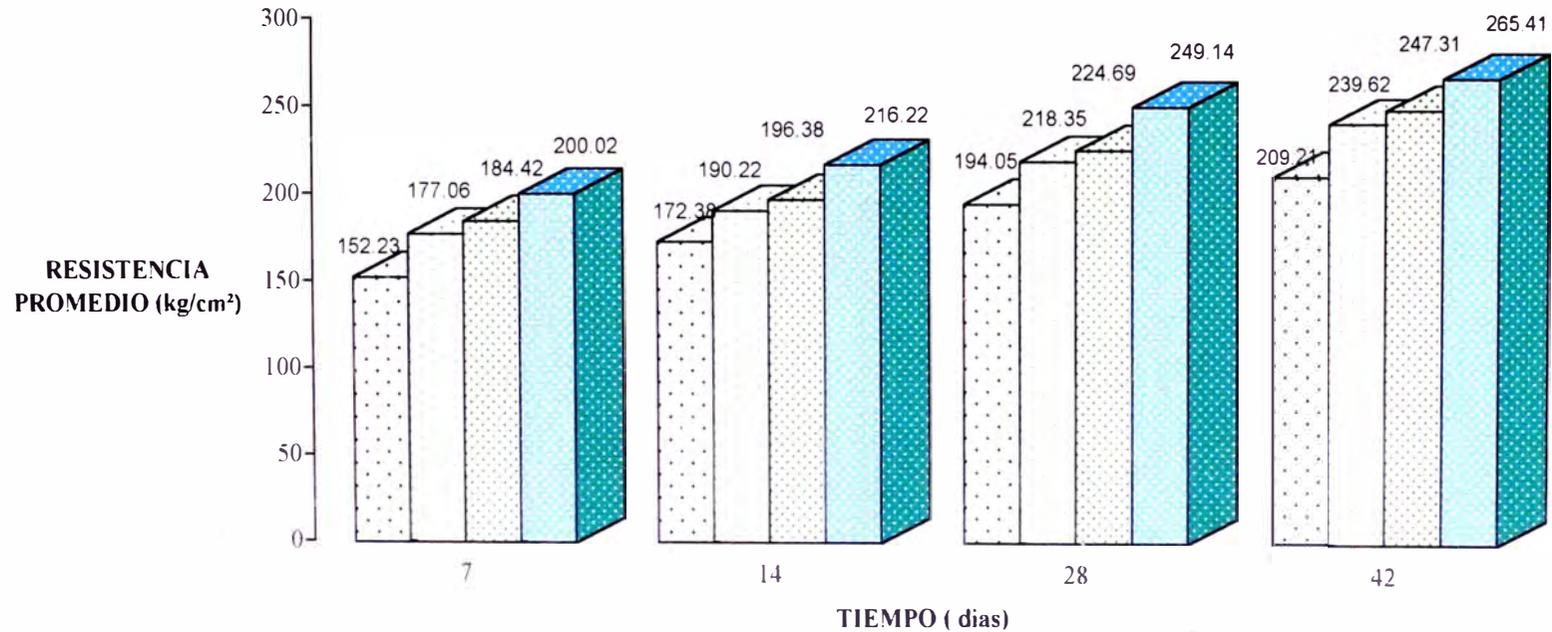
□ EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUÍMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

GRAFICO N° VI.3.7

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.70

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO



- SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)
- CURADO CON 02 CAPAS "KUREZZ QS"
- CURADO CON 01 CAPA "KUREZZ QS"
- EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE

TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

CUADROS : RESUMEN Y COMPARATIVOS DE ENSAYOS DE**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN****DIAMETRAL DEL CONCRETO**

CUADRO	TITULO
VI.4.1	Cuadro resumen de resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral
VI.4.2	Cuadro comparativo con respecto a la muestra patrón
VI.4.3	Cuadro comparativo con respecto a la muestra expuesta al medio ambiente
VI.4.4	Cuadro comparativo con respecto a la relación $a / c = 0.60$
VI.4.5	Cuadro comparativo entre una y dos capas de curador "KUREZ QS"

CUADRO N° VI.4.1

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Condiciones de curado	Edad (días)	Resistencia a la Tracción (Kg/cm ²)		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	28	21.53	21.10	20.08
Curado con una capa	28	20.80	19.50	19.02
Curado con dos capa	28	20.94	20.45	19.14
Expuesta al medio ambiente	28	18.89	17.62	15.20

CUADRO N° VI.4.2

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LA MUESTRA PATRON

ENSAYO A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje con respecto a la resistencia de la Muestra Patrón		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	28	100	100	100
Curado con una capa	28	96.61	92.42	94.72
Curado con dos capa	28	97.26	96.92	95.32
Expuesta al medio ambiente	28	87.74	83.51	75.70

CUADRO N° VI .4.3

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LA MUESTRA EXPUESTA AL MEDIO AMBIENTE

ENSAYO A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje comparativo con respecto a la muestra Expuesta al Medio Ambiente		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Sumergido en agua (Patrón)	28	113.98	119.75	132.11
Curado con una capa	28	110.11	110.67	125.13
Curado con dos capa	28	110.85	116.06	125.92
Expuesta al medio ambiente	28	100	100	100

CUADRO N° VI.4.4

CUADRO COMPARATIVO CON RESPECTO A LA RELACION $a/c = 0.60$

ENSAYO A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje con respecto relación $a / c = 0.60$		
		$a/c = 0.60$	$a/c = 0.65$	$a/c = 0.70$
Sumergido en agua (Patrón)	28	100	98.00	93.27
Curado con una capa	28	100	93.75	91.44
Curado con dos capa	28	100	97.66	91.40
Expuesta al medio ambiente	28	100	93.28	80.47

CUADRO N° VI.4.5

CUADRO COMPARATIVO ENTRE UNA Y DOS CAPAS DE CURADOR

ENSAYO A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Condiciones de curado	Edad (días)	Porcentaje comparativo entre una y dos capas de curador KUREZ QS		
		a/c = 0.60	a/c = 0.65	a/c = 0.70
Curado con una capa	28	99.33	95.35	99.37
Curado con dos capa	28	100	100	100

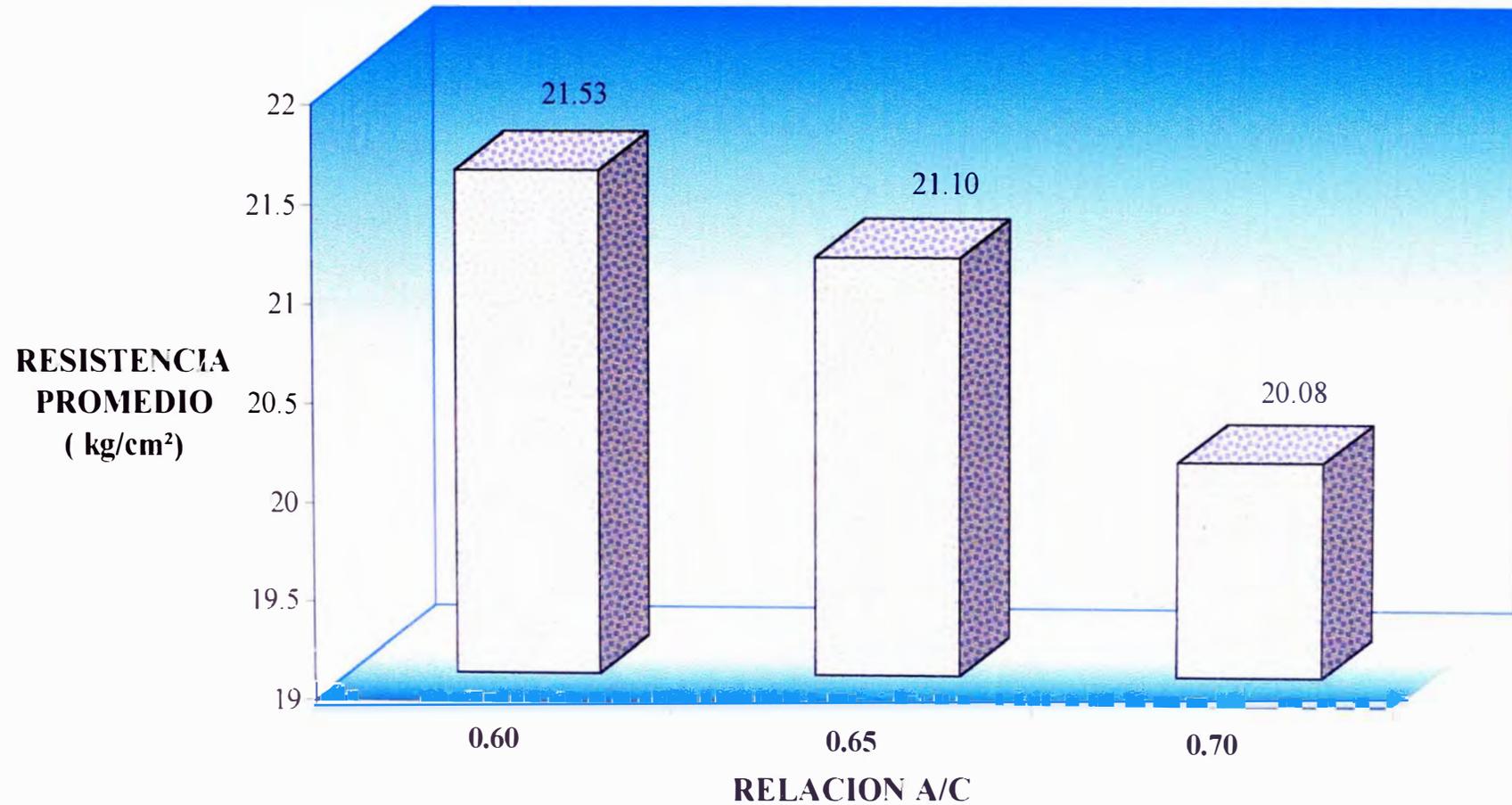
**GRAFICOS : RESUMEN Y COMPARATIVOS DE ENSAYOS DE
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN
DIAMETRAL DEL CONCRETO**

GRAFICO	TITULO
VI.4.1	Comparativo tipo barras resistencia a la tracción por compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 – Muestra sumergida en agua (patrón)
VI.4.2	Comparativo tipo barras resistencia a la tracción por compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 –Muestra curada con 01 capa “KUREZ QS”
VI.4.3	Comparativo tipo barras resistencia a la tracción por compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 –Muestra curada con 02 capas “KUREZ QS”
VI.4.4	Comparativo tipo barras resistencia a la tracción por compresión $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 –Muestra expuesta al medio ambiente.

GRAFICO VI.4.1

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS, CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.60, 0.65 y 0.70

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO



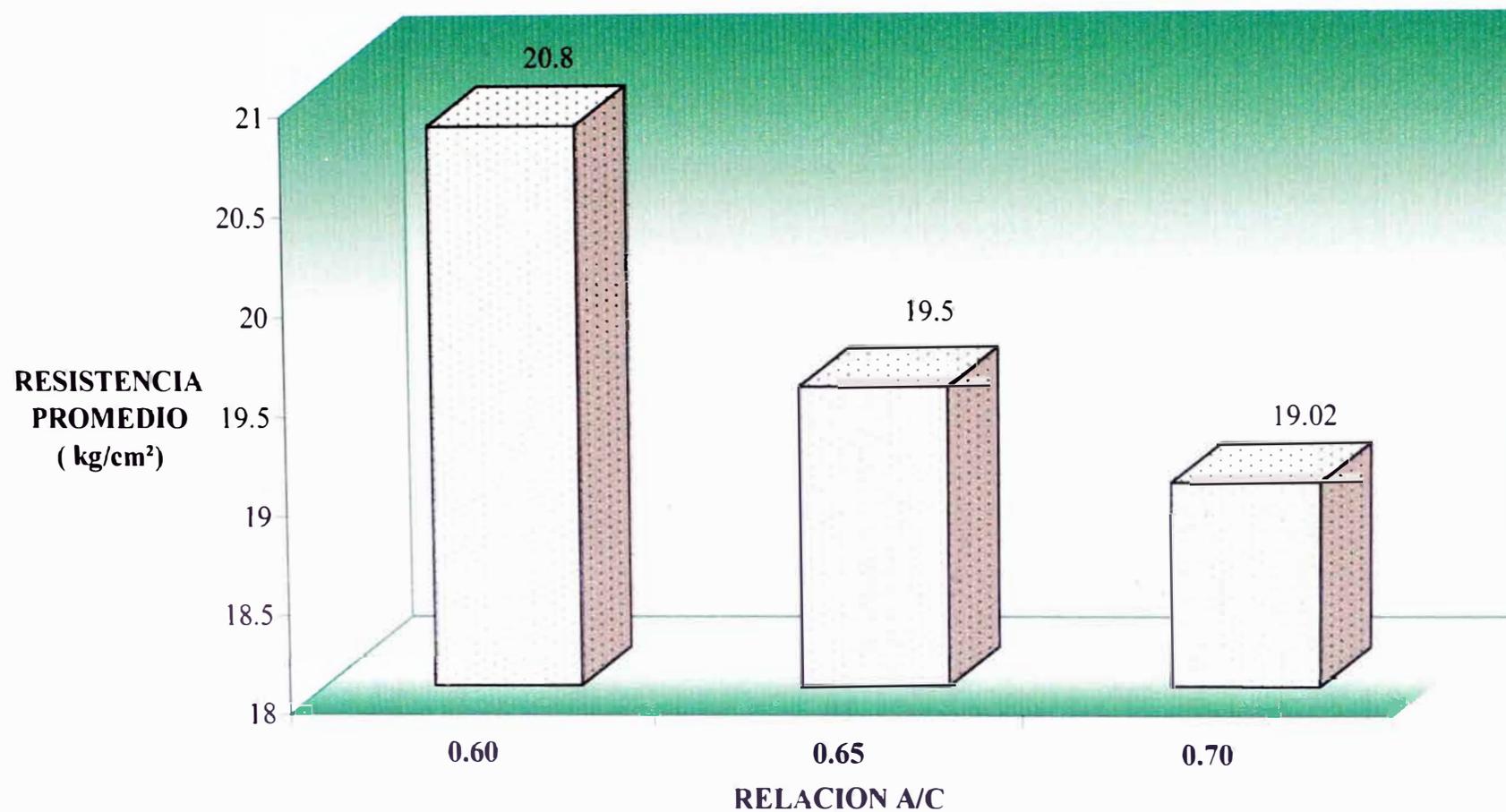
□ SUMERGIDO EN AGUA (PATRON)

TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS "

GRAFICO VI.4.2

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS, CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.60, 0.65 y 0.70

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO



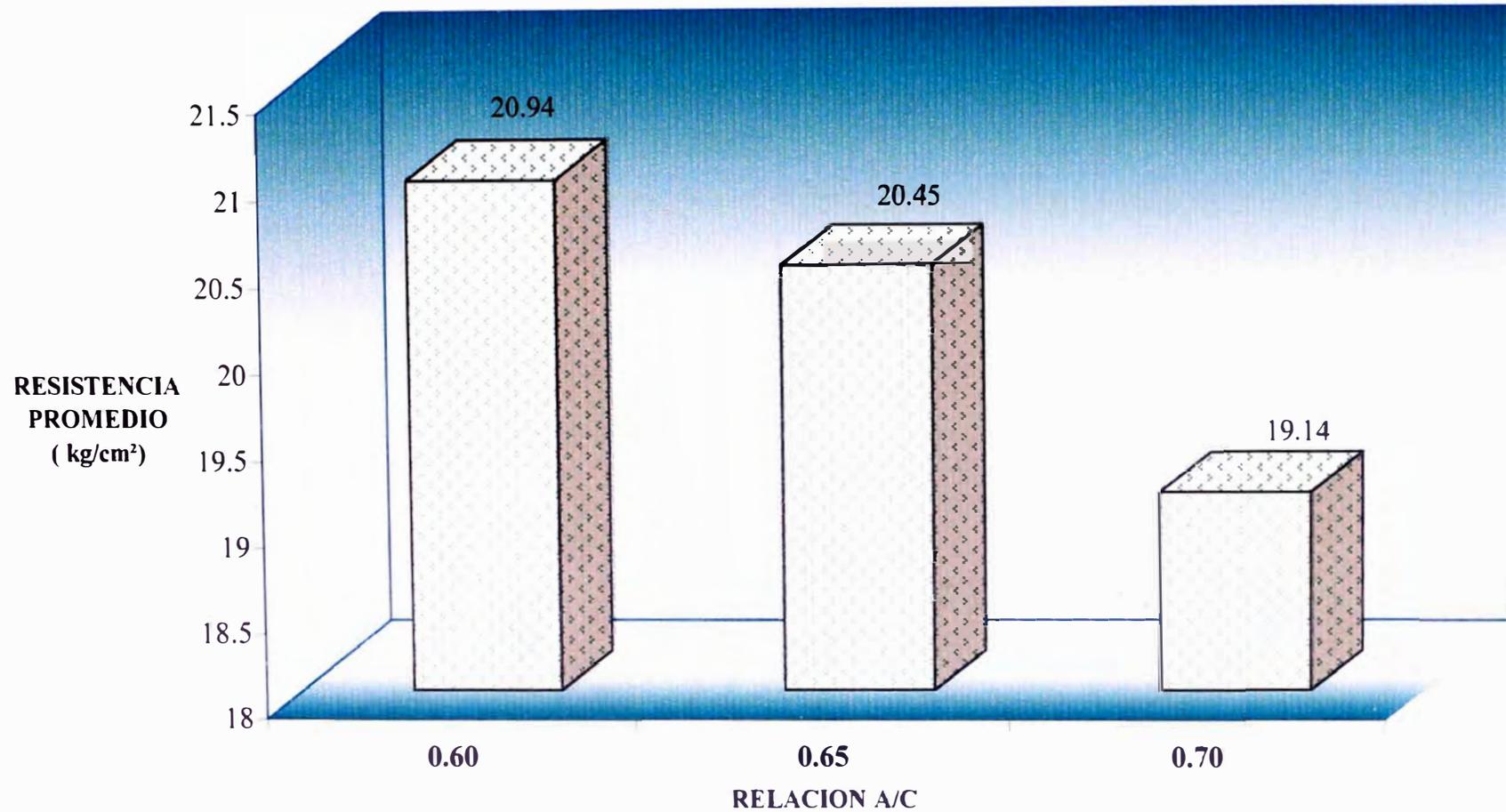
□ MUESTRA CURADA CON 01 CAPA "KUREZ QS"

TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

GRAFICO VI.4.3

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS, CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.60, 0.65 y 0.70

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO



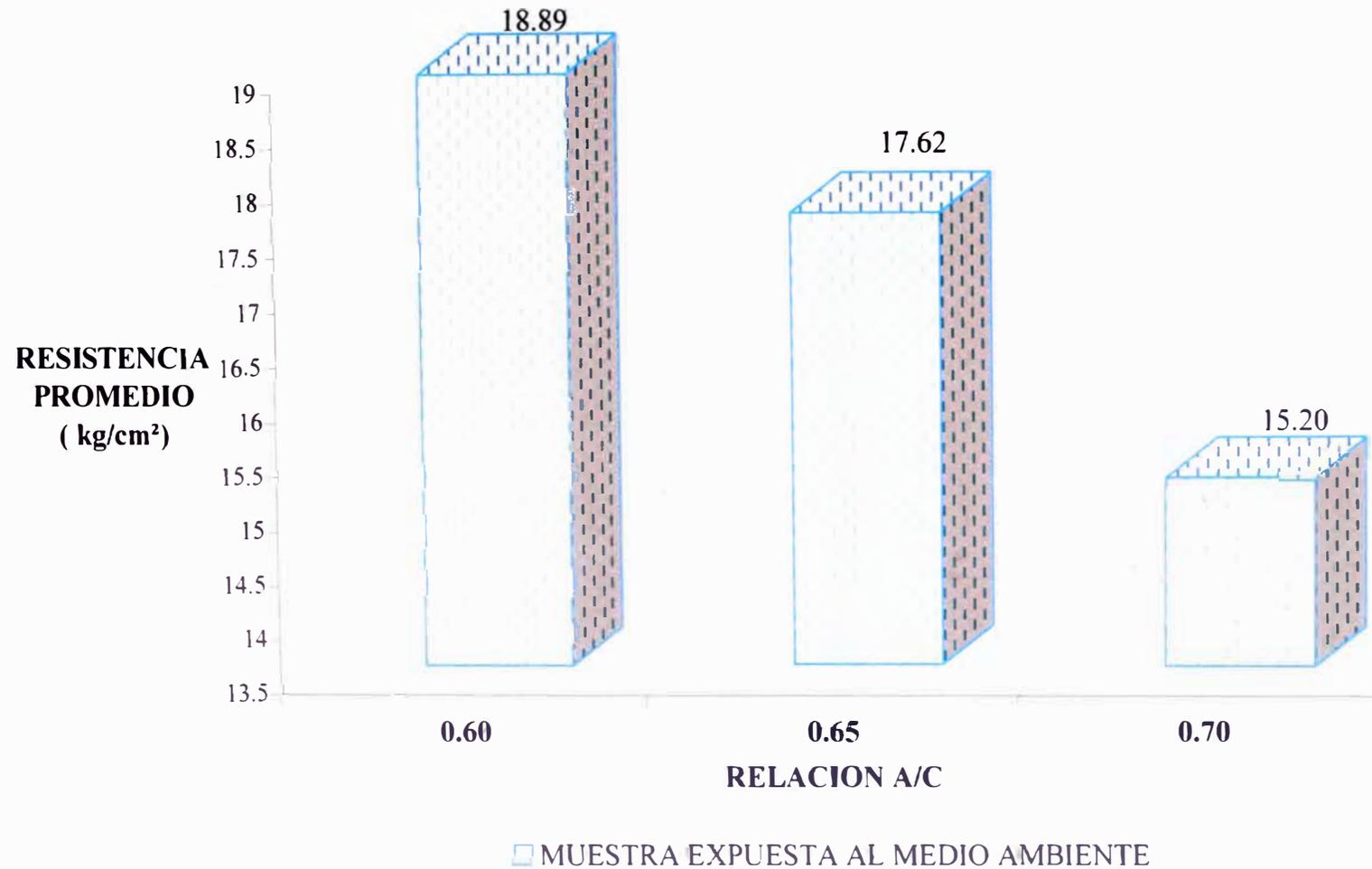
□ MUESTRA CURADA CON 02 CAPAS "KUREZ QS"

TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO. UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

GRAFICO VI.4.4

GRAFICO COMPARATIVO TIPO BARRAS, CON RESPECTO A LA RELACION A/C = 0.60, 0.65 y 0.70

ENSAYO : RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL DEL CONCRETO



TESIS : " PROPIEDADES DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON CURADOR QUIMICO, UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS - BAGUA GRANDE - AMAZONAS"

CAPITULO VII
ANALISIS DE RESULTADOS

CAPITULO VII

ANALISIS DE RESULTADOS

Generalidades

El presente tema de tesis “Propiedades del concreto de mediana a baja resistencia con curador químico, utilizando cemento tipo MS, Bagua Grande, Amazonas”, ha sido elaborado con los agregados procedentes de la cantera Santa Elena, de características físicas normales, Cemento Pacasmayo Tipo MS, el cual es un cemento adicionado con escoria de altos hornos, el agua utilizada fue de la Planta de Tratamiento (obtenida de la Qda. Cushillo), de la obra: “Plan Mínimo Irrigación Magunchal, Qda. Honda – Caimito”, Bagua Grande, todos los ensayos fueron realizados en el “Laboratorio de Suelos y Concreto” de la obra en mención.

Antes de realizar estos análisis debemos saber que estamos trabajando con tres relaciones de agua / cemento ($a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70), estas relaciones presentan propiedades particulares que podemos dividirlos en dos grupos:

a).- Mezclas de Concreto de Baja Relación:

Se caracterizan por ser mezclas retentivas; es decir, contiene materiales en general finos con mas cemento y de consistencia no plástica.

b).- Mezclas de Concreto de Alta Relación:

Estas mezclas son poco retentivas; puesto que generalmente contiene materiales gruesos con menos cemento y consistencia fluida.

A continuación presentamos los siguientes ensayos realizados : con el concreto en el estado fresco y posteriormente con el concreto en el estado endurecido.

El desarrollo de este capítulo nos permitirá elaborar posteriormente las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.

De los Agregados:**Agregado Fino**

- La granulometría del agregado fino cumple con la Norma ASTM y la N.T.P. N° 400.012 (ver Cuadro I.6).
- El módulo de finura obtenido es de 3.04, cuyo valor se encuentra dentro del intervalo de 2.3 a 3.1, siendo de esta manera aceptable.
- La superficie específica es de 38.44 cm² /gr, lo que indica que se necesitará mayor cantidad de pasta de cemento para recubrir el área superficial total del agregado fino.

- La cantidad de material que pasa la malla N°200 es de 1.4, resultando un valor que cumple con la Norma (5.0% máximo).
- El peso específico de masa es de 2.609 gr/cm^3 , lo que indica que se clasifica dentro de los agregados normales (entre 2.5 y 2.75 gr/cm^3).
- Según el cuadro N° I.6 la granulometría del agregado fino cumple con el Huso respectivo.
- El peso unitario compactado es de $1,794.70 \text{ Kg/cm}^3$, resultando mayor respecto al clasificado como agregados normales (entre $1,500$ y $1,700 \text{ Kg/m}^3$), pero es un valor aceptable en la práctica para el diseño de mezclas de concreto.

Agregado Grueso

- El agregado grueso es de forma angular, superficie rugosa, obtenido del hormigón extraído del río Utcubamba, para luego triturarlo, lavarlo y clasificarlo; lo cual es ventajoso para tener así una buena adherencia entre la pasta de cemento y el agregado.
- La granulometría del agregado grueso cumple con la Norma ASTM y a N.T.P. N° 400.012 (ver Cuadro I.7).
- El tamaño máximo es de $1 \frac{1}{2}$ " y su tamaño máximo nominal de 1", siendo éste último el valor que se emplea en el diseño de mezclas según ACI 211.1.85, lo cual se encuentra en el límite permitido.

- Su resistencia a la abrasión es de 17.20% (ver anexos varios) cuyo valor cumple con la norma ASTM C-131 y C-135 (valor de desgaste menor a 50%).
- La resistencia del agregado grueso es de $1,727 \text{ kg/cm}^2$ (ver anexos varios) lo que indica que es un valor mayor de la clasificación de agregados normales (resistencia en compresión 750 a $1,200 \text{ kg/cm}^2$), cabe mencionar que la resistencia en compresión esta inversamente relacionada con la porosidad y la absorción, y directamente con el peso específico.
- El modulo de finura obtenido es de 7.15, cuyo valor se encuentra dentro del intervalo de 7.0 a 7.3, siendo de esta manera aceptable.
- El peso unitario compactado del agregado grueso es de $1,598.32 \text{ kg/m}^3$, resultando dicho valor dentro de la clasificación como agregados normales (entre 1,500 y $1,700 \text{ Kg/m}^3$).

Agregado Global

- La combinación de agregados gruesos y finos, mejora la calidad del concreto, aumentando su trabajabilidad, plasticidad y uniformidad; además, reduce la exudación al aumentar su compacidad y disminuir los vacíos, al ser estos ocupados por un agregado intermedio.
- Del ensayo Peso Unitario Compactado se obtuvo que el 44% del agregado fino y el 56% del agregado grueso, fueron los porcentajes que

resultaron mayor peso unitario (ver cuadro N° 1.2), lo cual se diseñó las mezclas de concreto con dichos porcentajes.

- La granulometría del agregado global cumple con el huso respectivo según N.T.P. 400.037 dentro de los cuales se pueden obtener concretos trabajables y compactos.

Del Agua

- El agua utilizada fue extraída de la quebrada Cushillo, la cual cumple con las normas establecidas para la elaboración de concreto (ver anexos varios). Se observa en dicho análisis que los valores promedio en todo instante están por debajo de las máximas establecidas por la N.T.P. 339.088, y de otro lado su PH igual 7 está comprendido en el intervalo establecido.

Del Diseño de Mezclas

- A los diseños de mezclas originales obtenidos por el método del ACI, se hicieron ajustes teóricos, hasta poder obtener mezclas que se puedan emplear para la elaboración de probetas aptas para ser sometidas a ensayos de resistencia.

Al preparar los respectivos diseños de mezcla para las 3 relaciones agua / cemento 0.60, 0.65 y 0.70, se obtuvieron mezclas la cual sirvieron para graficar y obtener el agua necesaria que correspondían para un slump de 3 ½ ”.

Para cada relación agua / cemento se detallan los contenidos de los materiales para los valores de obra por metro cúbico y por tanda, la cual se conservo la relación de finos a 44%.

7.1 Análisis de Resultados al Estado Fresco

Consistencia – Asentamiento

- Para los tres tipos de relaciones $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 se obtuvieron resultados muy cercanos a $3 \frac{1}{2}''$, en su característica principal trabajables (ver cuadro N° IV.2).

Peso Unitario del Concreto

- Para la relación $a/c = 0.60$, se obtuvo un peso unitario de $2,359.1 \text{ Kg/m}^3$, considerando este como referencia (ver cuadro N° IV.1).
- Para las relaciones $a/c = 0.65$ y 0.70 , se obtuvo un peso unitario de $2,337.5$ y $2,304.5 \text{ Kg/m}^3$, respectivamente, lo cual significa una disminución de 2.3% referente al menor.
- Con respecto a los valores obtenidos de los pesos unitarios, se puede afirmar que están dentro de los valores normales ($2,300 - 2,500 \text{ Kg/m}^3$).

Contenido de Aire

- Del cuadro N° IV.3 se aprecia que para la relación $a/c = 0.60$ el contenido de aire es de 1.9% para las demás relaciones disminuye en 0.3% y 0.5% para las relaciones $a/c = 0.65$ y 0.70 respectivamente.

Exudación

- Del cuadro N° IV.4 se aprecia que para la relación $a/c = 0.60$ la exudación es de 2.42% para las demás relaciones disminuye en 0.07% y 0.59% para las relaciones $a/c = 0.65$ y 0.70 respectivamente.

Tiempo de Fraguado

- Para los ensayos de control de tiempo de fraguado obtuvimos resultados que varían de acuerdo a la dosificación y relación agua / cemento (ver cuadro N° IV.5).
- Para la relación $a/c = 0.60$ se obtuvo un tiempo de fraguado inicial de $2^h 10'$, cabe destacar que se tuvo una temperatura ambiente entre los 33° y 36° C.
- Para las relaciones de $a/c = 0.65$ y 0.70 se obtuvieron tiempos de fraguado inicial de $2^h 20'$ y $2^h 35'$, respectivamente entre las temperaturas ambiente de 32° a 36° C.
- En general el tiempo de fraguado es mayor conforme aumenta la relación agua- cemento, debido al menor contenido de cemento.

- Resulta útil el inicio de endurecimiento del concreto, de gran interés para puesta en obra y consolidación. La N.T.P. 339-082, que tiene como antecedentes la ASTM C-403, especifica dicho método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado del concreto por la resistencia que ofrece a la penetración, la cual en la sección anexos se muestran vistas del equipo utilizado, la misma que es útil en la práctica.

7.2 Análisis de Resultados al Estado Endurecido

En la presente investigación se han realizado dos tipos de ensayos para el concreto en estado endurecido, que son Ensayos de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Los cuales se han realizado para 4 tipos de muestras de concreto (probetas) y 3 relaciones de agua / cemento ($a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70) por tipo de muestra.

Estos tipos de muestras han sido clasificados según su modalidad de curado que describimos a continuación:

Muestra Tipo Sum.Ag.: Es la “Muestra Patrón” curada por inmersión en agua, el curado de estas probetas se realizó siguiendo las recomendaciones de la N.T.P. 339.033. Todas las probetas que fueron curadas en agua se secaron 02 horas antes del ensayo (ver anexos).

Muestra Tipo 1-cap.: Es la muestra a la cual se le aplicó 01 capa del curador químico KUREZ QS, mediante una pequeña brocha, lo que nos aseguro una

aplicación uniforme del aditivo formado así una película protectora que cubrió todo el espécimen.

Muestra Tipo 2-cap.: Es la muestra a la cual se le aplicó 02 capas de curador KUREZ QS, de la misma forma que la muestra anterior, con un intervalo de $\frac{3}{4}$ de hora aproximadamente entre la primera y la segunda capa.

Muestra Tipo ExAmb.: Es la muestra que fue expuesta al medio ambiente sin ningún tipo de curado, desde su preparación hasta la fecha de ensayo.

A. Resistencia a la Compresión

A.1 Relación $a/c = 0.60$ (ver cuadro N° VI.3.3)

Los valores expresados como porcentajes de la resistencia de la “Muestra Patrón” (sumergida en agua – 100%), en función al tipo de curado para las edades de 7,14, 28 y 42 días son las siguientes:

- A la edad de 7 días, se ha obtenido la mayor resistencia con respecto al curado sumergido en agua, con 02 capas (93.64%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa de curador (89.51) y el menor valor porcentual expuesta al medio ambiente (81.16%).
- A la edad de 14 días, se ha obtenido la mayor resistencia con respecto al curado sumergido en agua, con 02 capas (93.36%), siguiendo en orden descendente la muestra curada con 01 capa (91.15%) y el menor valor porcentual expuesta al medio ambiente (85.54%).

- A la edad de 28 días, se ha obtenido la mayor resistencia con respecto al curado sumergido en agua, con 02 capas (94.71%), siguiendo en orden descendente la muestra curada con 01 capa (93.15%) y el menor valor porcentual expuesta al medio ambiente (87.04%).
- A la edad de 42 días, se ha obtenido la mayor resistencia con respecto al curado sumergido en agua, con 02 capas (93.52), siguiendo en orden descendente la muestra curada con 01 capa (92.41%) y el menor valor porcentual expuesta al medio ambiente (85.44%).

A.2 Relación a/c = 0.65 (ver cuadro N° VI.3.3)

Los valores expresados como porcentajes, de la resistencia de la “Muestra Patrón” (sumergida en agua – 100%), en función al tipo de curado para las edades de 7, 14, 28 y 42 días son las siguientes:

- A la edad de 7 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (90.78%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (87.10%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (77.37%).
- A la edad de 14 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (89.83%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (88.10%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (80.02%).

- A la edad de 28 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (92.66%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (89.93%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (84.37%).
- A la edad de 42 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (92.83%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (91.28%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (83.03%).

A.3 Relación a/c = 0.70 (ver cuadro N° VI.3.3)

Los valores expresados como porcentajes, de la resistencia de la “Muestra Patrón” (sumergida en agua – 100%), en función al tipo de curado para las edades de 7, 14, 28 y 42 días son las siguientes:

- A la edad de 7 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (92.20%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (88.52%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (76.11%).
- A la edad de 14 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (90.82%); siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (87.98%) y el

menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (79.72%).

- A la edad de 28 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (90.19%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (87.64%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (77.89%).
- A la edad de 42 días, se ha obtenido la mayor resistencia con la muestra curada sumergido en agua; con 02 capas impermeables (93.18%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (90.28%) y el menor valor se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente (78.83%).

Así mismo; para todas las relaciones a/c presentan según el tipo de curado, observamos el siguiente rango de variaciones :

- Para las 02 capas impermeables, el máximo valor que alcanza la resistencia a la compresión 94.71% y el mínimo 90.18%.
- Para la muestra expuesta al medio ambiente, el máximo valor que alcanza la resistencia a la compresión es 87.04% y el mínimo 77.89%.
- Si tomamos el promedio general independientemente de las relaciones a/c y el tiempo de curado, tenemos los siguientes valores:
 - ❖ Para el curado de 02 capas impermeables el promedio es de 92.31%

- ❖ Para el curado de 01 capa impermeable el promedio es de 89.75%

- ❖ Para la muestra expuesta al medio ambiente el promedio es de 81.39%

B. Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

Los valores expresados, como porcentajes de la resistencia de la "Muestra Patrón" (sumergido en agua – 100%), en función al tipo de curado para la edad de 28 días, son los siguientes: (ver cuadro N° VI.4.2)

- Para la relación $a/c = 0.60$, observamos que presentan valores respecto a la Muestra Patrón, con 02 capas impermeables (97.26%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (96.61%), y el más bajo valor en la muestra expuesta al medio ambiente (87.74%).

- Para la relación $a/c = 0.65$, observamos que presentan valores respecto a la Muestra Patrón, con 02 capas impermeables (96.92%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (92.42%), y el más bajo valor en la muestra expuesta al medio ambiente (83.51%).

- Para la relación $a/c = 0.70$, observamos que presentan valores respecto a la Muestra Patrón, con 02 capas impermeables (95.32%), siguiendo en orden descendente la de 01 capa impermeable (94.72%), y el más bajo valor en la muestra expuesta al medio ambiente (75.70%).

De todos los valores porcentuales obtenidos del cuadro N° VI.4.2 podemos notar para cada relación a/c , que con la muestra sumergida en agua, se obtiene los mayores valores promedios (100%), para las muestras curadas

con una y dos capas curador químico KUREZ QS se obtiene valores cercanos y los menores valores se obtiene con la muestra expuesta al medio ambiente, además apreciamos que las muestras curadas con 02 capas impermeables de KUREZ QS, da mayor resultado, que las curadas con 01 capa impermeable.

En los gráficos tipo barras de los Ensayos de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral del Concreto, se puede tener una visión rápida y panorámica de los resultados para los diferentes tipos de curado y relaciones agua / cemento.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Generalidades.-

En el presente tema de tesis : “ Propiedades del concreto de mediana a baja resistencia con curador químico, utilizando cemento Tipo MS, Bagua Grande, Amazonas”, se presentan las conclusiones y recomendaciones, a las que se llega luego de analizar los resultados obtenidos, al evaluar el concreto endurecido por efecto de la aplicación del curador químico KUREZ QS, de la firma EUACO, los diseños de las mezclas de concreto se prepararon con las relaciones agua / cemento = 0.60, 0.65 y 0.70, utilizando cemento Tipo MS fabricado por Cementos Norte Pacasmayo.

Teniendo en cuenta la influencia del curado sobre la calidad del concreto en general, se ensayaron las condiciones de curado que fueron las siguientes : La primera por inmersión en agua cuyos resultados fue el más eficaz representativo como patrón comparativo con respecto a los otros tipos de curado; la segunda condición, aplicando a la superficie del concreto una capa

de curado en forma de emulsión acuosa (KUREZ QS) ; la tercera condición de curado se aplica dos capas del mismo curador y por último, se tomaron probetas que sirvieron como referencia, que fueron expuestas libremente al ambiente sin ningún tipo de curado.

La presente investigación fue realizada en la zona de Bagua Grande, Amazonas, Región Nor Oriental del Marañón (altura de la carretera Marginal Km. 244.5) en el laboratorio de Suelos y Concreto, de la Obra: “Irrigación Plan Mínimo Magunchal Qda. Honda- Caimito”, con una temperatura promedio de 26 a 38° C durante el día, característico de un clima cálido.

8.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos del control de calidad del concreto, se llegó a las siguientes conclusiones :

1. Las muestras de concreto sumergido en agua (muestra patrón) es el método de curado con el que se logra la mayor resistencia tanto a la compresión como a la tracción por compresión diametral para los tres tipos de relaciones agua / cemento = 0.60, 0.65 y 0.70.
2. Las muestras de concreto curado aplicando una capa impermeable de curador químico KUREZ QS, se logra alcanzar valores de resistencia a la compresión con respecto a la muestra patrón de 93.15%, 89.93% y 87.64% correspondiendo a las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente a la edad de 28 días.

3. Las muestras de concreto curado aplicando dos capas impermeables de curador químico KUREZ QS, se logra alcanzar valores de resistencia a la compresión con respecto a la muestra patrón de 94.71%, 92.66% y 90.19% correspondiendo a las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente a la edad de 28 días.
4. Las muestras de concreto expuestas al medio ambiente, sin ser curados se logra alcanzar valores de resistencia a la compresión con respecto a la muestra patrón de 87.04%, 84.37% y 77.89% correspondientes a las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente a la edad de 28 días.
5. De las resistencias obtenidas se puede concluir que a menor relación agua / cemento, mayor es la resistencia, basándose en la evaluación de los procedimientos de curado.
6. El concreto curado con dos capas impermeables de curador químico en estudio se logra un promedio de 92.52% y de 90.24% aplicando una capa (eficiencia promedio) de la muestra patrón para las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 a la edad del concreto de 28 días; se concluye que el curador químico en estudio se obtiene resultados óptimos y satisfactorios.
7. Al evaluar la aplicación del curador químico en el curado del concreto, mediante los ensayos a compresión, permite obtener una notable mejoría de la calidad del concreto, para la edad de 28 días, pero existe la tendencia a disminuir la eficiencia del curador a medida que el concreto adquiera mayor edad en relación con el porcentaje de su resistencia.

8. El concreto curado con una capa del curador químico KUREZ QS, se logra resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto a la muestra patrón de 96.61%, 92.42% y 94.72% correspondiendo a las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente a la edad de 28 días.
9. El concreto curado con dos capas del curador químico KUREZ QS, se logra resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto a la muestra patrón de 97.26%, 96.92% y 95.32% correspondiendo a las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente a la edad de 28 días.
10. Cuando no se realiza ningún tipo de curado en el concreto, muestras expuestas al medio ambiente, se logra resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto a la muestra patrón de 87.74%, 83.51% y 75.70% correspondiendo a las relaciones agua / cemento de 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente a la edad de 28 días.
11. Del Análisis de Costos para un caso aplicativo (paños de canal de Irrigación) dado los resultados obtenidos se llega a la conclusión que se tiene un 14.29% de ahorro por m² de área curada aplicando dos capas de curador químico KUREZ QS respecto al curado con agua.
12. La evaluación de la calidad del concreto independientemente de las relaciones agua / cemento y de la edad; se obtiene un promedio de 94.41% curando con dos capas impermeables de curador químico, y un promedio de 92.96% curado con una capa impermeable, con respecto al sumergido

en agua. Lo que nos indica que este método es una buena alternativa a otros métodos de curado, teniendo en cuenta su economía.

8.2 Recomendaciones

1. El curado del concreto asegura un comportamiento satisfactorio de la resistencia del concreto en una estructura; tiene gran importancia para mejorar la durabilidad y además propiedades en que el concreto ha de ser expuesto.
2. Para la aplicación del curador químico en el concreto, se deberá saturarse con agua antes de aplicar el curador, ya que con ello se permite el incremento de humedad interna.
3. El procedimiento de curado con curador químico, es aplicando con un dispositivo atomizador o con rociador mecánico (mochila pulverizadora), siendo eficiente para grandes superficies, por la distribución uniforme y mayor productividad; cuya aplicación debe ejecutarse tan pronto como la superficie del concreto esté endurecida y no sufra daños.
4. La aplicación del curador depende de la extensión del área a cubrir, así se trata de superficies externas, tal es el caso de canales de Irrigación (ver anexos) la cual se justifica su uso.
5. Es necesario el curado en el concreto, ya que dicho procedimiento se utiliza para promover la hidratación del cemento que solo se logra en capilares llenos de agua; por eso es necesario evitar la pérdida de humedad de los capilares causada por la evaporación.

6. Todo concreto que vaya a estar expuesto permanentemente a la intemperie, el periodo mínimo de conservación de humedad y temperatura, es de 7 días, tiempo necesario para alcanzar el 70% de la resistencia especificada a la compresión, teniéndose especial cuidado en las primeras 48 horas.
7. El curado del concreto en condiciones extremas de alta temperatura ambiental como es el caso del clima cálido de la zona del Nor Oriente del Marañon, Bagua Grande, Amazonas, se debe iniciar lo antes posible, usando preferentemente curadores químicos, ya que la perdida de humedad es rápida, evitando el agrietamiento y el daño grave ocasionado por el secado.
8. La aplicación del curador químico KUREZ QS, en concretos preparados en la zona de Bagua Grande (Selva), su eficiencia aplicando dos capas nos da mejores resultados ya que permite incrementar la resistencia a la compresión en un rango de 1.56% a 2.73% con respecto al concreto curado con una capa impermeable; de lo anterior se obtiene resultados similares con curadores utilizados en la Costa.
9. No es recomendable la aplicación la aplicación del curador químico sobre superficies sobre las cuales se deberá adicionar o adherir material de acabados con base de concreto.
10. Referente al análisis de costos comparativo (ver anexos) respecto a la aplicación del curador KUREZ QS en paños de sección de un canal de Irrigación, para los procedimientos de curado con agua y por aplicación de 02 capas de curador se obtuvieron los costos por m² de US\$ 0.70 para el primero y de US\$ 0.60 para el segundo.

11. Tener registros permanentes de los proyectos, a fin de asegurar buenos resultados en la colocación y curado del concreto en clima caluroso, los registros deben incluir la frecuente verificación de las temperaturas del concreto, observaciones acerca del comportamiento y la apariencia del mismo.

12. Es recomendable elaborar concreto con el cemento Tipo MS cuando se encuentra en contacto con suelos húmedos característico de la zona Norte y Nor – Oriente del Perú.

CAPITULO IX

ANEXOS

ANEXO A

Diseños de Mezclas, Cálculos

DISEÑO DE MEZCLA

Datos necesarios para el diseño de mezcla

CEMENTO:

- Tipo : Portland MS
- Peso Específico : 3.10 gr/cm³

AGREGADO FINO:

- Peso Específico de Masa : 2.609 gr/cm³
- Modulo de Finura : 3.04
- Contenido de Humedad : 4.7 %
- % de Absorción : 1.32 %

AGREGADO GRUESO

- Peso Específico de Masa : 2.593 gr/cm³

- Modulo de Finura : 7.15
- Contenido de Humedad : 1.1 %
- % de Absorción : 0.70 %

Nota : El 44% en peso del agregado fino equivale al 44.2% en volumen.

Diseño Mezcla para la relación agua / cemento = 0.60

Condiciones de Diseño:

a/c = 0.60 Volumen Unitario de Agua = 190 lt/m³

% Aire = 1.5 rf = 44.0 %

Contenido de Cemento:

Con el contenido de volumen de agua en la unidad cúbica del concreto se halla el cemento:

$$\text{Cemento} = 190 / 0.60 = 316.67 \rightarrow C = 317 \text{ kg/m}^3$$

Contenido de Agregado:

	Peso Seco (kg/m ³)	Vol. Absoluto
Cemento	317	0.1023

Agua	190	0.190
Arena	-	A
Piedra	-	B
Aire	1.5	0.015

Total = 1 m³

$$A + B + 0.1023 + 0.190 + 0.015 = 1$$

$$A + B = 0.6927$$

$$\text{Arena (44.2\%)} = A = 0.3062$$

$$\text{Piedra (55.8\%)} = B = 0.3865$$

$$\text{Peso Arena} = 2,609 * 0.3062 = 798.88 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Piedra} = 2,593 * 0.3865 = 1,002.19 \text{ kg}$$

Corrección por Humedad de los Agregados:

$$\text{Humedad Superficial} = (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) / 100$$

$$\text{Aporte por Humedad} = \text{Humedad Superficial} \times \text{Peso del Agregado}$$

- Arena:

$$\text{-H. S. Arena} = (4.7 - 1.32)/100 = 0.0338$$

$$\text{-Aporte por Humedad} = 799 * 0.0338 = 27.01$$

- Piedra:

$$\text{-H. S. Piedra} = (1.1 - 0.70)/100 = 0.004$$

$$\text{-Aporte por Humedad} = 1,002 * 0.004 = 4.01$$

$$\text{Aporte Total por Humedad} = 27.01 + 4.01 = 31.02$$

$$\text{Agua efectiva} = 190 - 31.02 = 158.98 \rightarrow \text{Agua} = 159 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales (Corregidos por humedad del agregado)

- Valores de Obra (1m³) :

$$\text{Cemento} = 317 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 159 \text{ lt}$$

$$\text{Arena} = 799 * 1.047 = 836.6 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra} = 1,002 * 1.011 = 1,013.02 \text{ kg}$$

- Valores Unitario de Obra:

$$\text{Cemento} = 317/317 = 1.0$$

$$\text{Agua efectiva} = 159/317 = 0.50$$

$$\text{Arena} = 836.6/317 = 2.64$$

$$\text{Piedra} = 1,013.02/317 = 3.20$$

- Proporciones Finales (Mezcladora de 48 kg):

$$\text{Cemento} = 6.54 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 3.28 \text{ lt}$$

$$\text{Arena} = 17.27 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra} = 20.91 \text{ kg}$$

Con estas proporciones, mediante el ensayo de consistencia del concreto fresco, cono de Abrams se obtuvo un asentamiento de $2 \frac{3}{4}$ ”; lo mismo se determinaron para Volúmenes Unitarios de Agua de 200 y 210 litros conservando la misma relación agua / cemento = 0.60.

Resumiendo en el siguiente cuadro :

AGUA = 190 lt → a/c = 0.60

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	317	317	1	6.54
Agua	190	159	0.50	3.28
Arena	799	836.6	2.64	17.27
Piedra	1,002	1,013.02	3.20	20.91

AGUA = 200 lt → a/c = 0.60

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	333	333	1	6.92
Agua	200	179	0.54	3.72
Arena	781	813	2.44	16.89
Piedra	980	986	2.96	20.48

AGUA = 210 lt → a/c = 0.60

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	350	350	1	7.31

Agua	210	190	0.54	3.97
Arena	763	794	2.27	16.58
Piedra	958	964	2.75	20.14

Con este “Cuadro Resumen” de proporciones para cada cantidad de agua obtuvimos los siguientes asentamientos:

AGUA (lt)	ASENTAMIENTO (pulg.)
190	2 ³ / ₄ ”
200	3 ¹ / ₄ ”
210	3 ³ / ₄ ”

Se graficará AGUA vs ASENTAMIENTO, encontrando que para un asentamiento de 3½”, se necesitará 205.20 litros de agua.(ver Gráfico III.1)

Por ultimo, con esta cantidad de agua se procedió a realizar la nueva proporción de mezcla, la cual nos determino un asentamiento de 3.48” y se hicieron ajustes de mezcla para determinar el “Diseño Patrón” con a/c = 0.60 siguiendo el proceso anterior obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño Patrón → a/c = 0.60

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	310	310	1	63.8

Agua	186	141	0.45	2.90
Arena	806	850	2.74	17.50
Piedra	1,011	1,030	3.32	22.21

Diseño de Mezcla para la relación agua / cemento = 0.65

Condiciones de Diseño:

$$a/c = 0.65$$

$$\text{Volumen Unitario de Agua} = 190 \text{ lt/m}^3$$

$$\% \text{ Aire} = 1.5$$

$$r_f = 44.0 \%$$

Contenido de Cemento :

Con el contenido de volumen de agua en la unidad cúbica del concreto se halla el cemento:

$$\text{Cemento} = 190 / 0.65 = 292.31 \rightarrow C = 292 \text{ kg/m}^3$$

Contenido de Agregado:

	Peso Seco (kg/m ³)	Vol. Absoluto
Cemento	292	0.09419
Agua	190	0.190

Arena	-	A
Piedra	-	B
Aire	1.5	0.015

Total = 1 m³

$$A + B + 0.09419 + 0.190 + 0.015 = 1$$

$$A + B = 0.29919$$

$$\text{Arena (44.2\%)} = A = 0.3098$$

$$\text{Piedra (55.8\%)} = B = 0.3911$$

$$\text{Peso Arena} = 2,609 * 0.3098 = 808.27 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Piedra} = 2,593 * 0.3911 = 1,014.12 \text{ kg}$$

Corrección por Humedad de los Agregados:

$$\text{Humedad Superficial} = (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) / 100$$

$$\text{Aporte por Humedad} = \text{Humedad Superficial} \times \text{Peso del Agregado}$$

- Arena:

$$-H. S. \text{ Arena} = (4.8 - 1.32) / 100 = 0.0348$$

$$\text{-Aporte por Humedad} = 808 * 0.0348 = 28.12$$

- Piedra:

$$\text{-H. S. Piedra} = (1.2 - 0.70) / 100 = 0.005$$

$$\text{-Aporte por Humedad} = 1,014 * 0.005 = 5.07$$

$$\text{Aporte Total por Humedad} = 28.12 + 5.07 = 33.19$$

$$\text{Agua efectiva} = 190 - 33.19 = 156.81 \rightarrow \text{Agua} = 157 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales (Corregidos por humedad del agregado)

- Valores de Obra (1m³) :

$$\text{Cemento} = 292 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 157 \text{ lt}$$

$$\text{Arena} = 808 * 1.048 = 846.8 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra} = 1,014 * 1.012 = 1,026.2 \text{ kg}$$

- Valores Unitario de Obra:

$$\text{Cemento} = 292 / 292 = 1.0$$

$$\text{Agua efectiva} = 157/292 = 0.54$$

$$\text{Arena} = 846.8/292 = 2.9$$

$$\text{Piedra} = 1,026.2/292 = 3.51$$

- Proporciones Finales (Mezcladora de 48 kg):

$$\text{Cemento} = 6.04 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 3.25 \text{ lt}$$

$$\text{Arena} = 17.50 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra} = 21.21 \text{ kg}$$

Con estas proporciones, mediante el ensayo de consistencia del concreto fresco, cono de Abrams se obtuvo un asentamiento de 3 ”; lo mismo se determinaron para Volúmenes Unitarios de Agua de 200 y 210 litros conservando la misma relación agua / cemento = 0.65.

Resumiendo en el siguiente cuadro :

$$\text{AGUA} = 190 \text{ lt} \rightarrow \text{a/c} = 0.65$$

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	292	292	!	6.04

Agua	190	157	0.54	3.25
Arena	808	846.8	2.9	17.50
Piedra	1,014	1,026.2	3.51	21.21

AGUA = 200 lt → a/c = 0.65

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	308	308	1	6.40
Agua	200	165	0.54	3.43
Arena	791	834.5	2.71	17.35
Piedra	992	1,001	3.25	20.81

AGUA = 210 lt → a/c = 0.65

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	323	323	1	6.76
Agua	210	192	0.59	4.02
Arena	774	804.2	2.49	16.82
Piedra	971	975.9	3.02	20.41

Con este cuadro de proporciones para cada cantidad de agua obtuvimos los siguientes asentamientos:

AGUA (lt)	ASENTAMIENTO (Pulg)
190	3 ”
200	3¼ ”
210	4 ”

Se graficará AGUA vs ASENTAMIENTO, encontrando que para un asentamiento de 3½”, se necesitará 202.05 litros de agua.(ver Gráfico III.2)

Por ultimo, con esta cantidad de agua se procedió a realizar la nueva proporción de mezcla, la cual nos determino un asentamiento de 3.50” y se hicieron ajustes de mezcla para determinar el “Diseño Patrón” con $a/c = 0.65$ siguiendo el proceso anterior obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño Patrón → $a/c = 0.65$

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	309	309	1	6.43
Agua	201	168	0.54	3.50
Arena	789	827	2.68	17.21
Piedra	990	1,003	3.25	20.87

Diseño de Mezcla para la relación agua / cemento = 0.70Condiciones de Diseño:

$$a/c = 0.70$$

$$\text{Volumen Unitario de Agua} = 190 \text{ lt/m}^3$$

$$\% \text{ Aire} = 1.5$$

$$r_f = 44.0 \%$$

Contenido de Cemento :

Con el contenido de volumen de agua en la unidad cúbica del concreto se halla el cemento:

$$\text{Cemento} = 190 / 0.70 = 271.4 \rightarrow C = 271 \text{ kg/m}^3$$

Contenido de Agregado:

	Peso Seco (kg/m ³)	Vol. Absoluto
Cemento	271	0.08742
Agua	190	0.190
Arena	-	A
Piedra	-	B
Aire	1.5	0.015

Total = 1 m³

$$A + B + 0.1023 + 0.190 + 0.015 = 1$$

$$A + B = 0.29242$$

$$\text{Arena (44.2\%)} = A = 0.3128$$

$$\text{Piedra (55.8\%)} = B = 0.3948$$

$$\text{Peso Arena} = 2,609 * 0.3128 = 816.10 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Piedra} = 2,593 * 0.3948 = 1,023.72 \text{ kg}$$

Corrección por Humedad de los Agregados:

$$\text{Humedad Superficial} = (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) / 100$$

$$\text{Aporte por Humedad} = \text{Humedad Superficial} \times \text{Peso del Agregado}$$

- Arena:

$$-H. S. \text{ Arena} = (4.9 - 1.32) / 100 = 0.0358$$

$$-\text{Aporte por Humedad} = 816 * 0.0358 = 29.21$$

- Piedra:

$$-H. S. \text{ Piedra} = (1.1 - 0.70) / 100 = 0.004$$

$$\text{-Aporte por Humedad} = 1,024 * 0.004 = 4.10$$

$$\text{Aporte Total por Humedad} = 29.21 + 4.10 = 33.31$$

$$\text{Agua efectiva} = 190 - 33.31 = 156.69 \rightarrow \text{Agua} = 157 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales (Corregidos por humedad del agregado)

- Valores de Obra (1m³) :

$$\text{Cemento} = 271 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 157 \text{ lt}$$

$$\text{Arena} = 816 * 1.049 = 855.9 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra} = 1,024 * 1.011 = 1,035.26 \text{ kg}$$

- Valores Unitario de Obra:

$$\text{Cemento} = 271/271 = 1.0$$

$$\text{Agua efectiva} = 157/271 = 0.58$$

$$\text{Arena} = 856/271 = 3.16$$

$$\text{Piedra} = 1,035/271 = 3.82$$

- Proporciones Finales (Mezcladora de 48 kg):

Cemento = 5.61 kg

Agua = 3.25 lt

Arena = 17.72 kg

Piedra = 21.42 kg

Con estas proporciones, mediante el ensayo de consistencia del concreto fresco, cono de Abrams se obtuvo un asentamiento de $3\frac{1}{4}$ ”; lo mismo se determinaron para Volúmenes Unitarios de Agua de 200 y 210 litros conservando la misma relación agua / cemento = 0.70.

Resumiendo en el siguiente cuadro :

AGUA = 190 lt → a/c = 0.70

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	271	271	1	5.61
Agua	190	157	0.58	3.25
Arena	816	856	3.16	17.72
Piedra	1,024	1,035	3.82	21.42

AGUA = 200 lt → a/c = 0.70

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	286	286	1	5.92
Agua	200	158	0.55	3.29
Arena	799	845.3	2.96	17.61
Piedra	1,002	1,015	3.55	21.14

AGUA = 210 lt → a/c = 0.70

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	300	300	1	6.24
Agua	210	165	0.55	3.43
Arena	782	831	2.77	17.28
Piedra	999	1,013	3.38	21.06

Con este cuadro de proporciones para cada cantidad de agua obtuvimos los siguientes asentamientos:

AGUA (lt)**ASENTAMIENTO (pulg)**

190	3 ¼ ”
200	3 1/3 ”
210	4 ”

Se graficará AGUA vs ASENTAMIENTO, encontrando que para un asentamiento de 3½”, se necesitará 199.52 litros de agua.(ver Gráfico III.3)

Por ultimo, con esta cantidad de agua se procedió a realizar la nueva proporción de mezcla, la cual nos determino un asentamiento de 3.51” y se hicieron ajustes de mezcla para determinar el “Diseño Patrón” con a/c = 0.70 siguiendo el proceso anterior obteniéndose los siguientes resultados:

Diseño Patrón → a/c = 0.70

	PESO	D.O.	D.U.O.	TANDA(48kg)
Cemento	283	283	1	5.89
Agua	198	166	0.59	3.45
Arena	802	843	2.99	17.53
Piedra	1,007	1,016	3.59	21.13

ANEXO B

Análisis Económico

ANALISIS DE COSTOS

El curado permite obtener, de manera económica, una notable mejoría de la calidad del concreto. Es por lo tanto importante tomar en cuenta su ejecución entre las operaciones de construcción con concreto, es decir, preparar dicha actividad tan pronto como la superficie del concreto esté suficientemente endurecida y no sufra daños, como todas las otras operaciones.

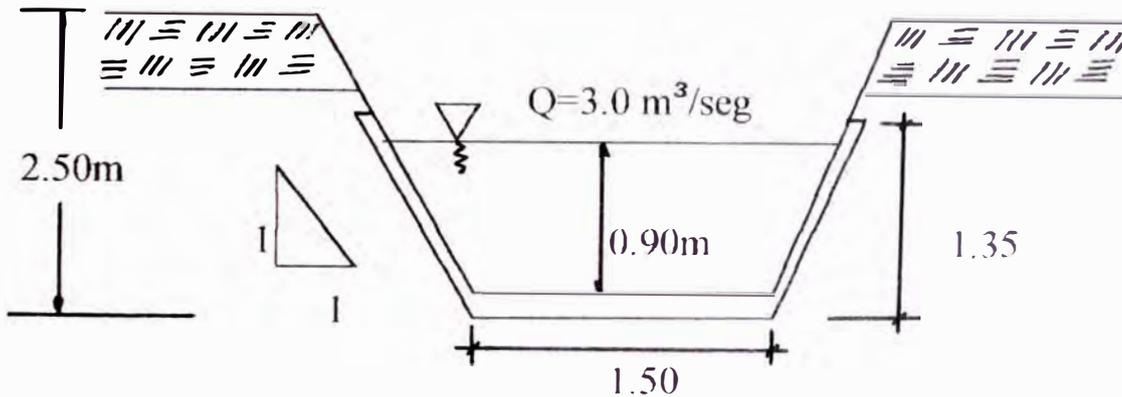
Para establecer si el empleo del curador químico, compuesto para curado sin solventes, KUREZ QS, significa una ventaja económica en el concreto es necesario evaluar su rendimiento y precio, para lo cual de un resultado óptimo que justifique su utilización.

A continuación se presenta los cálculos correspondientes del Análisis de Costos aplicando el curador químico KUREZ QS.

Datos :

Costo del Aditivo	Presentación
\$ 200.6 (incl. IGV)	55 g! (208 lt) cilindro

Amazonas, se ha estimado según evaluaciones un promedio de ejecución de nueve paños diarios.



De fondo : 3 ml

Area total por paño : $3 \times (2 \times 1.91 + 1.50) = 15.96 \text{ m}^2 / \text{paño}$

Rendimiento al día (9 paños) : $9 \times 15.96 = 143.64 \text{ m}^2$

1).- Procedimiento de curado por aplicación de una capa de curador KUREZ QS

- Cálculo del costo del curador para un área de : 143.64 m^2
- Rendimiento del curador según el fabricante:
 $1,000 \text{ m}^2 / 55 \text{ Gln} = 18.18 \text{ m}^2 / \text{Gln}$
- Rendimiento obtenido en obra de Irrigación(promedio): $16.0 \text{ m}^2 / \text{Gln}$
- Costo del curador químico por galón (puesto en Bagua Grande):
 $\text{S/. } 14.23 / \text{Gln}$
- Para el área de $143.64 \text{ m}^2 / 16.0 = 8.98 \text{ Gln}$
- Costo de curador: $8.98 \text{ Gln} \times \text{S/. } 14.23 / \text{Gln} = \text{S/. } 127.79$

Mano de Obra:

1 Peón = 1 HH = S/. 6.95 (Costo básico de mano de obra en Bagua Grande, Amazonas, INADE – PEJSIB)

El tiempo expresado para realizar el curado de los 143.64 m² en estudio es de 3 horas

M. O. = 3 HH x 6.95 = S/. 20.85

Costo Total (costo curador + MO + 5% MO) = S/. 149.68

Costo por metro cuadrado (curado con una capa) : S/. 1.04 = \$ 0.30

2).- Procedimiento de curado por aplicación de dos capas de curador KUREZ QS

El costo total será el costo por aplicación de una capa multiplicada por dos.

Costo por metro cuadrado (curado con dos capas) : S/. 2.08 = \$ 0.60

3).- Procedimiento de Curado en agua

Para 143.64 m² se requiere 1 Peón demora 5 horas por día (Temperatura Promedio de 28 °C a 36°C)

Se considera 7 días de curado:

M.O. = 7 días x 5 horas x S/. 6.95 (HH) = S/. 243.25

Carguio y transporte del agua en Camión Cisterna 4x2, 210HP, 3,000 Gln, para abastecer los cilindros ubicados a pie del canal, costo aproximado según proyecto = 1 HM. = S/. 88.79

Costo Total (Transporte + M.O. + 5% M.O.) = S/. 344.20

Costo por metro cuadrado (curado con agua) : S/. 2.40 = \$ 0.70

Costo por metro cuadrado para los diferentes procedimientos de curado

Procedimiento de Curado	Costo por m² de área curada (US\$)	En % respecto al patrón
Curado patrón (con agua)	0.70	100%
Curado con dos capas KUREZ QS	0.60	85.71%
Curado con una capa KUREZ QS	0.30	42.86%
Sin curar	0.00	0.00%

ANEXO C

Norma ASTM C- 309-81

Norma ASTM C - 309.81 (93)

LA MEMBRANA LIQUIDA - FORMACIÓN DE COMPUESTOS PARA CURAR CONCRETO

Esta norma, emitida bajo la designación específica C-309; el número inmediatamente que sigue al Título indica el año de adopción original o en el caso de revisión el año de la última enmienda. Un subíndice (épsilon) indica el cambio de editorial desde la última enmienda o reprobación.

Esta especificación ha sido aprobada para ser usada por agencia del Departamento de Defensa (Consulte al índice DoD de Especificaciones y normas para el año específico de edición en la cual ha sido aceptado por el Departamento de defensa).

1.0 Alcance:

1.1 Esta especificación cubre los líquidos de membrana formados por compuestos, convenientes para aplicación sobre superficies de concreto horizontales y verticales, para retrasar la pérdida de agua durante el período temprano de endurecimiento y, en el caso del compuesto blanco - pigmentado también reduce el alza de temperatura del Concreto expuesto a la radiación del sol.

1.2 Los valores están dados en pulgadas - libra, estas son las unidades para ser observadas como norma.

1.3 Los siguientes tipos de compuestos son tomados en cuenta:

1.3.1 Tipo I.- Claro o translúcido sin color.

1.3.2 Tipo I.- D.- Claro o translúcido con color transitorio.

1.3.3 Tipo II.- Blanco pigmentado

1.4 Los sólidos disueltos en el recipiente serán una de las siguientes clases:

- 1.4.1 CLASE A.- No hay restricciones sobre medio de material sólido (VER4.6.2), o
- 1.4.2 CLASE B.- Todo material de resina es un medio sólido restringido según definiciones de la norma D883.

2.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

2.1 NORMA ASTM:

C-156 Método de Prueba para la retención de agua para el curado de Materiales de Concreto.

D-189 Método de evaluar el grado de aplicación de color.

D-1309 Métodos de Prueba para conservar propiedades de los colores durante el transporte y almacenaje.

D-1644 Método de Prueba para el contenido de No Volátiles de Barnices.

E-97 Método de Prueba para 45° grados factor direccional de reflectancia de muestras opacas para filtros de bandas reflectométricas.

3.0 INFORMACION PARA ORDEN DE PEDIDO

3.1 El comprador deberá incluir la siguiente información en la orden de compra:

3.1.1 Tipo de Compuesto y clase de sólidos que están suministrados.

3.2.2 Porcentaje de aplicación a ser usado determinado conforme a esta especificación. Si no se especifica, el material de curado deberá ser aplicado en el porcentaje de 200 ft²/gal (0.2 dm³/m²) para propósitos de prueba.

Nota 1: El porcentaje de aplicación a ser usado determinado conforme a esta Norma deberá ser especificado por el comprador y puede estar basado sobre la recomendación del fabricante. El porcentaje de aplicación 200

ft²/gal podrá ser usado para evaluación del compuesto cuando otro porcentaje no ha sido probado, este porcentaje de aplicación puede cómodamente ser usado en la industria. El porcentaje de aplicación usado para la prueba puede o no ser el mismo para ser usado como aplicación en el campo. Muchas agencias usan el mismo porcentaje usado en pruebas para aplicación en el campo, sobre superficies relativamente parejas.

3.1.3 Proponer el método de aplicación, por ejemplo rociar, con brocha o por rodillo. Si no se ha especificado deberá proveerse de un material rociador consistente y,

3.1.4 Cualquier otro requerimiento suplementario
Nota 2: Otros colores permanentes a excepción del blanco y otros atributos, están allá del alcance de estas especificaciones y están sujetas a la negociación entre el comprador y el proveedor.

4.0 CARACTERISTICA GENERALES

4.1 Los compuestos claros o translúcidos (Tipo I y I-D), deben ser incoloros o color iluminado. Si el compuesto contiene un tinte (Tipo I-D) será fácilmente de distinguir sobre la superficie del concreto por lo menos 4 horas después de su aplicación, pero llegará a ser imperceptible 7 días después de su aplicación si está expuesto directamente a la luz del sol.

4.2 El compuesto blanco pigmentado (Tipo 2) consiste en un pigmento blanco finamente dividido en el medio, listo para la mezcla, para uso inmediato sin alteración. El compuesto presentará un aspecto blanco uniforme, cuando es aplicado uniformemente sobre una superficie de concreto en el porcentaje especificado de aplicación.

4.3 El Compuesto Líquido formador de membrana será de tal consistencia que pueda ser fácilmente

aplicado con rociador (spray), por brocha o por rolado con una mano de pintura uniforme a temperatura arriba de los 4°C

Nota 3: Para la aplicación uniforme en el campo sobre superficies verticales de concreto, el porcentaje de aplicación especificado puede ser ejecutado por 2 capas con un intervalo aproximadamente de 1 hora.

4.4 El compuesto deberá adherirse al concreto fresco recién colocado que ha endurecido lo suficiente para soportar aplicación y humedecido, el concreto endurecido formará una continua película cuando se fija el porcentaje de aplicación especificado.

4.5 La membrana formada por el compuesto podrá ser almacenada por lo menos 6 meses sin dañarse excepto los tipos de compuestos de emulsión de agua que no podrán resistir el congelamiento. El tipo 2 compuesto de pigmento blanco, no será colocado excesivamente afuera o conglutinado en el recipiente y será capaz de ser mezclado a una consistencia uniforme por agitación o movimiento moderado. Cuando es probado por un asentamiento a largo plazo como se expresa en el 10.4, el compuesto tendrá un valor no menor que 4.

4.6 La composición e ingredientes del compuesto líquido formador de membrana no está restringida excepto lo especificado y provisto aquí.

4.6.1 La porción no volátil del compuesto deberá ser un material no tóxico, no peligrosamente inflamable. Los ingredientes volátiles se encontrarán bajo requerimientos de no contaminación del aire.

4.6.2 La porción no volátil de medio CLASE A puede contener ceras de petróleo o natural. La porción no volátil de CLASE B el medio será todo de material de resina.

5.0 RETENCION DE AGUA

5.1 El compuesto líquido formada de membrana al ser probado como aquí sé específica la perdida de agua a no más de 0.55 Kg/m² en 72 horas.

6.0 PROPIEDADES DE REFLECTANCIA

6.1 El compuesto de pigmento blanco (Tipo2), cuando es aplica como aquí se indica, exhibirá una reflexión de la luz no menor que 60% del óxido de magnesio.

7.0 TIEMPO REQUERIDO PARA EL SECADO

7.1 Utilizando según lo aquí indicado, secará en no más que 4 horas. Después de 12 horas,, el compuesto no podrá ser unido o retirado fuera, pues imparte una superficie resbaladiza al concreto.

8.0 EMPAQUE Y MARCA

8.1 El compuesto se entregará en el recipiente original del fabricante, sellado y limpio. Cada recipiente legiblemente marcado con el nombre del fabricante, el nombre comercial del compuesto, el tipo de compuesto y la clase de medio sólido, el porcentaje nominal de material no volátil, y el número de lote del fabricante. El fabricante tomará cuidado en llenar los recipientes para que todos sean igualmente representativos del compuesto producido.

NOTA 5: La lista del porcentaje nominal de material no volátil hecha por el fabricante y el reparte de esta información sobre la identificación que acompañado la muestra, ayudará a la Agencia a determinar si el compuesto en los tanques fue adecuadamente agitado y la muestra es razonablemente representativa del compuesto producido. Los compuestos de pigmento blanco (Tipo2), son especialmente propensos a la separación debido al asentamiento del pigmento.

9.0 EL MUESTREO

- 9.1 Las muestras pueden ser tomadas en la planta o del depósito previamente a la entrega o en el punto de entrega, en la opción del comprador. Si el muestreo se ha hecho con anterioridad al embarque, el inspector que representa al comprador tendrá acceso libre para que los materiales sean mostrados y serán proporcionadas todas las facilidades razonables para la inspección de la muestra la cual se realizará de modo que no interfiera con la operación de los trabajos.
- 9.2 Sacudir o agitar detenidamente la solución líquida que forma el compuesto antes de tomar una muestra para cada lote, tanda u otra unidad de producción en un cargamento. Si el compuesto a ser probado está mezclado en cubas o tanques un tercio de la muestra deberá representar el material que viene del tanque al comienzo de la operación de llenado, un tercio representará el material que viene a la mitad de la operación de llenado y otro tercio representará al material que viene al final de la operación de llenado. Si el compuesto a ser probado está en vasijas la muestra deberá ser obtenida tomando una porción fuera de la vasija, la cual es igual al próximo entero mayor que la raíz cúbica del número total de recipiente en el lote.
- 9.3 Todos los recipientes llenados representados por la muestra se cerrarán para prevenir el derrame, sustitución o dilución. La agencia de muestreo deberá marcar cada recipiente representado para la muestra con una marca de identificación adecuada para que más adelante sea identificada y correlacionada.

10.0 METODOS DE PRUEBAS

10.1 PRUEBA DE RETENCION DE AGUA:

Esta prueba se realiza de acuerdo de acuerdo a la NORMA ASTM-C-156 usando el porcentaje de aplicación especificado por el comprador o 200

ft²/gal. Si es que el porcentaje no es especificado.

10.2 REFLECTANCIA:

Determina la reflectancia de la luz del día del compuesto de pigmento blanco (Tipo 2) en el compuesto aplicado sobre un espécimen de mortero en cumplimiento de la prueba de retención de agua de acuerdo con el método de prueba E-97.

10.3 TIEMPO DE SECADO

Este método es usado para determinar la duración de tiempo para que la solución formadora de la membrana pueda secar al tacto y desarrollarse dentro de una película. La facilidad de un compuesto líquido que sacará al tacto en un intervalo de tiempo adecuado aseguro al usuario la posibilidad de realizar otras tareas sobre el concreto.

Aplicar la solución que forma la membrana a un panel impermeable de prueba en el porcentaje de aplicación especificado y expuesto al aire a (23±2.0°C), una humedad relativa de 50+10% y una velocidad aproximado de 183 mt/min, horizontalmente cruzada a la superficie del panel de prueba. Probar la película con el dedo usando una presión moderada. Considerar que la película esta seca cuando la condición blanda y pegajosa no existe y la película se siente firme.

NOTA 6: Un porcentaje de aplicación de 200 ft²/gal puede ser utilizado para aplicar una película de pintura de un espesor de 0.2 mm.

10.4 ASENTAMIENTO A LARGO PLAZO

Usar el método de prueba D1309 para prueba de rutina. En el supuesto de duda usar el método de Ensayo D869.

10.5 ENSAYO DE CONTENIDO DE NO VOLATILES

Ensayo de acuerdo a los métodos D16MM, el método A.

ANEXO D

Bibliografía

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Título : Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú
Autor : Ing. Enrique Pasquel C.
Ciudad : Lima 1993
Biblioteca : UNI-FIC 693.5/P284
Contenido : Aditivos usados en concretos

- 2.- Título : Diseño de Mezclas
Autor : Ing. Enrique Rivva López
Ciudad : Lima 1992
Biblioteca : UNI-FIC 681.3/R68
Contenido : Diseño de mezcla para concreto

- 3.- Título : Recomendaciones para el proceso de puesta en obra en estructura de concreto.
Autor : Ing. Enrique Rivva López
Ciudad : Lima 1987
Biblioteca : UNI-FIC 624.1824/R626
Contenido : Recomendaciones para el concreto en estado fresco y endurecido

- 4.- Título : Boletines Técnicos (del # 1 al # 81)
Autor : Asociación de productores de Cemento

Ciudad : Lima 1995
Biblioteca : Personal
Contenido : Probetas de concreto, curado del concreto mezclado del concreto, características físicas de los agregados, la normalización de los Cementos Portland.

5.- Título : Normas Técnicas Nacionales-ITINTEC
Autor : ITINTEC
Ciudad : Lima Perú
Biblioteca : UNI-FIC-LEM
Contenido : Ensayos de agregados(normas)
Ensayos de concreto (normas)

6.- Título : Tecnología del Concreto
Autor : American Concrete Institute A.C.I.
Ciudad : Lima 1992
Biblioteca : UNI-FIC 691.3/R86
Contenido : Control de Calidad del Concreto

7.- Título : Cemento especiales-Aditivos.
Autor : Ing. Jaime de las Casas Pasquel
Ciudad : Lima
Biblioteca : UNI-FIC 691.3/C28
Contenido : Comportamiento de los aditivos

8.- Título : Especificación standard de aditivos para el concreto.
Autor : NORMAS ASTM C-309.81
Ciudad : Lima
Biblioteca : Personal

- Contenido : Normas y ensayos
- 9.- Título : Tecnología del Concreto T II
Autor : A. M. Neville
Ciudad : México 1988
Biblioteca : Personal
Contenido : Concreto fresco, resistencia del concreto
- 10.- Título : Manual de Tecnología del Concreto Sección I y II
Autor : Comisión Federal de Electricidad
Ciudad : México 1994
Biblioteca : Personal
Contenido : Definición y requisitos de los componentes del concreto,
Características y propiedades del concreto fresco
- 11.- Título : Control de Calidad del Concreto
Autor : IMCYC
Ciudad : México 1990
Biblioteca : Personal
Contenido : Criterios de calidad
- 12.- Título : Aditivos para los hormigones
Autor : M. R. RIXOM
Ciudad : España 1984
Biblioteca : Personal
Contenido : Compuestos para el curado del hormigón

ANEXO E

Varios

CEMENTO PACASMAYO TIPO MS

ASTM: C-1157 M-95 TIPO MS



Preparado para cimientos,
pisos y estructuras en contacto con
AMBIENTES Y SUELOS HUMEDOS - SALITROSOS.

GRE ION QUIMICA

Es más resistente que el cemento de uso común cuando se encuentra en contacto con suelos húmedos que contienen sustancias salitrosas.

REDUCE LA PERMEABILIDAD

Por su menor porosidad tiene la ventaja de disminuir la difusión de las sales y los sulfatos hacia el concreto, favoreciendo su resistencia química.

AUMENTA LA DURABILIDAD DEL CONCRETO

Por su menor permeabilidad permite una mejor conservación de la estructura de fierro al evitar la oxidación.

MEJOR TRABAJABILIDAD

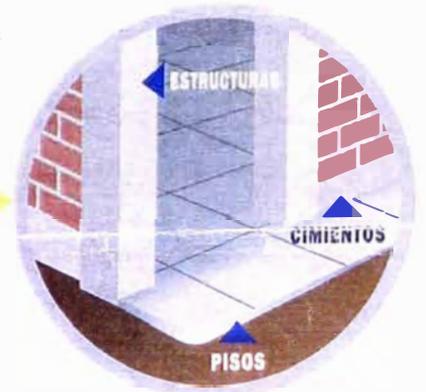
El Cemento TIPO MS con igual adición de agua ofrece mayor plasticidad que los de uso común, y se acomoda fácilmente dentro del encofrado.

MAYOR RESISTENCIA MECANICA

Por sus adiciones activas y sus finas partículas el Cemento TIPO MS desarrolla con el tiempo mayor resistencia mecánica que el cemento de uso común.

USELO EN CIMIENTOS, PISOS Y ESTRUCTURAS

Por sus propiedades especiales es recomendable usarlo en cimientos, pisos y estructuras o en obras similares



PEDRO SANCHEZ INUNAN
Tco. Laboratorio de Concreto
IMPAC - ARANSA ASOCIADOS
Obra: Irrigación Magunchal

PROTEJA SU INVERSION
PIDA EL NUEVO CEMENTO PACASMAYO TIPO MS

Para toda la vida.

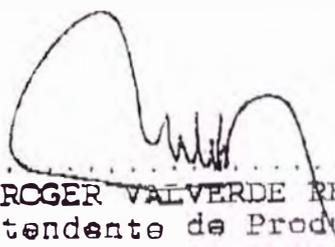
Un nuevo producto fabricado con la Calidad Garantizada de:

CEMENTOS NORTE PACASMAYO S.A.

**CERTIFICADO ANALISIS
DE CEMENTO TIPO MS**
(Conforme a la Norma ASTM C-1157)

Pacasmayo, 15 de Junio de 1,998.

Finura Blaine	:	3.540	cm ² /gr.
Fraguado Vicat : Inicial. min	:	1 hrs. 55 min.	
Fraguado Vicat : Final. min	:	4 hrs. 40 min.	
Expansión Autoclave	:	0.10	%
Resistencia a la Compresión	:		
3 días	:	2.830	psi
7 días	:	3.480	psi
Mortar Bar Expansion 14 días	:	0.018	%
Expansión Sulfatos, 6 meses	:	0.085	%
Alcális Totales (Na ₂ O + 0.658K ₂ O)	:	0.46	%


.....
ING° ROGER VALVERDE REYES.
Superintendente de Producción.

cert_ms.doc

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA
LABORATORIO DE BIOLOGÍA PESQUERA

Lambayeque, 23 de Abril 1998

Señores
MPAC - ARAMSA.

Presente.

Asunto : Resultados de análisis físico-químico de agua

Me dirijo a Ud. para informarle los resultados de análisis físico-químico de agua solicitados al Laboratorio de Biología Pesquera de la UNPRG.

UESTRA Agua de Quebrada
LUGAR Quebrada Cushillo
TIPO DE MUESTRA
FECHA DE ANALISIS 23/04/98

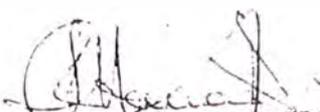
PARAMETROS	MEDIDOS	
ASPECTO	CRISTALINO	
OLOR	IMPERCEPTIBLE	
SABOR	AGRADABLE	
OLOR	3 TCU.	
TURBIDEZ	10 JTU.	
Temperatura a 25°C	6,8	
ALCALINIDAD FENOLF.	00,0	mg/l
ALCALINIDAD TOTAL	180,0	mg/l
DUREZA DE CALCIO	204,0	mg/l
DUREZA MAGNESIO	44,0	mg/l
DUREZA TOTAL	248,0	mg/l

Alcalinidad y Durezas expresadas como CaCO_3 en mg/lit.

Los valores de los parámetros organolépticos y físico-químico medidos indican que estos están en los rangos indicados por la OMS para Calidad Estética del Agua de Consumo humano.

En otro particular.

Atentamente.


JORGE CHANAME CESPÉDES, Lic.
LABORATORIO BIOLOGÍA PESQUERA U.N.P.R.G.
C.B.P. 1225



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO PESQUERA Y ZOOLOGÍA
 LABORATORIO DE BIOLOGÍA PESQUERA



Lambayeque, 26 de Abril de 1999

Señores:
 IMPAC – ARAMSA ASOCIADOS

Presente.-

ASUNTO: Resultados de análisis físico-químico de agua

Me dirijo a Ud. para informarle los resultados de análisis físico-químico de agua, solicitados al Laboratorio de Biología Pesquera de la UNP.R.G.

MUESTRA: PLANTA DE TRATAMIENTO - Campamento
 LUGAR: Santa Elena - Bagua Grande
 TOMA DE MUESTRA: 22/04/99
 FECHA DE ANALISIS: 25/04/99

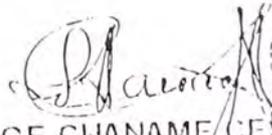
PARAMETROS	MEDIDOS	
ASPECTO	CRISTALINO	
OLOR	IMPERCEPTIBLE	
SABOR	AGRADABLE	
COLOR	3	TCU
TURBIDEZ	0	JTU
Ph a 25°C	6,5	
ALCALINIDAD FENOL.	0,0	mg/l
ALCALINIDAD TOTAL	100,2	mg/l
DUREZA DE CALCIO	100,0	mg/l
DUREZA DE MAGNESIO	28,0	mg/l
DUREZA TOTAL	128,0	mg/l

* Alcalinidad y Durezas expresadas como CaCO₃ en mg/l

Los valores de los parámetros organolépticos y físico-químicos indican que la muestra de agua se encuentra en los rangos indicados por la OMS para Calidad Estética siendo apta para Consumo Humano.

Sin otro particular

Atentamente,


 JORGE CHANAME CESPÉDES, Lic.
 LABORATORIO DE BIOLOGÍA PESQUERA UNP.R.G.
 CBP. 1225

INFORME TECNICO N° 001-98-LEM-FICSA
(INFORME N° 026-LEM-FICSA)

Objeto: Determinar si las muestras de agua analizada es apta para la preparación de concreto.

Antecedentes: El Contratista oportunamente envió dos muestras de agua de la Quebrada Cushillo para su análisis en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", habiendo esta dependencia emitido el informe respectivo con fecha 15/01/98 bajo la responsabilidad del Ing° Eduardo Morillo S., documento que a su vez forma parte del presente informe.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

<u>Característica</u>	<u>Muestras</u>		<u>Promedio</u>
	<u>M-1</u>	<u>M-2</u>	
Sales solubles totales (ppm)	576	576	576
PH	7,0	7,0	7,0
Cloruros (ppm)	21,3	21,4	21,35
Sulfatos (ppm)	163,3	163,5	163,4
Mg	12,2	12,3	12,25
Sólidos en suspensión (ppm)	450	455	452,5

Tratándose de comparar los valores promedio encontrados para las muestras analizadas hay que hacerlo con lo que a su vez está establecido oficialmente desde algún tiempo atrás por el **ITINTEC**, institución ya desaparecida y hoy denominada **INDECOPI**.

Fue precisamente el Itintec quien aprobó la Norma ITINTEC 339.088
eto ue a la fecha sigue vigente, por lo que la

<u>Característica</u>	<u>Valores</u>	
	Promedio	ITINTEC 339,088 (máximos)
Sales solubles Totales (ppm)	576	1,500
pH	7,0	5 a 8
Cloruros (ppm)	21,35	300
Sulfatos (ppm)	163,40	300
Mg	12,25	150
Sólidos en Suspensión (ppm)	452,5	1000

Como se podrá observar, los valores promedio en todo instante están por debajo de las máximas establecidos por la Norma, y de otro lado su pH está comprendido en el intervalo establecido.

Conclusión

- 1) Las 02 muestras analizadas resultan con valores para las características analizadas, por debajo de los máximos, por lo que se puede afirmar a partir de ello que no generarán ninguna acción negativa sobre el concreto que se produzca con ellas, por lo que:

"EL AGUA ANALIZADA ES APTA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO".

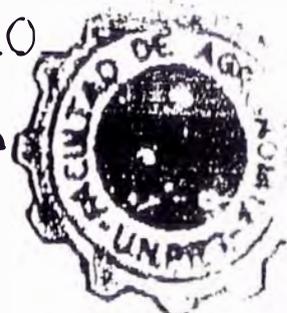
Lambayeque, 09 de Marzo de 1998


ING° ANTONIO ODAR CORNEJO
JEFE-LEM-FICSA

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMIA

LABORATORIO DE SUELOS



Unidad: Facultad 1996
Instituto: Agronomía

Teléfono: 074261111
Lambayeque, Perú

ANÁLISIS DE AGUA

DOS (2) MUESTRAS DE AGUA De la quebrada CUSTILLO

INTEAC- AERONASA ASOCIADOS

OBRA Plan mínimo irrigación Maguayoc

TRAMO Honda-Caimito

DE Ing° Rodolfo Guerra Torres
Ing° de concreto y obras de arte

A Sr. Fortunato Villanueva
Coordinador oficina Chiclayo

FECHA DE ANÁLISIS 15 de enero de 1998.

RESULTADOS

Muestra	Salas solubles totales ppm.	ph	Cloruros ppm.	Sulfatos ppm.	Magnesio ppm.	Sólidos en suspensión ppm.
1	576	7.0	21.3	163.2	12.2	450
2	576	7.0	21.4	163.5	12.3	455

Lambayeque 15 de enero de 1998.


Ing. Eduardo Castillo S.
LABORATORIO DE SUELOS.





INFORME N° 463-97-LEM-FICSA

INFORME TECNICO

Obra : "Proyecto MAGUNCHAL"
Ubicación : Bagua Grande
Propietario : "PROYECTO ESPECIAL JAÉN - BAGUA - SAN IGNACIO"
Contratista : IMPAC ARAMSA ASOCIADOS
Objeto : Comentario al Informe de Análisis de Suelos emitido por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la UNPRG, su fecha 03-11-97
Fecha : 21 de Noviembre de 1997

Detalle

Teniendo en cuenta los resultados del Informe antes indicado; los mismos que forman parte del presente; el Jefe del LEM después de hacer un análisis minucioso de los mismos, hace el siguiente comentario:

1) La Norma ITINTEC 400.037 : AGREGADOS. Requisitos, establece lo siguiente:

5. REQUISITOS

5.3 Requisitos Opcionales

5.3.2 En caso de presumirse la presencia de sales solubles en el agregado en especial al tratarse de lugares vecinos al mar, descargas de afluentes industriales, etc, el agregado deberá cumplir con los siguientes límites admisibles expresados en porcentaje en peso

Sulfatos : Máximo 1%

Cloruros : Máximo 0.1 %

A su turno la NTE E-060-89: CONCRETO ARMADO, habla sobre el ión cloruro a través de la Tabla adjunta:

Tabla 4.4.4

Contenido máximo de ión cloruro

<u>Tipo de elemento</u>	<u>Contenido máximo de ión cloruro soluble en agua en El concreto, expresado como % en peso del cemento</u>
-------------------------	---

Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros. (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como estructuras ribereñas,).

0.15

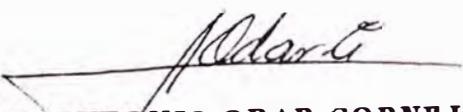
De igual forma, la Norma ITINTEC 339.088: AGUA PARA CONCRETO, establece como límite lo siguiente:

Cloruros	≤ 300 ppm
Sulfatos	≤ 300 ppm
pH	> 7

2) A la luz de las normas citadas consideramos que el material analizado e identificado como "Suelo" (agregado), está en condiciones de ser utilizado como elemento componente de los agregados del concreto en razón a sus características de:

Salinidad (sales solubles)	281 ppm
pH	7.8
Cloruros	35 ppm
Sulfatos	62 ppm

3) En el caso particular de las sales solubles entendida como tal la salinidad, el límite aceptado para los agregados fino y grueso no deberá ser mayor de 0.04 % (400 ppm) si se trata de concreto armado, lo que en el presente caso también se cumple en razón a sus 281 ppm.


ING° ANTONIO ODAR CORNEJO
JEFE-LEM-FICSA



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE EN LA
MAQUINA DE LOS ANGELES

FORME N°: 441-97-LEM-FICSA

Persona Profesional Solicitante: INGENIERO AGRICOLA ASOCIADO
Material: AGREGADO DE TIPO CIE-10-100
Persona Que Entrego el Material al Laboratorio: SE. FORTUNATO VILLANUEVA
Lugar de la Que Declaró Proceder el Material: SANTA ELIENA - PUNTA
Persona a la Que Declaró se Usarán los Resultados: PEDRO P. DE BECERRA EL MATEO
Lugar de Dicha Obra: MANIFIESTAL - PUNTA GRANDE
Fecha del Ensayo: 13.11.97
Operador Responsable: MARTIN NORIEGA BANCES

ENSAYO : ABRASION

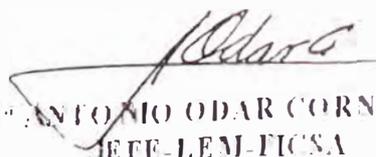
GRADACION MAQUINA : 500 REVOLUCIONES

CLAS QUE SE RETIENE	PESO INICIAL (En grs.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO RETENIDO EN MALLA N° 12 (En grs.)	PESO QUE PASA EL TAMIZ N°12 DESPUES DEL ENSAYO (En grs.)	PORCENTAJE DE ABRASION DEL AGREGADO (%)
N° 3.8	5000 grs	4140 grs	860 grs	17.20 %

LA MUESTRA PRESENTA UN DESGASTE A LA ABRASION DE : 17.20 %

NOTAS:
El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo del material entregado, sólo se ha
procedido a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, sólo responde por los
resultados obtenidos en dicha muestra.
Los datos de la cantera de procedencia del material, el solicitante, la obra en la que se usarán los
materiales, fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó dicho material, siendo por ende
responsabilidad de este ultimo la veracidad de ellos.

Lambaveque, 11 de noviembre de 1997


ING. ANTONIO ODAR CORNEJO
JEFE-LEM-FICSA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Del : Laboratorio N°1-Ensayo de Materiales
A : **IMPAC - ARAMSA ASOCIADOS**
Obra : Irrigación Magunchal
Asunto : Ensayo de Compresión en Roca
Expediente: 98-1022
Recibo : 27801
Fecha : 19 de Mayo de 1998

I) DE LA MUESTRA :

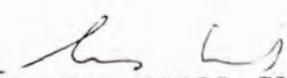
Consistente en una muestra de Roca procedente de la
Cantera "EL SALAO" - Bagua Grande - Jamaica.

II) RESULTADOS :

MUESTRA	# 1
PESO (gr.)	711
DIMENSIONAMIENTO (cm.)	5.2 x 5.4
Altura (cm.)	10.1
Area (cm ²)	28.08
Carga (kg.)	48,500
Resistencia (kg/cm ²)	1727

L.E.M.

HECHO POR : Ing. A.T.C.
TECNICO : F.R.L.


ING. CARLOS IRALA CANDIOTI
JEFE DEL LABORATORIO N°1
ENSAYO DE MATERIALES



INTEGRAL

INFORME

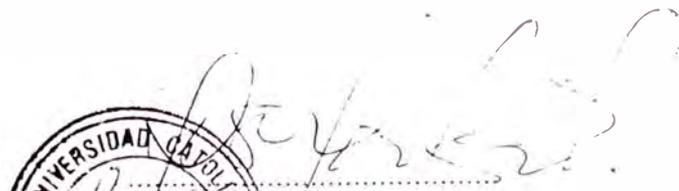
EXPEDIENTE : PROYECTO LEDI 345 - 97

SOLICITANTE : **IMPRESIT DEL PACIFICO S. A.**
Att. : Ing° Alfredo León Barúa.
Sr. Pedro Gálvez.

ENTIDAD EJECUTORA : LABORATORIO DE ESTRUCTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

TITULO : VERIFICACION DE PRENSA HIDRAULICA.
ROMPE-PROBETAS, SOILTEST, 100 TON.
DIAL SOILTEST, 120000 KG, CT-750.

FECHA : 17 de Octubre de 1997


Ing. Gladys Villa García M.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas



VERIFICACION DE PRENSA ROMPE-PROBETAS DE CONCRETO

1. GENERALIDADES

IMPRESIT DEL PACIFICO S. A. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú, efectuar la verificación del comportamiento de una prensa hidráulica rompe probetas de accionamiento manual.

La verificación se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el 10 de Octubre de 1997.

2. EQUIPO VERIFICADO

Prensa rompe-probetas, hidráulico con accionamiento manual:

-Marca	: SOILTEST.
-Modelo	: No indicado.
-Número	: S/N
-Capacidad	: 100 Ton.
-Dial	: Manómetro. SOILTEST, Modelo CT 750, 0 a 120000 Kg PRECISION DE 200 KG/DIV.

3. EQUIPO EMPLEADO.

- Celda de carga, marca HBM, Tipo C6, Capacidad 200 ton.
(última calibración con CELDA PATRON el 15/01/97).
- Amplificador de voltaje, HBM, KWS - 3073.

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO

El proceso de verificación consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante la prensa rompe-probetas. En cada serie, para intervalos de cada 5000 KG leídos en la escala correspondiente del dial, se hicieron las lecturas de la carga en la pantalla del amplificador.

La operación de la prensa fué efectuada por personal del Laboratorio.

5. RESULTADOS

En la TABLA N° 1 se presentan las tres series de lecturas obtenidas, así como la serie promedio corregida correspondiente, para los diferentes valores leídos en el dial

Para el ajuste se usó el método de regresión lineal, utilizando las lecturas en el dial como variables independientes, siendo los valores promedio corregidos de la carga aplicada las variables dependientes.

TABLA N° 1

PRENSA HIDRAULICA, SOILTEST, SIN, 100 TON

MANOMETRO, SOILTEST, CT, 750, 0 a 120000 Kg, 200 Kg/DIV.

LECTURA DIAL (KG)	LECTURA DE MERECIO ACERTE (mV)			FUERZA PROMEDIADA CORREGIDA (KG)
	Primera	Segunda	Tercera	
10 000	1070	1090	1067	10 254
15 000	1562	1604	1555	15 151
20 000	2063	2076	2063	20 009
25 000	2559	2571	2554	24 833
30 000	3061	3063	3047	29 733
35 000	3567	3557	3547	34 594
40 000	4063	4047	4034	39 413
45 000	4532	4511	4509	44 021
50 000	5034	5015	4994	48 895
55 000	5533	5493	5490	53 711
60 000	6014	5986	5985	58 513
65 000	6503	6478	6472	63 312
70 000	6989	6955	6969	68 035
75 000	7479	7426	7442	72 744
80 000	7953	7907	7919	77 461
85 000	8413	8406	8394	82 149

Coeff. de Correlación $r = 0.999985$

Recta de Ajuste

$$Y = 0.958396 * X + 384.781$$

donde

X = lectura del DIAL, en KG.

Y = fuerza corregida (patrón) en KG

La verificación se efectuó hasta aprox. el 85 % de la capacidad

La recta de ajuste es válida solamente en el rango verificado

ANEXO F

Fotos relativas al tema de tesis, aplicaciones



Explotación de cantera ubicada a orillas del río Utcubamba, Bagua Grande, Amazonas, proceso de extracción, acopio, cargio y transporte de hormigón.



Acumulación de hormigón en Planta Chancadora, para la producción de agregados para elaborar concreto pre-mezclado.



Vista de la planta de trituración o chancadora, para la producción de piedra y arena. Trituradora tipo secundaria de conos alimentado por una faja transportadora con el material pre-zarandeado.



Poza a pie de la chancadora para el lavado de arena, extracción de arena lavada.



Vista de la planta dosificadora para concreto, se utilizo cemento Pacasmayo Tipo MS, cemento adicionado que permite obtener un concreto más resistente y durable en ambientes húmedos y salinosos, como son los del Norte.



Ensayo de Agregados, cuarteo de los agregados con el aparato partidor de muestras, comúnmente usado para reducir el tamaño de la muestras de arena



Granulometría : pesaje de los agregados, para luego tamizarlos.



Proceso de zarandeo para obtención de la granulometría de los agregados.



Prueba para la determinación de la humedad superficial de los agregados.



Equipo utilizado para la elaboración del concreto, mezcladora de 0.020 m³, tipo trompo.



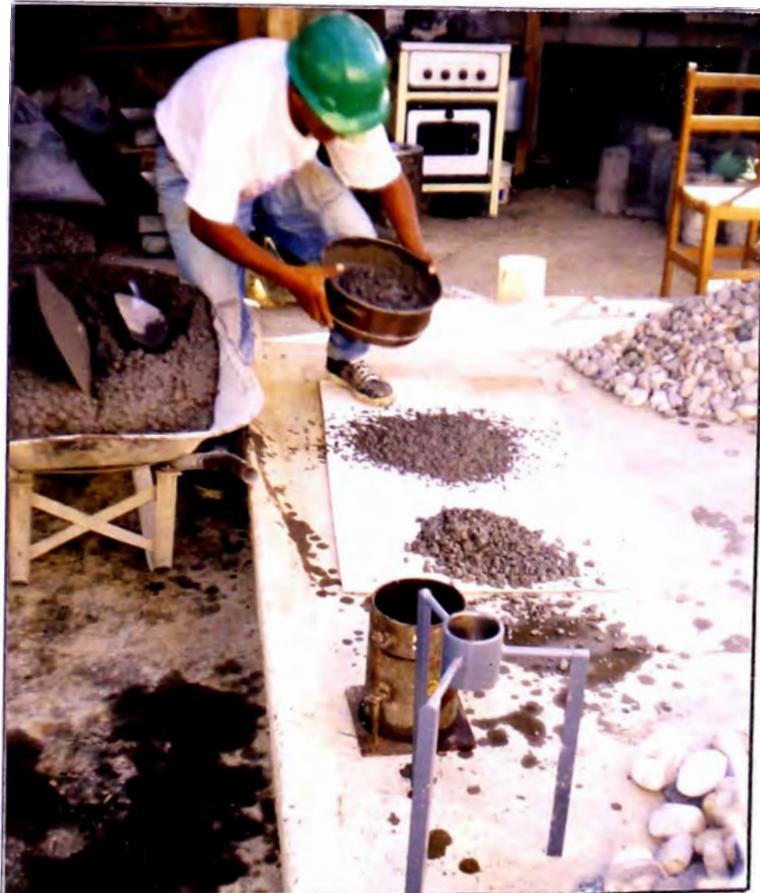
Proceso de mezclado de concreto, según los diseños de mezcla.



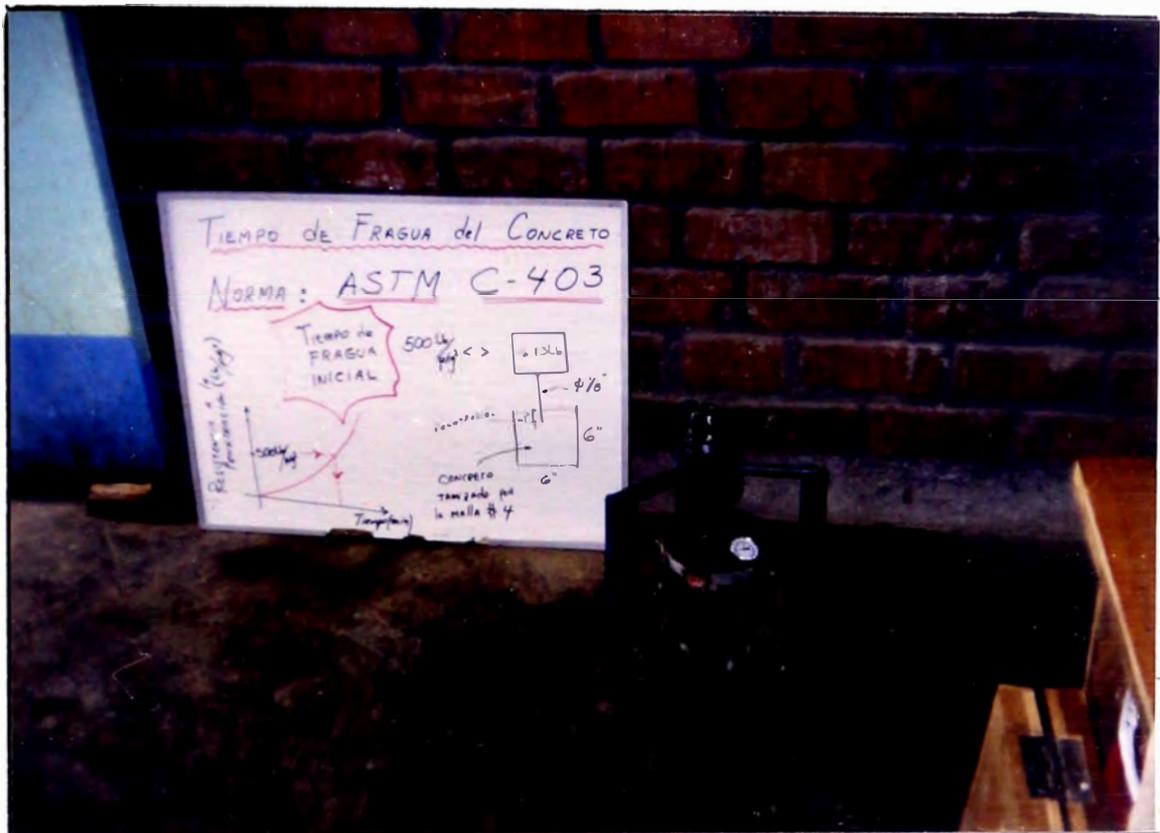
Ensayo de consistencia del concreto, prueba para determinar el comportamiento del concreto fresco que define el grado de humedad de la mezcla.



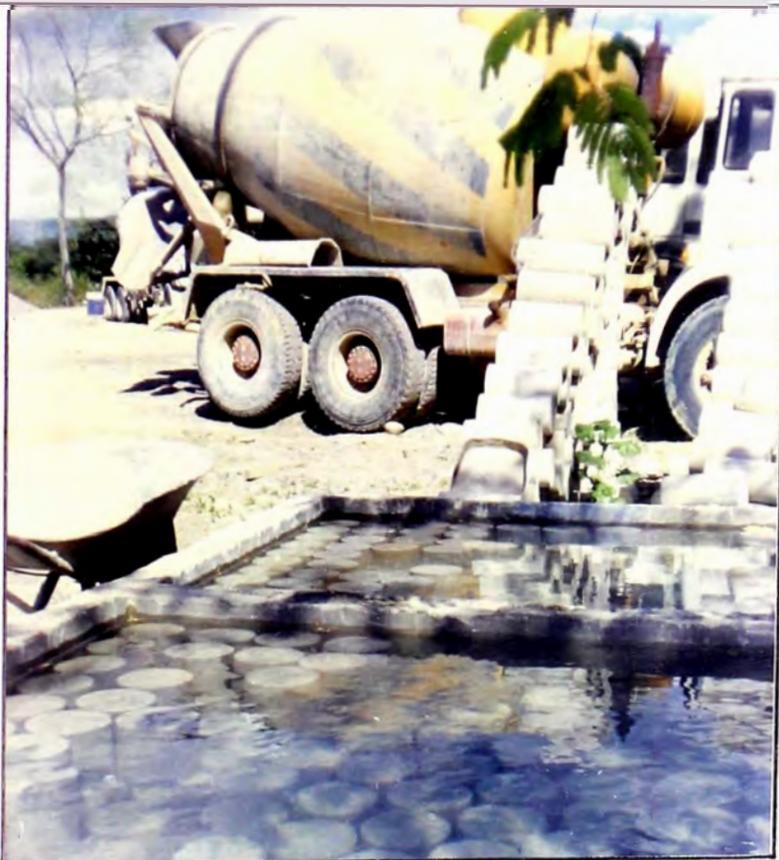
Medida de la consistencia del concreto fresco, mediante el ensayo del Cono de Abrams.



Control de tiempo de endurecimiento, secuencia del tamizado de una muestra de mortero, representativa del concreto fresco.



Equipo utilizado para la determinación del inicio de endurecimiento del concreto, el tiempo del endurecimiento se obtiene cuando se necesita aplicar una presión de 500 lb/plug² para conseguir una penetración de 1", lo que equivale a que la varilla de 1/8" con 6.13 Lb de peso consiga lo mismo.



Poza de curado para probetas, sumergidas en agua y expuestas al medio ambiente.



Equipo utilizado para las aplicaciones del curador "KUREZ QS"



Aplicación del curador químico "KUREZ QS", formando una membrana impermeable. Se aplico una y dos capas de curador.



Ensayo de resistencia a la compresión, equipo prensa rompeprobetas.



Prueba de compresión de probetas de concreto.



Vista de la sección típica del canal de Irrigación, nótese que se utilizó geo – membrana para impermeabilizar el suelo, así como también se tuvo que reemplazar de material impermeable, ya que el terreno original es muy expansivo típico de la zona.



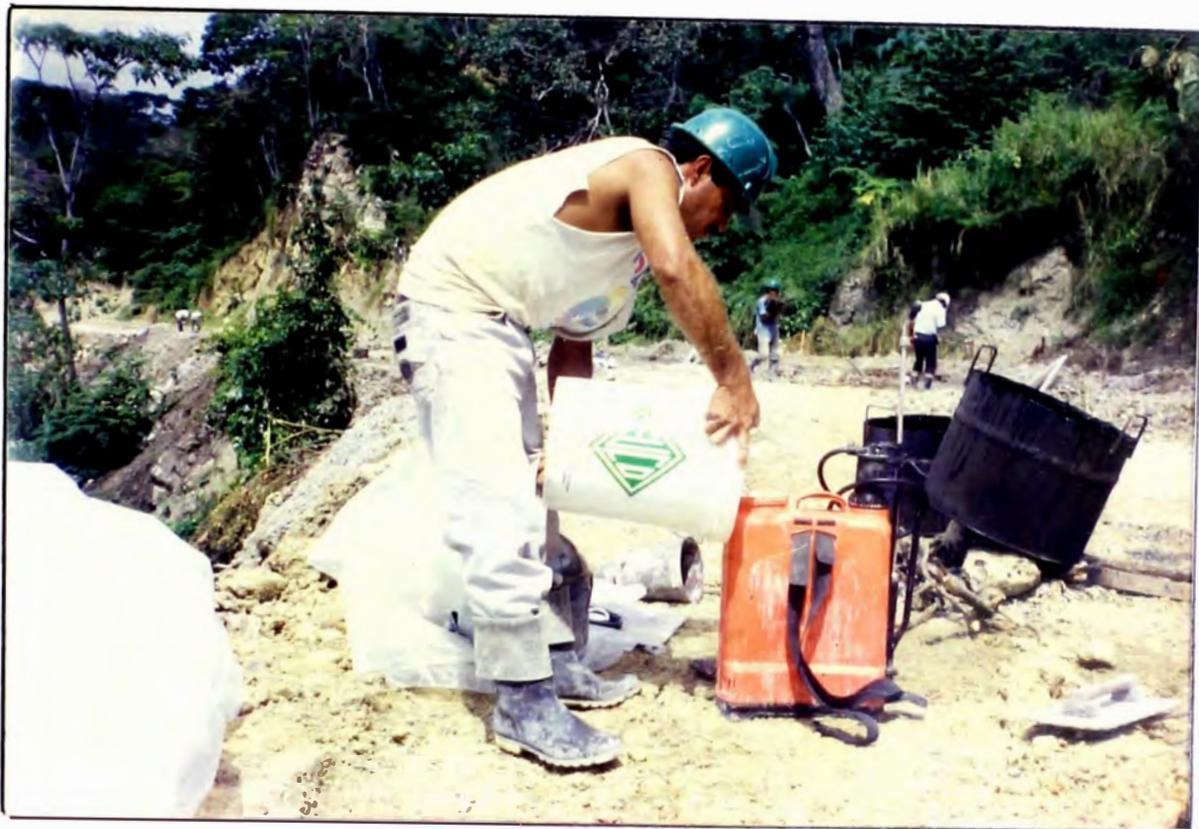
Procedimiento de colocación del concreto en canal de Irrigación, cabe mencionar que se tuvo en cuenta la temperatura ambiente para dicho proceso.



Vista de paños acabados intercalados separados con sus respectivas serchas.



Equipo utilizado para el proceso de curado utilizando “KUREZ QS”, mochila pulverizadora.



Proceso de preparado del curador en mochila pulverizadora “spray”.



Aplicación del curador por el método de aspersion, operado mecánicamente, inmediatamente después que haya desaparecido el brillo del agua y del acabado final del concreto.



Vista de la bocatoma de Irrigación donde se ha aplicado el curador en estudio, otras aplicaciones se han realizado en zonas como el barraje, puentes, aliviaderos, sifón, conductos cubiertos, otros.