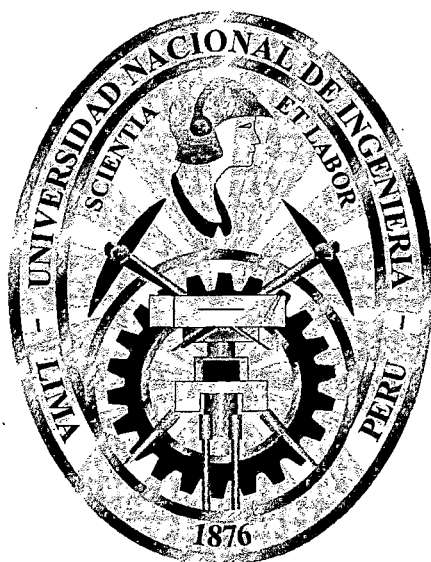


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



*“INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGREGADO MAS FINO
QUE PASA LA MALLA N°100 EN LA RESISTENCIA
MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA
RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO”*

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

*NILA MAGALI SANTA CRUZ BALTA
(PROMOCION 95-II)*

LIMA – PERU

Digitalizado por:

2001

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICO MI TESIS, A MIS PADRES....

ANA MARIA Y VICTOR, POR SU ENORME CONFIANZA.

AGRADEZCO, A DIOS....

MI GRAN GUIA ESPIRITUAL

A MIS HERMANOS Y AMIGOS....

POR SU INVALORABLE RESPALDO.

A MI ASESOR....

***ING. CARLOS BARZOLA GASTELU, POR SUS CONOCIMIENTOS,
BUENOS CONSEJOS, Y SOBRE TODO GRAN APOYO.***

A LA CONCRETERA UNICON, EN ESPECIAL.....

AL ING. JOSE LUIS VIACAVA.

INDICE

INTRODUCCION.....	I
-------------------	---

CAPITULO I

EL CEMENTO

1.0	GENERALIDADES.....	3
1.1	DEFINICIONES.....	3
1.1.1	TIPOS DE CEMENTO.....	4
1.2	CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL CEMENTO PORTLAND.....	8
1.2.1	CARACTERISTICAS FISICAS.....	8
1.2.1.1	PESO ESPECIFICO.....	8
1.2.1.2	TIEMPO DE FRAGUADO.....	9
1.2.1.3	CALOR DE HIDRATACION.....	10
1.2.2	CARACTERISTICAS MECANICAS.....	10
1.2.2.1	RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION.....	10
1.2.2.2	EXPANSION AUTOCLAVE.....	11
1.3	COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO PORTLAND.....	11
1.4	EL CEMENTO TIPO I "ANDINO".....	17
1.5	CONDICIONES DE CONTROL Y ALMACENAJE.....	23

CAPITULO II

LOS AGREGADOS

2.0	GENERALIDADES.....	25
2.1	DEFINICION.....	26
2.1.1	FUNCIONES DE LOS AGREGADOS.....	26
2.1.2	CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS.....	27
2.1.2.1	CLASIFICACION POR SU PROCEDENCIA.....	27
2.1.2.1.1	AGREGADOS NATURALES.....	27
2.1.2.1.2	AGREGADOS ARTIFICIALES.....	28
2.1.2.2	CLASIFICACION POR SU PESO.....	29
2.1.2.2.1	AGREGADOS DE PESO LIGERO.....	29
2.1.2.2.2	AGREGADOS DE PESO NORMAL.....	29
2.1.2.2.3	AGREGADOS DE GRAN PESO.....	29
2.1.2.3	CLASIFICACION POR SU USO COMERCIALIZACION.....	29
2.1.2.3.1	AGREGADO FINO.....	29
2.1.2.3.2	AGREGADO GRUESO.....	30
2.1.2.3.3	AGREGADO GLOBAL.....	30
2.2	PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	30
2.2.1	RESISTENCIA AL DESGASTE.....	30
2.2.2	RESISTENCIA AL INTEMPERISMO.....	30
2.2.3	ESTABILIDAD QUIMICA.....	31
2.2.4	FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL DE LAS PARTICULAS.....	31
2.2.5	SUSTANCIAS PERJUDICIALES DE LOS AGREGADOS.....	31
2.3	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LOS AGREGADOS.....	32
2.4	AGREGADO FINO.....	32
2.4.1	DEFINICION.....	32
2.4.2	GRANULOMETRIA Y MODULO DE FINURA.....	33
2.4.2.1	GRANULOMETRIA.....	33
2.4.2.2	MODULO DE FINURA.....	36
2.4.3	CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200.....	37
2.4.4	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION.....	37
2.4.4.1	PESO ESPECIFICO.....	37
2.4.4.2	PORCENTAJE DE ABSORCION.....	38

2.4.5	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO.....	40
2.4.5.1	PESO UNITARIO SUELTO.....	40
2.4.5.2	PESO UNITARIO COMPACTADO.....	40
2.4.6	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	42
2.5	AGREGADO GRUESO.....	44
2.5.1	GENERALIDADES.....	44
2.5.2	DEFINICION.....	46
2.5.3	GRANULOMETRIA.....	47
2.5.4	TAMAÑO MAXIMO.....	48
2.5.5	TAMAÑO NOMINAL MAXIMO.....	48
2.5.6	MODULO DE FINURA.....	50
2.5.7	PESO ESPECIFICO.....	50
2.5.8	PORCENTAJE DE ABSORCION.....	51
2.5.9	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO.....	53
2.5.9.1	PESO UNITARIO SUELTO.....	53
2.5.9.2	PESO UNITARIO COMPACTADO.....	53
2.5.10	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	55

CAPITULO III

EL AGUA

3.0	GENERALIDADES.....	57
3.1	REQUISITOS DEL AGUA DE MEZCLA Y CURADO.....	59

CAPITULO IV

EL CONCRETO

4.0	DEFINICION.....	60
4.1	CLASES.....	60
4.2	PROPIEDADES DEL CONCRETO INFLUENCIADAS POR LOS AGREGADOS.....	61
4.2.1	GENERALIDADES.....	61
4.2.1.1	PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.....	62
4.2.1.1.1	CONSISTENCIA O FLUIDEZ.....	62
4.2.1.1.2	TRABAJABILIDAD.....	62
4.2.1.1.3	CONTRACCION.....	63
4.2.1.1.4	COHESIVIDAD.....	64
4.2.1.1.5	PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.....	64
4.2.1.2	PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	65
4.2.1.2.1	RESISTENCIA.....	65
4.2.1.2.2	DURABILIDAD.....	65
4.2.1.2.3	PROPIEDADES TERMICAS.....	66

CAPITULO V

DISEÑO DE MEZCLAS

5.0	GENERALIDADES.....	67
5.1	ASPECTO TEORICO DEL DISEÑO DE MEZCLA.....	69
5.2	CRITERIO DE DISEÑO.....	71
5.2.1	COMBINACION DEL AGREGADO GLOBAL.....	71
5.2.2	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL.....	74
5.2.3	DETERMINACION DE LA MEJOR COMBINACION DE AGREGADOS.....	76
5.4	DISEÑO DE MEZCLAS PARA LAS RELACIONES $a/c = 0.55, 0.60, 0.65$ y 0.70	78
5.5	DOSIFICACION DEL CONCRETO PARA LOS ENSAYOS.....	78

CAPITULO VI

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

6.0	GENERALIDADES.....	80
6.1	ASENTAMIENTO.....	85
6.2	PESO UNITARIO.....	86
6.3	CONTENIDO DE AIRE.....	87

6.4	EXUDACION.....	87
6.5	TIEMPO DE FRAGUADO.....	89

CAPITULO VII

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

7.0	GENERALIDADES.....	90
7.1	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL.....	90
7.2	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL.....	91

CAPITULO VIII

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO

8.0	RELACION DE CUADROS.....	92
8.0.1	RELACION DE CUADROS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO..	92
8.0.2	RELACION DE CUADROS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO.....	92
8.1	RELACION DE GRAFICOS.....	93
8.1.1	RELACION DE GRAFICOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO..	93
8.1.2	RELACION DE GRAFICOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO.....	94
8.2	GENERALIDADES.....	95
8.2.1	SIMBOLOGIA.....	95

CAPITULO IX

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

9.0	RELACION DE CUADROS DE LOS ANALISIS.....	126
9.0.1	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO FRESCO.....	126
9.0.2	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO.....	127
9.1	RELACION DE GRAFICOS DE LOS ANALISIS.....	128
9.1.1	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO FRESCO.....	128
9.1.2	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO.....	134
9.2	GENERALIDADES.....	139
9.3	ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO FRESCO.....	139
9.3.1	ASENTAMIENTO.....	139
9.3.2	PESO UNITARIO.....	141
9.3.3	CONTENIDO DE AIRE.....	146
9.3.4	PORCENTAJE DE EXUDACION.....	151
9.3.5	TIEMPO DE FRAGUADO.....	156
9.3.5.1	TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL.....	156
9.3.5.2	TIEMPO DE FRAGUADO FINAL.....	163
9.4	ENSAYOS CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO.....	165
9.4.1	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL.....	165
9.4.2	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL.....	183

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.0	GENERALIDADES.....	292
10.1	CONCLUSIONES.....	293
10.1.1	CONCRETO AL ESTADO FRESCO.....	293
10.1.2	CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO.....	295
10.2	RECOMENDACIONES.....	296

ANEXOS

ANEXO A

	ANALISIS DE COSTOS.....	297
--	-------------------------	-----

ANEXO B	
ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS.....	313
ANEXO C	
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.....	326
ANEXO D	
DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLA.....	352
ANEXO E	
DISEÑO DE MEZCLAS.....	357
ANEXO F	
NORMAS.....	365
ANEXO G	
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....	378
ANEXO H	
FOTOGRAFIAS.....	471
BIBLIOGRAFIA.....	476

INTRODUCCION

La tecnología del concreto en nuestro país, como en el resto del mundo, ha venido ligada a la historia del cemento y al desarrollo de la Ingeniería Civil.

En el Perú hacia fines del siglo XIX se importaba cemento en barriles de madera y las obras de concreto eran ejecutadas empíricamente siendo encargadas a ingenieros extranjeros o a algunos ingenieros peruanos con formación en Europa.

Es en el año de 1875 que se funda la Escuela Nacional de Ingeniería, hoy Universidad Nacional de Ingeniería, bajo la dirección de una misión polaca presidida por el Ingeniero Eduardo de Habich, creándose entonces las especialidades de Minas y la de Ingeniería Civil.

Es recién en el año de 1915 que llega al Perú la compañía constructora norteamericana Foundation Co. Para ejecutar obras como la Av. Progreso, hoy Venezuela, trayendo los primeros hornos para la fabricación del cemento, iniciándose así la Tecnología del Concreto local.

Debido a que el concreto es un material con el cual debe enfrentarse casi a diario el profesional de la construcción es que centramos nuestro estudio en él. Como sabemos está compuesto por cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos.

Dentro de estos componentes son los agregados los que ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen total del concreto y su calidad tiene una gran influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto y por ende en el producto final.

En nuestro país el tipo de agregado usado en las construcciones ha ido evolucionando paulatinamente con el correr del tiempo, buscando mejores resultados en el concreto, antes se usaba los cantos rodados del lecho de los ríos; actualmente se está recurriendo a los agregados de las canteras de cerro, pero estos presentan grandes cantidades de sales y sulfatos, y especialmente materiales más finos que pasan la malla N°100 que se encuentran en porcentajes mayores del 10%, rebasando así lo que especifican las normas. También se obtiene agregados por voladura de rocas, cuyo polvo de roca es usado como arena que producen gran cantidad de material más fino que pasa la malla N°100 mayor del 12% (solo para polvo de roca el límite es mayor que 10%) que es el límite de la norma.

Como la calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, en especial de la granulometría y otras características de la arena; por tal razón el contenido de finos juega un papel muy importante, de allí que existe prevención por las arenas que se encuentran en el límite del contenido de finos de 10% estipulado por las normas, principalmente en razón de originar concretos más caros, por su mayor exigencia de agua y por tanto de cemento, para una trabajabilidad aceptable. Además actualmente más del 50% de las construcciones usa el agregado de las canteras de cerros, de allí la importancia de estudiar estos agregados con gran producción de tamaños muy finos.

Esta inquietante preocupación se ve volcada en esta tesis al tener como objetivo principal estudiar la influencia de la arena con producción de muy finos que varía en 4%, 7%, 10%, 14% y 18% en el concreto de baja y mediana resistencia con relación a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70 usando cemento tipo I Andino y su repercusión en las propiedades del concreto.

CAPITULO I

EL CEMENTO

EL CEMENTO

1.0 GENERALIDADES

Los cementos son polvos finos obtenidos por trituración y cocción a altas temperaturas (cerca de 1450°C), de una mezcla mineral denominada clinker, que está compuesta por arcillas y calizas en general.

Estos polvos están constituidos por sales minerales anidares inestables, en particular silicatos y aluminatos de cal, que forman al mezclarse con el agua, una pasta ávida de hidratarse, endureciéndose progresivamente por el fraguado que se produce al reaccionar el cemento con el agua, de ahí su denominación de conglomerante hidráulico.

El clinker es un producto obtenido por la cocción hasta la fusión parcial, proceso denominado clinkerización, de una mezcla de calizas y arcillas, dosificadas y homogeneizadas que se componen principalmente de Oxido de Calcio CaO , Sílice SiO_2 , y Alúmina Al_2O_3 . La mezcla se obtiene en general a partir de productos naturales de cantera, tal como la caliza, arcilla, marga, etc. Al clinker una vez triturado, se le adiciona en pequeñas cantidades, Sulfato de Calcio, más conocido como yeso, que actúa como catalizador en la fragua violenta del cemento, a esta mezcla se le denomina cemento Portland.

1.1 DEFINICIONES

CEMENTO: El cemento, es un aglomerante artificial hidrófilo, producto de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas del cual se obtiene un polvo muy fino, que en presencia de agua endurece, adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

CEMENTO PÓRTLAND: 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.

CLINKER. – El Clinker del cemento Pórtland 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

1.1.1 TIPOS DE CEMENTO

El cemento Pórtland normal 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 Técnicas Peruanas N.T.P. y a las internacionales A.S.T.M., los cementos se clasifican en dos grandes grupos:

a) Cementos Pórtland Normales:

- TIPO I** De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.
Se usa en obras de pavimentaciones rígidas, veredas, estructuras de concreto armado, tuberías de agua, etc.
- TIPO II** De moderado resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

Se usa en pilares, estribos de puentes, muros de contención, presas donde se hacen vaciados masivos de concreto. Presentan menores cambios de volumen, menor tendencia a la exudación.
- TIPO III** 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 concreto masivo.
- TIPO V** Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.
Es usado en suelos o agua que estén en contacto con la estructura que tiene un alto contenido de sulfatos generalmente es usado en revestimientos de túneles, hidroeléctricas, obras portuarias, etc.
En la actualidad se fabrican en el Perú los cementos Tipo I, Tipo II y Tipo V.

b) Cementos Pórtland 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 Pórtland 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 Pórtland 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 ha añadido entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- Tipo ISM** Cemento al que se ha añadido menos de 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- Tipo IP** Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total.
- Tipo IPM** Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje hasta del 15% del peso total.

CEMENTOS PÓRTLAND ADICIONADOS (ESPECIFICACIÓN DE LA PERFORMANCE) N.T.P. 334.082.

Esta nueva Norma Técnica Peruana (ex ITINTEC) 334.082, fue publicada el 24 – 07 – 1998.

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

- TIPO GU** Cemento Pórtland adicionado para construcciones generales.
- TIPO HE** De alta resistencia inicial.
- TIPO MS** De moderada 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 esta 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.

CUADRO I-1

CLASE DE CONSTITUYENTE	EJEMPLO DE TÉRMINOS GENÉRICOS
Cemento	Cemento Pórtland, Clinker de cemento Pórtland.
Componente de Calcio	Carbonato de calcio, caliza, cal, cal hidratada.
Puzolanas	Clase cenizas volantes, puzolana natural no calcinada, puzolana natural calcinada, microsíllica.
Escoria	Escoria granulada de alto horno.
Otras Adiciones	Sulfato de calcio (si esta añadido en cantidades mayores que la normal en el cemento Pórtland o con un componente que no sea cemento Pórtland) reductor de agua, acelerador, retardador-reductor de agua, aditivo de aire incorporado, adiciones en proceso.

FUENTE: Tesis UNI-FIC: ESTUDIO DE CONCRETOS DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA Y SU CORRELACION DE RESISTENCIAS-A/C, USANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS.

1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CEMENTO PORTLAND

1.2.1 CARACTERISTICAS FISICAS

1.2.1.1 PESO ESPECÍFICO N.T.P 334.005

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 pórtland normal. Por lo que estos valores servirán como parámetros de aproximación. Esta es la única propiedad del cemento que se emplea directamente en el computo de las proporciones de la mezcla de concreto.

El método de ensayo para determinar el peso específico de los cementos es por medio de un frasco volumétrico de Lechatelier.

Ensayo en el frasco volumétrico de Chaterlier

MUESTRA	PESO (Gr)	VOLUMEN INICIAL (cm3)	VOLUMEN FINAL (cm3)	VOLUMEN DEL CEMENTO	PESO ESPECIFICO (gr/cm3)
1	60	0.50	19.90	19.40	3.09
2	60	0.50	20.20	19.70	3.05
3	60	0.40	20.00	19.60	3.06

Promedio de P.E. = 3.07 gr/cm³

P.E. = 3,07gr/cm³

1.2.1.2 TIEMPO DE FRAGUADO N.T.P. 334.006

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 poco 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 está en formación.

FRAGUADO FINAL

Se obtiene al término 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.

FRAGUA VICAT INICIAL : 45 min.
FRAGUA VICAT FINAL : 420 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 semi hidratado, muy ávido de agua, forma cristales de yeso los cuales dan rigidez a la pasta.

1.2.1.3 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 generan 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.

1.2.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

1.2.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN

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.

<i>EDAD</i>	<i>RESISTENCIA MÍNIMA</i>
3	10 MPa
7	17 Mpa
28	28 Mpa

Nota: 1Mpa = 10,2 Kg/cm²

1.2.2.2 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 permanece 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.

EXPANSIÓN AUTOCLAVE = 0,80 %

1.3 COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO PORTLAND

Los componentes principales de la materia prima para la fabricación del cemento Portland son:

	COMPONENTE	PROCEDENCIA	
95%	{	Oxido de Calcio (CaO)	rocas calizas
		Oxido de Sílice (SiO)	areniscas
		Oxido de Aluminio (AlO)	arcillas
		Oxido de Hierro (FeO)	arcillas, mineral de hierro, pirita.
5%	{	Oxido de Magnesio, Sodio,	minerales varios
		Potasio, Titanio, Azufre,	
		Fósforo y Magnesio.	

Además de lo expuesto los porcentajes típicos en que intervienen los óxidos en cemento Portland son:

CUADRO I-2

COMPUESTO	PORCENTAJE (%)	ABREVIATURA
CaO	1-67%	C
SiO	20-27%	S
AlO	4-7%	A
FeO	2-4%	F
SO	1-3%	
MgO	1-5%	
KO y NaO	0.25-1.5%	

FUENTE: Tesis UNI-FIC: DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO FABRICADO EN ALTURA Y CLIMA RIGUROSO CON CEMENTO TIPO I (PM) Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE.

Sobre la base de sus óxidos principales (los cuatro primeros óxidos), se calculan los probables compuestos del cemento. El método generalizado es el de Bogue, estableció los compuestos principales del cemento.

Es durante la operación de horneado, en la preparación del clinker del cemento Portland, que el Oxido de Calcio se combina con los componentes ácidos de la mezcla fresca, para formar cuatro principales compuestos que contemplan el 90% del cemento por peso. El Sulfato de Calcio y otros materiales también están presentes.

Los siguientes son los principales componentes, su fórmula química y abreviación:

Silicato Tricálcico: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$ Alita
Define la resistencia inicial en la primera semana, tiene importancia en el calor de hidratación.

Silicato Dicálcico: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_2\text{S}$ Belita
Define la resistencia a largo plazo, con poca incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato Tricálcico: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{C}_3\text{A}$
En forma aislada no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento, actuando como catalizador, por lo que se requiere añadir yeso (3% -6%) para controlarlo.
Disminuye la resistencia del cemento a los sulfatos, al reaccionar con estos se produce sulfoaluminatos, con propiedades expansivas.

Aluminoferrito Tetracálcico: $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{C}_4\text{AF}$
Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y en forma secundaria en el calor de hidratación.

Además de estos compuestos principales, para completar el análisis se incluyen los llamados compuestos secundarios:

Cal libre	CaO
Alcalis	$K_2O + Na_2O$
Oxido de Magnesio	MgO
Residuo Insoluble	RI
Anhídrido Sulfúrico	SO ₃

La variación de los compuestos en el cemento Portland es muy grande, el ASTM para el cemento Portland tipo I de uso general, no da límites de compuestos, por lo que se considera si un cemento satisface los requerimientos físicos y está dentro de los requerimientos químicos, sus óxidos principales y sus compuestos pueden tener cualquier valor, en caso de otros tipos de cemento da ciertos límites en algunos óxidos y compuestos.

Luego del proceso de fabricación del clinker y molienda final se obtiene una serie de compuestos que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado los cuales se nombran.

- Silicato tricálcico
- Silicato dicálcico
- Aluminato tricálcico
- Aluminato ferritotetracálcico
- Oxido de Mg
- Oxido de K y Na
- Oxido de Mg y Ti

RESUMEN DE LOS COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO

	SILICATO DICALCICO	SILICATO TRICALCICO	ALUMINATO TRICALCICO	FERROALUMINATO TETRACALCICO
COMPOSICION	65% Cal 34.9% Sílice	73.7% Cal 26.3% Sílice	62.3% Cal 37.7% Alúmina	46.1% Cal 32.9% Fierro 21.7% Alúmina
CONSTITUCION MINEROLOGICA	Fase cristalizada Se presenta en diversas formas redondas, estriadas.	Fase cristalina Cristales poligonales a veces atacadas en los bordes.	Fase vítrea Componente intersticial oscuro.	Fase vítrea Material intersticial clara
VELOCIDAD DE HIDRATACION	Lenta Calor de hidratación: 63 cal/gr	Muy rápida Calor de hidratación: 120 cal/gr	El primero de los 4 en hidratarse Calor de hidratación:207 cal/gr	Muy rápida Calor de hidratación: 100 cal/gr.
RESISTENCIAS MECANICAS	Principal contribuyente a resistencias a largo plazo.	Contribuyente en forma fuerte a las resistencias iniciales.	Desarrollo de resistencias a las primeras 24 horas	No está claramente definida
RESISTENCIAS INTEMPERISMO	Tiende a aumentar con el porcentaje de silicatos	Tiende a aumentar con el porcentaje de silicatos	Disminuye con el aluminato	Parece disminuir aunque no hay certeza.
ESTABILIDAD DE VOLUMEN	Regular	Buena	Muy mala	Mala
ESTADO QUIMICO	Buena, mejor que C3S resistente a sulfatos	Mediana por su facilidad al liberal cal.	Muy mala, factor decisivo en caso de ataque químico.	Muy buena
SIMBOLO	CS	CS	CA	CAE
CONDICIONES DE EMPLEO	- Construcciones masivas - Climas cálidos	- Pre-fabricados - Climas fríos - Desencofrados rápidos	- Iguales al C3S siempre que no haya problemas de ataques químicos.	- Casos que sea importante de durabilidad del concreto.

FUENTE: Tesis UNI-FIC: ESTUDIO DE LOS MORTEROS DE REVESTIMIENTO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS CEMENTOS

Las características físicas y químicas de los cementos se encuentran establecidos por la norma ASTM C-150-92.

Las características físicas y químicas de los cementos peruanos se observan en el siguiente cuadro:

CUADRO I-4

ELEMENTO	Sol tipo I	Andino tipo I	Yura tipo I	Pacasmayo tipo I
CaO (%)	63.20	64.18	63.30	63.02
SiO ₂ (%)	19.79	21.86	21.12	19.50
Al ₂ O ₃ (%)	6.15	4.81	5.34	6.20
Fe ₂ O ₃ (%)	2.82	3.23	2.43	3.30
K ₂ O (%)	0.96	0.65	.....	0.70
Na ₂ O (%)	0.28	0.15	.....	0.26
SO ₃ (%)	2.58	2.41	1.89	2.50
MgO (%)	3.16	0.96	3.05	2.13
Cal libre (%)	0.52	0.59	.....	1.20
P. Ignición (%)	0.80	.....	0.54	2.30
R. Insolubles (%)	0.62	0.42	0.74	0.50
C ₃ S (%)	54.18	51.33	52.44	54.85
C ₂ S (%)	15.86	23.95	20.99	14.53
C ₃ A (%)	11.53	7.28	10.04	10.85
C ₄ AF (%)	8.58	9.83	7.39	10.04
Peso Específico (gr/cm ³)	3.11	3.11	.....	.....
Finura malla N° 100 (%)	0.04	0.34	.....	.....
Finura malla N° 200 (%)	4.14	5.66	.....	.....
S. Espec. Blaine (cm ² /gr)	3477	3300	.....	3400
Contenido de Aire (%)	9.99	6.50	.....	10.50
Exp. Autoclave (%)	0.18	0.02	.....	0.22
Fragua Inicial Vicat (h:min)	1:49	2:50	.....	2:29
Fragua Final Vicat (h:min)	3:29	3:45	.....	5:10
f _c a 3 días (kg/cm ²)	254	204	.....	168
f _c a 7 días (kg/cm ²)	301	289	.....	210
f _c a 28 días (kg/cm ²)	357	392	.....	273
Calor Hidratación 7 días (cal/gr)	70.6	64.93	.....	.....
Calor Hidratación 28 días (cal/gr)	84.3	.....	.....	.....

FUENTE: Tesis UNI-FIC: EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POR EL USO DE DOS ADITIVOS, UN ACELERANTE DE FRAGUA Y UN PLASTIFICANTE.

1.4 CEMENTO TIPO I ANDINO

CEMENTO A USAR

El cemento escogido para la elaboración de esta tesis fue el cemento Portland Tipo I Andino, el cual incrementa su resistencia a largo plazo a comparación de los otros cementos del mercado.

FABRICA DE CEMENTO ANDINO

Localización: Ha sido instalado en el lugar denominado Crancha, en la provincia de Tarma, departamento de Junin a 3850 msnm y a 200 Km al este de esta ciudad.

Materia Prima: La fuente de abastecimiento son los yacimientos de calizas, arcillas y de yeso de Chanchamina.

Capital: La empresa ha sido financiada por capitales nacionales y extranjeros, la financiación total ha sido calculada en \$ 4'100,000.

Volumen de Producción: La producción inicial fue estimada en 82 000 TM anuales en 1958, llegando a alcanzar una capacidad nominal de producción de 1 100 000 TM de cemento el año 2000.

Control de Calidad: Control periódico en todas las etapas.

Tipos de Cemento: Andino tipo I
Andino tipo II
Andino tipo IV

Instalación de luz, agua y desagüe: Propias, se ha instalado una central hidroeléctrica de 600 kw de capacidad.

Area de Influencia: En la Sierra Central del país; en el Oriente por las vías de Pucallpa o Chanchamayo y parte de Lima.

Características Químicas: A continuación se presenta las características químicas del cemento Portland Tipo I Andino así como potencial mineralógico.

CUADRO I-5

COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
SiO	21.86
AlO	4.81
FeO	3.23
CaO	64.18
MgO	0.96
SO	2.41
NaO	0.15
KO	0.65
TiO	0.24
PO	0.14
MnO	0.07
SrO	0.10
Pérdida por ignición	1.20
TOTAL	100.00

FUENTE: Tesis UNI-FIC: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA DEL ALTO RANGO, SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO.

COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
Residuo Insoluble	0.59
A.T	0.42
S.C	90.15
M.S	2.60
M.F.	1.61

FASES DE BOGUE CONSIDERANDO CAL LIBRE

COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
C3S	48.93
C2S	25.76
C3A	7.28
C4AF	9.83

FASES MINEROLOGICAS SEGÚN ASTM C-150

$$AlO = AlO + TiO + Po$$

$$CaO = CaO + S_5O$$

COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
C3S	48.19
C2S	25.56
C3A	8.29
C4AF	9.83

REQUISITOS QUÍMICOS STANDARD: Según los requisitos químicos standard del ASTM C-150, para cementos, establece lo siguiente:

DESCRIPCION	TIPO
SiO, % mínimo	—
AlO, % máximo	—
FeO, % máximo	—
MgO, % máximo	6
SO, % máximo	—
Cuando C3A es <0.8%	3
Cuando C3A es >8%	3.5
Perdida por ignición, % máximo	3
R. insolubles, % máximo	0.75
C3S, % máximo	—
C2S, % máximo	—
C3A, % máximo	—
$C4AF+2(C3A)+(C4AF+C2F)$	0.5

Requisitos químicos opcionales

DESCRIPCION	TIPO
C3A, % máximo, para mediana resistencia a sulfatos	—
C3A, % máximo, para alta resistencia a los sulfatos	—
C3S+C3A, % máximo	—
Alcalis (NaO+0.658 KO), % máximo	—

CARACTERISTICAS FISICAS DEL CEMENTO ANDINO

Consistencia Normal: Norma N.P.T. 334.046

Es la cantidad de agua necesaria para obtener una partícula de cemento con características determinadas, se considera que la consistencia normal del cemento, es cuando para un porcentaje dado de agua se obtiene una penetración de 10 mm en 30 segundos con la varilla del aparato de Vicat.

Resultado: Consistencia normal del cemento Andino tipo I: 23.38%

Contenido de Aire: N.T.P. 334.046

Es un índice indirecto de la fineza del cemento y por ende del agregado de molienda.

Resultado: Contenido de aire del cemento Andino I: 6.5%

Tiempo de Fraguado : N.T.P. 334.046

Se refiere al cambio del estado fluido de un parte del cemento al estado sólido, se dice que ha fraguado cuando está lo suficientemente rígido para soportar una presión determinada, la fragua inicial es cuando en el ensayo respectivo se presenta una penetración de 2.5 mm en la aguja usada. La fragua final es cuando ya no penetra huella de penetración o se utiliza para el ensayo en el aparato de Vicat.

Resultado: Fragua Vicat (h: m)

Inicial 2:50

Final 3:45

Peso Específico : N.T.P. 334.005

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

Resultado: Peso específico del cemento Andino I: 3.11 gr/cm³

Fineza: N.T.P. 334.002

Es el valor que define el área en cm² de la superficie de todas las partículas supuestamente esféricas de un grumo de cemento.

Cada tipo de molienda da una composición granulométrica diferente, de allí que la fineza es función del grado de molienda de los cementos.

Resultado: Fineza del cemento Andino I: 3300 cm²/gr

Resistencia a la Compresión: N.T.P. 334.051

Es la capacidad del cemento para soportar esfuerzos sin fallar. En función de la fineza, composición química, contenido de agua y grado de hidratación de la pasta.

Se determina mediante el ensayo a compresión de un cubo de 2" de arista, preparado con una mezcla definida.

Resultado: Compresión 3 días: 204 kg/cm²

Compresión 7 días: 289 kg/cm²

Compresión 28 días: 292 kg/cm²

Requisitos Físicos Standard: Según los requisitos físicos standard del ASTM-150 para cementos establece lo siguiente:

DESCRIPCION	TIPO I
Contenido de aire en % (máximo, mínimo)	(12, N/A)
Fineza con turbidímetro en m ² /Kg mínimo	160
Fineza por permeabilidad de aire en m ² /Kg mínimo	280
Expansión de Autoclave	0.8
Resistencia en compresión en MPa	
A 3 días	12.40
A 7 días	19.30
Fraguado inicial (gillmore), máximo en minutos	60
Fraguado final (gillmore), máximo en minutos	600
Fraguado inicial (vicat), máximo en minutos	45
Fraguado final (vicat), máximo en minutos	375

Requisitos Físicos Opcionales:

DESCRIPCION	TIPO I
Fraguado falso (penetración final), % mínimo	50
Calor de Hidratación máximo a 7 días, Cal/gr.	—
Calor de Hidratación máximo a 28 días, Cal/gr.	—
Resistencia en compresión, mínimo 28 días, Mpa	27.8
Expansión con sulfatos a 14 días, % máximo	—

1.5 CONDICIONES DE CONTROL Y ALMACENAJE DEL CEMENTO

Una buena práctica la constituye el ejecutar análisis químico en un laboratorio confiable cada 500 Ton de cemento para el caso de las obras grandes y solicitar regularmente a los fabricantes certificados con resultados de su control de calidad. En ningún caso la muestra que se obtenga debe ser menos de 5 kg.

En cuanto a las condiciones de almacenaje, es recomendable limpiar con frecuencia los silos metálicos de depósito sobre todo en climas de humedad relativa alta, pues se produce hidratación parcial del cemento adherido a las paredes, y que con el uso del silo ocasiona que se desprendan trozos endurecidos, y se mezclen con el cemento fresco causando problemas en la uniformidad de la producción del concreto.

En el caso del cemento en bolsa el concepto es similar en cuanto a protegerlas de la humedad, bien sean aislándola del suelo o protegiéndolas en ambientes cerrados.

Una manera práctica de evaluar que ha habido hidratación parcial del cemento almacenado, consiste en tamizar una muestra por la malla # 100 según la norma ASTM C-184, pesando el retenido, el cual referido al peso total nos da un orden de magnitud de la porción hidratada. El porcentaje retenido sin haber hidratación oscila usualmente entre 0 % y 0.5 %

De acuerdo al mecanismo de hidratación se puede manifestar que si usamos cemento parcialmente hidratado, estaremos sustituyendo en la práctica una parte del agregado por cemento endurecido con características resistentes inciertas y definitivamente inferiores a la de la arena y la piedra, que causará zonas de estructura débil, cuya tendencia será mayor cuanto mayor sea la proporción de éstas partículas.

Husos no mayores de $1 \frac{1}{4}$ tiene como consecuencia una reducción en la resistencia a 28 días del 25%, dependiendo del cemento en particular, es obvio que a porcentajes hidratados mayores, con partículas de tamaño superior a $1/4$ " ocasionará perjuicios mayores en la resistencia y durabilidad.

CAPITULO II

LOS AGREGADOS

LOS AGREGADOS

2.0 GENERALIDADES

Los agregados son elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Los agregados deben satisfacer ciertos requisitos y deben consistir en partículas limpias, duras resistentes y durables, libres de sustancias químicas, recubrimientos de arcilla o de otros materiales finos que puedan afectar la hidratación y la adherencia del mortero.

Las partículas débiles quebradizas o laminadas son perjudiciales. Deberán evitarse especialmente los agregados que contengan pizarras laminares naturales o esquistos, partículas blandas y porosas, y algunos tipos de cuarzo, ya que tienen mala resistencia al intemperismo. A menudo basta una inspección visual para descubrir la debilidad de los agregados gruesos.

Todos los agregados, de los cuales no se tengan registros sobre su buen comportamiento, deberán probarse para ver si cumplen los requisitos establecidos.

Estos, como parte constituyente del concreto ocupan del 60% al 80% del volumen del concreto, y tienen que estar graduados de tal forma que la masa total del concreto actúe como una combinación relativamente sólida, homogénea y densa, con los tamaños más pequeños actuando como un relleno inerte de los vacíos que existen entre las partículas más grandes. Por eso cumplen una función importante para el logro de ciertas propiedades particulares de calidad, resistencia, economía, etc.

Se clasifican de acuerdo a sus dimensiones y se denominan agregado fino y agregado grueso; de acuerdo a su forma, pueden ser redondeados y angulares. La gran influencia que tienen sobre las propiedades del concreto, dependen de su estructura física y química así como de su granulometría.

La distribución volumétrica de las partículas tienen gran trascendencia en el concreto para tener una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad adecuada. En general, existen pruebas de ensayo necesarias que se realizan a los agregados; unos para establecer su calidad como son: Densidad, estabilidad química, resistencia a la abrasión, etc. Y otros para determinar características para la dosificación de mezclas como el peso unitario, absorción, humedad superficial, etc.

Debido a que el agregado constituye la parte mayor de la mezcla, entre mas agregado se tenga en la mezcla, esto resultara en un concreto más económico condición de que la mezcla sea de una razonable manejabilidad para el trabajo específico.

2.1 DEFINICION

Bajo el nombre de agregados o áridos se conocen a los materiales inertes que entran en composición de morteros y concretos pero que no experimentan cambios en su estructura química o mineralógica, al formar parte de aquellos compuestos.

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la N.T.P. 400.037

2.1.1 FUNCIONES DE LOS AGREGADOS

Las funciones de los agregados son:

- a.- Dar un relleno óptimo a la pasta.
- b.- Crear una masa de partículas que sea capaz de soportar las acciones de desgaste e intemperismo.
- c.- Disminuir la variación de volumen, producto de los procesos de fraguado y endurecimiento, como también las variaciones de la humedad de la pasta.

2.1.2 CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS

Los agregados se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

Por su procedencia.

Por su peso.

Por su uso y comercialización.

2.1.2.1 CLASIFICACION POR SU PROCEDENCIA

Esto sucede cuando los productos del ataque de los agentes del intemperismo son removidos de su lugar de formación por los mismos agentes geológicos y depositados en otra zona, generando los diferentes depósitos de agregados.

A su vez estos agregados se clasifican en:

Agregados Naturales

Agregados Artificiales

2.1.2.1.1 AGREGADOS NATURALES

Son los agregados en los cuales no han intervenido la mano del hombre, los cuales pueden ser de depósitos.

Entre ellos tenemos:

Depósitos Fluviales

Depósitos Glaciales

Depósitos Fluvio-Aluvial

Depósitos Eólicos

Depósitos Lechos de Mar: Estos materiales son limpios y durables, pero por su procedencia antes de ser usados en concreto hay que evaluarlos químicamente para determinar la cantidad de sales que estos tengan.

Depósitos Lacustres: Son depósitos de granos muy finos debido a la poca velocidad del agua con que fluyen en los lagos.

2.1.2.1.2 AGREGADOS ARTIFICIALES

Son los agregados sometidos a procesos mecánicos donde interviene la mano del hombre.

Entre ellos tenemos:

Piedra partida: Es el resultado de someter la roca dura a trituración mecánica.

Piedra zarandeada: Es la piedra natural la cual es zarandeada por mallas, para separarlos por tamaños determinados.

Arena gruesa: Es el material que pasa por la malla de $\frac{1}{4}$ ".

Arcilla expandida: Su procedencia es industrial, pues lo que se quiere obtener es un agregado grueso basado en arcilla, se usa comúnmente en concreto ligero pues es de poco peso.

Cascote de ladrillo: Se usa en concreto de baja resistencia, pues son obtenidos de trozos de ladrillos en buen estado, limpios y de buena calidad.

Subproductos: Son usados como agregados grueso y fino, los cuales son obtenidos de los desechos industriales tal es el caso de la escoria, también han de considerarse como subproductos al bagazo, cáscara de arroz, viruta de madera, etc.

2.1.2.2 CLASIFICACION POR SU PESO:

Se clasifican en:

2.1.2.2.1 AGREGADOS DE PESO LIGERO

Con ellos se elabora concreto ligero, cuyo peso varía entre 400-1950 kg./m³ este concreto es usado para aislamiento, como material de relleno y en algunos casos en estructuras.

Entre estos agregados podemos nombrar a la piedra pómez, perlita, tobas volcánicas, escorias, etc.

2.1.2.2.2 AGREGADOS DE PESO NORMAL

Se elabora con ellos concreto normal, cuyo peso varía entre 2100-2400 kg./m³, entre ellos tenemos a la piedra triturada, arena, grava, etc.

2.1.2.2.3 AGREGADOS DE GRAN PESO

Con estos agregados elaboramos concreto pesado, cuyo peso varía entre 3200-5000 kg/m³, son usados para la protección contra radiaciones gamma en estructuras de protección y en reactores nucleares. Entre ellos tenemos a la magnetita, hematita, baritina, limonita, etc.

2.1.2.3 CLASIFICACION POR SU USO Y COMERCIALIZACION

Según las N.T.P. 400.011 clasifica a los agregados en:

2.1.2.3.1 AGREGADO FINO

Es aquel que pasa el tamiz N.T.P. 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 74 mm (malla N° 200), proveniente de la desintegración natural o artificial de la roca, que cumpla con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037.

Según la norma N.T.P 400.011 el agregado debe estar libre de terrones, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, polvos y otras sustancias dañinas.

2.1.2.3.2 AGREGADO GRUESO

Es el agregado retenido en el tamiz N.T.P. 4.76 mm (malla N° 4), proveniente de la trituración y clasificación por medio de una chancadora, que cumpla con los límites establecidos en la norma N.T.P. 400.037. Dentro de este grupo se puede considerar como agregados comerciales a la piedra chancada de 1/8, 1/4, 1/2 y de 3/4 y las piedras naturales de 1/4, 1/2 y 3/4.

2.1.2.3.3 AGREGADO GLOBAL

Es una mezcla de agregado fino y grueso en proporciones determinadas en laboratorio y que no se encuentran en estado natural en las canteras.

El agregado en su conjunto forma parte de la masa del concreto, pues ocupa las 3/4 parte de éste por lo cual es fundamental que cumplan con determinadas características para ser usados en la fabricación del concreto.

2.2 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Entre las propiedades tenemos:

2.2.1 RESISTENCIA AL DESGASTE

Es un indicador de la calidad del agregado, siendo ésta una característica esencial cuando el agregado va ser usado en un concreto sujeto a desgaste.

La prueba de Los Angeles es el método más usado y nos permite determinar el porcentaje de pérdida del material desprendido, respecto a una muestra por acción rotativa del tambor.

2.2.2 RESISTENCIA AL INTEMPERISMO (Congelación y deshielo)

Es el indicador fundamental para las estructuras que van a estar sujetas al intemperismo, está relacionado a la porosidad y absorción del agregado.

Se determina mediante la prueba de durabilidad (prueba con sulfato de sodio o magnesio), lo cual nos permite determinar el porcentaje de pérdida de peso de un material sujeto a varios ciclos de inmersión, creando presiones por la formación de cristales, semejantes a las producidas por la congelación del agua.

2.2.3 ESTABILIDAD QUÍMICA

Los agregados tienen estabilidad química cuando no reaccionan con los álcalis del cemento en forma peligrosa, ni sufre la influencia química de otras fuentes externas, en algunos lugares los agregados que tienen ciertos elementos químicos, reaccionan con los álcalis del cemento, produciendo una expansión anormal y agrietamientos irregulares en el concreto, estos materiales pueden ser de tipo silicoso, carbonatado, etc.

2.2.4 FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL DE LAS PARTÍCULAS

La forma de las partículas y la textura superficial de los agregados influyen más en las propiedades de un concreto fresco que en las del concreto endurecido.

Las partículas de superficie rugosa o plana y alargadas requieren más agua para la trabajabilidad del concreto que los agregados redondeados o cuboides.

2.2.5 SUSTANCIAS PERJUDICIALES DE LOS AGREGADOS

Las sustancias perjudiciales que pueden contener los agregados son las impurezas orgánicas, limo, arcilla, carbón de piedra, partículas blandas y ligeras.

Las impurezas orgánicas, pueden retrasar el fraguado y el endurecimiento del concreto, asimismo pueden producir el deterioro del mismo.

El limo, la arcilla, afecta la adherencia y aumenta la cantidad de agua necesaria.

El carbón de piedra, en cantidades excesivas puede afectar a la durabilidad del concreto produciendo manchas y reventones.

Las partículas blandas afectan la durabilidad y resistencia al desgaste del concreto produciendo muchas veces reventones.

2.3 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LOS AGREGADOS

La mayor parte de los factores concernientes a la aptitud de los depósitos de áridos se relacionan con la historia geológica de formación de los depósitos, son responsables de muchas de las características que pueden influir en la decisión de emplearlos, por ejemplo:

- Tamaño
- Forma y sitio
- Tipos y estados de las rocas
- Espesor y clase de capa que lo cubre
- Granulometría
- Nivel de agua subterránea
- Redondez y grado de uniformidad

2.4 AGREGADO FINO

N.T.P. 400.037

2.4.1 DEFINICION

Se define como agregado fino a aquel que proviene de la desintegración natural (arena) o artificial de rocas, que pasan el tamiz 9.5 mm (malla 3/8") y queda retenido en el tamiz 74 umm (Malla N° 200).

El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o combinación de ambas, sus partículas serán limpias, de perfil perfectamente angular, duras compactas y resistentes.

El agregado fino utilizado en la presente investigación es proveniente de la cantera "Jicamarca", localizado en la Carretera Central – Ate.

2.4.2 GRANULOMETRÍA Y MODULO DE FINURA

2.4.2.1 GRANULOMETRÍA

N.T.P. 400.011

La distribución de partículas del agregado tienen una gran importancia en los requerimientos del agua de la mezcla y en consecuencia de la trabajabilidad y acabado del concreto fresco.

Es la distribución por tamaño de las partículas de los agregados, la característica de la granulometría de los agregados tiene una notoria influencia en la trabajabilidad, calidad y economía del concreto elaborado.

Para que el concreto tenga una adecuada trabajabilidad las partículas del agregado grueso deben estar espaciados de tal manera 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.

Se considera trabajable el concreto cuando el material acumulado pasante en la malla N° 50 este entre los valores de 10% a 30% y que en la malla N° 100 este entre los valores de 2% a 10%.

El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según las aberturas de los tamices utilizados.

Para determinar la gradación de los agregados finos se utilizan los tamices N° 3/8", 4, 8, 16, 30, 50 y 100; que están basadas de acuerdo a sus mallas cuadradas normalizadas y que sus requerimientos se dan en la cuadro II – 1.

CUADRO II-1

En general, es recomendable que las granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites del huso C.

<i>MALLA</i>	<i>PORCENTAJE QUE PASA</i>
9,5 – mm (3/8")	100
4,75 – mm (N° 4)	95 a 100
2,36 – mm (N° 8)	80 a 100
1,18 – mm (N° 8)	50 a 85
600 micrones (N° 30)	25 a 60
300 micrones (N° 50)	10 a 30
150 micrones (n° 100)	2 a 10

- El R.N.C. especifica la granulometría de la arena en concordancia con las normas A.S.T.M.
- Norma ASTM C 33 – 86

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO ORIGINAL				
MUESTRA		: Arena		
PROCEDENCIA		: Cantera "JICAMARCA"		
PESO DE LA MUESTRA		: 1000 gr		
RESULTADO		: Promedio de 3 ensayos		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
N° 4	32.7	3.3	3.3	96.7
N° 8	125.5	12.6	15.9	84.2
N° 16	183.8	18.4	34.2	65.8
N° 30	245.2	24.5	58.7	41.3
N° 50	224.1	22.4	81.2	18.8
N° 100	114.0	11.4	92.6	7.4
N° 200	61.5	6.1	98.7	1.3
FONDO	13.2	1.3	100.0	0.0

2.4.2.2 MODULO DE FINURA

N.T.P. 400.011

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

La norma establece que la arena debe tener un modulo de finura no menor de 2.3 ni mayor de 3.1.

Es un factor empírico que se obtiene de la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y dividido la sumatoria entre 100.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 a 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; Y las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

$$M.F. = \frac{1}{100} \sum \text{Peso ret. acum (N° 4 + N° 8 + N° 16 + N° 30 + N° 50 + N° 100)} \\ \text{de mallas standar}$$

RESULTADO:

M.F. = 2.86

Debe tenerse muy claro que es un criterio que se aplica tanto a la piedra como a la arena, pues es general y sirve para caracterizar cada agregado independiente o la mezcla de agregados en conjunto.

2.4.3 CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200

N.T.P. 400.018

Consiste en determinar la cantidad de materiales más finos que se puedan presentar en el agregado en forma de partículas sueltas. Valores altos son perjudiciales para el concreto porque afectan la adherencia y aumenta la cantidad de agua necesaria.

En este ensayo el agregado se somete a un proceso de sedimentación y tamizado por vía húmeda, la diferencia en peso seco, entre la muestra original y la mezcla lavada, expresada como porcentaje, determinó el material fino que pasa el tamiz N.T.P. 75 um (malla N° 200).

Tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia, haciendo que las mezclas requieran una mayor cantidad de agua, por lo que se les restringe limitándolas del 3% a 5%.

Las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra a limitarlos entre 3% al 5%, aunque valores superiores del orden de 7% no necesariamente causará un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando la mezcla, bajando la relación agua-cemento y/o optimizando la granulometría.

RESULTADO: 1.3%

2.4.4 PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

N.T.P. 400.022

2.4.4.1 PESO ESPECIFICO

Es la relación entre el peso del material y su volumen; su diferencia con el peso unitario estriba en que este no toma en cuenta el volumen que ocupa los vacíos del material. Es necesario para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponde al material de peso normal.

A continuación se darán las siguientes definiciones.

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

Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca.- Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

Peso Especifico Aparente.- Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

2.4.4.2 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Es la cantidad de agua que absorbe el material debido a sus características como porosidad, permeabilidad, etc. Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciéndose el agua de la mezcla, como influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Según norma la expresión está dada por:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{peso sat. Sup. Seco} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} * 100$$

La absorción de un agregado esta representada por el porcentaje de agua que le es necesario para llegar a la condición de saturado superficialmente seco (condición de equilibrio).

Para efectos de calculo se han promediado 2 ensayos que se detallan a continuación:

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA PROMEDIO (2 ensayos)		
Peso de arena saturada superficialmente seca (gr)	P _{sss}	500.00
Peso picnómetro + arena saturada sup. Seca + agua (gr)		987.10
Peso picnómetro + agua (gr)		670.60
Peso de arena seca (gr)	A	496.38
Volúmen de arena saturada superficialmente seca (cm ³)	V	183.50
Agua de absorción (cm ³)	W	3.63
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/V	2.71
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO (gr/cm³)	P_{sss}/V	2.72
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(V-W)	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION	(W/A)*100	0.73

2.4.5 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

N.T.P. 400.017

Es el peso del agregado por unidad de volumen. Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

Es necesario conocer el peso unitario para calcular la cantidad de vacíos en el agregado, las proporciones del agregado y las conversiones de volumen a peso y viceversa.

Dentro del peso unitario podemos destacar dos casos: Uno referente al compactado y el otro al suelto.

2.4.5.1 PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

Es cuando se llena el recipiente dado suavemente sin ninguna presión.

2.4.5.2 PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C)

Es cuando se ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres (3), capas según norma.

A continuación se dan los resultados obtenidos para dos (5) ensayos, suelto y compactado.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA PROMEDIO (5 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.70
Peso del molde (kg)		8.14
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.56
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1542.97

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA PROMEDIO (5 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.56
Peso del molde (kg)		8.03
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.53
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1750.83

2.4.6 CONTENIDO DE HUMEDAD

N.T.P. 400.016

Es la cantidad de agua que posee el material en estado natural. Es importante su determinación ya que puede afectar a la relación agua-cemento de la mezcla, factor que como sabemos es determinante en la resistencia final del concreto.

El ensayo para su determinación se realiza de acuerdo a normas establecidas, lo que indica, que la muestra debe ser representativa y estar de acuerdo al tamaño máximo.

La humedad se expresa de la siguiente manera:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso original de la muestra} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}} * 100$$

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO		
Peso de la muestra húmeda (gr)	A	1000.00
Peso de la muestra secada al horno (gr)	B	995.50
Peso del agua (gr)	W	4.50
CONTENIDO DE HUMEDAD	(W/B)*100	0.45

**RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS
DEL AGREGADO FINO**

<i>PROPIEDAD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>AGREGADO FINO</i>
Módulo de Finura		2.86
Porcentaje que pasa la Malla N° 200	%	1.32
Peso Especifico de Masa	gr/cm ³	2.71
Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca	gr/cm ³	2.72
Peso Especifico Aparente	gr/cm ³	2.76
Porcentaje de Absorcion	%	0.73
Contenido de Humedad	%	0.45
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1542.97
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1750.83

2.5 AGREGADO GRUESO

2.5.1 GENERALIDADES

El agregado debe ser piedra triturada, gravas naturales limpias, libres de polvo superficial y deben cumplir con los requisitos especificados en la norma.

Por economía, el contenido de huecos del agregado debe mantenerse lo más bajo posible, entre 38% y 48%.

El agregado grueso debe ser bien graduado usándose el mayor tamaño que pueda transportarse y colocarse económicamente en las cimbras, sin segregación excesiva, tomando en consideración la disponibilidad de los agregados por tamaño, tipo de construcción de que se trate y las limitaciones usuales establecidas por el ancho de la sección y espaciamiento de refuerzo.

Muchos estudios demuestran que para óptimas resistencias compresivas, con altos contenidos de cemento y baja relación agua-cemento, el tamaño máximo del agregado grueso debe de mantenerse como mínimo a 1/2" (12.7 mm) ó 3/8" (9.5 mm). Tamaños máximos de 3/4" (19 mm) y 1" (25.4 mm) también se usaron exitosamente.

Cordón y Gillespie estimaron que los incrementos en resistencia fueron causados por la reducción en el promedio de los esfuerzos de adherencia, debido al incremento de superficie de agregado individual.

Alexander encontró que la resistencia por adherencia del agregado de 3" (76 mm), fue solamente de 1/10 de la adherencia del agregado de 1/2" (13 mm).

Manifestó también que exceptuando agregados muy buenos o muy malos, la resistencia de adherencia fue más o menos del 50% al 60% de la encontrada en la resistencia de la pasta a los 7 días.

Agregados de menor tamaño también se utilizan para producir concretos de más altas resistencias, esto debido a las menores concentraciones de esfuerzos alrededor de las partículas, causadas por diferencias entre el módulo de elasticidad de pasta y del agregado.

Perfil del Agregado:

Muchos estudios demuestran que la piedra triturada produce una mayor resistencia que la grava redonda. La razón más probable para esto, es la mayor adherencia mecánica que se desarrolla con partículas angulares.

Sin embargo debe evitarse una angularidad acentuada pues esto da como consecuencia un mayor requerimiento del contenido de agua con la consecuente reducción de la trabajabilidad. El agregado ideal debe ser limpio, cúbico, angular, 100% agregado triturado con un mínimo de partículas planas elongadas y alargadas.

Mineralogía:

Tal como se manifestó anteriormente la resistencia por adherencia es el factor limitante en el desarrollo del concreto de alta resistencia, la mineralogía de los agregados debe ser tal, que promueva adherencia. Se ha trabajado con material artificial tal como el Portland, clinker de cemento aluminoso y escoria seleccionada.

La estabilidad del clinker a lo largo plazo ha sido cuestionada, pero Harris manifiesta que Mourehead midió la potencial adherencia de un compuesto de cal-sílice de por lo menos 1930 kg/cm².

Presumiblemente muchos minerales silicosos tendrían un alto potencial de unión con el cemento Portland. Esto sería la creación de un área promisoría para futuras investigaciones.

Absorción:

El curado es extremadamente importante en la producción del concreto de alta resistencia. “Para producir pastas con el más alto contenido de sólidos posible, el concreto debe contener la mínima mezcla absoluta.

Sin embargo, después que el concreto se encuentre en su lugar y comience el endurecimiento de la pasta, el agua debe encontrarse libremente disponible, especialmente durante las etapas iniciales a la hidratación.

Durante este periodo gran cantidad de agua se combina con el cemento.

Toda esta agua pierde aproximadamente $\frac{1}{4}$ de su volumen después de haberse llevado a cabo las reacciones químicas.

Esto crea vacíos capaces de extraer del cemento pequeñas cantidades de agua, el cual, en este momento todavía es relativamente permeable. Cualquier volumen de agua extra que penetre la estructura del concreto aumentara el grado de hidratación, y por lo tanto, aumentará el porcentaje de solidez por unidad de volumen aumentando en resistencia, si los agregados son capaces de absorber una moderada cantidad de agua, pueden actuar como reservorios pequeños de agua de curado distribuidas a través del concreto, con lo cual aumenta el agua de curado, siendo beneficioso para estas pastas de baja relación de agua-cemento.

2.5.2 DEFINICION

Se define como agregado grueso aquel retenido en el tamiz 476 mm (No. 4), proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037.

Para el presente trabajo el agregado grueso es una piedra triturada, procedente de la Cantera “*Río Rímac*”.

2.5.3 GRANULOMETRÍA

Es la distribución por tamaño de las partículas de los agregados, la característica de la granulometría de los agregados es que tiene una notoria influencia en la trabajabilidad, calidad y economía del concreto elaborado.

Para que el concreto tenga una adecuada trabajabilidad las partículas del agregado grueso deben estar espaciados de tal manera que puedan moverse con relativa facilidad durante los procesos de mezcla y colocación.

Se denomina análisis granulométrico a la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas del agregado por tamaños.

Como sería sumamente difícil medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas estandarizadas y pesar materiales retenidos, refiriéndolas en porcentaje con respecto al peso total.

En la práctica cada fracción contiene partículas que se encuentran dentro de límites específicos que manda la norma N.T.P. 400.012, que son los tamices estándar de muestreo.

La granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto fresco, así como de algunas del concreto endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos de diseño de mezclas.

Requisitos Granulométricos de la Piedra

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

En este caso en la granulometría, los llamados usos granulométricos que representan los rangos dentro de los cuales debe encuadrarse determinada gradación para obtener la

distribución de partículas más adecuadas para concreto y que en teoría producen las mezclas más densas y mejor graduadas, permitiendo adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de mezcla.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla ¼".

Según norma establece 13 husos para el agregado grueso dependiendo del tamaño nominal máximo en el cual el agregado puede ser aceptable.

Para el ensayo granulométrico se utilizo las mallas siguientes: 1", ¾", ½", 3/8", y No. 4.

2.5.4 TAMAÑO MÁXIMO

Corresponde a la malla más pequeña por la que pasa toda la muestra de agregado, es un dato que se utiliza para selección del agregado según las condiciones de geometría del encofrado y del refuerzo del acero.

RESULTADO = ¾"

2.5.5 TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO

Se indica generalmente como referencia de la granulometría y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido.

Es el que corresponde al tamiz de la serie utilizada en donde el peso acumulado retenido por la malla es más o igual al 15%, entonces el diámetro nominal será aquel que corresponde al tamiz anterior a éste.

RESULTADO = ½"

A continuación se presenta el análisis granulométrico promedio de cuatro (4) ensayos que se detallan a continuación:

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA		: Piedra Chancada		
PROCEDENCIA		: Cantera "RIO RIMAC"		
PESO DE LA MUESTRA		: 5000 gr		
RESULTADO		: Promedio de 4 ensayos		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	—	0.0	0.0	100.0
1"	—	0.0	0.0	100.0
3/4"	—	0.0	0.0	100.0
1/2"	2026.1	40.5	40.5	59.5
3/8"	1526.7	30.5	71.0	29.0
N° 4	1295.1	25.9	96.9	3.1
N° 8	115.1	2.3	99.2	0.8
FONDO	37.9	0.8	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 6.67				
TAMAÑO MAXIMO = 3/4"				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO = 1/2"				

2.5.6 MODULO DE FINURA

N.T.P. 400.012

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

La base experimental que apoya la importancia del concepto de módulo de finura es que granulometrías de igual Módulo de Finura independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en malla de 3", 1 ½", ¾", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, cuya expresión a calcular es:

$$M. F. = \frac{1}{100} \sum \text{Peso ret. acum. (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + N° 4 + N° 8 + N° 16 + N° 30 + N° 50 + N° 100)} \\ \text{de mallas standar}$$

RESULTADO: 6.67

2.5.7 PESO ESPECIFICO

N.T.P. 400.021

El ensayo se realizo pesando 3 Kg. de la muestra, primero en el aire y luego en una balanza hidrostática, la diferencia de pesos representa un volumen de agua desplazado es decir, el volumen de la piedra.

Es la relación del peso del agregado grueso entre el volumen de los mismos, sin considerar los vacíos existentes entre ellos, siendo esencial el cálculo, porque de ellos se verá la calidad del concreto resultante a nivel de resistencia y durabilidad. Si encontramos un valor alto, corresponderá a agregados de buen comportamiento, mientras un valor bajo corresponderá generalmente a agregados absorbentes y débiles.

2.5.8 PORCENTAJE DE ABSORCION

N.T.P. 400.021

Se llama absorción a la relación que existe entre el aumento de peso y el peso de la muestra seca, expresada en porcentaje. La absorción de agua en los agregados se determina midiendo el aumento de peso de una muestra secada al horno, y sumergida después en agua durante 24 horas, habiéndose quitado antes, el agua de la superficie.

Para efectos de cálculo se han promediado 4 ensayos que se detallan a continuación:

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA (Promedio de 4 ensayos)		
Peso saturado superficialmente seco (gr)	B	3000.00
Peso de la muestra sumergida+peso canastilla (gr)		2430.48
Peso de canastilla (gr)		512.00
Peso de la muestra sumergida (gr)	C	1918.48
Peso de la muestra secada al horno (gr)	A	2980.28
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/(B-C)	2.76
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO(gr/cm³)	B/(B-C)	2.77
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(A-C)	2.81
PORCENTAJE DE ABSORCION	((B-A)/A)*100	0.66

2.5.9 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

N.T.P. 400.017

El peso unitario o peso aparente del agregado es simplemente su peso por unidad de volumen, este peso varía con el agregado de compactación y con el contenido de humedad, además está en función con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

Es necesario conocer el peso unitario para calcular: la cantidad de vacíos en el agregado, las proporciones del agregado y la conversiones de volumen a peso y viceversa.

Dentro del peso unitario podemos destacar dos casos: uno referente al compactado y el otro al suelto

2.5.9.1 PESO UNITARIO SUELTO

Se deja colocar suavemente el agregado seco dentro del recipiente hasta llenarlo, luego se empareja pasando una varilla por la superficie, en este proceso no se ha ejercido presión alguna al agregado.

2.5.9.2 PESO UNITARIO COMPACTADO

Cuando ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres capas, cada 25 golpes.

Para efectos de cálculo se han promediado 6 ensayos que se detallan a continuación:

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA PROMEDIO (6 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		20.90
Peso del molde (kg)		8.18
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.73
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1348.31

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA PROMEDIO (6 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.13
Peso del molde (kg)		8.09
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.05
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1487.98

2.5.10 CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA ASTM C – 566

Es la cantidad de agua superficial que retienen en estado natural las partículas de agregados, influyen notablemente en el cálculo junto al porcentaje de absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de la mezcla.

Se dan los resultados de los ensayos efectuados:

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO		
Peso de la muestra húmeda (gr)	A	2000.00
Peso de la muestra secada al horno (gr)	B	1995.00
Peso del agua (gr)	W	5.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(W/B)*100	0.25

**RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS
DEL AGREGADO GRUESO**

<i>PROPIEDAD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>AGREGADO GRUESO</i>
Módulo de Finura		6.67
Tamaño Máximo	Pulgadas	3/4
Tamaño Nominal Máximo	Pulgadas	1/2
Peso Especifico de Masa	gr/cm ³	2.76
Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca	gr/cm ³	2.77
Peso Especifico Aparente	gr/cm ³	2.81
Porcentaje de Absorción	%	0.66
Contenido de Humedad	%	0.25
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1348.31
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1487.98

CAPITULO III

EL AGUA

EL AGUA

3.0 GENERALIDADES

Los requisitos para la calidad del agua (obtenidos por AASHTO T-26) empleados en concretos de alta resistencia no son más rigurosas que los utilizados en concretos convencionales.

Generalmente, el agua para la elaboración del concreto se especifica que sea potable. Esto es ciertamente conservador pero no constituye un problema, puesto que la mayoría de concretos se elaboran próximos a reservorios de agua existentes.

Sin embargo, hay ocasiones donde podría usarse agua de baja calidad. En tales casos, se deben realizar probetas de concreto elaboradas con esta agua y compararlas con probetas hechas con agua destilada; otro modo es realizar la prueba en cubos de mezcla ASTM C-109; en cualesquiera de estos casos deben hacerse ensayos de compresión a los 7 y 28 días.

Si aquellos concretos preparados con el agua en referencia son por lo menos igual al 90% de la resistencia a la compresión de las muestras preparadas con agua destilada, el agua puede considerarse como aceptable de acuerdo a la norma ASTM C-94.

El agua es el elemento primordial para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo que este elemento debe cumplir ciertos requisitos para realizar su función en la combinación química.

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

- Su reacción con el cemento para hidratarlo.
- Desempeñarse como lubricante para contribuir en la trabajabilidad del concreto.
- Procurar estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos tengan espacio para desarrollarse.

Por lo que la cantidad de agua que interviene en la mezcla de cemento es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de lo necesario para la hidratación del cemento.

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

En este caso, es interesante 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 consumo humano, ya que los requerimientos aludidos normalmente son mucho más exigentes de lo necesario.

En el Perú muy pocas aguas potables cumple con las limitaciones nominales indicadas, sobretodo en lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos, sin embargo sirven para el consumo humano y consecuentemente para el concreto.

Referente a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla no se tiene un patrón definitivamente 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.
- Eflorescencia, contribución a la corrosión del acero.
- Cambios volumétricos.

3.1 REQUISITOS PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO

Según normas N.T.P. 339.088 establece como requisitos para el agua de mezcla y curado lo que a continuación se presenta en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y Bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresado NaHCO)	1000 ppm máximo
Sulfatos (ion SO)	600 ppm máximo
Cloruros (ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	Entre 5.5 a 7

Experimentalmente se ha visto el empleo de agua con contenido individual de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre los 5000 ppm, ocasiona reducción de resistencia hasta el orden del 30% con relación a concretos con agua pura.

La materia orgánica por encima de 1000 ppm reduce la resistencia e incorpora aire, la norma N.T.P. 339.088 y el comité ACI-318 establece la habilidad de emplear el agua en concreto; consiste en preparar cubos de mortero de acuerdo al ASTM C-109 usando el agua dudosa y compararlos con cubos similares elaborados con agua potable. Si la resistencia en compresión a 7 días o a 28 días de los cubos con el agua en prueba no es menor del 90% de la de los cubos de control, se acepta el agua como apta para su uso en concreto.

De acuerdo a esto es importante considerar estos aspectos ya que de esto depende que podamos lograr un buen concreto.

CAPITULO IV

EL CONCRETO

EL CONCRETO

4.0 DEFINICION

Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

4.1 CLASES

CONCRETO ARMADO: Concreto que tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o mayor que la requerida en esta norma y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

CONCRETO SIMPLE: Concreto que no tiene armadura de refuerzo o que la tiene en una cantidad menor que el mínimo porcentaje especificado para el concreto armado.

CONCRETO DE PESO NORMAL: Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 kg/m³.

CONCRETO PREFABRICADO: Elementos de concreto que simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.

CONCRETO CICLÓPEO: Es el concreto simple en cuya masa se incorpora grandes piedras o bloques y que no contienen armadura.

CONCRETO DE CASCOTE: Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.

CONCRETO PREMEZCLADO: Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

CONCRETO BOMBEADO: Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.

4.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO INFLUENCIADAS POR LOS AGREGADOS

4.2.1 GENERALIDADES

Las propiedades o características que se quiere que tenga la mezcla es función de la utilidad que se prestará en obra. Así, si se requiere usarlo en una estructura, tendrá una resistencia acorde a las solicitaciones y además resistencia al intemperismo, es decir que sea estable.

La dosificación de las mezclas debe encaminarse hacia la combinación más económica y práctica de ingredientes para concreto, que sea manejable en su estado plástico y que desarrolle las propiedades requeridas cuando endurezca. La selección y adecuada combinación de los agregados cumplen un rol muy importante en la obtención de un buen concreto, cuya correcta dosificación debe cumplir tres objetivos fundamentales:

- La manejabilidad del concreto recién mezclado.
- Las propiedades que se requieran en el concreto endurecido.
- Ser económica.

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

4.2.1.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

4.2.1.1.1 CONSISTENCIA O FLUIDEZ

Es la resistencia que opone el concreto a experimentar deformaciones. Esta propiedad depende de la forma, gradación y tamaño máximo del agregado en la mezcla, asimismo depende mayormente, para un tipo de agregado definido, de la cantidad de agua de mezclado.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores: se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado.

La consistencia se mide mediante el ensayo de revenimiento o “slump” con el “cono de Abrams” (ASTM C-143) que es una prueba sencilla que se usa tanto en campo como en laboratorio.

4.2.1.1.2 TRABAJABILIDAD

Es la propiedad del concreto fresco que determina la facilidad con que éste puede ser mezclado, brindando un material homogéneo capaz de ser transportado, colocado en el molde sin segregar con la mayor compacidad.

Como se puede apreciar, la trabajabilidad es una combinación de variables; pero está sustancialmente influenciada por la selección de la cantidad, y la gradación de los agregados.

Se debe buscar una adecuada proporción de agregado fino y grueso para obtener concretos con buena trabajabilidad.

Hasta el momento hemos definido esta propiedad meramente relacionada con el concreto fresco; sin embargo, es también una propiedad vital de todo lo que se relaciona con el producto terminado, ya que el concreto debe contar con una trabajabilidad tal que permita la compactación con densidad máxima mediante una cantidad razonable de trabajo, o con la cantidad que estemos dispuestos a darles en ciertas circunstancias.

En la actualidad no existe una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad. El ensayo de asentamiento indica uno de sus factores, como es la consistencia.

4.2.1.1.3 CONTRACCION

Este fenómeno es llamado con frecuencia contracción de fragua, pero no es la calificación más correcta, ya que esta denominación sólo abarca una parte del fenómeno que tiene hasta tres manifestaciones:

- Contracción intrínseca o espontánea: Es la que constituye la verdadera contracción de fragua, producto del proceso químico de hidratación del cemento y su propiedad inherente de disminuir de volumen en este estado.

La contracción espontánea depende exclusivamente del tipo y características particulares del cemento empleado.

- Contracción por secado: Se produce por la pérdida de humedad de la pasta debido a la acción de agentes externos como son la temperatura, viento, humedad relativa, etcétera, que propician la evaporación del agua y el secado.

El tipo de cemento, su finura y el contenido de yeso en la composición, influyen en marcar las diferencias en contracción por secado entre los diferentes cementos.

Las características de los agregados son importantes en cuanto a sus consecuencias en la contracción del concreto, por lo que restringen la retracción inherente de la pasta de cemento.

- Contracción por carbonatación: Es un fenómeno que se produce exclusivamente en el concreto endurecido, y es causado por la reacción de los cristales de Ca(OH)_2 de los productos de hidratación del cemento comprimidos por la contracción de secado, con el CO_2 del ambiente formándose CaCO_3 con una reducción del volumen inicial que causa una descompresión interna y contracción adicional.

4.2.1.1.4 COHESIVIDAD

Es la propiedad del concreto fresco que trata de impedir la posible segregación de la mezcla durante el traslado, colocación y compactación de la misma.

Desde el punto de vista físico y microscópico, se puede interpretar éste fenómeno como las fuerzas de atracción entre las partículas del concreto, las cuales se transmiten a través del medio líquido que los rodea, siendo éste “medio líquido” (pasta de cemento) el causante de éstas fuerzas.

En mezclas secas o por lo contrario muy húmedas, el “medio líquido” no genera las fuerzas suficientes para mantener “ordenadas” a las partículas (agregados), separándose las livianas de las más pesadas, originando segregación en la misma.

La cohesividad es alta en mezclas ricas en cemento. También el incremento de finos en la mezcla incrementa la cohesividad, disminuyendo la posibilidad de segregación.



4.2.1.1.5 PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

El peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto se expresa en kg/m^3 .

El procedimiento para su determinación consiste en llenar un molde de volumen determinado en 3 capas sucesivas con 25 golpes en cada capa y luego pesarlo. Entonces por definición el peso unitario del concreto en el molde entre el volumen del molde.

Las variaciones del peso unitario de una mezcla, generalmente son debidas al tipo de agregado empleado. De acuerdo a ello se clasifican en concretos livianos, normales y pesados.

4.2.1.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

4.2.1.2.1 RESISTENCIA

La resistencia a la compresión simple del concreto en su propiedad más característica y la que define su calidad. Es función de la relación agua-cemento en forma más significativa que otras variables. También influyen la buena selección y dosificación de los agregados, la compactación, etc. La resistencia aumenta con el tiempo y depende del estado de humedad durante el tiempo de depósito.

4.2.1.2.2 DURABILIDAD

Es muy importante que el concreto pueda soportar las condiciones para las que ha sido diseñado, sin deterioro y durante un período de varios años. Se dice que un concreto así es durable.

La durabilidad depende del ambiente al que se exponga el concreto o de causas internas del concreto mismo. Las causas externas pueden ser físicas, químicas o mecánicas: se pueden deber al intemperismo, a las temperaturas extremas, a la abrasión, a la acción electrolítica y al ataque de líquidos y gases naturales o industriales.

Las causas internas son las reacciones álcali-agregado, los cambios de volumen por diferencias en las propiedades térmicas del agregado y la pasta de cemento, y más que

nada la permeabilidad del concreto. Esta última determina en gran medida la vulnerabilidad del concreto a los factores externos. Raras veces ocurre que el deterioro del concreto se deba a una sola causa, el concreto suele ser satisfactorio a pesar de presentar ciertas características indeseables, pero si se observa un factor adverso adicional, ocurrirá un daño.

4.2.1.2.3 PROPIEDADES TERMICAS

Las propiedades térmicas del concreto afectan su rendimiento durante largos períodos y en condiciones variadas, y son también de vital importancia cuando se trata de construcciones masivas de concreto. Por esta razón tal vez se requieran datos sobre las propiedades térmicas del concreto de diseño.

Las cantidades básicas implicadas son: la conductividad térmica, el coeficiente de difusión térmica, el calor específico y el coeficiente de expansión térmica. Las tres primeras están muy relacionadas entre sí.

La naturaleza mineralógica del agregado afecta en gran medida la conductividad térmica del concreto. En términos generales, el basalto y la traquita son de baja conductividad, la dolomita y la piedra caliza se encuentran en un término medio y el cuarzo presenta la mayor conductividad, que depende también de la dirección del flujo de calor, relativa a la orientación de los cristales. En general, la cristalinidad de las rocas aumenta su conductividad.

CAPITULO V

DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS

5.0 GENERALIDADES

Se entiende como diseño de mezclas a la selección mas adecuada y conveniente de sus componentes como son: agua, cemento y agregados fino y grueso. Estos componentes de la mezcla se dosifican de manera que, el producto resultante llamado concreto tenga las características y/o requisitos establecidos, tanto en el estado fresco como en estado endurecido.

- El concreto en estado fresco debe ser trabajable de tal modo que sea posible su colocación.

- En el estado endurecido debe tener como características principales; la resistencia y la durabilidad adecuadas al propósito que se desea obtener, además de cumplir con las especificaciones técnicas requeridas.

También existe otro factor importante que es el económico, por lo que la mezcla del concreto ha elaborarse debe ser de calidad con el menor costo posible conjuntamente a las condiciones principales antes mencionadas.

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente, la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos del proyecto constructivo.

Es usual suponer que ésta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que en esta etapa del proceso

constructivo es cuando resulta primordial la labor creativa del responsable de dicho trabajo y el criterio personal.

El diseño de mezclas está ligado fundamentalmente al proceso constructivo, ya que ambos tienen una correspondencia, pues para cada obra existen condiciones ambientales de diseño estructural, de materiales, mano de obra, equipos, etcétera que necesariamente requieren una solución práctica de aplicación y condicionarlos en lo que ha diseño de mezclas se refieren.

Hay que tener claro que no existe algún método perfecto, que nos proporcione una receta infalible para solucionar todos los casos prácticos de las obras, pero sí, que las bondades de un método pesen sobre otro, de acuerdo al criterio personal de quien lo aplique y los resultados que cada profesional con su conocimiento técnico y experiencia obtenga en una determinada obra.

Un factor importante, consiste en la relación intrínseca que tiene el concreto y su optimización en el resultado final de una obra. No nos basta tener un buen proyecto estructural, excelente equipo, materiales adecuados y mano de obra calificada, si finalmente no logramos integrar todo esto mediante un diseño de mezcla que preparado aplicado y controlado eficientemente en la obra nos procure el éxito.

Se debe advertir finalmente, que la etapa de diseño de mezclas de concreto antes que el fin de un proceso, representa solo el inicio, de la búsqueda de la mezcla más adecuada que satisfaga las condiciones reales de trabajo, con la optimización de los materiales existentes en la obra.

5.1 ASPECTO TEORICO DEL DISEÑO DE MEZCLA

Los siguientes pasos se consideran fundamentales en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para alcanzar las propiedades que deseamos en el concreto. Ellos deben efectuarse independientemente del procedimiento de diseño seleccionado.

Paso 1: Estudiar cuidadosamente los requisitos indicados en los planos y en las especificaciones de obra.

Paso 2: Seleccionar la resistencia promedio requerida para obtener en obra la resistencia de diseño especificada por el proyectista. En esta etapa se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de la compañía constructora, así como el grado de control que se ha de ejercer en la obra.

Paso 3: Seleccionar en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el TNM del agregado grueso.

Paso 4: Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. Se tendrá en consideración, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.

Paso 5: Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen del concreto, considerando el TNM del agregado grueso, la consistencia deseada y la presencia de aire, incorporado o atrapado, en la mezcla.

Paso 6: Determinar el porcentaje de aire atrapado o el de aire total, según se trate de concretos normales o de concretos en los que experimentalmente, por razones de durabilidad, se ha incorporado aire, mediante el empleo de un aditivo.

Paso 7: Seleccionar la relación a/c requerida para obtener la resistencia deseada en el elemento estructural.

Se tendrá en consideración la resistencia promedio adecuada y la presencia o ausencia de aire incorporado.

Paso 8: Seleccionar la relación a/c requerida por condición de durabilidad. Se tendrá en consideración los diferentes agentes externos e internos que podrían atentar contra la vida de la estructura.

Paso 9: Seleccionar la menor de las relaciones a/c elegidas por resistencia y durabilidad, garantizando con ello que se obtendrá en la estructura la resistencia en compresión necesaria y la durabilidad requerida.

Paso 10: Determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación a/c seleccionada.

Paso 11: Determinar las proporciones relativas a los agregados fino y grueso. La selección de la cantidad de cada uno de ellos en la unidad cúbica de concreto está condicionada al procedimiento de diseño seleccionado.

Paso 12: Determinar, empleando el método de diseño seleccionado, las proporciones de la mezcla, considerando que el agregado está en estado seco y que el volumen unitario de agua no ha sido corregido por humedad de agregado.

Paso 13: Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y el porcentaje de humedad de los agregados fino y grueso.

Paso 14: Ajustar las proporciones seleccionadas de acuerdo a los resultados de los ensayos de la mezcla realizados en el laboratorio.

Paso 15: Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados bajo condiciones de obra.

Sea cual fuera el método de diseño empleado, así como el mayor o menor grado de refinamiento que se aplique en el mismo, el concreto resultante debe siempre considerarse como un material de ensayo cuyas proporciones definitivas se establecen en función de los resultados de la experiencia de laboratorio y de las condiciones de trabajo en obra.

5.2 CRITERIO DE DISEÑO

En el presente trabajo el diseño de mezclas se basa en el criterio de optimización de los materiales, especialmente del cemento, por ser el de mayor costo, de modo que la mezcla ha elaborarse sea económica. Y para conseguirlo es indispensable realizar una buena combinación de agregados de tal manera que dada una relación agua / cemento y dado un asentamiento, obtener mediante dicha combinación una mezcla de concreto con la mínima dosificación de cemento y/o máxima resistencia a la compresión en el concreto endurecido.

5.2.1 COMBINACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL

Es de suma importancia el estudio de los agregados por lo que estos ocupan aproximadamente las 2/3 partes del volumen total del concreto, que influirán en las propiedades del concreto. En lo que respecta a la granulometría, lo más importante es la gradación total. Los agregados fino y grueso, por separado no necesariamente cumplirán con los husos granulométricos establecidos por las normas ASTM C – 33 y N.T.P. 400 – 012; que sin embargo mezclándolos adecuadamente nos suministran una distribución de partículas eficiente, que para nuestro caso, de aquí en adelante lo denominaremos como agregado global. La misma norma ASTM C – 33, admite esto, ya que nos indica que se podrán emplear agregados que no cumplan con los requisitos, si se demuestra que con ellos se obtiene concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto.

Para efectos de calculo se han promediado 4 ensayos que se detallan a continuación:

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL					
MUESTRA	: Piedra Chancada y Arena Gruesa				
PROCEDENCIA	: Canteras "RIO RIMAC Y JICAMARCA"				
RESULTADO	: Promedio de 4 ensayos				
TAMIZ N°	46% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (Piedra)	54% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (Arena)	PORCENTAJE RETENIDO MEZCLA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1/2"	18.6		18.6	18.6	81.4
3/8"	14.0		14.0	32.7	67.3
N° 4	11.9	1.8	13.7	46.4	53.6
N° 8	1.1	6.8	7.9	54.2	45.8
N° 16	0.4	9.9	10.3	64.5	35.5
N° 30		13.2	13.2	77.8	22.2
N° 50		12.1	12.1	89.8	10.2
N° 100		6.2	6.2	96.0	4.0
N° 200		3.3	3.3	99.3	0.7
FONDO		0.7	0.7	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 4.61					

Para la evaluación granulométrica nos remitiremos a los husos DIN 1045 para el agregado global.

Para concreto más trabajable

- Concreto de mejor trabajabilidad del huso "A" al "B"
- Concretos de trabajabilidad aceptable del huso "B" al "C"

TAMIZ	ABERTURA	AGREGADO GLOBAL (% ACUM. QUE PASA)		
		A	B	C
1 1/2"	(32 mm.)	100	100	100
3/4"	(16 mm.)	62	80	89
1/2"	(08 mm.)	38	62	77
No. 4	(04 mm.)	23	47	65
No. 8	(02 mm.)	14	37	53
No. 16	(01 mm.)	8	28	42
No. 50	(0,25 mm.)	2	8	5

A mayor calidad de los agregados (dureza, resistencia al desgaste, etc., etc.), nos proporcionara un concreto de mayor calidad. Son útiles agregados de origen ígneo, para un concreto de alta resistencia a la compresión.

5.2.2 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL

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 importante), cuando forme parte del concreto.

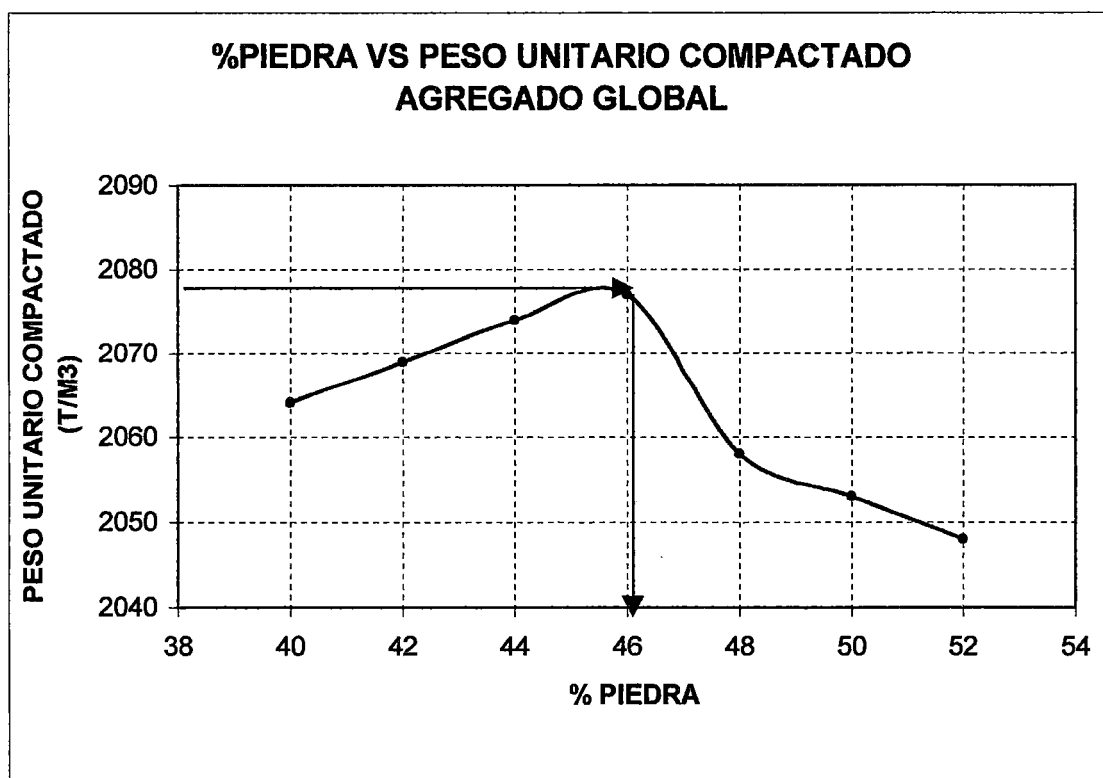
Para ello, se hizo mezclas de diversas proporciones en peso, del agregado fino y grueso determinándose sus respectivos pesos unitarios compactados del agregado global y por ende el máximo.

Para calcular el peso unitario compactado del agregado global, se realizo mezclas en peso del agregado fino y el agregado grueso, con las siguientes proporciones:

%ARENA	48	50	52	54	56	58	60
% PIEDRA	52	50	48	46	44	42	40

DETERMINACION DE LA TENDENCIA DEL MAXIMO PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL

% Pd %	PUC GLOBAL (Kg/m ³)
40	2064
42	2069
44	2074
46	2077
48	2058
50	2053
52	2048



Se puede observar que para 54% de arena y 46% de piedra (porcentaje en peso), se obtiene el mayor peso unitario compactado. Pero, para una mejor determinación del agregado global, se hará el ensayo de la resistencia a la compresión de 3 probetas a la edad de 7 días, con un asentamiento de 3 a 4 pulg. Con el porcentaje de 46% de piedra (máximo peso unitario) y 2 puntos a $\pm 3\%$ debajo y encima del máximo obtenido de dicha combinación, de las cuales se utilizara para el diseño el punto de mayor resistencia a la compresión.

5.2.3 DETERMINACION DE LA MEJOR COMBINACION DE AGREGADOS

Para conseguirlo se realiza la resistencia a la compresión a los 7 días de 3 probetas con 46% de piedra (máximo peso unitario compactado) y 2 puntos uno a +3% y por debajo a -3%

DETERMINACION DE LA MEJOR COMBINACION DE AGREGADOS

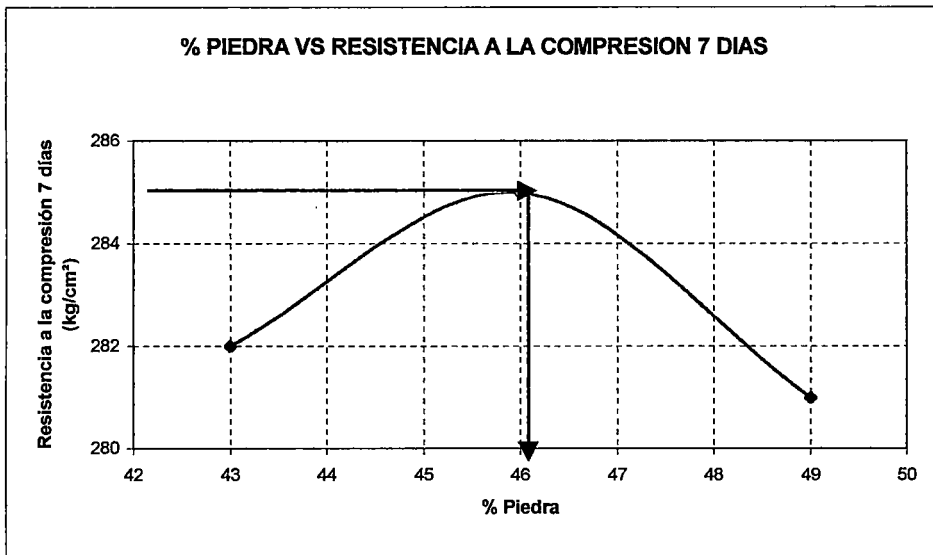
Relación a/c = 0.55

Arena 4% finos(material que pasa la malla N°100)

Agua = 223 lt

Compresión f_c a 7 días

Pd %	f_c 7 días (Kg/cm ²)
43	282
46	285
49	281



Del gráfico observamos que la mejor relación de agregados con mayor resistencia a la compresión es con 54% de arena y 46% de piedra en peso, además nos proporciona una mejor trabajabilidad del concreto.

5.3 DISEÑO DE MEZCLAS, PARA LAS RELACIONES $a/c = 0.55, 0.60, 0.65$ y 0.70

En la presente tesis, se consideró cuatro (4) relaciones agua – cemento: 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, con cinco (5) tipos de arena cuyo material que pasa la malla N°100 es de 4%, 7%, 10%, 14% y 18%, mantendremos constante el porcentaje de agregados óptimos hallado (% piedra = 46%), para los 4 diseños del presente trabajo de investigación, obtendremos de esta manera un concreto de máxima resistencia, buena trabajabilidad con una adecuada consistencia.

Para el diseño de mezclas, se utiliza el método de dosificación del A.C.I. 211.1.81 referente al principio de volúmenes absolutos; de tablas se estima la primera aproximación de la cantidad de agua; para nuestros ensayos este valor nos resulta muy por debajo del requerido para el cemento tipo I Andino, realizado con la arena de 4% de material que pasa la malla N°100 mediante ajustes sucesivos de su curva correspondiente se determina la cantidad de agua necesaria para conseguir un asentamiento de 3 a 4 pulg (ver anexo D); este proceso se realiza para cada relación agua – cemento. Posteriormente se calcula la cantidad de piedra y arena para un metro cúbico de concreto, en base a los porcentajes de arena obtenidos. Cabe señalar que para el diseño óptimo no solo se ha encontrado el valor de porcentaje de arena, sino también el volumen compactado de agregados grueso óptimo (b/bo) por metro cúbico de concreto. (ver cálculo del diseño en anexo E).

5.4 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PARA LOS ENSAYOS

En el cuadro V-I que se adjunta, se muestra la dosificación para cada una de las relaciones de agua – cemento con %arena = 0.54 óptimo.

Para la determinación de la cantidad de agua necesaria y proceso de ensayo se puede ver en el anexo D y E respectivamente.

DISEÑO DE MEZCLAS FINALES

CUADRO V-1

RELACION (A/C)	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	TANDA (KG) (0.04 M3)
0.55	Cemento	405.45	405.45	16.22
	Agua	223.00	228.85	9.15
	Ag. Fino	917.61	921.74	36.87
	Ag. Grueso	795.98	797.97	31.92
	Sum. Total	2342.04	2354.01	94.16
0.60	Cemento	371.67	371.67	14.87
	Agua	223.00	228.96	9.16
	Ag. Fino	933.60	937.80	37.51
	Ag. Grueso	810.06	812.09	32.48
	Sum. Total	2338.32	2350.50	94.02
0.65	Cemento	343.08	343.08	13.72
	Agua	223.00	229.04	9.16
	Ag. Fino	946.87	951.13	38.05
	Ag. Grueso	821.38	823.43	32.94
	Sum. Total	2334.33	2346.68	93.87
0.70	Cemento	318.57	318.57	12.74
	Agua	223.00	229.12	9.16
	Ag. Fino	958.53	962.84	38.51
	Ag. Grueso	831.59	833.67	33.35
	Sum. Total	2331.69	2344.20	93.77

CAPITULO VI

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

6.0 GENERALIDADES

Las propiedades del concreto al estado fresco tienen variaciones, debido a una serie de factores tales como la fuente de abastecimiento del agregado, modificaciones en el tamaño máximo nominal, en la granulometría, en el tipo de cemento, cambios de volumen, variación de la temperatura, método de mezclado entre otros.

La finalidad del mezclado es cubrir la superficie de los agregados con la pasta de concreto de manera que la masa sea homogénea, así como controlar las características de un concreto de una mezcla dada y efectuar, si es necesario las posibles correcciones de la mezcla patrón para poder así seleccionar las proporciones adecuadas basadas en los materiales a emplear en obra.

Debe tenerse presente que los ensayos que se realizan indican las propiedades del concreto en estado fresco y servirán como elemento de juicio en las aplicaciones que se hagan.

Para efectuar el ensayo de concreto fresco, hay que pensar en el mezclado de la masa que nos asegure concretos uniformes y por ello debemos trabajar con mezcladoras eficientes según volumen del concreto.

El estado fresco del concreto es muy importante porque en obra será necesario que dicho concreto sea manejable, trabajable, que tenga la calidad necesaria, que pueda transportarse y colocarse en el encofrado que lo recibirá sin segregación, pero también influye en el costo final del concreto endurecido, ya que mayor consumo de agua tiene como consecuencia un mayor consumo de cemento.

Tipos de Mezcladoras:

Existen dos tipos de mezcladoras, las cuales se clasifican por la posición del eje de rotación de la cuba. Estos son:

Mezcladoras de eje inclinado

Mezcladoras de eje horizontal

Mezcladoras de eje inclinado: Son las que pueden adoptar diferentes inclinaciones del eje para cada etapa del trabajo de llenado, amasado o descarga.

Mezcladoras de eje horizontal: Son las que permanecen fijo el eje horizontalmente y se proveen de tolvas cargadoras, son favorables para grandes volúmenes de concreto.

Capacidad de la Mezcladora: La tendencia moderna determina la capacidad de la mezcladora según el volumen del concreto homogéneo y compactado que puede mezclar en una acción de amasado.

En condiciones normales de eficiencia, la relación entre el volumen de los materiales y el volumen geométrico del tambor es aproximadamente el siguiente:

Mezcladora de eje inclinado: 0.7

Mezcladora de eje horizontal: 0.4

Procedimiento para cargar la Mezcladora:

En realidad no hay una norma que indique como debe cargar la mezcladora.

Por lo general se acepta colocar en el tambor el 10% de agua de mezclado para posteriormente agregar la arena y la piedra conjuntamente con 80% del agua, mientras que el otro 10% del agua se agrega cuando todos los materiales ya se encuentran en la mezcladora.

En las mezcladoras de tipo eje inclinado se recomienda introducir el agregado grueso después de la arena y el cemento.

Duración de Mezclado:

Para producir una mezcla homogénea, la duración o tiempo requerido para el mezclado se establece a partir del instante en que todos los ingredientes del concreto son colocados en la cuba, se puede expresar en minutos o en número de vueltas.

TIEMPO MINIMO DE MEZCLADO

CUADRO VI-1

CAPACIDAD DE LA MEZCLADORA		TIEMPO EN MINUTOS	
yd ³	m ³	Burea of Reclamation	ASTM
1	0.75	.....	1
2	1.5	1 1/2	1 1/4
3	2.3	2	1 1/2
4	3	2 1/2	2

FUENTE: Boletín de ASOCEM

Para incrementar el rendimiento de la mezcladora puede reducirse el tiempo de mezclado.

Los tiempos de mezclado inferiores al minuto y medio producen concretos con características variables, a partir de los dos minutos, no se obtiene un mejoramiento de la mezcla.

A partir de más de dos minutos, la resistencia es menos afectada por el tiempo de mezclado. Se puede producir concretos de buena calidad con mezcladoras de gran tamaño con tiempo de uno a un minuto y medio.

Control de la Mezcladora:

Si la mezcladora no está en buen estado y el tiempo no es el conveniente se recomienda hacer una prueba de eficiencia.

Procedimiento de Mezclado:

- 1° Se limpia con agua la mezcladora
- 2° Se echa la piedra a la cuba
- 3° Agregamos arena, cemento
- 4° Agregamos agua
- 5° Vaciamos la mezcla en la carretilla la cual debe estar limpia.

Molde de las Probetas:

El tiempo entre el muestreo y el moldeo del pastón de concreto no debe ser más de 15'. El moldeo de las probetas debe efectuarse sobre una superficie horizontal libre de vibraciones.

Antes del llenado se verificará que los moldes deben estar limpios y aceitados.

Del llenado de las Probetas:

Se llena las probetas con una cuchara evitando la segregación.

Se hace un remezclado e inmediatamente procedemos a llenar las probetas hasta 1/3 de la altura, compactando enérgicamente con una varilla de 5/8", 25 golpes en forma de espiral de tal forma que dichos golpes sean repetidos uniformemente, comenzando por el borde y terminando en el centro.

Este proceso se repite en las dos siguientes capas, pero no debe penetrar más de 1" la barra a la hora de la compactación.

En la última capa se coloca material en exceso para enrasar con el borde superior del molde, de tal manera que con la barra se golpea las paredes del molde eliminando así los vacíos.

El material que hubiera en exceso es retirado con una plancha después de 15' y se enrasa la superficie de la probeta, esto para evitar la exudación. La superficie debe ser

enrasada con la barra de manera que quede lisa, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.

Para identificar las muestras se colocarán tarjetas con las que se indican el día de fabricación, la relación a/c, tipo de cemento, etc.

Desmoldeo de la Probeta:

Luego de haberse moldeado las probetas, estas pueden desencofrarse ente las 18 y 24 horas, esto se hace soltando los pernos de cierre y demás elementos, retirando con cuidado la probeta.

Con una crayola o pintura se marcará la probeta y en la cara circular o en las paredes de la probeta se hacen anotaciones colocadas en la tarjeta, pasando a llevar a mano la probeta a la poza de curado.

Curado y Evaluación:

Las probetas después de desencofradas son colocadas en la cámara de curado a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

El agua utilizada es potable y limpia, la cual ha sido estudiada física y químicamente. Esta cubrirá completamente la probeta y no debe estar en movimiento.

Los valores de temperatura y humedad que se han observado durante el curado de acuerdo a las condiciones de obra dan 85% o más de la resistencia obtenida en probetas similares curadas en laboratorio.

El tiempo de curado varía entre 7 y 14 días, según el tipo de obra y características del cemento. Si los cilindros curados a pie de obra exceden en más de 35 kg/cm^2 de la resistencia especificada, el curado puede considerarse correcto.

Si no cumpliera lo dicho anteriormente, se recomienda curar en las mismas condiciones de la obra, dos series de cilindros de prueba.

Los ensayos en el concreto fresco realizados son:

6.1 ASENTAMIENTO

NORMA N.T.P. 339.035

Se determina basándose en el “Slump” o asentamiento. Este ensayo es empleado para obtener características de comportamiento del concreto fresco. El comportamiento del concreto en la prueba indica su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

Generalmente es el primer ensayo que se realiza en el concreto recién mezclado y determina 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:

Asentamiento normal: Propio de mezclas ricas con un correcto dosaje de agua, el concreto no sufre grandes deformaciones.

Asentamiento por corte: Debido a un aumento de la cantidad de agua, la pasta pierde su poder de aglutinar y aumenta su calidad lubricante de los áridos. Ocasionalmente el asentamiento no es grande pero el corte es aplicable.

Asentamiento por derrumbamiento: Cuando el concreto es fluido y pobre en finos, es difícil que se mantenga unido y en lugar de asentamiento se producen roturas por derrumbamiento y algunas veces por corte.

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

En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento depende de varios factores, se requiere agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementar el tamaño máximo del agregado. No debe confundirse el concepto de consistencia con el de trabajabilidad, que en su acepción más amplia expresa la propiedad del concreto para ser mezclado con facilidad, brindando un material homogéneo, capaz de ser transportado y colocado en el molde sin segregarse, con la mayor compacidad. No existe, actualmente 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.

El ensayo de asiento ha demostrado ser de utilidad para evaluar la aptitud de las mezclas en la consolidación en diferentes tipos de estructuras.

6.2 PESO UNITARIO

NORMA N.T.P. 339.046

Este ensayo tiene por objeto determinar el grado de densidad del concreto, también se emplea para:

- Determinar o comprobar el rendimiento de la mezcla.
- Determinar el contenido de materiales (cemento - agua - agregados) por m^3 de concreto, así como el contenido de aire.
- Formarnos una idea de la calidad del concreto y de su grado de compacidad.
- Se expresa en kg/m^3 .

Se puede preparar concretos de tres tipos dependiendo de sus características y tamaño máximo del agregado grueso.

Concretos normales: Aquellos cuyo peso por unidad de volumen se encuentra entre 2200 a 2400 kg/m^3 .

Concretos livianos: Son aquellos que tienen un peso por unidad de volumen inferior a 1900 kg/m³.

Concretos pesados: Cuyo peso por unidad de volumen se encuentra entre 2800 y 6000 kg/m³.

6.3 CONTENIDO DE AIRE

NORMA N.T.P. 339.046

Debido a su importancia este ensayo, nos indica la cantidad de aire atrapado en la mezcla de concreto con cualquier tipo de agregado y por ende el índice de calidad del mismo.

El objetivo de este ensayo es de tener un control de aire en el concreto fresco, ya que nos permite encontrar el contenido de aire atrapado, cuya influencia se observa en la calidad del concreto.

6.4 EXUDACIÓN

NORMA N.T.P. 339.077

Propiedad por la cual una parte de agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes del efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la molienda de éste y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues se reduce el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que puedan tener.

Se conoce dos clases de exudación:

Exudación normal

Exudación canalizada

Exudación normal: Se caracteriza por el flujo uniforme del agua hacia arriba debido al asentamiento de los sólidos, y por el afloramiento del agua limpia sobre la parte superior del concreto.

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 más la velocidad del flujo de agua. En estas condiciones el agua traslada sólidos en suspensión (particularmente cemento), 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 superior 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:

Velocidad de exudación

Capacidad de exudación

Velocidad de exudación: La velocidad de exudación, es medida por la velocidad inicial con la que el agua se acumula sobre la superficie del concreto.

Capacidad de exudación: Es medida por el volumen total de agua que aflora a la superficie del concreto.

6.5 TIEMPO DE FRAGUADO

NORMA N.T.P. 339.082

Este control tiene una trascendencia muy importante, por cuanto nos da la pauta del tiempo que se dispone en el proceso constructivo para las operaciones de colocación y acabado. El ensayo tiene por objeto encontrar el tiempo que demora en ganar el concreto una determinada resistencia desde el contacto inicial cemento – agua.

Arbitrariamente se ha dividido el fraguado en dos períodos: el fraguado inicial y el fraguado final.

Fraguado inicial: Se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla.

Fraguado final: Se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla con el aumento de su resistencia.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de aluminato tricálcico (AC_3) del cemento, finura del cemento, relación a/c, temperatura y humedad del ensayo.

La norma establece el tiempo de fraguado del concreto con asentamiento superior a cero por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada. El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de una muestra de concreto, y así, la fragua inicial se produce cuando la presión por penetración es de 500 lb/pulg² que equivale a 35 kg/cm² y la fragua final cuando la presión de penetración alcanza 4000 lb/pulg² que equivale a 250 kg/cm².

CAPITULO VII

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

7.0 GENERALIDADES

Las propiedades del concreto al estado endurecido, son de gran importancia, ya que, reflejan la forma como el concreto se comportará en el futuro, va a ser éste estado, en el cual, va a tener que soportar las cargas para las cuales se ha diseñado.

Las propiedades o características que se quiere que tenga el concreto al estado endurecido, es función de su utilidad que prestará en obra.

En el presente estudio se realizaron ensayos de compresión axial y el de tracción por compresión diametral.

7.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

N.T.P. 339.034

Es una de las más importantes propiedades para evaluar y definir la calidad del concreto. Siguiendo con las recomendaciones de las normas ASTM C – 39, los testigos deben ser cilíndricos de 6”×12” y que la superficie de los mismos deben ser enrasadas para que la carga aplicada se distribuya uniformemente. La resistencia a la compresión será el cociente entre la carga máxima y la sección medida del probeta.

Se define como el esfuerzo que puede soportar el material endurecido sin romperse dado que el concreto esta destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

En general, prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y, en muchos casos, es en función del valor de ella que se le cuantifica o califica. Sin embargo se debe tener en cuenta que al diseñar una mezcla de concreto muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

De acuerdo a la teoría de Abrams (1918), para un conjunto dado de materiales y condiciones, la resistencia del concreto está principalmente determinado por la cantidad neta de agua empleada por unidad de cemento. Esta agua neta incluye aquella absorbida por los agregados. Así, de acuerdo a la escuela de Abrams, el factor que influye en forma determinante sobre la resistencia del concreto es la relación agua-cemento de la mezcla, siendo mayores las resistencias conforme dicha relación se hace menor.

Posteriormente, el norteamericano Gilkey, apoyándose en sus propias observaciones y en los trabajos de Walker, Bloem, y Gaynor, ha demostrado que la resistencia del concreto es función de cuatro factores:

- Relación agua – cemento
- Relación cemento – agregado
- Granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado.
- Tamaño máximo del agregado.

Esta teoría hasta la fecha tiene vigencia.

7.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESION DIAMETRAL

N.T.P. 339.084

Se ha elaborado para el ensayo de tracción por compresión diametral, tres (3) probetas para la edad de 28 días.

Cuando una estructura de concreto esta en servicio, generalmente se asume que el concreto no resiste tensiones, sin embargo el concreto al agrietarse durante la flexión, si resiste ciertos valores de tensiones, siendo esto del orden del 8 – 20% de la resistencia a la compresión dependiendo de la edad y de la calidad de los elementos constituyentes.

CAPITULO VIII

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO

8.0 RELACION DE CUADROS

8.0.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS AL ESTADO FRESCO

- CUADRO VIII-1 Resumen del ensayo de Asentamiento variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.
- CUADRO VIII-2 Resumen del ensayo de Peso Unitario variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.
- CUADRO VIII-3 Resumen del ensayo de Contenido de Aire variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.
- CUADRO VIII-4 Resumen del ensayo de Exudación variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.
- CUADRO VIII-5 Resumen del ensayo de Tiempo de Fraguado Inicial y Final variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.

8.0.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO

- CUADRO VIII-6 Resumen del ensayo de Resistencia a la Compresión para cada relación a/c, variando los días en 7, 14 y 28, para cada porcentaje de finos de la arena.
- CUADRO VIII-7 Resumen del ensayo de Resistencia a la Compresión para 7, 14 y 28 días, variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.
- CUADRO VIII-8 Resumen del ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral, variando el porcentaje de finos de la arena, para cada relación a/c.

CUADRO VIII-9 Resumen del ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral, variando las relaciones a/c, para cada porcentaje de finos de la arena.

8.1 RELACION DE GRAFICOS

8.1.1 RELACION DE ENSAYOS AL ESTADO FRESCO

- GRAFICO VIII-1** Gráfico del Peso Unitario en función del material que pasa la malla N°100 para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-2** Gráfico del Peso Unitario en función de la relación a/c para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-3** Gráfico del Contenido de Aire en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-4** Gráfico del Contenido de Aire en función de la relación a/c, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-5** Gráfico del Porcentaje de Exudación en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-6** Gráfico del Porcentaje de Exudación en función de la relación a/c, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-7** Gráfico del Tiempo de Fraguado Inicial en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-8** Gráfico del Tiempo de Fraguado Final en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-8.1** Gráfico del Porcentaje del Tiempo de Fraguado Inicial en función de la relación a/c, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-8.2** Gráfico del Porcentaje del Tiempo de Fraguado Final en función de la relación a/c, para los diferentes tipos de arena.

8.1.2 RELACION DE ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO

- GRAFICO VIII-9 Gráfico de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-10 Gráfico de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-11 Gráfico de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para las diferentes relaciones a/c.
- GRAFICO VIII-12 Gráfico de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de las relaciones a/c, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-13 Gráfico de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de las relaciones a/c, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-14 Gráfico de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de las relaciones a/c, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-15 Gráfico de la Resistencia a la Compresión para la relación a/c = 0.55 en función de la edad del concreto, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-16 Gráfico de la Resistencia a la Compresión para la relación a/c = 0.60 en función de la edad del concreto, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-17 Gráfico de la Resistencia a la Compresión para la relación a/c = 0.65 en función de la edad del concreto, para los diferentes tipos de arena.
- GRAFICO VIII-18 Gráfico de la Resistencia a la Compresión para la relación a/c = 0.70 en función de la edad del concreto, para los diferentes tipos de arena.

GRAFICO VIII-19 Gráfico de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100 para las diferentes relaciones a/c.

GRAFICO VIII-20 Gráfico de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral en función de las relaciones a/c, para los diferentes tipos de arena.

8.2 GENERALIDADES

A continuación se presenta el resumen de los valores de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio, tanto para el concreto fresco, como para el concreto endurecido. Estos resultados presentados son valores observados, donde se hallan los promedios respectivos. En primer término se muestran los cuadros indicando el resultado de los ensayos, seguidamente se muestran los gráficos respectivos, indicando la variación de las propiedades del concreto a consecuencia de la variación del porcentaje de finos de la arena de 4%, 7%, 10%, 14% y 18%, para las relaciones agua-cemento de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70. El desarrollo de los mismos se exponen en detalle en el anexo E. En el capítulo anterior se ha desarrollado su descripción, de manera que, para el presente capítulo se exponen los resultados de los ensayos realizados.

8.2.1 SIMBOLOGIA

Con el propósito de facilitar la presentación de los cuadros y gráficos correspondientes al presente capítulo, se ha adoptado la simbología que a continuación muestro:

a/c = agua-cemento
 rf = porcentaje de arena
 4% de finos = 4% de material que pasa la malla N° 100
 7% de finos = 7% de material que pasa la malla N° 100
 10% de finos = 10% de material que pasa la malla N° 100
 14% de finos = 14% de material que pasa la malla N° 100
 18% de finos = 18% de material que pasa la malla N° 100

EXPOSICION DE CUADROS

RESUMEN DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO - NORMA N.T.P. 339.035

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO VIII-1

RELACION a/c	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP (cm)				
	4%finos	7%finos	10%finos	14%finos	18%finos
0.55	10.1	9.8	9.2	8.2	7.6
0.60	10.1	9.9	9.4	8.3	7.6
0.65	10.0	9.8	9.6	8.4	7.8
0.70	9.9	9.6	9.1	8.8	7.9

RESUMEN DE ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO VIII-2

RELACION a/c	ENSAYO DE PESO UNITARIO (kg/m ³)				
	4% finos	7% finos	10% finos	14% finos	18% finos
0.55	2329.82	2334.49	2336.84	2333.33	2327.53
0.60	2326.32	2329.82	2333.33	2326.32	2322.81
0.65	2320.56	2322.81	2326.32	2320.56	2317.07
0.70	2311.11	2316.67	2322.22	2316.67	2311.11

RESUMEN DE ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046**ENSAYO DE CONCRETO FRESCO****CUADRO VIII-3**

RELACION a/c	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE (%)				
	4% finos	7% finos	10% finos	14% finos	18% finos
0.55	1.03	0.83	0.73	0.88	1.13
0.60	1.03	0.88	0.73	1.03	1.18
0.65	1.10	1.01	0.86	1.10	1.25
0.70	1.43	1.19	0.95	1.19	1.43

RESUMEN DE ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077**ENSAYO DE CONCRETO FRESCO****CUADRO VIII-4**

RELACION a/c	ENSAYO DE PORCENTAJE DE EXUDACION				
	4% finos	7% finos	10% finos	14% finos	18% finos
0.55	2.97	2.39	2.18	1.91	1.28
0.60	3.41	3.32	3.30	3.06	2.98
0.65	3.62	3.53	3.45	3.24	3.16
0.70	4.92	4.56	4.26	4.01	3.26

RESUMEN DEL ENSAYO TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO VIII-5

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI)					
RELACION a/c	4% finos	7% finos	10% finos	14% finos	18% finos
0.55	4h 39min	4h 37min	4h 32min	4h 26min	4h 10min
0.60	4h 45min	4h 45min	4h 41min	4h 32min	4h 17min
0.65	4h 52min	4h 51min	4h 47min	4h 39min	4h 26min
0.70	5h 14min	5h 11min	5h 10min	5h 02min	4h 54min

TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFE)					
RELACION a/c	4% finos	7% finos	10% finos	14% finos	18% finos
0.55	6h 49min	6h 42min	6h 35min	6h 22min	6h 05min
0.60	7h 02min	6h 52min	6h 44min	6h 27min	6h 14min
0.65	7h 13min	7h 04min	6h 54min	6h 38min	6h 23min
0.70	7h 33min	7h 24min	7h 15min	7h 02min	6h 47min

RESUMEN DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO VIII-6

% Finos	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)		
	$a/c = 0.55$		
	7 días	14 días	28 días
4%	285.1	325.6	366.8
7%	288.3	334.2	372.7
10%	289.7	338.1	375.8
14%	287.0	332.1	370.1
18%	283.2	320.4	358.4

% Finos	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)		
	$a/c = 0.60$		
	7 días	14 días	28 días
4%	250.0	293.9	345.8
7%	266.1	305.7	353.3
10%	270.8	310.4	356.6
14%	264.3	304.2	352.0
18%	247.4	287.0	343.8

% Finos	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)		
	$a/c = 0.65$		
	7 días	14 días	28 días
4%	189.0	238.0	309.4
7%	196.8	247.0	313.2
10%	199.6	250.1	315.5
14%	195.3	245.5	311.5
18%	187.0	235.7	304.0

% Finos	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)		
	$a/c = 0.70$		
	7 días	14 días	28 días
4%	160.8	209.9	278.2
7%	174.3	222.9	285.3
10%	179.1	226.5	287.1
14%	172.8	221.5	283.4
18%	158.2	207.0	276.4

RESUMEN DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO VIII-7

RELACION a/c	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)				
	7 días				
	4%	7%	10%	14%	18%
0.55	285.1	288.3	289.7	287.0	283.2
0.60	250.0	266.1	270.8	264.3	247.4
0.65	189.0	196.8	199.6	195.3	187.0
0.70	160.8	174.3	179.1	172.8	158.2

RELACION a/c	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)				
	14 días				
	4%	7%	10%	14%	18%
0.55	325.6	334.2	338.1	332.1	320.4
0.60	293.9	305.7	310.4	304.2	287.0
0.65	238.0	247.0	250.1	245.5	235.7
0.70	209.9	222.9	226.5	221.5	207.0

RELACION a/c	RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c$ (kg/cm ²)				
	28 días				
	4%	7%	10%	14%	18%
0.55	366.8	372.7	375.8	370.1	358.4
0.60	345.8	353.3	356.6	352.0	343.8
0.65	309.4	313.2	315.5	311.5	304.0
0.70	278.2	285.3	287.1	283.4	276.4

**RESUMEN DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION
DIAMETRAL (f't) - NORMA N.T.P. 339.084**

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO VIII-8

RELACION a/c	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL f't (Kg/cm2)				
	28 DIAS				
	4% finos	7% finos	10% finos	14% finos	18% finos
0.55	33.17	29.13	27.52	29.40	35.29
0.60	29.24	25.93	24.78	26.38	31.42
0.65	25.65	23.34	22.63	23.99	27.82
0.70	22.55	21.36	21.12	21.83	24.21

CUADRO VIII-9

% finos	RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL f't (kg/cm2)			
	28 días			
	0.55	0.60	0.65	0.70
4%	33.17	29.24	25.65	22.55
7%	29.13	25.93	23.34	21.36
10%	27.52	24.78	22.63	21.12
14%	29.40	26.38	23.99	21.83
18%	35.29	31.42	27.82	24.21

EXPOSICION DE GRAFICOS

RESUMEN DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

GRAFICO VIII-1

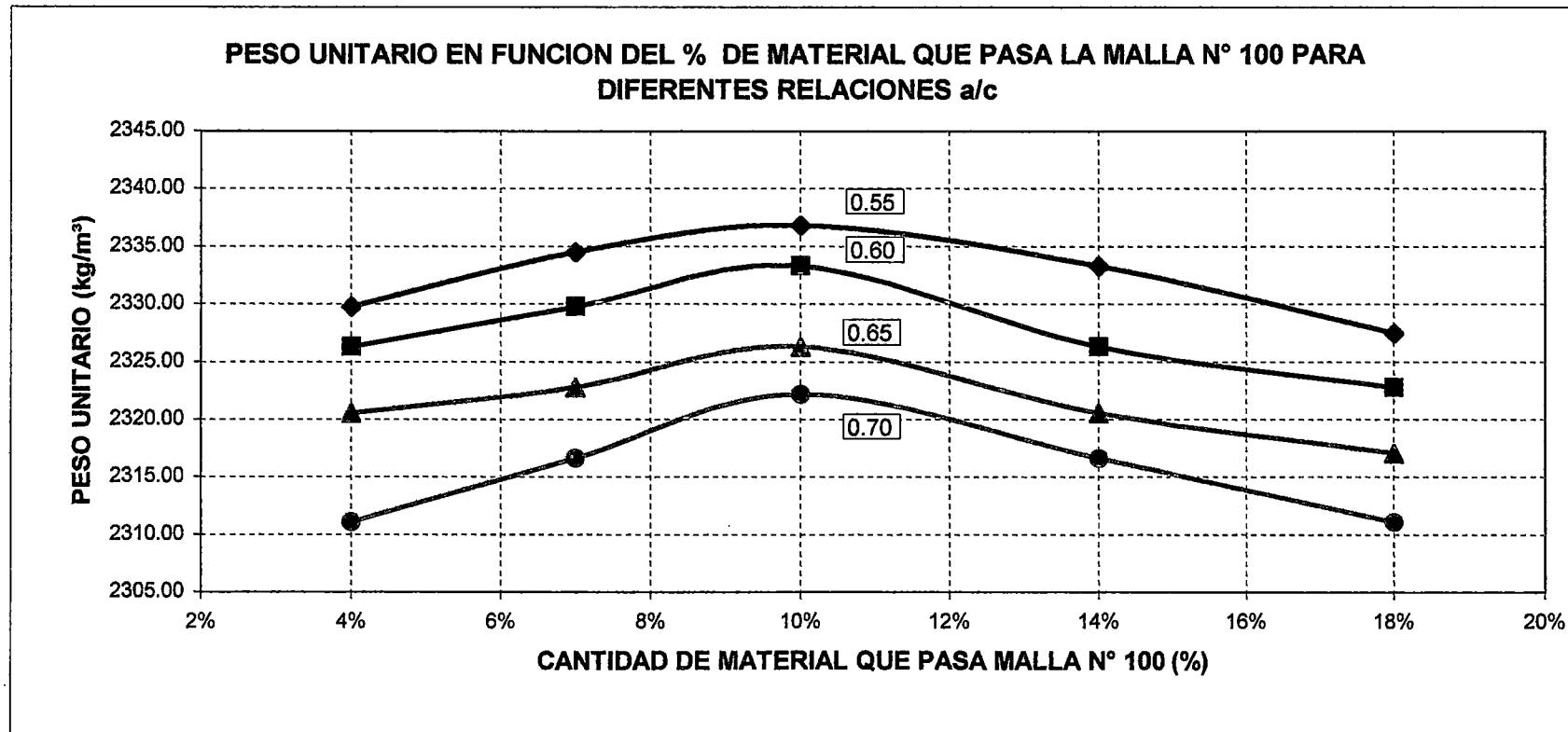
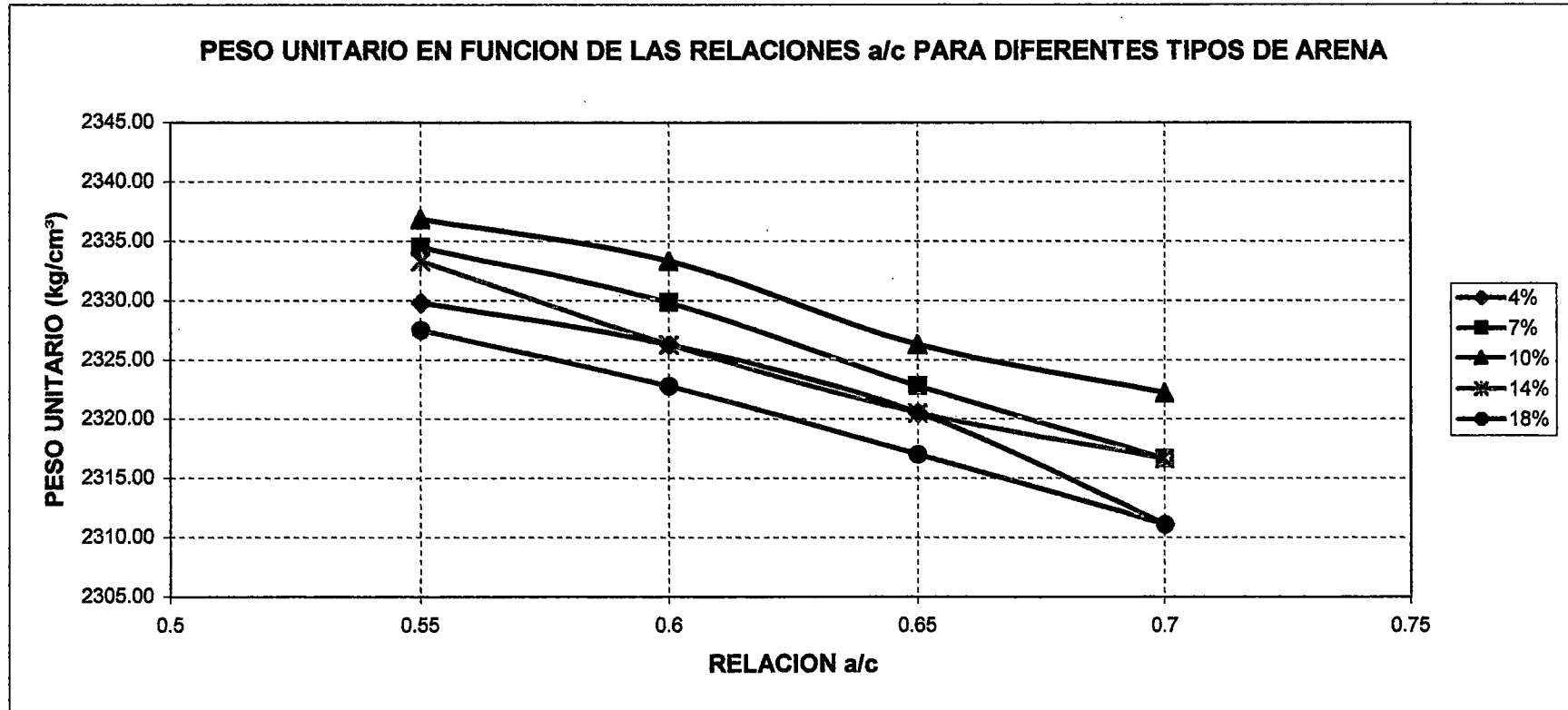
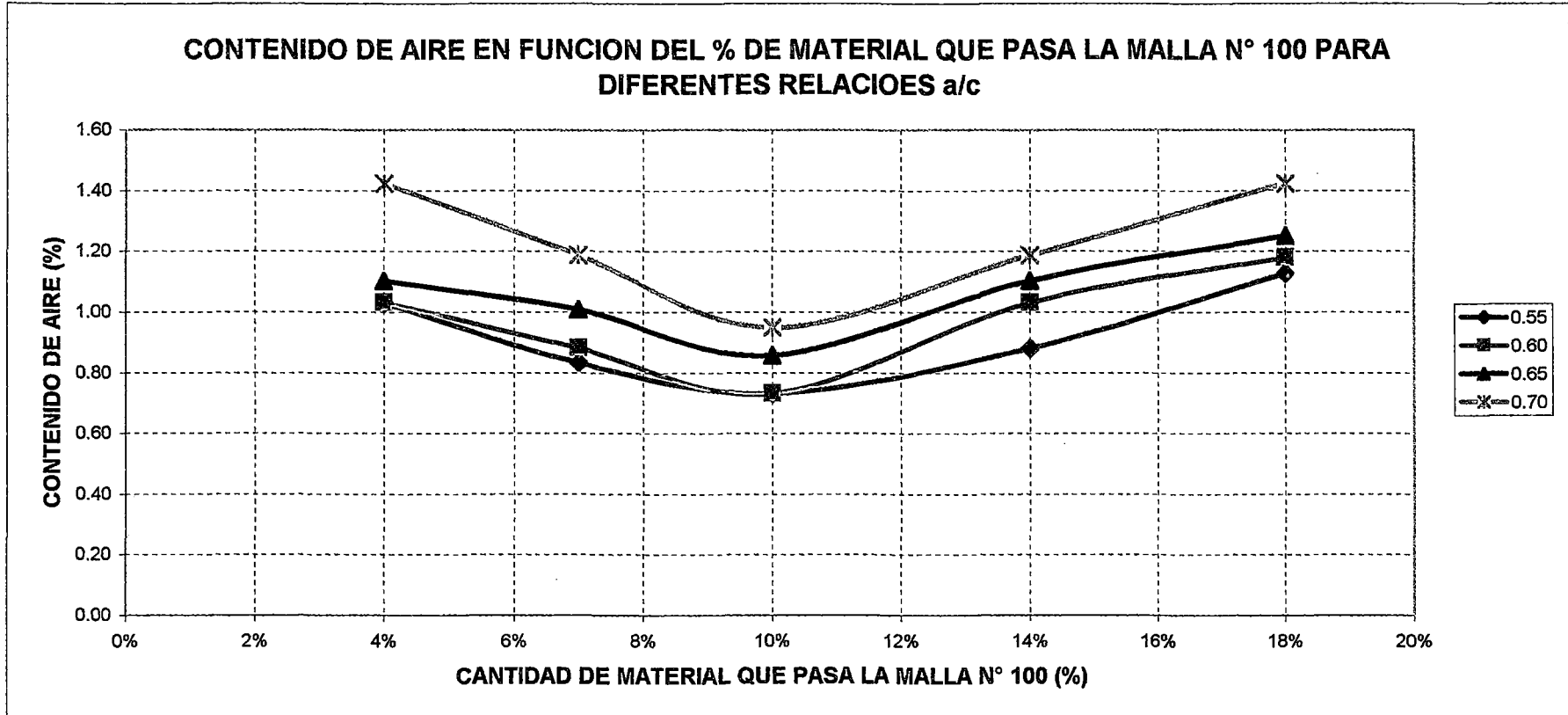
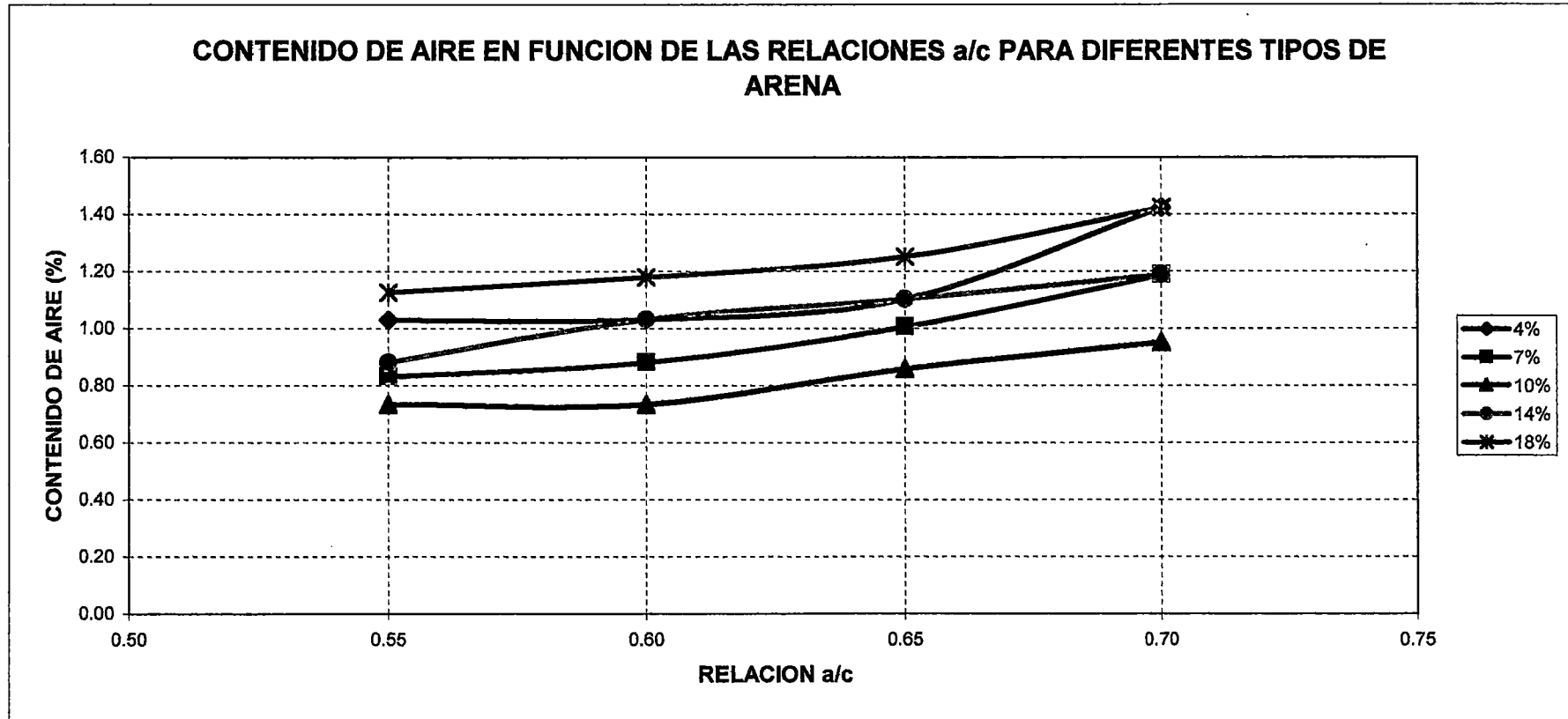


GRAFICO VIII-2





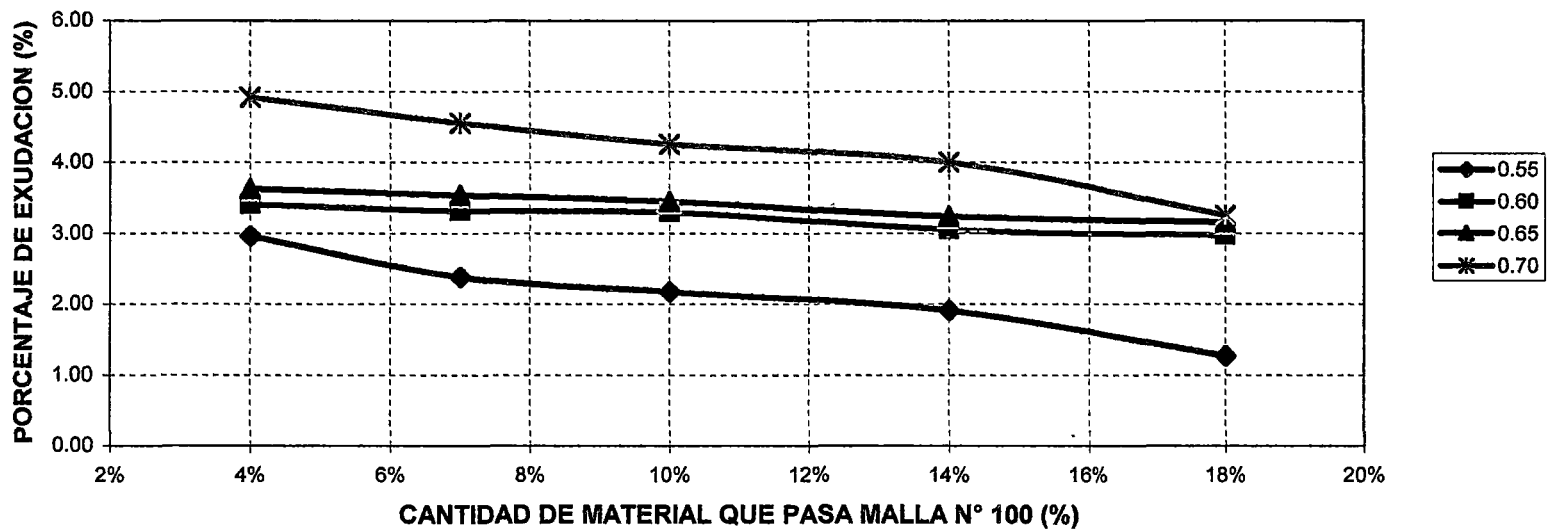


RESUMEN DEL ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

GRAFICO VIII-5

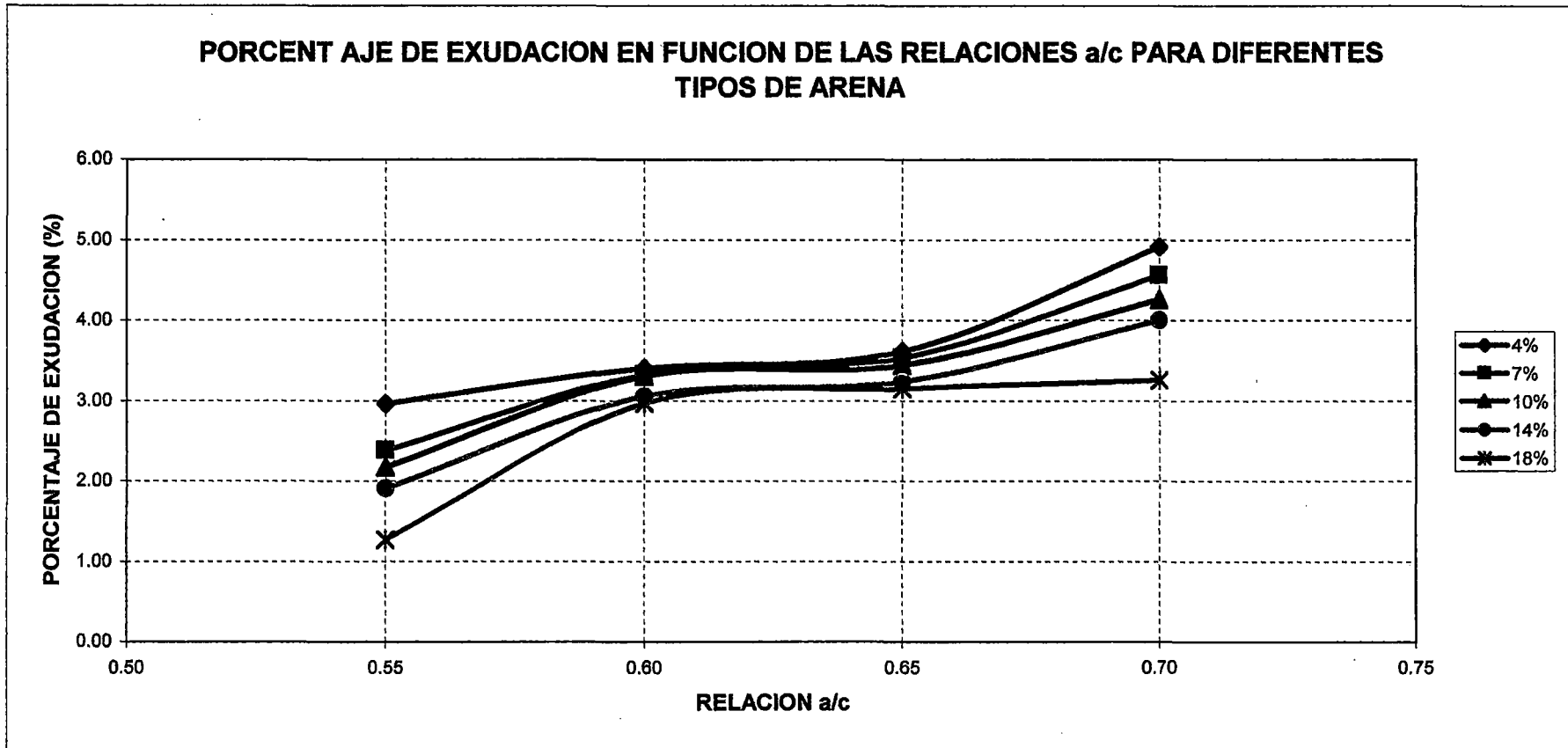
PORCENTAJE DE EXUDACION EN FUNCION DEL % DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 100 PARA DIFERENTES RELACIONES a/c



RESUMEN DEL ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

GRAFICO VIII-6

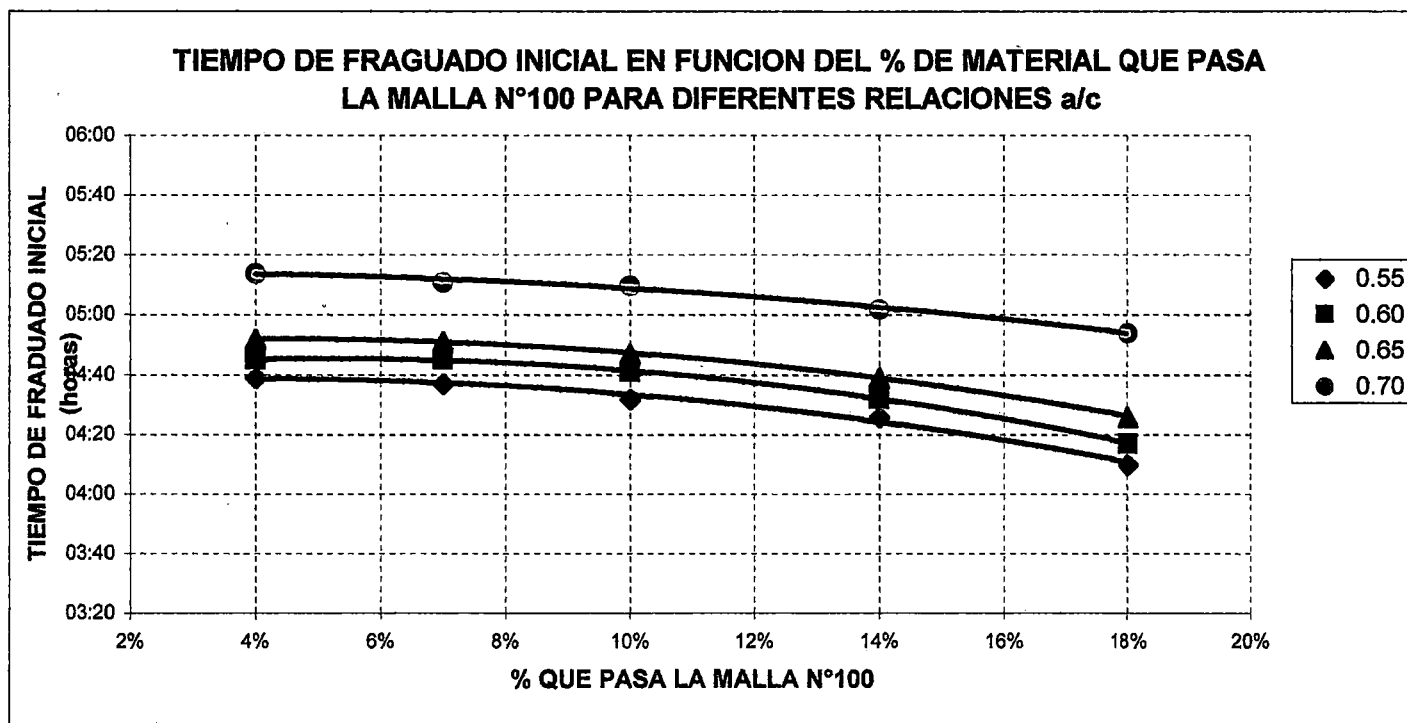


TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGREGADO MAS FINO QUE PASA LA MALLA N° 100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

RESUMEN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

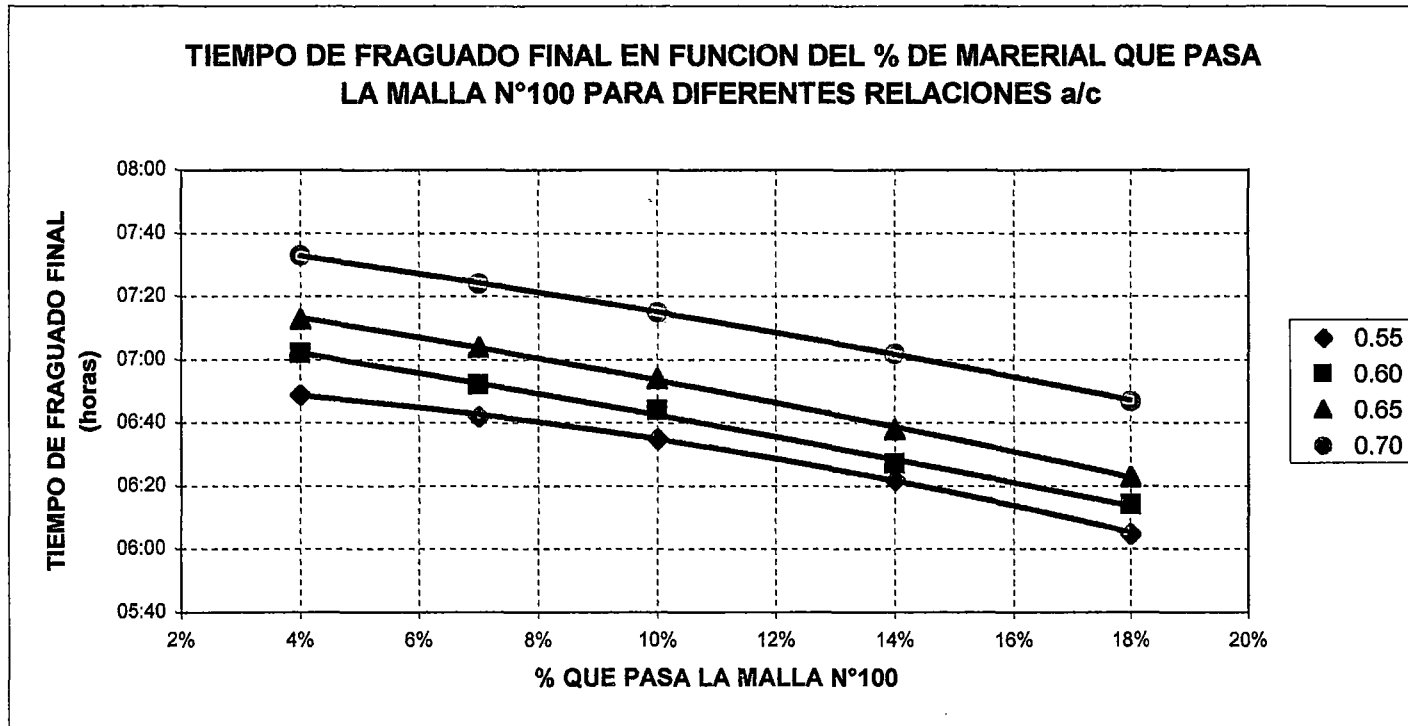
GRAFICO VIII-7



RESUMEN DEL TIEMPO DE FRAGUADO FINAL - NORMA N.T.P. 339,082

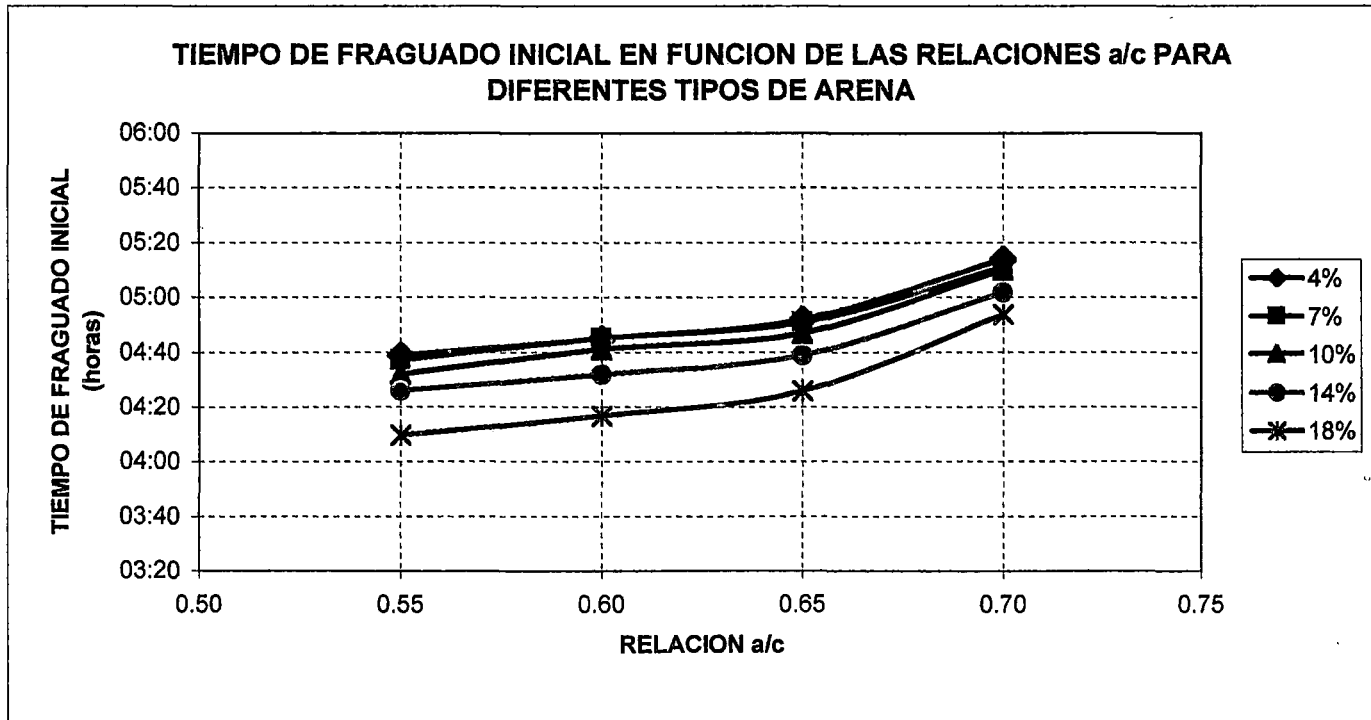
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

GRAFICO VIII-8



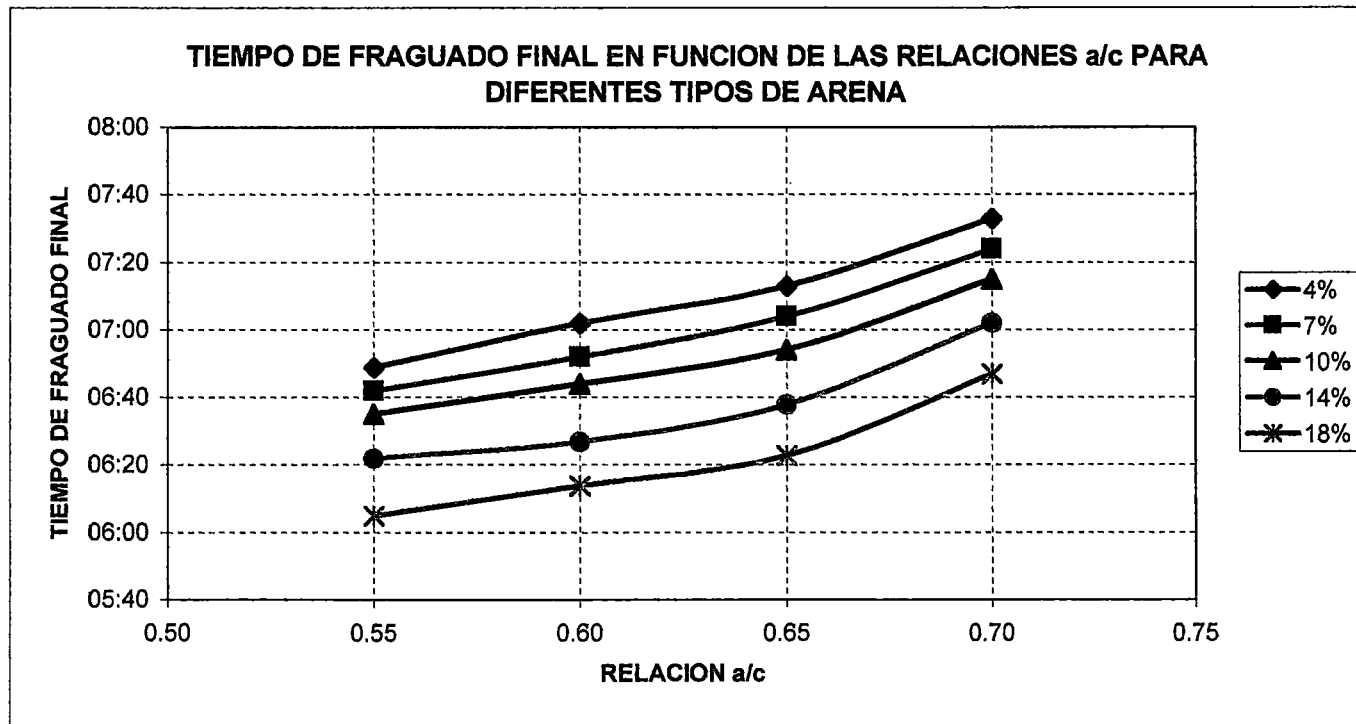
RESUMEN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL - NORMA N.T.P. 339,082
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

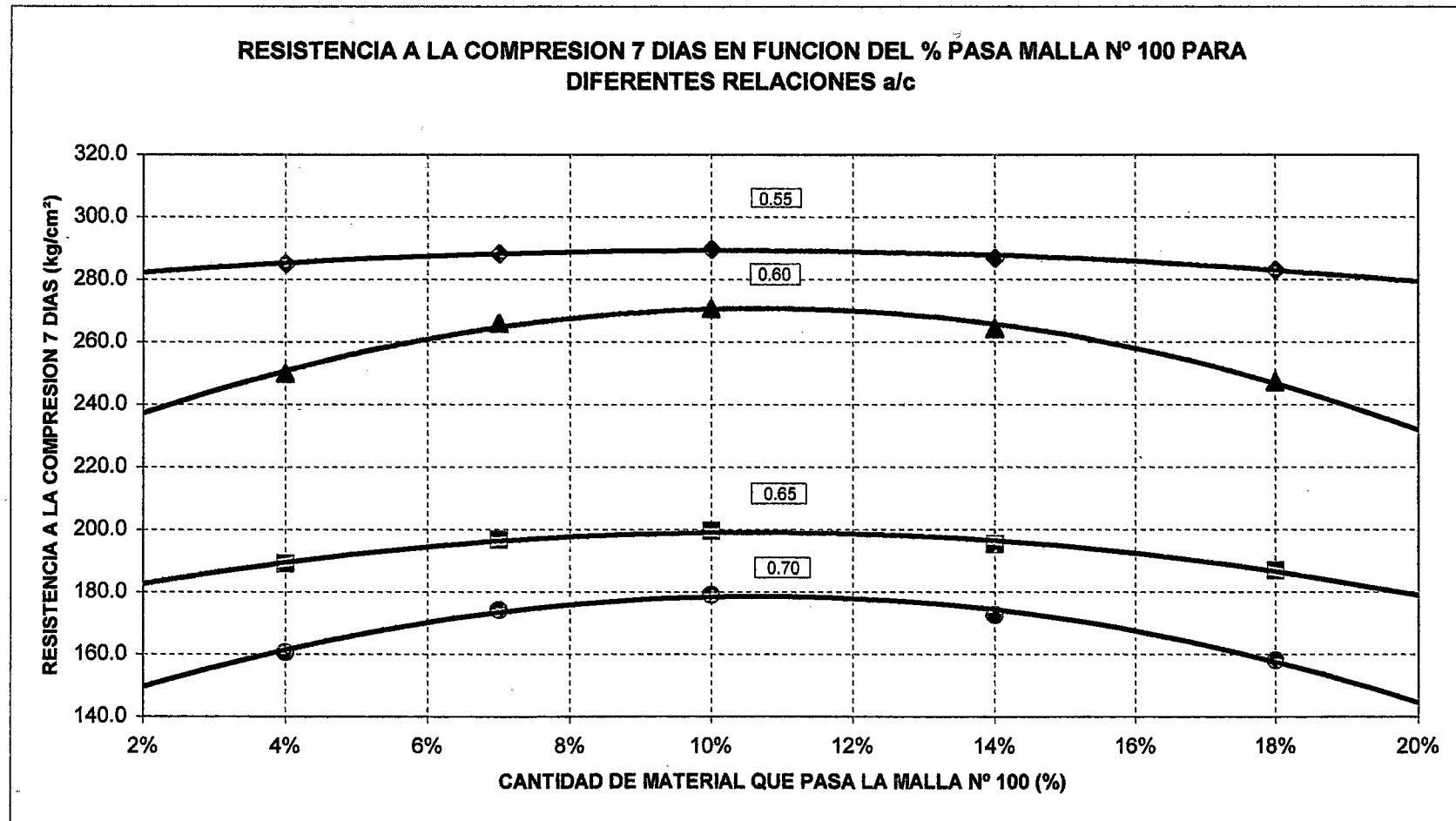
GRAFICO VIII-8.1

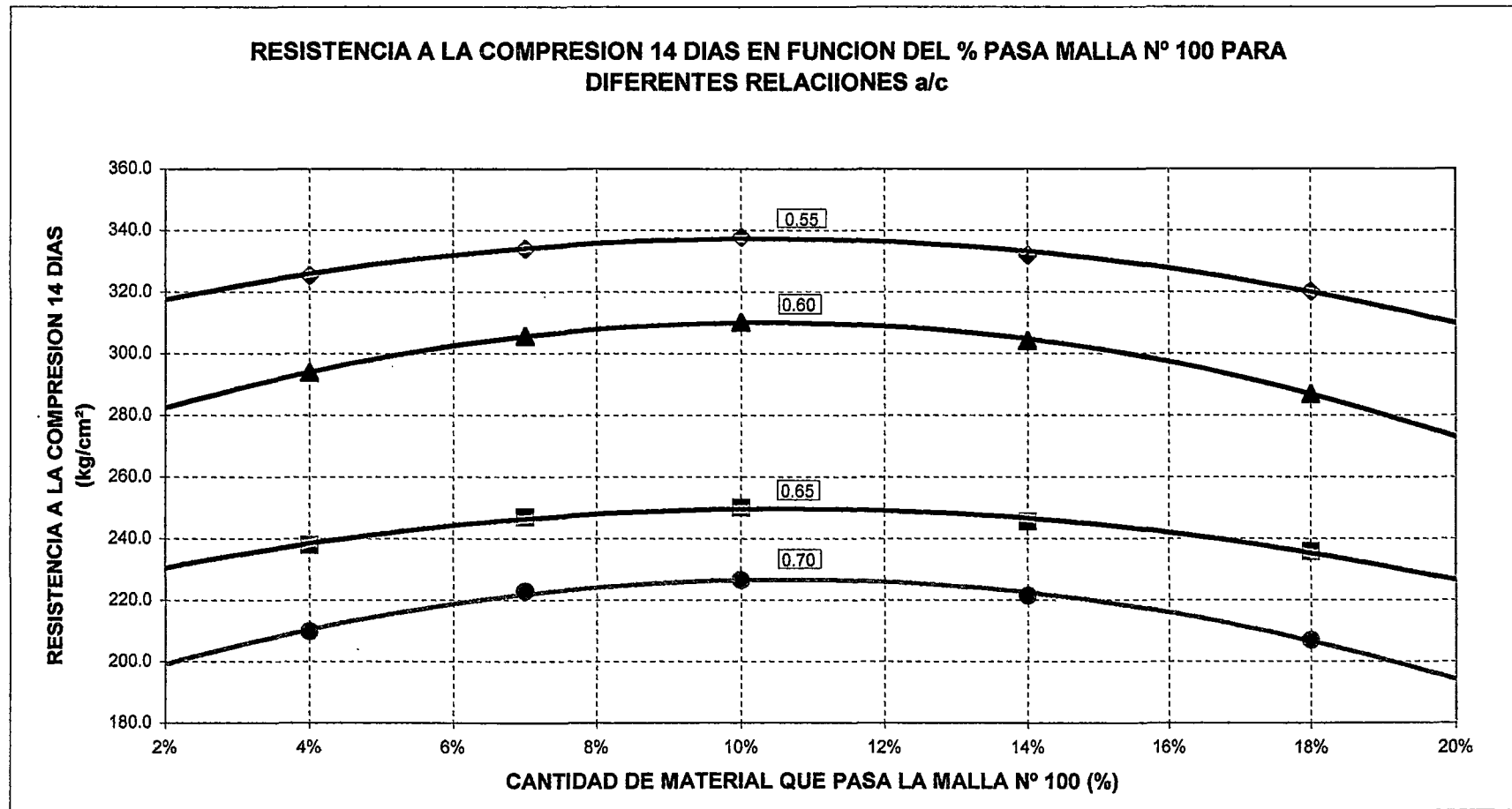


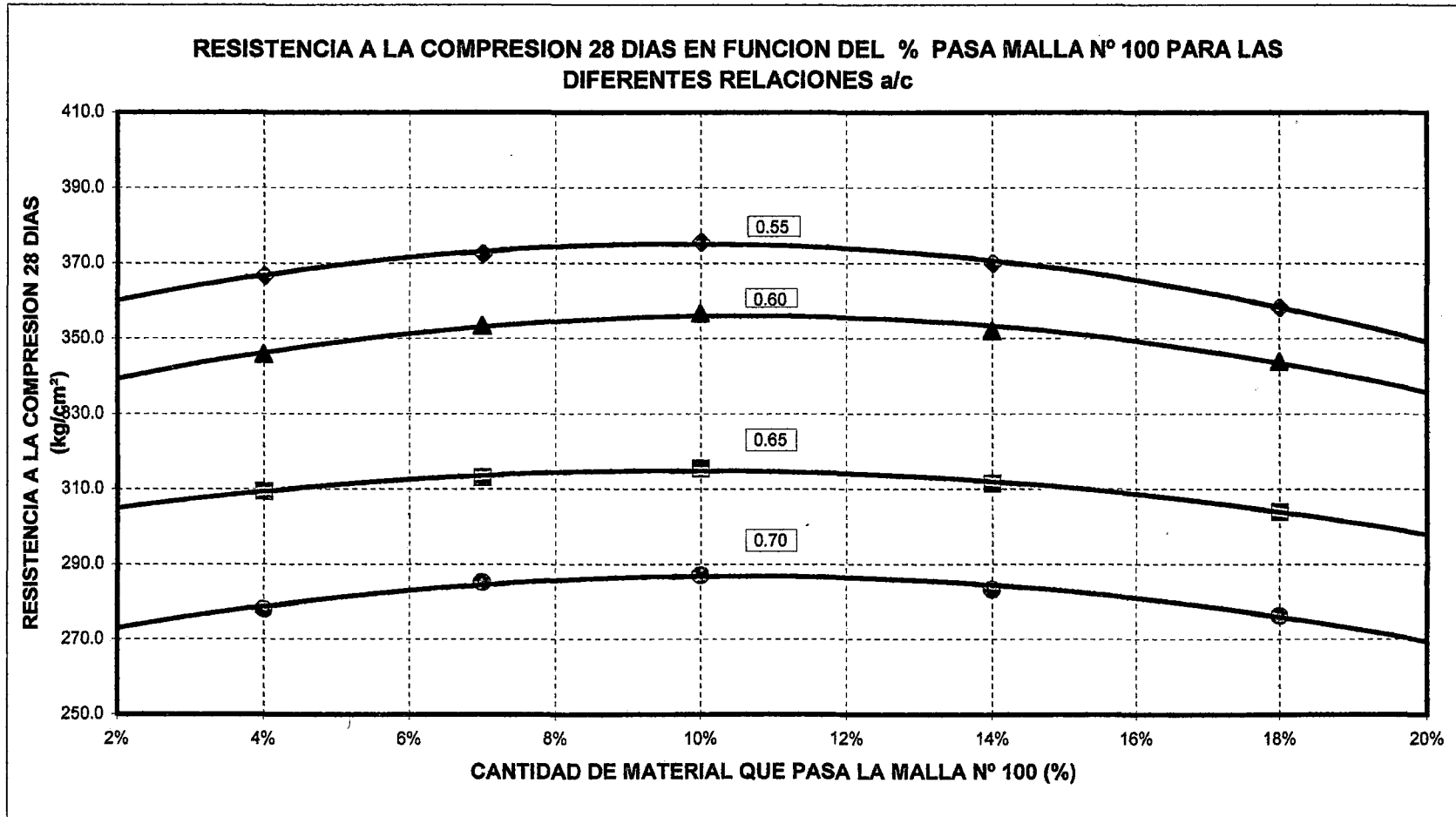
RESUMEN DEL TIEMPO DE FRAGUADO FINAL - NORMA N.T.P. 339,082
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

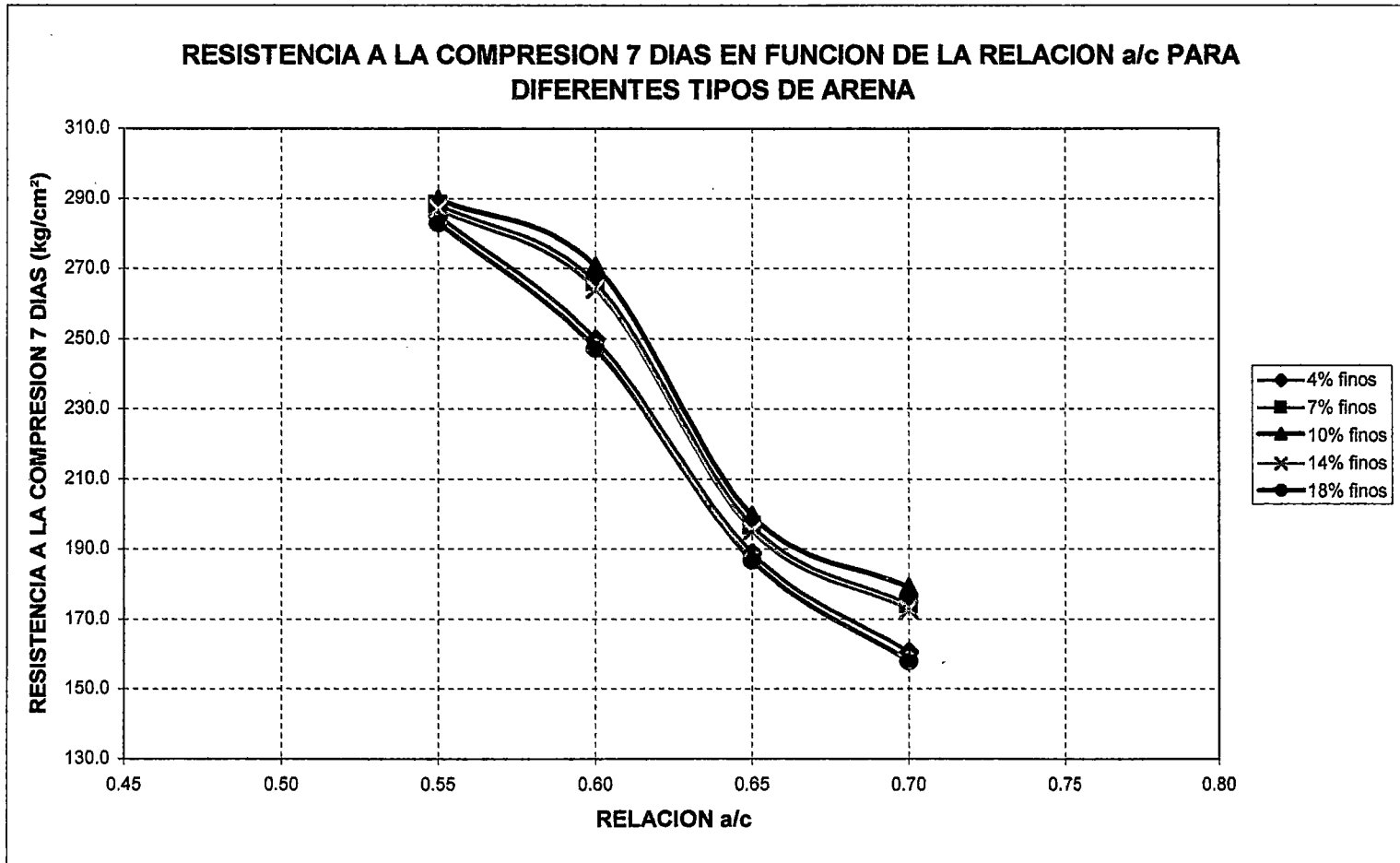
GRAFICO VIII-8.2

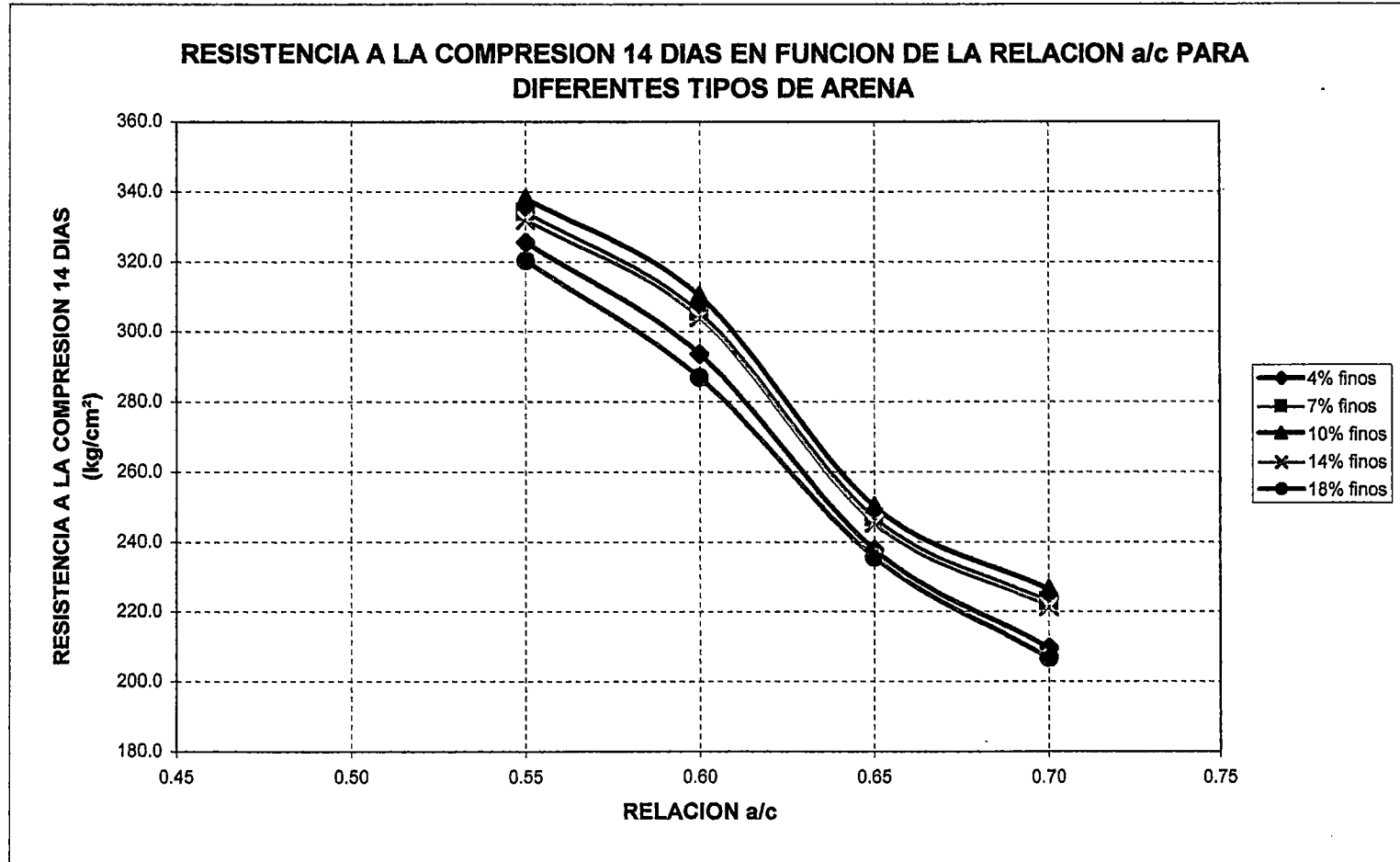


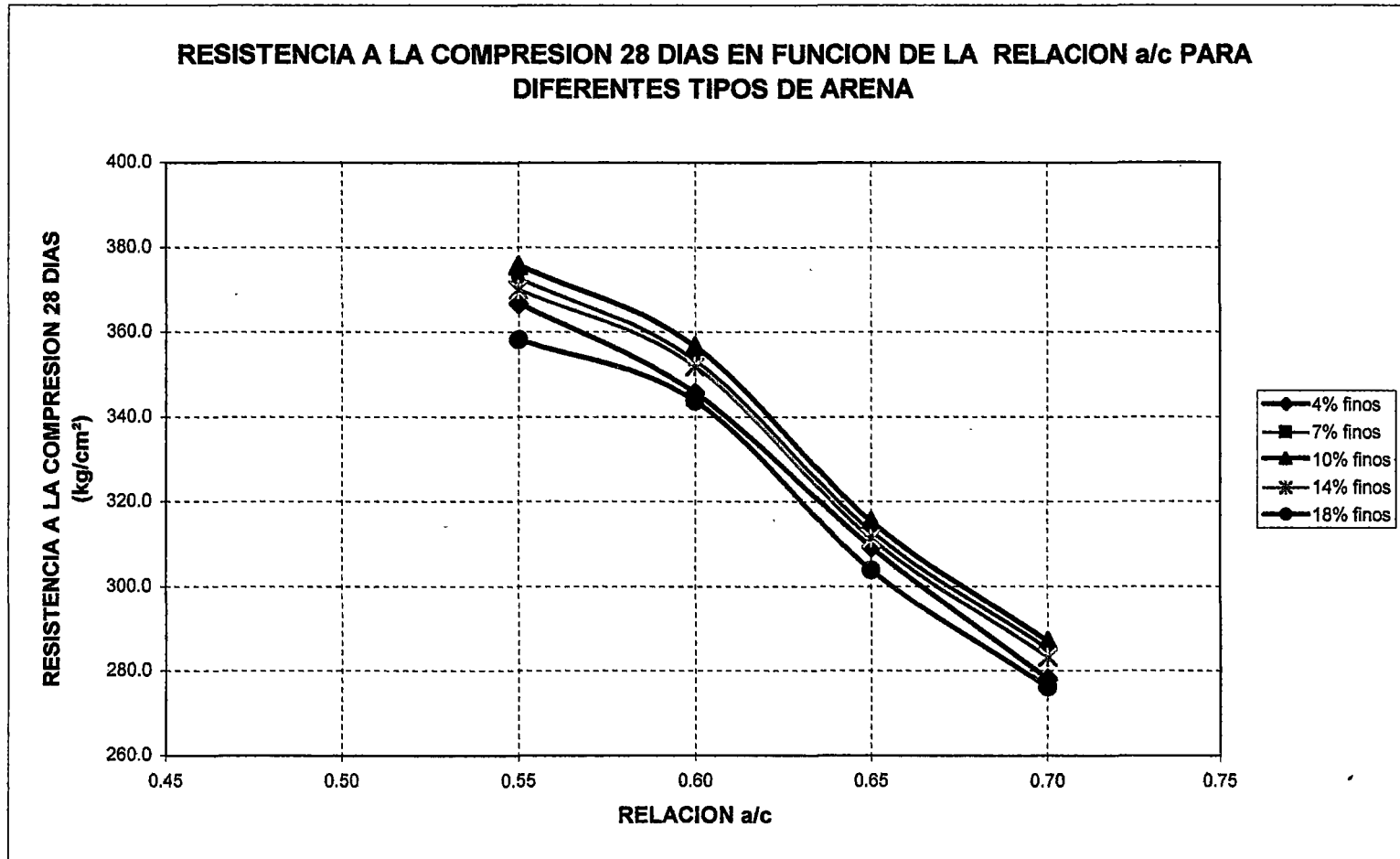


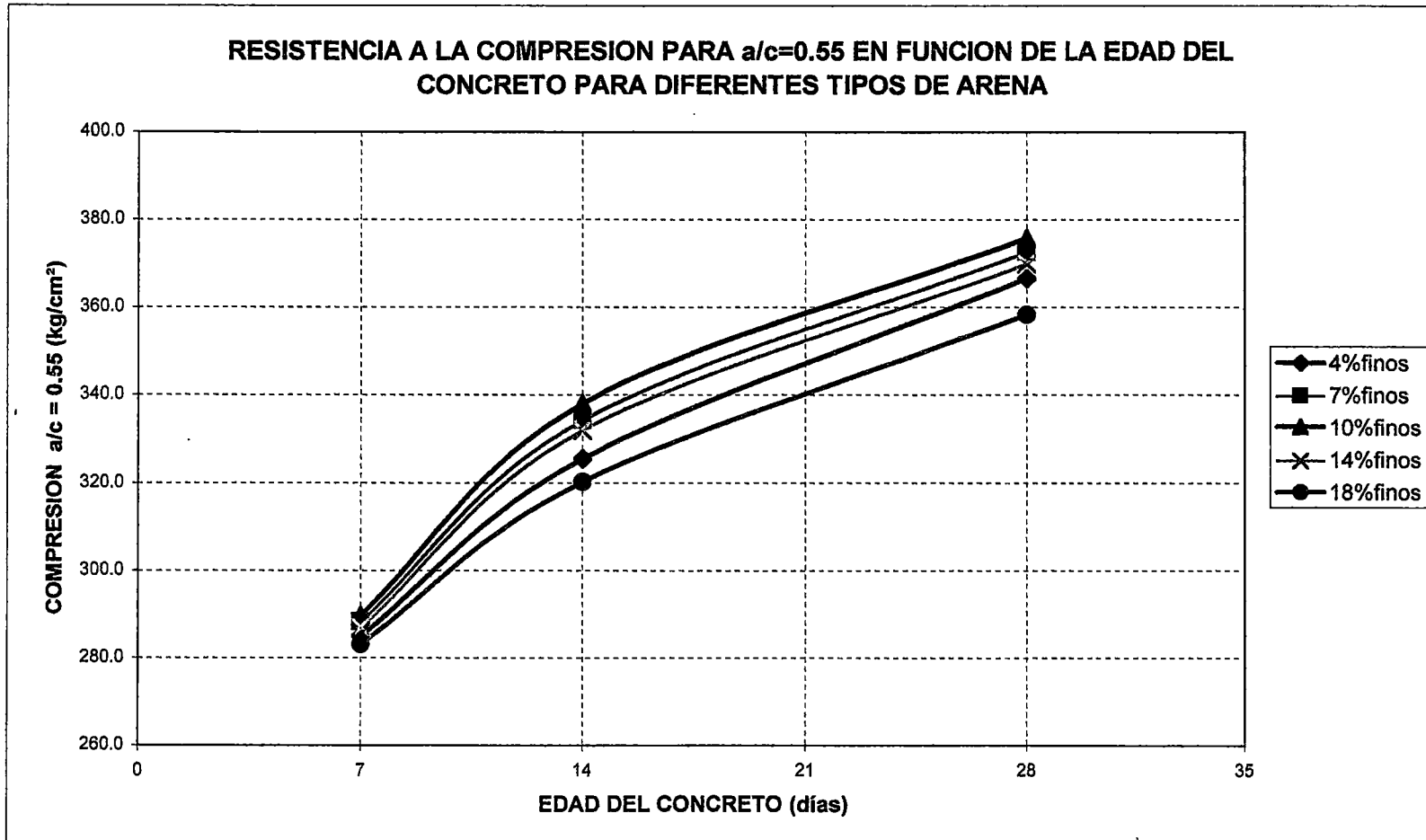




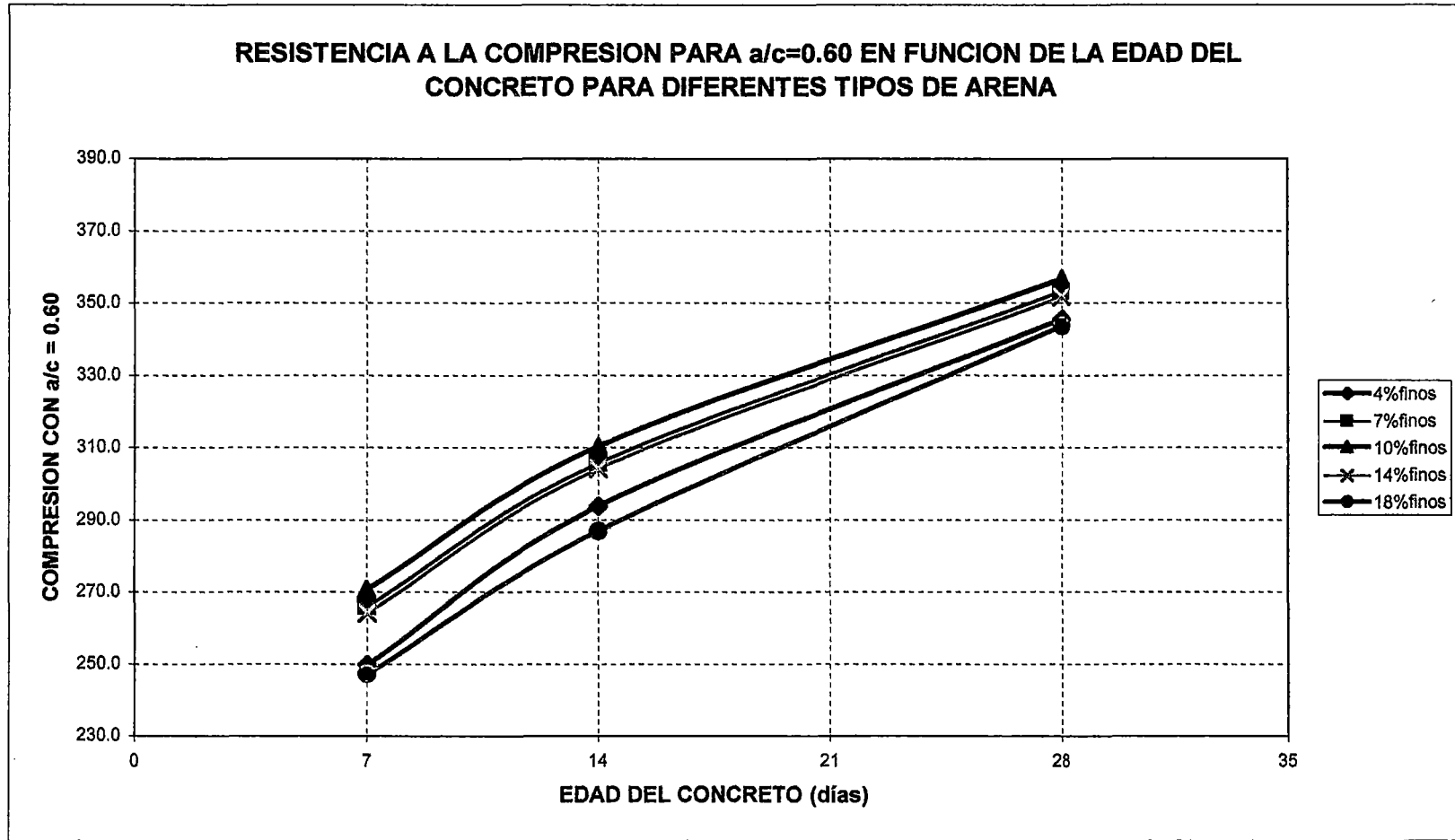


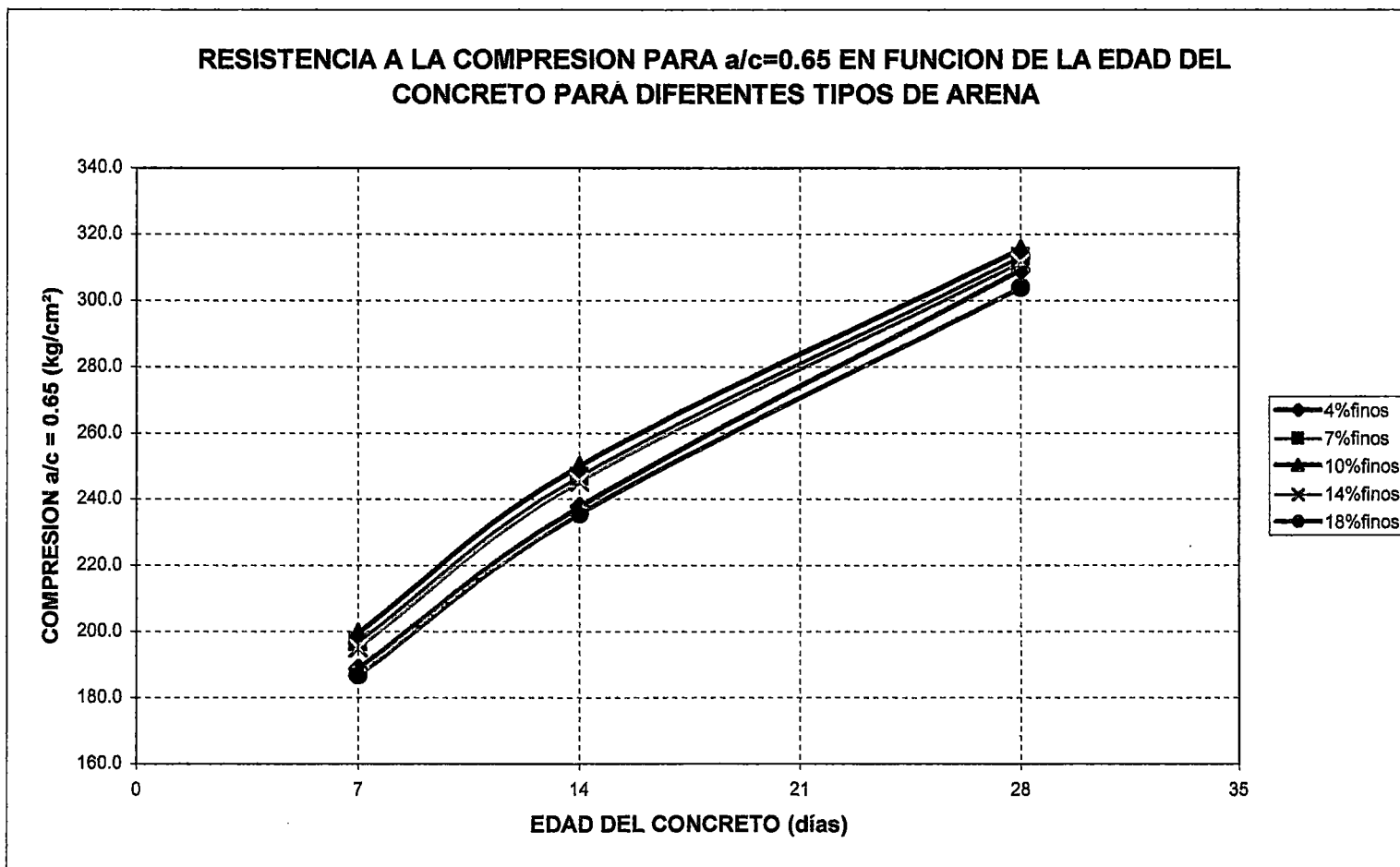


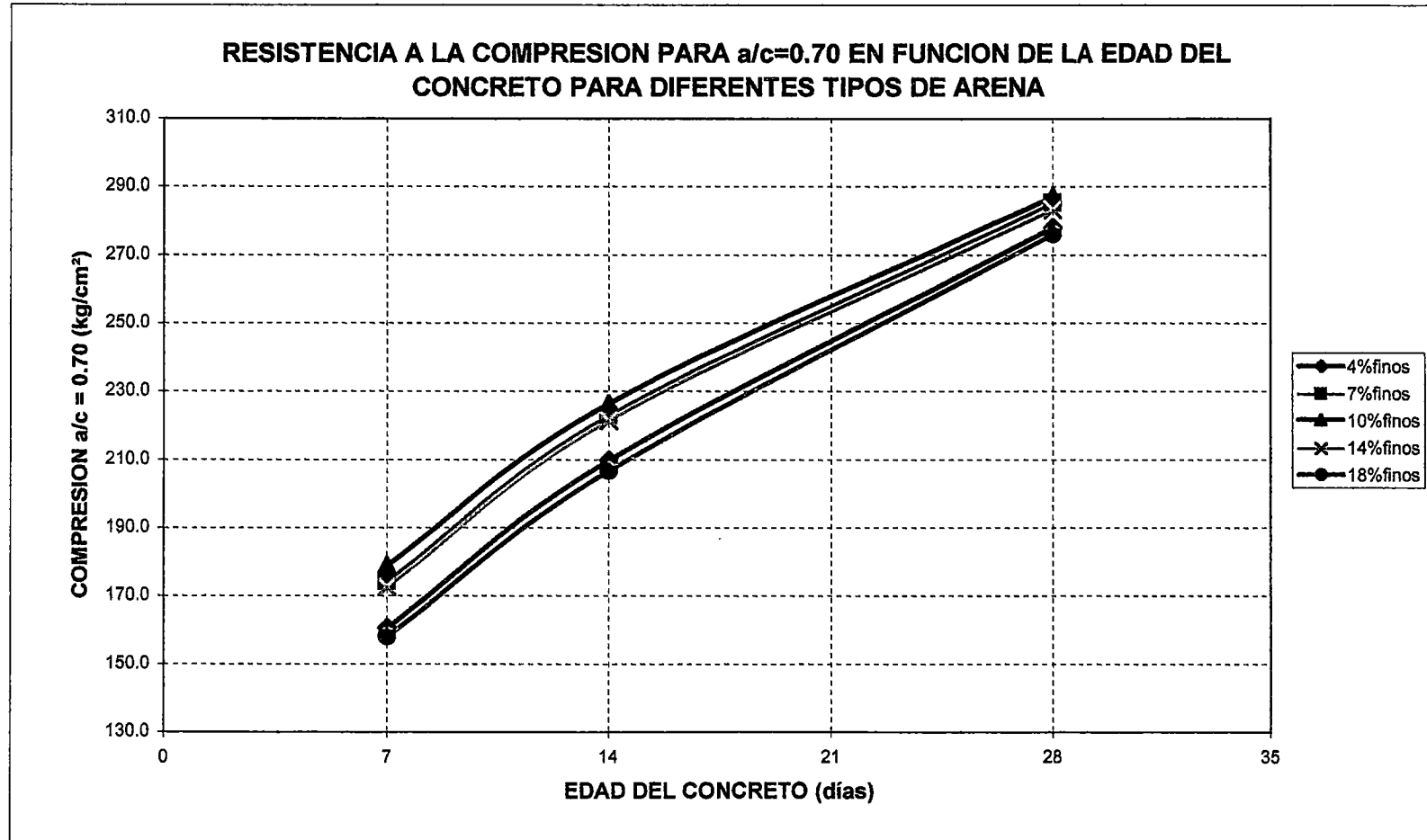




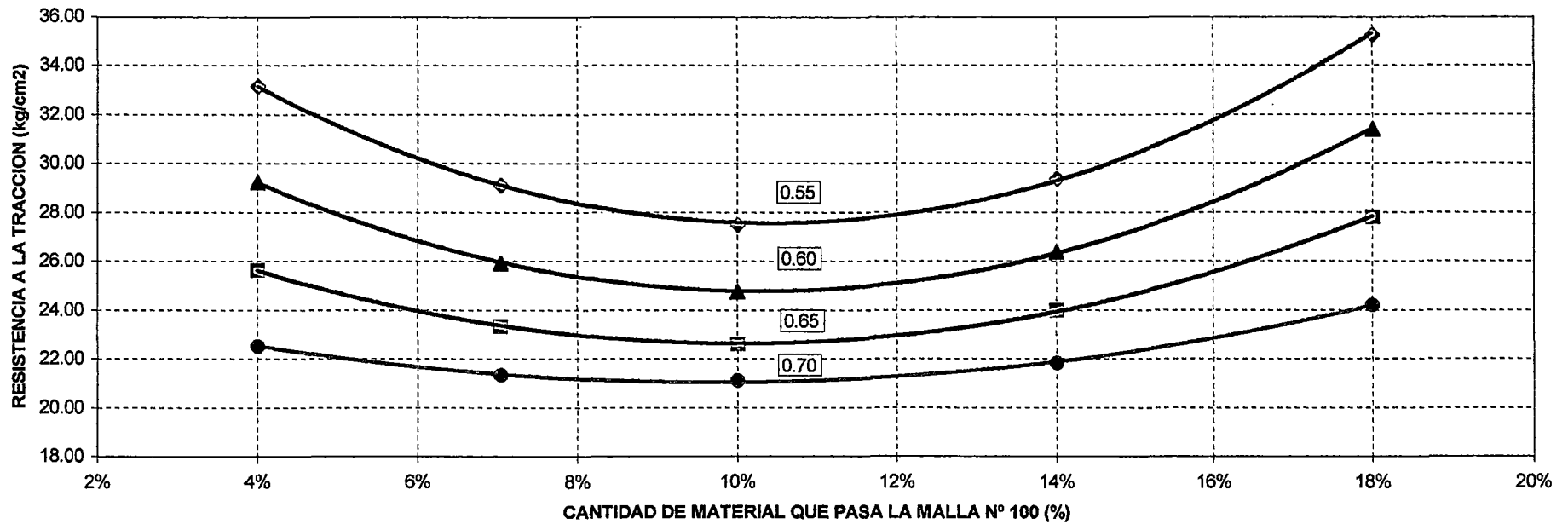
RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA $a/c=0.60$ EN FUNCION DE LA EDAD DEL CONCRETO PARA DIFERENTES TIPOS DE ARENA

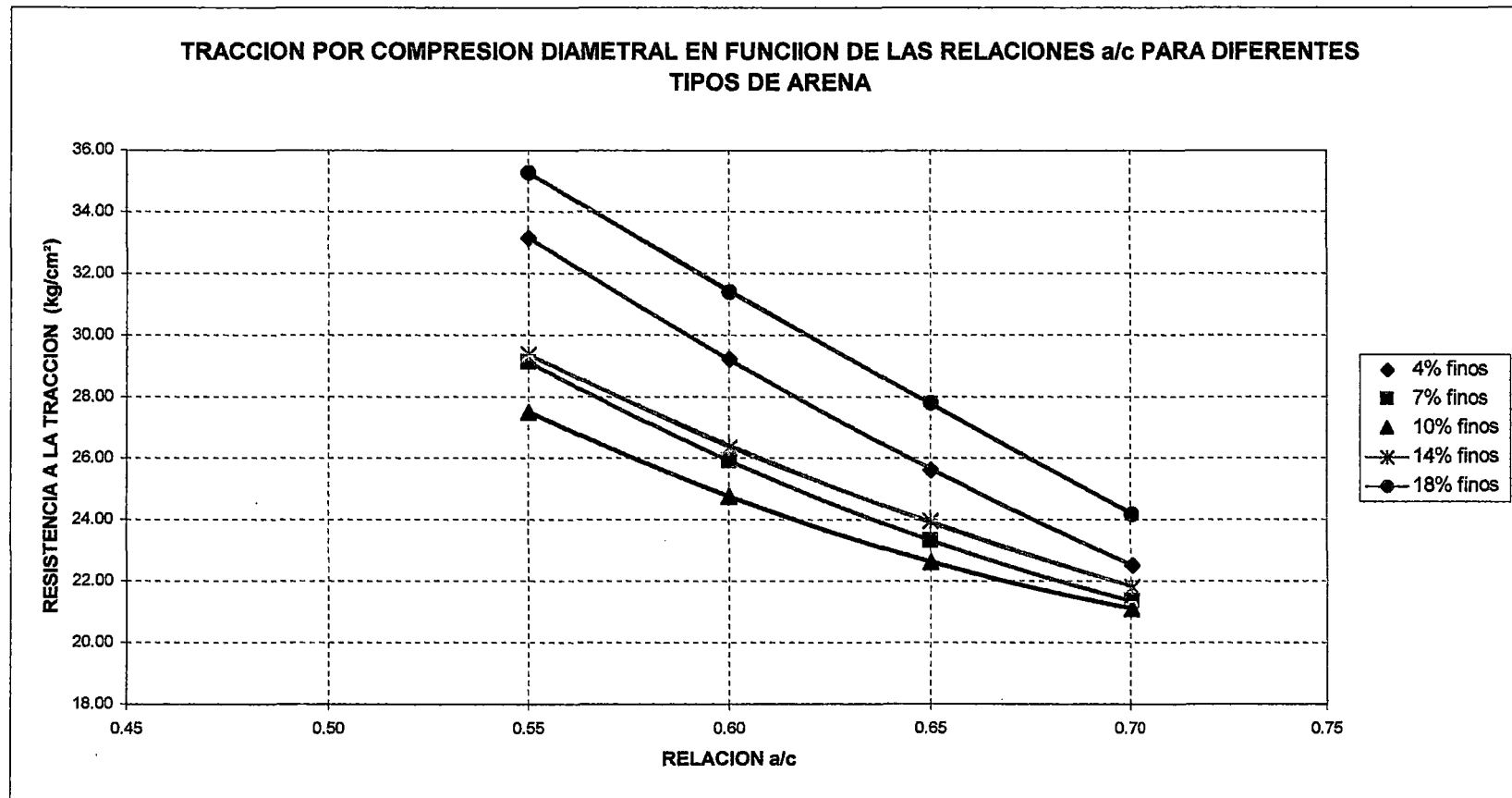






RESISTENCIA A LA TRACCION EN FUNCION DEL % FINOS QUE PASA LA MALLA N°100 PARA LAS DIFERENTES RELACIONES a/c





CAPITULO IX

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

9.0 RELACION DE CUADROS DE LOS ANALISIS

9.0.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS AL ESTADO FRESCO

- CUADRO IX-3,1 Comparación porcentual del ensayo de Asentamiento variando el porcentaje de finos de la arena, desde 4% de finos hasta 18% de finos, para cada relación a/c estudiada.
- CUADRO IX-3,2 Comparación porcentual del ensayo de Peso Unitario variando el porcentaje de finos de la arena, desde 4% de finos hasta 18% de finos, para cada relación a/c estudiada.
- CUADRO IX-3,3 Comparación porcentual del ensayo de Peso Unitario variando las relaciones a/c desde 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.
- CUADRO IX-3,4 Comparación porcentual del ensayo del ensayo de Contenido de Aire variando el porcentaje de finos de la arena, desde 4% de finos hasta 18% de finos, para cada relación a/c.
- CUADRO IX-3,5 Comparación porcentual del ensayo de Contenido de Aire variando las relaciones a/c desde 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.
- CUADRO IX-3,6 Comparación porcentual del ensayo de Exudación variando el porcentaje de finos de la arena, desde 4% de finos hasta 18% de finos, para cada relación a/c estudiada.

- CUADRO IX-3,7 Comparación porcentual del ensayo de Exudación variando las relaciones a/c desde 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.
- CUADRO IX-3,8 Comparación porcentual del ensayo de Tiempo de Fraguado Inicial variando el porcentaje de finos de la arena, desde 4% de finos hasta 18% de finos, para cada relación a/c estudiada.
- CUADRO IX-3,9 Comparación porcentual del ensayo de Tiempo de Fraguado Inicial variando las relaciones a/c desde 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.
- CUADRO IX-3,10 Comparación porcentual del ensayo de Tiempo de Fraguado Final variando el porcentaje de finos de la arena, desde 4% de finos hasta 18% de finos, para cada relación a/c estudiada.
- CUADRO IX-3,11 Comparación porcentual del ensayo de Tiempo de Fraguado Final variando las relaciones a/c desde 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.

9.0.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO

- CUADRO IX-3,12 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días para cada relación a/c, variando el porcentaje de finos desde 4% a 18% de finos.
- CUADRO IX-3,13 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días, variando las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.

- CUADRO IX-3,14 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días para cada relación a/c, variando el porcentaje de finos desde 4% a 18% de finos.
- CUADRO IX-3,15 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días, variando las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.
- CUADRO IX-3,16 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días para cada relación a/c, variando el porcentaje de finos desde 4% a 18% de finos.
- CUADRO IX-3,17 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días, variando las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.
- CUADRO IX-3,18 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Tracción a los 28 días para cada relación a/c, variando el porcentaje de finos desde 4% a 18% de finos.
- CUADRO IX-3,19 Comparación porcentual del ensayo de Resistencia a la Tracción a los 28 días, variando las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada tipo de arena estudiado.

9.1 RELACION DE GRAFICOS DE LOS ANALISIS

9.1.1 RELACION DE ENSAYOS AL ESTADO FRESCO

- GRAFICO IX-3,1 Gráfico de comparación porcentual del Asentamiento en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.55.

- GRAFICO IX-3,2 Gráfico de comparación porcentual del Asentamiento en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.60$.
- GRAFICO IX-3,3 Gráfico de comparación porcentual del Asentamiento en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.65$.
- GRAFICO IX-3,4 Gráfico de comparación porcentual del Asentamiento en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.70$.
- GRAFICO IX-3,5 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.55$.
- GRAFICO IX-3,6 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.60$.
- GRAFICO IX-3,7 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.65$.
- GRAFICO IX-3,8 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.70$.
- GRAFICO IX-3,9 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función de las relaciones a/c , para 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,10 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función de las relaciones a/c , para 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,11 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función de las relaciones a/c , para 10% de finos.

- GRAFICO IX-3,12 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función de las relaciones a/c, para 14% de finos.
- GRAFICO IX-3,13 Gráfico de comparación porcentual del Peso Unitario en función de las relaciones a/c, para 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,14 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.55.
- GRAFICO IX-3,15 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.60.
- GRAFICO IX-3,16 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.65.
- GRAFICO IX-3,17 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.70.
- GRAFICO IX-3,18 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función de las relaciones a/c, para 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,19 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función de las relaciones a/c, para 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,20 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función de las relaciones a/c, para 10% de finos.

- GRAFICO IX-3,21 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función de las relaciones a/c, para 14% de finos.
- GRAFICO IX-3,22 Gráfico de comparación porcentual del Contenido de Aire en función de las relaciones a/c, para 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,23 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.55.
- GRAFICO IX-3,24 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.60.
- GRAFICO IX-3,25 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.65.
- GRAFICO IX-3,26 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.70.
- GRAFICO IX-3,27 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función de las relaciones a/c, para 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,28 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función de las relaciones a/c, para 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,29 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función de las relaciones a/c, para 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,30 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función de las relaciones a/c, para 14% de finos.

- GRAFICO IX-3,31 Gráfico de comparación porcentual de Exudación en función de las relaciones a/c, para 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,32 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.55.
- GRAFICO IX-3,33 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.60.
- GRAFICO IX-3,34 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.65.
- GRAFICO IX-3,35 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función del material que pasa la malla N°100 para la relación a/c = 0.70.
- GRAFICO IX-3,36 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función de las relaciones a/c, para 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,37 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función de las relaciones a/c, para 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,38 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función de las relaciones a/c, para 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,39 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función de las relaciones a/c, para 14% de finos.

- GRAFICO IX-3,40 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Inicial en función de las relaciones a/c, para 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,41 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.55$.
- GRAFICO IX-3,42 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.60$.
- GRAFICO IX-3,43 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.65$.
- GRAFICO IX-3,44 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función del material que pasa la malla N°100 para la relación $a/c = 0.70$.
- GRAFICO IX-3,45 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función de las relaciones a/c, para 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,46 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función de las relaciones a/c, para 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,47 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función de las relaciones a/c, para 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,48 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función de las relaciones a/c, para 14% de finos.

GRAFICO IX-3,49 Gráfico de comparación porcentual del Tiempo de Fraguado Final en función de las relaciones a/c, para 18% de finos.

9.1.2 RELACION DE ENSAYOS AL ESTADO ENDURECIDO

GRAFICO IX-3,50 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.55.

GRAFICO IX-3,51 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.60.

GRAFICO IX-3,52 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.65.

GRAFICO IX-3,53 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.70.

GRAFICO IX-3,54 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 4% de finos.

GRAFICO IX-3,55 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 7% de finos.

- GRAFICO IX-3,56 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,57 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 14% de finos.
- GRAFICO IX-3,58 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 7 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,59 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.55.
- GRAFICO IX-3,60 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.60.
- GRAFICO IX-3,61 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.65.
- GRAFICO IX-3,62 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.70.
- GRAFICO IX-3,63 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 4% de finos.

- GRAFICO IX-3,64 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,65 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,66 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 14% de finos.
- GRAFICO IX-3,67 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 14 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,68 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.55.
- GRAFICO IX-3,69 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.60.
- GRAFICO IX-3,70 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación a/c = 0.65.

- GRAFICO IX-3,71 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación $a/c = 0.70$.
- GRAFICO IX-3,72 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,73 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,74 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,75 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 14% de finos.
- GRAFICO IX-3,76 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Compresión a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 18% de finos.
- GRAFICO IX-3,77 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación $a/c = 0.55$.
- GRAFICO IX-3,78 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación $a/c = 0.60$.

- GRAFICO IX-3,79 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación $a/c = 0.65$.
- GRAFICO IX-3,80 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de la cantidad de material que pasa la malla N°100, para la relación $a/c = 0.70$.
- GRAFICO IX-3,81 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 4% de finos.
- GRAFICO IX-3,82 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 7% de finos.
- GRAFICO IX-3,83 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 10% de finos.
- GRAFICO IX-3,84 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 14% de finos.
- GRAFICO IX-3,85 Gráfico de comparación porcentual de la Resistencia a la Tracción a los 28 días en función de las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para arena de 18% de finos.

9.2 GENERALIDADES

En éste capítulo nos centraremos a analizar los resultados presentados en cada uno de los cuadros y gráficos ya descritos en los capítulos correspondientes, basados en los ensayos de concreto realizados, tanto en su estado fresco como endurecido.

En el presente trabajo de investigación se estudiaron los concretos de mediana y baja resistencia para las relaciones agua-cemento: 0.55,0.60,0.65 y 0.70 y cuya arena tiene una variación de material que pasa la malla N°100, de 4%, 7%, 10%, 14% y 18%, con cemento tipo I Andino.

Para mejor entendimiento del texto que ha continuación presentamos, tenemos las siguientes abreviaturas:

a/c = agua-cemento
 rf = porcentaje de arena
 4% de finos = 4% de material que pasa la malla N° 100
 7% de finos = 7% de material que pasa la malla N° 100
 10% de finos = 10% de material que pasa la malla N° 100
 14% de finos = 14% de material que pasa la malla N° 100
 18% de finos = 18% de material que pasa la malla N° 100

9.3 ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO FRESCO:

Los ensayos de concreto fresco estudiados son los de asentamiento, peso unitario, contenido de aire, porcentaje de exudación y tiempo de fraguado, realizados manteniendo constante la relación a/c, y el $rf=0.54$.

9.3.1 ASENTAMIENTO

En éste ensayo para cada una de las relaciones a/c estudiadas, el asentamiento se encuentra entre 7.5cm a 10.2cm, disminuyendo porcentualmente conforme aumenta la cantidad de finos.

- ◆ Para la relación a/c = 0.55 y 4% de finos de la arena, se tiene un asentamiento de 10.1 cm, el que tomaremos de referencia de comparación como 100%.

- Para 7% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.8 cm, disminuyendo 0.3 cm, lo que representa una variación porcentual de 2.97.
 - Para 10% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.2 cm, disminuyendo 0.9 cm, lo que representa una variación porcentual de 8.91.
 - Para 14% de finos de la arena, el asentamiento es de 8.2 cm, disminuyendo 1.9 cm, lo que representa una variación porcentual de 18.81.
 - Para 18% de finos de la arena, el asentamiento es de 7.6 cm, disminuyendo 2.5 cm, lo que representa una variación porcentual de 24.75.
- ◆ Para la relación agua-cemento $a/c = 0.60$ y 4% de finos de la arena, se tiene un asentamiento de 10.1 cm, el que tomaremos como referencia de comparación de 100%.
- Para 7% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.9 cm, disminuyendo 0.2 cm, lo que representa una variación porcentual de 1.98.
 - Para 10% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.4 cm, disminuyendo 0.7 cm, lo que representa una variación porcentual de 6.93.
 - Para 14% de finos de la arena, el asentamiento es de 8.3 cm, disminuyendo 1.8 cm, lo que representa una variación porcentual de 17.82.
 - Para 18% de finos de la arena, el asentamiento es de 7.6 cm, disminuyendo 2.5 cm, lo que representa una variación porcentual de 24.75.
- ◆ Para la relación agua-cemento $a/c = 0.65$ y 4% de finos de la arena, se tiene un asentamiento de 10.0 cm, el que tomaremos como referencia de comparación de 100%.
- Para 7% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.8 cm, disminuyendo 0.2 cm lo que representa una variación porcentual de 2.00.
 - Para 10% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.6 cm, disminuyendo 0.4 cm, lo que representa una variación porcentual de 4.00.
 - Para 14% de finos de la arena, el asentamiento es de 8.4 cm, disminuyendo 1.6 cm, lo que representa una variación porcentual de 16.00.
 - Para 18% de finos de la arena, el asentamiento es de 7.8 cm, disminuyendo 2.2 cm, lo que representa una variación porcentual de 22.00.

- ◆ Para la relación $a/c = 0.70$ y 4% de finos de la arena, se tiene un asentamiento de 9.9 cm, el que tomaremos como referencia de comparación de 100%.
 - Para 7% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.6 cm, disminuyendo 0.3 cm, lo que representa una variación porcentual de 3.03.
 - Para 10% de finos de la arena, el asentamiento es de 9.1 cm, disminuyendo 0.8 cm, lo que representa una variación porcentual de 8.08.
 - Para 14% de finos de la arena, el asentamiento es de 8.8 cm, disminuyendo 1.1 cm, lo que representa una variación porcentual de 11.11.
 - Para 18% de finos de la arena, el asentamiento es de 7.9 cm, disminuyendo 2.0 cm, lo que representa una variación porcentual de 20.20.

9.3.2 PESO UNITARIO

En las mezclas estudiadas de $a/c=0.55,0.60,0.65$ y 0.70 el peso unitario se va incrementando conforme crece en la arena el porcentaje de finos hasta 10%, luego al aumentar en la arena el porcentaje de finos hasta 18% el peso unitario va disminuyendo.

- ◆ Para la relación $a/c = 0.55$ y 4% de finos de la arena, el peso unitario es 2329.82 kg./m^3 , veremos la variación porcentual tomando como 100% este dato.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 7% de finos de la arena, el peso unitario es 2334.49 kg./m^3 , aumentando 4.67 kg./m^3 , representando una variación de 0.20%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 10% de finos de la arena, el peso unitario es 2336.84 kg./m^3 , aumentando 7.02 kg./m^3 , representando una variación de 0.30%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 14% de finos de la arena, el peso unitario es 2333.33 kg./m^3 , aumentando 3.51 kg./m^3 , representando una variación de 0.15%.

- Para la relación $a/c=0.55$ y 18% de finos de la arena, el peso unitario es 2327.53 kg./m³, disminuyendo 2.29 kg./m³, representando una variación de 0.10%.
- ◆ Para la relación $a/c =0.60$ y 4% de finos de la arena, el peso unitario es 2326.32 kg./m³, veremos la variación porcentual tomando como 100% este dato.
- Para la relación $a/c=0.60$ y 7% de finos de la arena, el peso unitario es 2329.82 kg./m³, aumentando 3.50 kg./m³, representando una variación de 0.15%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos de la arena, el peso unitario es 2333.33 kg./m³, aumentando 7.01 kg./m³, representando una variación de 0.30%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos de la arena, el peso unitario es 2326.32 kg./m³, manteniéndose constante este valor.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos de la arena, el peso unitario es 2322.81 kg./m³, disminuyendo 3.51 kg./m³, representando una variación de 0.15%.
- ◆ Para la relación $a/c =0.65$ y 4% de finos de la arena, el peso unitario es 2320.56 kg./m³, veremos la variación porcentual tomando como 100% este dato.
- Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos de la arena, el peso unitario es 2322.81 kg./m³, aumentando 2.25 kg./m³, representando una variación de 0.10%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos de la arena, el peso unitario es 2326.32 kg./m³, aumentando 7.01 kg./m³, representando una variación de 0.30%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos de la arena, el peso unitario es 2320.56 kg./m³, manteniéndose constante.

- Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos de la arena, el peso unitario es 2317.07 kg./m³, disminuyendo 3.51 kg./m³, representando una variación de 0.15%.
- ◆ Para la relación $a/c =0.70$ y 4% de finos de la arena, el peso unitario es 2311.11 kg./m³, veremos la variación porcentual tomando como 100% este dato.
- Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos de la arena, el peso unitario es 2316.67 kg./m³, aumentando 5.56 kg./m³, representando una variación de 0.24%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos de la arena, el peso unitario es 2322.22 kg./m³, aumentando 11.11 kg./m³, representando una variación de 0.48%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos de la arena, el peso unitario es 2316.67 kg./m³, aumentando 5.56 kg./m³, representando una variación de 0.24%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos de la arena, el peso unitario es 2311.11 kg./m³, manteniendo constante este valor.
- ❖ Al observar el gráfico Cantidad Que Pasa la Malla N°100 vs Peso Unitario, vemos que el peso unitario va aumentando conforme aumenta en la arena el porcentaje de finos hasta 10%; sin embargo al seguir aumentando en la arena el porcentaje de finos hasta 18%, el peso unitario va disminuyendo, para cada una de las relaciones a/c .

Al aumentar el peso unitario con el gradual crecimiento del porcentaje de finos de la arena, el concreto es cada vez más denso e impermeable, hasta la arena de 10% de finos; sin embargo el mayor incremento de finos en la arena hasta 18%, es desfavorable, por lo que los pesos unitarios comienzan a disminuir.

Al observar cada uno de los porcentajes de finos estudiados 4%, 7%, 10%, 14% y 18%, con relación a las cuatro mezclas estudiadas 0.55,0.60,0.65 y 0.70, vemos que el peso unitario va disminuyendo conforme aumenta las relaciones a/c.

- ◆ Para 4% de finos de la arena y la relación $a/c=0.55$, el peso unitario es 2329.82 kg./m³, que para éste análisis será considerado como 100%.
 - Para 4% de finos de la arena y la relación $a/c=0.60$, el peso unitario es 2326.32 kg./m³, disminuyendo 3.5 kg./m³, que representa una variación de 0.15 %.
 - Para 4% de finos de la arena y la relación $a/c=0.65$, el peso unitario es 2320.56 kg./m³, disminuyendo 9.26 kg./m³, que representa una variación de 0.40 %.
 - Para 4% de finos de la arena y la relación $a/c=0.70$, el peso unitario es 2311.11 kg./m³, disminuyendo 18.71 kg./m³, que representa una variación de 0.80 %.

- ◆ Para 7% de finos de la arena y la relación $a/c=0.55$, el peso unitario es 2334.49 kg./m³, que para éste análisis será considerado como 100%.
 - Para 7% de finos de la arena y la relación $a/c=0.60$, el peso unitario es 2329.82 kg./m³, disminuyendo 4.67 kg./m³, que representa una variación de 0.20%.
 - Para 7% de finos de la arena y la relación $a/c=0.65$, el peso unitario es 2322.81 kg./m³, disminuyendo 11.68 kg./m³, que representa una variación de 0.50%.
 - Para 7% de finos de la arena y la relación $a/c=0.70$, el peso unitario es 2316.67 kg./m³, disminuyendo 17.82 kg./m³, que representa una variación de 0.76%.

- ◆ Para 10% de finos de la arena y la relación $a/c=0.55$, el peso unitario es 2336.84 kg./m³, que para éste análisis será considerado como 100%.

- Para 10% de finos de la arena y la relación $a/c=0.60$, el peso unitario es 2333.33 kg./m³, disminuyendo 3.51 kg./m³, que representa una variación de 0.15%.
 - Para 10% de finos de la arena y la relación $a/c=0.65$, el peso unitario es 2326.32 kg./m³, disminuyendo 10.52 kg./m³, que representa una variación de 0.45%.
 - Para 10% de finos de la arena y la relación $a/c=0.70$, el peso unitario es 2322.22 kg./m³, disminuyendo 14.62 kg./m³, que representa una variación de 0.63%.
- ◆ Para 14% de finos de la arena y la relación $a/c=0.55$, el peso unitario es 2333.33 kg./m³, que para éste análisis será considerado como 100%.
- Para 14% de finos de la arena y la relación $a/c=0.60$, el peso unitario es 2326.32 kg./m³, disminuyendo 7.01 kg./m³, que representa una variación de 0.30%.
 - Para 14% de finos de la arena y la relación $a/c=0.65$, el peso unitario es 2320.56 kg./m³, disminuyendo 12.77 kg./m³, que representa una variación de 0.55%.
 - Para 14% de finos de la arena y la relación $a/c=0.70$, el peso unitario es 2316.67 kg./m³, disminuyendo 16.66 kg./m³, que representa una variación de 0.71%.
- ◆ Para 18% de finos de la arena y la relación $a/c=0.55$, el peso unitario es 2327.53 kg./m³, que para éste análisis será considerado como 100%.
- Para 18% de finos de la arena y la relación $a/c=0.60$, el peso unitario es 2322.81kg/m³ disminuyendo 4.72 kg./m³, que representa una variación de 0.20%.
 - Para 18% de finos de la arena y la relación $a/c=0.65$ el peso unitario es 2317.07 kg./m³, disminuyendo 10.46 kg./m³, que representa una variación de 0.45%.

- Para 18% de finos de la arena y la relación $a/c=0.70$, el peso unitario es 2311.11 kg./m^3 , disminuyendo 16.42 kg./m^3 , que representa una variación de 0.71%.
- ❖ En el gráfico Relación a/c vs Peso Unitario, el peso unitario va disminuyendo conforme aumenta las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada uno de los porcentajes de finos de las arenas que van de 4% a 18%.

Al mantenerse constante el agua de mezcla en cada una de las relaciones agua-cemento estudiada, y al aumentar éstas de 0.55 a 0.70 para cada uno de los porcentajes de finos estudiados el requerimiento de cemento disminuye, del mismo modo el peso unitario.

9.3.3 CONTENIDO DE AIRE

Al incrementarse el porcentaje de finos en la arena hasta 10%, el contenido de aire disminuye, pero al seguir incrementándose en la arena el porcentaje de finos hasta 18%, el contenido de aire aumenta.

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ y 4% de finos, el contenido de aire es de 1.03%, que para éste análisis lo consideramos como 100%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 7% de finos, el contenido de aire es 0.83%, disminuyendo 0.20%, lo que representa una variación porcentual de 19.41.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 10% de finos, el contenido de aire es 0.73%, disminuyendo 0.30%, lo que representa una variación porcentual de 29.13.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 14% de finos, el contenido de aire es 0.88% disminuyendo 0.15%, lo que representa una variación porcentual de 14.56.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 18% de finos, el contenido de aire es de 1.13%, aumentando 0.10%, lo que representa una variación porcentual de 9.71.

- ◆ Para la relación $a/c=0.60$ y 4% de finos, el contenido de aire es 1.03%, que para éste análisis lo consideramos como 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 7% de finos, el contenido de aire es 0.88%, disminuyendo 0.15%, lo que representa una variación porcentual de 14.56.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos, el contenido de aire es 0.73%, disminuyendo 0.30%, lo que representa una variación porcentual de 29.13.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos, el contenido de aire es 1.03%, manteniéndose constante respecto al valor inicial.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos, el contenido de aire es 1.18%, aumentando 0.15%, lo que representa una variación porcentual de 14.56.

- ◆ Para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos, el contenido de aire es 1.10%, que para éste análisis lo consideramos como 100%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos, el contenido de aire es 1.01%, disminuyendo 0.09%, lo que representa una variación porcentual de 8.18.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos, el contenido de aire es 0.86%, disminuyendo 0.24%, lo que representa una variación porcentual de 21.82.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos, el contenido de aire es 1.10%, manteniéndose constante respecto al valor inicial.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos, el contenido de aire es 1.25%, aumentando 0.15%, lo que representa una variación porcentual de 13.64.

- ◆ Para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos, el contenido de aire es 1.43%, que para éste análisis lo consideramos como 100%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos, el contenido de aire es 1.19%, disminuyendo 0.24%, lo que representa una variación porcentual de 16.78.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos, el contenido de aire es 0.95%, disminuyendo 0.48%, lo que representa una variación porcentual de 33.57.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos, el contenido de aire es 1.19%, disminuyendo 0.24%, lo que representa una variación porcentual de 16.78.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos, el contenido de aire es de 1.43% manteniéndose constante respecto al valor inicial.

- ❖ En el gráfico Cantidad de Material Que Pasa la Malla N°100 vs Contenido de Aire, observamos que al aumentar en la arena el porcentaje de finos hasta 10%, el contenido de aire va disminuyendo; contrariamente al seguir creciendo en la arena el porcentaje de finos, el contenido de aire aumenta, para cada una de las relaciones a/c estudiadas.

Al analizar la variación de cada uno de los porcentajes de finos de la arena estudiados, respecto a las cuatro relaciones agua-cemento, tenemos que el contenido de aire va aumentando conforme aumenta las relaciones $a/c=0.55, 0.60, 0.65$ y 0.70 .

- ◆ En la arena con 4% de finos y relación $a/c=0.55$, el contenido de aire es de 1.03%, el que tomaremos como 100% para poder comparar.
 - En la arena con 4% de finos y la relación $a/c=0.60$, el contenido de aire es 1.03%, manteniéndose constante respecto al valor inicial.

- En la arena con 4% de finos y la relación $a/c=0.65$, el contenido de aire es 1.10%, aumentando 0.07%, lo que representa una variación porcentual de 6.8.
- En la arena con 4% de finos y la relación $a/c=0.70$, el contenido de aire es 1.43%, aumentando 0.24%, lo que representa una variación porcentual de 16.78.
- ◆ En la arena con 7% de finos y relación $a/c=0.55$, el contenido de aire es 0.83%, el que tomaremos como 100% para poder comparar.
 - En la arena con 7% de finos y la relación $a/c=0.60$, el contenido de aire es 0.88%, aumentando 0.05%, lo que representa una variación porcentual de 6.02.
 - En la arena con 7% de finos y la relación $a/c=0.65$, el contenido de aire es 1.01%, aumentando 0.18%, lo que representa una variación porcentual de 21.69.
 - En la arena con 7% de finos y la relación $a/c=0.70$, el contenido de aire es 1.19%, aumentando 0.36%, lo que representa una variación porcentual de 43.37.
- ◆ En la arena con 10% de finos y relación $a/c=0.55$, el contenido de aire es 0.73%, el que tomaremos como 100% para poder comparar.
 - En la arena con 10% de finos y la relación $a/c=0.60$, el contenido de aire es 0.73%, manteniéndose constante respecto al valor inicial.
 - En la arena con 10% de finos y la relación $a/c=0.65$, el contenido de aire es 0.86, aumentando 0.13%, lo que representa una variación porcentual de 17.81.
 - En la arena con 10% de finos y la relación $a/c=0.95$, el contenido de aire es 0.22%, aumentando 0.24%, lo que representa una variación porcentual de 30.14.

- ◆ En la arena con 14% de finos y relación $a/c=0.55$, el contenido de aire es 0.88%, el que tomaremos como 100% para poder comparar.
 - En la arena con 14% de finos y la relación $a/c=0.60$, el contenido de aire es de 1.03%, aumentando 0.15%, lo que representa una variación porcentual de 17.05.
 - En la arena con 14% de finos y la relación $a/c=0.65$, el contenido de aire es de 1.10%, aumentando 0.22%, lo que representa una variación porcentual de 25.00.
 - En la arena con 14% de finos y la relación $a/c=0.70$, el contenido de aire es de 1.19%, aumentando 0.31%, lo que representa una variación porcentual de 35.23.

- ◆ En la arena con 18% de finos y relación $a/c=0.55$, el contenido de aire es de 1.13% el que tomaremos como 100% para poder comparar.
 - En la arena con 18% de finos y la relación $a/c=0.60$, el contenido de aire es de 1.18%, aumentando 0.05%, lo que representa una variación porcentual de 4.42.
 - En la arena con 18% de finos y la relación $a/c=0.65$, el contenido de aire es de 1.25, aumentando 0.12%, lo que representa una variación porcentual de 10.62.
 - En la arena con 18% de finos y la relación $a/c=0.70$, el contenido de aire es de 1.43%, aumentando 0.30%, lo que representa una variación porcentual de 26.55.

- ❖ De acuerdo al gráfico Relación a/c vs Contenido de Aire, vemos que el contenido de aire aumenta, al aumentar las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada uno de los porcentajes de finos de 4% a 18%.

9.3.4 PORCENTAJE DE EXUDACIÓN

En este ensayo a medida que aumenta el porcentaje de finos de la arena de 4% a 18%, el porcentaje de exudación disminuye para cada relación agua-cemento estudiada.

- ◆ En la relación $a/c=0.55$ y con 4% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 2.97%, que para este análisis representa el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 7% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 2.39%, disminuyendo 0.58% lo que representa una variación de 19.53%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 10% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 2.18%, disminuyendo 0.79% lo que representa una variación de 26.60%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 14% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 1.91%, disminuyendo 1.69% lo que representa una variación de 35.69%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 18% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 1.28%, disminuyendo 0.58% lo que representa una variación de 56.9%.
- ◆ En la relación $a/c=0.60$ y con 4% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.41%, que para este análisis representa el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 7% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.32%, disminuyendo 0.09% lo que representa una variación de 2.64%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.30%, disminuyendo 0.11% lo que representa una variación de 3.23%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.24%, disminuyendo 0.35% lo que representa una variación de 10.26%.

- Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.16%, disminuyendo 0.43% lo que representa una variación de 12.61%.
- ◆ En la relación $a/c=0.65$ y con 4% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.62%, que para este análisis representa el 100%.
- Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.53%, disminuyendo 0.09% lo que representa una variación de 2.49%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.45%, disminuyendo 0.17% lo que representa una variación de 4.70%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.24%, disminuyendo 0.38% lo que representa una variación de 10.50%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.16%, disminuyendo 0.46% lo que representa una variación de 12.71%.
- ◆ En la relación $a/c=0.70$ y con 4% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 4.92%, que para este análisis representa el 100%.
- Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 4.56%, disminuyendo 0.36% lo que representa una variación de 7.32%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 4.26%, disminuyendo 0.66% lo que representa una variación de 13.42%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 4.01%, disminuyendo 0.91% lo que representa una variación de 18.50%.

- Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos en la arena, el porcentaje de exudación es de 3.26%, disminuyendo 1.66% lo que representa una variación de 33.74%.
- ❖ En el gráfico Relación a/c vs Porcentaje de Exudación, observamos que el porcentaje de exudación disminuye conforme aumenta en la arena el porcentaje de finos de 4% a 18%, para cada una de las relaciones a/c estudiadas.

Analizando cada una de las arenas estudiadas respecto a las relaciones agua-cemento tenemos que, el porcentaje de exudación aumenta conforme aumenta las relaciones agua-cemento.

- ◆ El porcentaje de exudación 2.97% corresponde a la relación $a/c=0.55$ y 4% de finos que para fines de análisis representa el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 4% de finos el porcentaje de exudación es 3.41%, aumentando 0.44%, variando entonces en 14.81%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos el porcentaje de exudación es 3.62%, aumentando 0.65%, variando entonces en 21.89%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos el porcentaje de exudación es 4.92%, aumentando 1.95%, variando entonces en 65.66%.
- ◆ El porcentaje de exudación 2.39% corresponde a la relación $a/c=0.55$ y 7% de finos que para fines de análisis representa el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 7% de finos el porcentaje de exudación es 3.32%, aumentando 0.93%, variando entonces en 38.91%.

- Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos el porcentaje de exudación es 3.53%, aumentando 1.14%, variando entonces en 47.70%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos el porcentaje de exudación es 4.56%, aumentando 2.17%, variando entonces en 90.79%.
- ◆ El porcentaje de exudación 2.18% corresponde a la relación $a/c=0.55$ y 10% de finos que para fines de análisis representa el 100%.
- Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos el porcentaje de exudación es 3.30%, aumentando 1.12%, variando entonces en 51.37%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos el porcentaje de exudación es 3.45%, aumentando 1.27%, variando entonces en 58.26%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos el porcentaje de exudación es 4.26%, aumentando 2.08%, variando entonces en 95.41%.
- ◆ El porcentaje de exudación 1.91% corresponde a la relación $a/c=0.55$ y 14% de finos que para fines de análisis representa el 100%.
- Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos el porcentaje de exudación es 3.06%, aumentando 1.15%, variando entonces en 60.21%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos el porcentaje de exudación es 3.24%, aumentando 1.33%, variando entonces en 69.63%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos el porcentaje de exudación es 4.01%, aumentando 2.10%, variando entonces en 109.95%.

- ◆ El porcentaje de exudación 1.28% corresponde a la relación $a/c=0.55$ y 18% de finos que para fines de análisis representa el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos el porcentaje de exudación es 2.98%, aumentando 1.70%, variando entonces en 132.81%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos el porcentaje de exudación es 3.16%, aumentando 1.88%, variando entonces en 146.88%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos el porcentaje de exudación es 3.26%, aumentando 1.98%, variando entonces en 154.69%.

- ❖ De acuerdo al gráfico Relación a/c vs Porcentaje de Exudación, vemos que el porcentaje de exudación aumenta, al aumentar las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada una de los porcentajes de finos de las arenas estudiada.

Esta disminución del porcentaje de exudación al aumentar el porcentaje de finos de la arena, se debe a que se incrementa también el área mojada, produciéndose entonces mezclas con mayor retención de agua.

Por el contrario al aumentar las relaciones agua-cemento el porcentaje de exudación aumenta, esto se debe fundamentalmente a que se trata de mezclas cada vez más pobres es decir con menos cantidad de cemento, produciéndose la disminución de la retención de agua.

9.3.5 TIEMPO DE FRAGUADO

Vemos que al incrementarse el porcentaje de finos de la arena de 4% a 18%, los tiempos de fraguado inicial y final van disminuyendo, para cada relación a/c que va de 0.55 a 0.70.

9.3.5.1 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL

- ◆ Analizaremos la variación para el tiempo de fraguado inicial, que para la relación a/c=0.55 y 4% de finos es de 4h 39min cuyo valor para materia del análisis lo tomaremos como 100%.
 - Para la relación a/c=0.55 y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 37min, disminuyendo 2min representando una variación de 0.72%.
 - Para la relación a/c=0.55 y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 32min, disminuyendo 7min representando una variación de 2.51%.
 - Para la relación a/c=0.55 y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 26min, disminuyendo 13min representando una variación de 4.66%.
 - Para la relación a/c=0.55 y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 10min, disminuyendo 29min representando una variación de 10.39%.
- ◆ Analizaremos la variación para el tiempo de fraguado inicial, que para la relación a/c=0.60 y 4% de finos es de 4h 45min cuyo valor para materia del análisis lo tomaremos como 100%.
 - Para la relación a/c=0.60 y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 45min, manteniéndose constante respecto al valor inicial.

- Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 41min, disminuyendo 4min representando una variación de 1.40%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 32min, disminuyendo 9min representando una variación de 4.56%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 17min, disminuyendo 15min representando una variación de 9.82%.
- ◆ Analizaremos la variación para el tiempo de fraguado inicial, que para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos es de 4h 52min cuyo valor para materia del análisis lo tomaremos como 100%.
- Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 51min, disminuyendo 1min representando una variación de 0.34%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 47min, disminuyendo 5min representando una variación de 1.71%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 39min, disminuyendo 13min representando una variación de 4.45%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 26min, disminuyendo 26min representando una variación de 8.90%.
- ◆ Analizaremos la variación para el tiempo de fraguado inicial, que para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos es de 5h 14min cuyo valor para materia del análisis lo tomaremos como 100%.
- Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 5h 11min, disminuyendo 3min representando una variación de 0.96%.

- Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 5h 10min, disminuyendo 4min representando una variación de 1.27%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 5h 02min, disminuyendo 12min representando una variación de 3.82%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 4h 54min, disminuyendo 20min representando una variación de 6.37%.
- ❖ En el gráfico % Que Pasa Malla N°100 vs Tiempo de Fraguado Inicial, observamos que el tiempo de fraguado de inicial va disminuyendo conforme aumenta en la arena el porcentaje de finos de 4% a 18%, para cada una de las relaciones de a/c estudiadas.

Analizaremos el tiempo de fraguado final, al incrementarse el porcentaje de finos de la arena de 4% a 18%, para cada relación a/c materia de estudio.

- ◆ Para efecto del análisis tomaremos como 100% el valor de la relación $a/c=0.55$ 4% de finos que es de 6h 49min.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 42min, disminuyendo 7min representando una variación de 1.71%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 35min, disminuyendo 14min representando una variación de 3.42%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 22min, disminuyendo 27min representando una variación de 6.60%.
 - Para la relación $a/c=0.55$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 05min, disminuyendo 44min representando una variación de 10.76%.

- ◆ Para efecto del análisis tomaremos como 100% el valor de la relación $a/c=0.60$ 4% de finos que es de 7h 02min.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 52min, disminuyendo 10min representando una variación de 2.37%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 44min, disminuyendo 18min representando una variación de 4.27%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 27min, disminuyendo 35min representando una variación de 8.29%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 14min, disminuyendo 48min representando una variación de 11.37%.

- ◆ Para efecto del análisis tomaremos como 100% el valor de la relación $a/c=0.65$ 4% de finos que es de 7h 13min
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 7h 04min, disminuyendo 9min representando una variación de 2.08%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 54min, disminuyendo 19min representando una variación de 4.39%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 38min, disminuyendo 35min representando una variación de 8.03%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 23min, disminuyendo 50min representando una variación de 11.55%.

- ◆ Para efecto del análisis tomaremos como 100% el valor de la relación $a/c=0.70$ 4% de finos que es de 7h 33min.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 7h 24min, disminuyendo 9min representando una variación de 1.99%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 7h 15min, disminuyendo 18min representando una variación de 3.97%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 7h 02min, disminuyendo 31min representando una variación de 6.84%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos el tiempo de fraguado inicial es de 6h 47min, disminuyendo 46min representando una variación de 10.15%.

- ❖ En el gráfico % Pasa Malla N°100 vs Tiempo de Fraguado Final, vemos que al aumentar en la arena el porcentaje de finos de 4% a 18%, el tiempo de fraguado final va disminuyendo, para cada relación a/c estudiada.

En esta parte del análisis vemos que tanto el tiempo de fraguado inicial como final crecen, conforme crecen las cuatro relaciones a/c estudiadas desde 0.55 a 0.70, para cada uno de los porcentajes de finos de las arenas materia de estudio.

Con la premisa expuesta analizaremos el tiempo de fraguado inicial.

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ 4% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 39min que para la comparación será el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ 4% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 45min, aumentando 6min, representando una variación porcentual de 2.15.

- Para la relación $a/c=0.65$ 4% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 52min, aumentando 13min, representando una variación porcentual de 4.65.
- Para la relación $a/c=0.70$ 4% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 5h 14min, aumentando 35min, representando una variación porcentual de 12.54.
- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ 7% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 37min que para la comparación será el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ 7% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 45min, aumentando 8min, representando una variación porcentual de 2.88.
 - Para la relación $a/c=0.65$ 7% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 51min, aumentando 14min, representando una variación porcentual de 5.05.
 - Para la relación $a/c=0.70$ 7% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 5h 11min, aumentando 34min, representando una variación porcentual de 12.27.
- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ 10% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 32min que para la comparación será el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ 10% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 41min, aumentando 9min, representando una variación porcentual de 3.31.
 - Para la relación $a/c=0.65$ 10% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 47min, aumentando 15min, representando una variación porcentual de 5.51.
 - Para la relación $a/c=0.70$ 10% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 5h 10min, aumentando 38min, representando una variación porcentual de 13.97.

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ 14% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 26min que para la comparación será el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ 14% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 32min, aumentando 6min, representando una variación porcentual de 2.26.
 - Para la relación $a/c=0.65$ 14% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 39min, aumentando 13min, representando una variación porcentual de 4.88.
 - Para la relación $a/c=0.70$ 14% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 5h 02min, aumentando 36min, representando una variación porcentual de 13.53.

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ 18% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 10min que para la comparación será el 100%.
 - Para la relación $a/c=0.60$ 18% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 17min, aumentando 7min, representando una variación porcentual de 2.80.
 - Para la relación $a/c=0.65$ 18% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 26min, aumentando 16min, representando una variación porcentual de 6.40.
 - Para la relación $a/c=0.70$ 18% de finos, el tiempo de fraguado inicial es de 4h 54min, aumentando 44min, representando una variación porcentual de 17.60.

- ❖ En el gráfico Relación a/c vs Tiempo de Fraguado Inicial, observamos que al aumentar las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, el tiempo de fraguado inicial, también aumenta, para cada uno de los porcentajes de finos de las arenas estudiadas.

9.3.5.2 TIEMPO DE FRAGUADO FINAL

- ◆ En la relación $a/c= 0.55$ y 4% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 49min, que lo llamaremos 100% para el análisis.
 - Para la $a/c=0.60$ y 4% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 02min, aumentando 13min, lo que representa una variación porcentual de 3.18.
 - Para la $a/c=0.65$ y 4% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 13min, aumentando 24min, lo que representa una variación porcentual de 5.87.
 - Para la $a/c=0.70$ y 4% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 33min, aumentando 44min, lo que representa una variación porcentual de 10.76.

- ◆ En la relación $a/c= 0.55$ y 7% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 42min, que lo llamaremos 100% para el análisis.
 - Para la $a/c=0.60$ y 7% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 52min, aumentando 10min, lo que representa una variación porcentual de 2.49.
 - Para la $a/c=0.65$ y 7% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 04min, aumentando 22min, lo que representa una variación porcentual de 5.47.
 - Para la $a/c=0.70$ y 7% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 24min, aumentando 42min, lo que representa una variación porcentual de 10.45.

- ◆ En la relación $a/c= 0.55$ y 10% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 35min, que lo llamaremos 100% para el análisis.
 - Para la $a/c=0.60$ y 10% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 44min, aumentando 9min, lo que representa una variación porcentual de 2.28.

- Para la $a/c=0.65$ y 10% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 54min, aumentando 19min, lo que representa una variación porcentual de 4.81.
 - Para la $a/c=0.70$ y 10% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 15min, aumentando 40min, lo que representa una variación porcentual de 10.13.
- ◆ En la relación $a/c=0.55$ y 14% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 22min, que lo llamaremos 100% para el análisis.
- Para la $a/c=0.60$ y 14% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 27min, aumentando 5min, lo que representa una variación porcentual de 1.31.
 - Para la $a/c=0.65$ y 14% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 38min, aumentando 16min, lo que representa una variación porcentual de 4.19.
 - Para la $a/c=0.70$ y 14% de finos, el tiempo de fraguado final es de 7h 02min, aumentando 40min, lo que representa una variación porcentual de 10.47.
- ◆ En la relación $a/c=0.55$ y 18% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 05min, que lo llamaremos 100% para el análisis.
- Para la $a/c=0.60$ y 18% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 14min, aumentando 9min, lo que representa una variación porcentual de 2.47.
 - Para la $a/c=0.65$ y 18% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 23min, aumentando 18min, lo que representa una variación porcentual de 4.93.
 - Para la $a/c=0.70$ y 18% de finos, el tiempo de fraguado final es de 6h 47min, aumentando 42min, lo que representa una variación porcentual de 11.51.

- ❖ En el gráfico Relación a/c vs Tiempo de Fraguado Final, vemos que el tiempo de fraguado final, aumenta, al aumentar las relaciones a/c de 0.55 a 0.70, para cada porcentaje de arena estudiada.

Esta disminución del tiempo de fraguado conforme aumenta el porcentaje de finos de las arenas, se debe a que éste aumento de finos hace que se acelere en presencia de agua su reacción con el cemento.

Por el contrario, el aumento del tiempo de fraguado conforme aumenta la relación agua-cemento se debe a que al tratarse de mezclas cada vez más pobres en cemento que van de 0.55 a 0.70, retardan por tanto el proceso de hidratación del cemento.

9.4 ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

Los ensayos de concreto endurecido estudiados son los de resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días, y resistencia a la tracción por compresión diametral, realizados manteniendo constante la relación a/c, y el $r_f=0.54$.

9.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

Al observar los resultados vemos que al aumentar en las arenas el porcentaje de finos de 2% hasta 10%, la resistencia a la compresión para los 7, 14 y 28 días aumenta, sin embargo al seguir aumentando el porcentaje de finos hasta 18%, la resistencia a la compresión para las tres edades estudiadas va disminuyendo, en cada una de las relaciones a/c estudiadas.

Resistencia a la Compresión a los 7 días

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ y 4% de finos, la resistencia a la compresión para ésta edad es de 285.1 kg./cm que para efectos del análisis será del 100%.
 - Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 288.3 kg./cm, que significa un aumento de 3.2 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.12.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 289.7 kg./cm, que significa un aumento de 4.6 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.61.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 287.0 kg./cm, que significa un aumento de 1.9 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.67.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 283.2 kg./cm, que significa una disminución de 1.9 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.67.

- ◆ Para la relación $a/c=0.60$ y 4% de finos, la resistencia a la compresión para ésta edad es de 250.0 kg./cm que para efectos del análisis será del 100%.
 - Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 266.1 kg./cm, que significa un aumento de 16.1 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 6.44.

- Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 270.8 kg./cm, que significa un aumento de 20.8 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 8.32.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 264.3 kg./cm, que significa un aumento de 14.3 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 5.72.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 247.4 kg./cm, que significa una disminución de 2.6 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.04.
- ◆ Para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos, la resistencia a la compresión para ésta edad es de 189.0 kg./cm que para efectos del análisis será del 100%.
- Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 196.8 kg./cm, que significa un aumento de 7.8 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 4.13.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 199.6 kg./cm, que significa un aumento de 10.6 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 5.61.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 195.3 kg./cm, que significa un aumento de 6.3 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.33.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 187.0 kg./cm, que significa una disminución de 2.0 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.06.

- ◆ Para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos, la resistencia a la compresión para ésta edad es de 160.8 kg./cm que para efectos del análisis será del 100%.
 - Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 174.3 kg./cm, que significa un aumento de 13.5 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 8.40.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 179.1 kg./cm, que significa un aumento de 18.3 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 11.38.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 172.8 kg./cm, que significa un aumento de 12.0 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 7.46.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 158.2 kg./cm, que significa una disminución de 2.6 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.62.
- ❖ Según el gráfico Resistencia a la Compresión 7 días vs % finos que pasa la malla N°100, vemos que para la relación $a/c=0.55$, la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 8 a 13% de finos, siendo el máximo valor en la arena de 10% de finos.
- ❖ En este mismo gráfico observamos que para la relación $a/c=0.60$, la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 9.5 a 12% de finos, siendo el pico máximo en la arena de 10%.
- ❖ Según este gráfico observamos que para la relación $a/c=0.65$, la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 10% de finos.

- ❖ Del mismo modo observamos que para la relación $a/c=0.70$, la máxima resistencia a la compresión ocurre también en la arena de 10% de finos.

Resistencia a la Compresión a los 14 días

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 325.6 kg./cm, que para efectos del análisis será del 100%.
 - Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 334.2 kg./cm, que significa un aumento de 8.60 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 2.64.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 338.1 kg./cm, que significa un aumento de 12.50 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.84.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 332.1 kg./cm, que significa un aumento de 6.50 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 2.0.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 320.4 kg./cm, que significa una disminución de 5.20 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.60.
- ◆ Para la relación $a/c=0.60$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 293.9 kg./cm, que para efectos del análisis será del 100%.
 - Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 305.7 kg./cm, que significa un aumento de 11.80 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 4.01.

- Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 310.4 kg./cm, que significa un aumento de 16.50 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 5.61.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 304.2 kg./cm, que significa un aumento de 10.30 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.50.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 287.0 kg./cm, que significa una disminución de 6.90 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 2.35.
- ◆ Para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 238.0 kg./cm, que para efectos del análisis será del 100%.
- Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 247.0 kg./cm, que significa un aumento de 9.00 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.78.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 250.1 kg./cm, que significa un aumento de 12.10 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 5.08.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 245.5 kg./cm, que significa un aumento de 7.50 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.15.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 235.7 kg./cm, que significa una disminución de 2.30 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.97.

- ◆ Para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 209.9 kg./cm, que para efectos del análisis será del 100%.
 - Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 222.9 kg./cm, que significa un aumento de 13.00 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 6.19.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 226.5 kg./cm, que significa un aumento de 16.6 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 7.91.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 221.5 kg./cm, que significa un aumento de 11.60 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 5.53.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 207.0 kg./cm, que significa una disminución de 2.90 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.38.
- ❖ Al analizar el gráfico Resistencia a la Compresión 14 días vs % pasa la malla N°100, para las relaciones $a/c=0.55$, 0.60, 0.65 y 0.70, observamos que la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 9 a 12% de finos, siendo el máximo valor en la arena de 10% de finos para todos los casos.

Resistencia a la Compresión a los 28 días

- ◆ Para la relación $a/c=0.55$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 366.8 kg./cm que para efectos del análisis será del 100%.

- Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 372.7 kg./cm, que significa un aumento de 5.90 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.61.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 375.8 kg./cm, que significa un aumento de 9.00 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 2.45.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 370.1 kg./cm, que significa un aumento de 3.30 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.90.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 358.4 kg./cm, que significa una disminución de 8.40 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 2.29.
- ◆ Para la relación $a/c=0.60$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 345.8 kg./cm, que para efectos del análisis será del 100%.
- Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 353.3 kg./cm, que significa un aumento de 7.50kg/cm², lo que representa una variación porcentual de 2.17.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 356.6 kg./cm, que significa un aumento de 10.80 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.12.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 352.0 kg./cm, que significa un aumento de 6.20 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.79.

- Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 343.8 kg./cm, que significa una disminución de 2.00 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.58.
- ◆ Para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 309.4 kg./cm, que para efectos del análisis será del 100%.
- Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 313.2 kg./cm, que significa un aumento de 3.80 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.23.
 - Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 315.5 kg./cm, que significa un aumento de 6.10 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.97.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 311.5 kg./cm, que significa un aumento de 2.10 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.68.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 304.0 kg./cm, que significa una disminución de 5.40 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.75.
- ◆ Para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos la resistencia a la compresión para ésta edad es de 278.2 kg./cm que para efectos del análisis será del 100%.
- Para ésta misma relación y 7% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 285.3 kg./cm, que significa un aumento de 7.10 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 2.55.

- Para ésta misma relación y 10% de finos en la arena la resistencia a la compresión son de 287.1 kg./cm, que significa un aumento de 8.90 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 3.20.
 - Para ésta misma relación y 14% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 283.4 kg./cm, que significa un aumento de 5.20 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 1.87.
 - Para ésta misma relación y 18% de finos en la arena la resistencia a la compresión es de 276.4 kg./cm, que significa una disminución de 1.80 kg./cm, lo que representa una variación porcentual de 0.65.
- ❖ Al analizar el gráfico de Resistencia a la Compresión 28 días vs % pasa malla N°100, observamos que para las cuatro relaciones a/c estudiadas, la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 8 a 12% de finos, ocurriendo en todos los casos la máxima resistencia a la compresión en la arena de 10% de finos.

Este aumento gradual de la resistencia a la compresión conforme aumenta en la arena la cantidad de finos hasta 10%, se debe fundamentalmente al aumento de la compacidad del concreto; cuyo incremento de finos en la arena hasta 18% hace que ésta compacidad disminuya, disminuyendo la resistencia a la compresión.

Esta variación en la compacidad del concreto se puede comprobar, en la similar variación del peso unitario del concreto fresco.

Ahora analizaremos la variación de la resistencia a la compresión para los 7,14 y 28 días, conforme aumentemos las relaciones agua-cemento desde 0.55 a 0.70, la resistencia a la compresión va disminuyendo para cada uno de los cinco tipos de arena estudiados.

Resistencia a la compresión a los 7 días

- ◆ Para 4% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 285.1 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 250.0 kg./cm, disminuyendo 35.1 kg./cm, lo que representa una variación de 12.31%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 189.0 kg./cm, disminuyendo 96.1 kg./cm, lo que representa una variación de 33.71%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 160.8 kg./cm, disminuyendo 124.3 kg./cm, lo que representa una variación de 43.60%.

- ◆ Para 7% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 288.3 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 266.1 kg./cm, disminuyendo 22.2 kg./cm, lo que representa una variación de 7.70%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 196.8 kg./cm, disminuyendo 91.5 kg./cm, lo que representa una variación de 31.74%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 174.3 kg./cm, disminuyendo 114.0 kg./cm, lo que representa una variación de 39.54%.

- ◆ Para 10% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 289.7 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 270.8 kg./cm, disminuyendo 18.9 kg./cm, lo que representa una variación de 6.52%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 199.6 kg./cm, disminuyendo 90.1 kg./cm, lo que representa una variación de 31.10%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 179.1 kg./cm, disminuyendo 110.6 kg./cm, lo que representa una variación de 38.18%.

- ◆ Para 14% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 287.0 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 264.3 kg./cm, disminuyendo 22.7 kg./cm, lo que representa una variación de 7.91%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 195.3 kg./cm, disminuyendo 91.7 kg./cm, lo que representa una variación de 31.95%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 172.8 kg./cm, disminuyendo 114.2 kg./cm, lo que representa una variación de 39.79%.

- ◆ Para 18% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 283.2 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.

- Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 247.4 kg./cm, disminuyendo 35.8 kg./cm, lo que representa una variación de 12.64%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 187.0 kg./cm, disminuyendo 96.2 kg./cm, lo que representa una variación de 33.94%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 158.2 kg./cm, disminuyendo 125.0 kg./cm, lo que representa una variación de 44.14%.
- ❖ En el gráfico Resistencia a la Compresión 7 días vs relación a/c , observamos que la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 10% de finos, para cada una de las relaciones a/c estudiadas.

Resistencia a la compresión a los 14 días

- ◆ Para 4% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 325.6 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 293.90 kg./cm, disminuyendo 31.7 kg./cm, lo que representa una variación de 9.74%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 238.0 kg./cm, disminuyendo 87.6 kg./cm, lo que representa una variación de 26.90%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 209.9 kg./cm, disminuyendo 115.7 kg./cm, lo que representa una variación de 35.53%.

- ◆ Para 7% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 334.2 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 305.7 kg./cm, disminuyendo 28.5 kg./cm, lo que representa una variación de 8.53%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 247.0 kg./cm, disminuyendo 87.2 kg./cm, lo que representa una variación de 26.09%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 222.9 kg./cm, disminuyendo 111.3 kg./cm, lo que representa una variación de 33.30%.

- ◆ Para 10% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 338.1 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 310.4 kg./cm, disminuyendo 27.7 kg./cm, lo que representa una variación de 8.19%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 250.1 kg./cm, disminuyendo 88.0 kg./cm, lo que representa una variación de 26.03%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 226.5 kg./cm, disminuyendo 111.6 kg./cm, lo que representa una variación de 33.01%.

- ◆ Para 14% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 332.1 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 304.2 kg./cm, disminuyendo 27.9 kg./cm, lo que representa una variación de 8.40%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 245.5 kg./cm, disminuyendo 86.6 kg./cm, lo que representa una variación de 26.08%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 221.5 kg./cm, disminuyendo 110.6 kg./cm, lo que representa una variación de 33.30%.
- Para 18% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 320.4 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 287.0 kg./cm, disminuyendo 33.4 kg./cm, lo que representa una variación de 10.42%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 235.7 kg./cm, disminuyendo 84.7 kg./cm, lo que representa una variación de 26.44%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 207.0 kg./cm, disminuyendo 113.4 kg./cm, lo que representa una variación de 35.39%.

- ❖ En el gráfico Resistencia a la Compresión 14 días vs Relación a/c, observamos que para las cuatro relaciones a/c estudiadas, la máxima resistencia a la compresión ocurre en la arena de 10% de finos.

Resistencia a la compresión a los 28 días

- ◆ Para 4% de finos y relación a/c=0.55, la resistencia a la compresión es de 366.8 kg./cm², que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación a/c=0.60 la resistencia a la compresión es de 345.8 kg./cm², disminuyendo 21.0 kg./cm², lo que representa una variación de 5.73%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación a/c=0.70 la resistencia a la compresión es de 278.2 kg./cm², disminuyendo 88.6 kg./cm², lo que representa una variación de 24.15%.
- ◆ Para 7% de finos y relación a/c=0.55, la resistencia a la compresión es de 372.7 kg./cm², que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación a/c=0.60 la resistencia a la compresión es de 353.3 kg./cm, disminuyendo 19.4 kg./cm, lo que representa una variación de 5.21%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación a/c=0.65 la resistencia a la compresión es de 313.2 kg./cm, disminuyendo 59.5 kg./cm, lo que representa una variación de 15.96%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación a/c=0.70 la resistencia a la compresión es de 285.3 kg./cm, disminuyendo 87.4 kg./cm, lo que representa una variación de 23.45%.

- ◆ Para 10% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 375.8 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 356.6 kg./cm, disminuyendo 19.2 kg./cm, lo que representa una variación de 5.11%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 315.5 kg./cm, disminuyendo 60.3 kg./cm, lo que representa una variación de 16.05%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 287.1 kg./cm, disminuyendo 88.7 kg./cm, lo que representa una variación de 23.60%.

- ◆ Para 14% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 370.1 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 352.0 kg./cm, disminuyendo 18.1 kg./cm, lo que representa una variación de 4.89%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 311.5 kg./cm, disminuyendo 58.6 kg./cm, lo que representa una variación de 15.83%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 283.4 kg./cm, disminuyendo 86.7 kg./cm, lo que representa una variación de 23.43%.

- ◆ Para 18% de finos y relación $a/c=0.55$, la resistencia a la compresión es de 358.4 kg./cm, que lo tomaremos como 100% para el análisis.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.60$ la resistencia a la compresión es de 343.8 kg./cm, disminuyendo 14.6 kg./cm, lo que representa una variación de 4.07%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.65$ la resistencia a la compresión es de 304.0 kg./cm, disminuyendo 54.4 kg./cm, lo que representa una variación de 15.17%.
 - Para el mismo porcentaje de finos y la relación $a/c=0.70$ la resistencia a la compresión es de 276.4 kg./cm, disminuyendo 82.0 kg./cm, lo que representa una variación de 22.88%.

- ❖ En el gráfico Resistencia a la Compresión 28 días vs Relación a/c , puede comprobar que la máxima resistencia a la compresión ocurre, para la arena de 10% de finos en cada una de las relaciones a/c estudiadas.

Esta disminución de la resistencia a la compresión, conforme aumenta la relación $a/c=0.55, a/c=0.60, a/c=0.65$ y $a/c=0.70$, se debe fundamentalmente a la carencia de cemento, por tratarse de mezclas cada vez más pobres y por lo tanto más gruesas y carente de finos.

Al analizar los gráficos Edad del Concreto vs Compresión tanto para $a/c=0.55, 0.60, 0.65$ y 0.70 , y para las tres edades estudiadas de 7, 14 y 28 días, vemos que la máxima resistencia a la compresión ocurre para la arena de 10% de finos.

9.4.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

En este ensayo la resistencia a la tracción va disminuyendo conforme aumenta el porcentaje de finos de la arena desde 4% hasta 10%, donde empieza a aumentar la resistencia a la tracción, al aumentar el porcentaje de finos hasta 18%, para cada una de las relaciones a/c estudiadas.

- ◆ Tomamos como 100% la resistencia a la tracción correspondiente a $a/c=0.55$ 4% de finos, que es de 33.17kg/cm^2 .
 - Para la misma relación agua-cemento y 7% de finos, la resistencia a la tracción es de 29.13 kg./cm , disminuyendo 4.04 kg./cm , correspondiendo una variación de 12.18%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 10% de finos, la resistencia a la tracción es de 27.52 kg./cm , disminuyendo 5.65 kg./cm , correspondiendo una variación de 17.03%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 14% de finos, la resistencia a la tracción es de 29.40 kg./cm , disminuyendo 3.77kg/cm^2 , correspondiendo una variación de 11.37%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 18% de finos, la resistencia a la tracción es de 35.29 kg./cm , aumentando 2.12 kg./cm , correspondiendo una variación de 6.39%.
- ◆ Tomamos como 100% la resistencia a la tracción correspondiente a $a/c=0.60$ 4% de finos, que es de 29.24kg/cm^2 .
 - Para la misma relación agua-cemento y 7% de finos, la resistencia a la tracción es de 25.93 kg./cm , disminuyendo 3.31 kg./cm , correspondiendo una variación de 11.32%.

- Para la misma relación agua-cemento y 10% de finos, la resistencia a la tracción es de 24.78 kg./cm, disminuyendo 4.46 kg./cm, correspondiendo una variación de 15.25%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 14% de finos, la resistencia a la tracción es de 26.38 kg./cm, disminuyendo 2.86 kg./cm, correspondiendo una variación de 9.78%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 18% de finos, la resistencia a la tracción es de 31.42 kg./cm, aumentando 2.18 kg./cm, correspondiendo una variación de 7.46%.
- ◆ Tomamos como 100% la resistencia a la tracción correspondiente a $a/c=0.65$ 4% de finos, que es de 25.65 kg./cm.
- Para la misma relación agua-cemento y 7% de finos, la resistencia a la tracción es de 23.34 kg./cm, disminuyendo 2.31 kg./cm, correspondiendo una variación de 9.01%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 10% de finos, la resistencia a la tracción es de 22.63 kg./cm, disminuyendo 3.02 kg./cm, correspondiendo una variación de 11.77%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 14% de finos, la resistencia a la tracción es de 23.99 kg./cm, disminuyendo 1.66 kg./cm, correspondiendo una variación de 6.47%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 18% de finos, la resistencia a la tracción es de 27.82 kg./cm, aumentando 2.17 kg./cm, correspondiendo una variación de 8.46%.

- ◆ Tomamos como 100% la resistencia a la tracción correspondiente a $a/c=0.70$ 4% de finos, que es de 22.55 kg./cm.
 - Para la misma relación agua-cemento y 7% de finos, la resistencia a la tracción es de 21.36 kg./cm, disminuyendo 1.19 kg./cm, correspondiendo una variación de 5.28%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 10% de finos, la resistencia a la tracción es de 21.12 kg./cm, disminuyendo 1.43 kg./cm, correspondiendo una variación de 6.34%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 14% de finos, la resistencia a la tracción es de 21.83 kg./cm, disminuyendo 0.72 kg./cm, correspondiendo una variación de 3.19%.
 - Para la misma relación agua-cemento y 18% de finos, la resistencia a la tracción es de 24.21 kg./cm, aumentando 1.66 kg./cm, correspondiendo una variación de 7.36%.

Al aumentar las relaciones agua-cemento de 0.55 a 0.70, la resistencia a la tracción va disminuyendo, para cada uno de los porcentajes de finos de las arenas estudiadas.

- ◆ Para 0.55 y 4% de finos, la resistencia a la tracción es de 33.17 kg./cm, que representa 100% para el análisis.
 - Para la relación $a/c=0.60$ y 4% de finos la resistencia a la tracción es de 29.24 kg./cm, disminuyendo 3.93 kg./cm, representando 11.85%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 4% de finos la resistencia a la tracción es de 25.65 kg./cm, disminuyendo 7.52 kg./cm, representando 22.67%.

- Para la relación $a/c=0.70$ y 4% de finos la resistencia a la tracción es de 22.55 kg./cm, disminuyendo 10.62 kg./cm, representando 32.02%.
- ◆ Para 0.55 y 7% de finos, la resistencia a la tracción es de 29.13 kg./cm, que representa 100% para el análisis.
- Para la relación $a/c=0.60$ y 7% de finos la resistencia a la tracción es de 25.93 kg./cm, disminuyendo 3.20 kg./cm, representando 10.99%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 7% de finos la resistencia a la tracción es de 23.34 kg./cm, disminuyendo 5.79 kg./cm, representando 19.88%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 7% de finos la resistencia a la tracción es de 21.36 kg./cm, disminuyendo 7.77 kg./cm, representando 26.67%.
- ◆ Para 0.55 y 10% de finos, la resistencia a la tracción es de 27.52 kg./cm, que representa 100% para el análisis.
- Para la relación $a/c=0.60$ y 10% de finos la resistencia a la tracción es de 24.78 kg./cm, disminuyendo 2.74 kg./cm, representando 9.96%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 10% de finos la resistencia a la tracción es de 22.63 kg./cm, disminuyendo 4.89 kg./cm, representando 17.77%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 10% de finos la resistencia a la tracción es de 21.12 kg./cm, disminuyendo 6.40 kg./cm, representando 23.26%.
- ◆ Para 0.55 y 14% de finos, la resistencia a la tracción es de 29.40 kg./cm, que representa 100% para el análisis.

- Para la relación $a/c=0.60$ y 14% de finos la resistencia a la tracción es de 26.38 kg./cm, disminuyendo 3.02 kg./cm, representando 10.27%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 14% de finos la resistencia a la tracción es de 23.99 kg./cm, disminuyendo 5.41 kg./cm, representando 18.40%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 14% de finos la resistencia a la tracción es de 21.83 kg./cm, disminuyendo 7.57 kg./cm, representando 25.75%.
- ◆ Para 0.55 y 18% de finos, la resistencia a la tracción es de 35.29 kg./cm, que representa 100% para el análisis.
- Para la relación $a/c=0.60$ y 18% de finos la resistencia a la tracción es de 31.42 kg./cm, disminuyendo 3.87 kg./cm, representando 10.97%.
 - Para la relación $a/c=0.65$ y 18% de finos la resistencia a la tracción es de 27.82 kg./cm, disminuyendo 7.47 kg./cm, representando 21.17%.
 - Para la relación $a/c=0.70$ y 18% de finos la resistencia a la tracción es de 24.21 kg./cm, disminuyendo 11.08 kg./cm, representando 31.40%.
- ❖ Al analizar el gráfico Relación a/c vs Tracción por Compresión Diametral, apreciamos que para las cuatro relaciones a/c estudiadas, la máxima resistencia a la tracción por compresión diametral ocurre para la arena de 18% de finos.
- ❖ Al analizar el gráfico Resistencia a la Tracción vs % Finos que Pasa la Malla N°100, vemos que para cada una de las relaciones a/c materia de estudio, el mínimo valor de resistencia a la tracción ocurre para la arena de 10% de finos, mientras que la arena con 18% de finos es la tiene la máxima resistencia a la tracción.

EXPOSICION DE CUADROS

ANALISIS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO - NORMA N.T.P. 339,035

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,1

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP		
	a/c = 0.55		
	Asentamiento (cm)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	10.1	100.00	-----
7%	9.8	97.03	2.97
10%	9.2	91.09	8.91
14%	8.2	81.19	18.81
18%	7.6	75.25	24.75

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP		
	a/c = 0.60		
	Asentamiento (cm)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	10.1	100.00	-----
7%	9.9	98.02	1.98
10%	9.4	93.07	6.93
14%	8.3	82.18	17.82
18%	7.6	75.25	24.75

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP		
	a/c = 0.65		
	Asentamiento (cm)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	10.0	100.00	-----
7%	9.8	98.00	2.00
10%	9.6	96.00	4.00
14%	8.4	84.00	16.00
18%	7.8	78.00	22.00

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP		
	a/c = 0.70		
	Asentamiento (cm)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	9.9	100.00	-----
7%	9.6	96.97	3.03
10%	9.1	91.92	8.08
14%	8.8	88.89	11.11
18%	7.9	79.80	20.20

ANALISIS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,2

% Finos	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	a/c = 0.55		
	P. Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	2329.82	100.00	-----
7%	2334.49	100.20	0.20
10%	2336.84	100.30	0.30
14%	2333.33	100.15	0.15
18%	2327.53	99.90	0.10

% Finos	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	a/c = 0.60		
	P. Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	2326.32	100.00	-----
7%	2329.82	100.15	0.15
10%	2333.33	100.30	0.30
14%	2326.32	100.00	0.00
18%	2322.81	99.85	0.15

% Finos	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	a/c = 0.65		
	P. Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	2320.56	100.00	-----
7%	2322.81	100.10	0.10
10%	2326.32	100.24	0.24
14%	2320.56	100.00	0.00
18%	2317.07	99.85	0.15

% Finos	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	a/c = 0.70		
	P. Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	2311.11	100.00	-----
7%	2316.67	100.24	0.24
10%	2322.22	100.48	0.48
14%	2316.67	100.24	0.24
18%	2311.11	100.00	0.00

ANALISIS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO-NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,3

RELACION a/c	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	4% finos		
	P.Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2329.82	100.00	-----
0.60	2326.32	99.85	0.15
0.65	2320.56	99.60	0.40
0.70	2311.11	99.20	0.80

RELACION a/c	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	7% finos		
	P.Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2334.49	100.00	-----
0.60	2329.82	99.80	0.20
0.65	2322.81	99.50	0.50
0.70	2316.67	99.24	0.76

RELACION a/c	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	10% finos		
	P.Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2336.84	100.00	-----
0.60	2333.33	99.85	0.15
0.65	2326.32	99.55	0.45
0.70	2322.22	99.37	0.63

RELACION a/c	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	14% finos		
	P.Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2333.33	100.00	-----
0.60	2326.32	99.70	0.30
0.65	2320.56	99.45	0.55
0.70	2316.67	99.29	0.71

RELACION a/c	ENSAYO DE PESO UNITARIO		
	18% finos		
	P.Unit. (kg/m ³)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2327.53	100.00	-----
0.60	2322.81	99.80	0.20
0.65	2317.07	99.55	0.45
0.70	2311.11	99.29	0.71

ANALISIS DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,4

% Finos	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	a/c = 0.55		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	1.03	100.00	-----
7%	0.83	80.59	19.41
10%	0.73	70.87	29.13
14%	0.88	85.44	14.56
18%	1.13	109.71	9.71

% Finos	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	a/c = 0.60		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	1.03	100.00	-----
7%	0.88	85.44	14.56
10%	0.73	70.87	29.13
14%	1.03	100.00	0.00
18%	1.18	114.56	14.56

% Finos	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	a/c = 0.65		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	1.10	100.00	-----
7%	1.01	91.82	8.18
10%	0.86	78.18	21.82
14%	1.10	100.00	0.00
18%	1.25	113.64	13.64

% Finos	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	a/c = 0.70		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	1.43	100.00	-----
7%	1.19	83.22	16.78
10%	0.95	66.43	33.57
14%	1.19	83.22	16.78
18%	1.43	100.00	0.00

ANALISIS DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,5

RELACION a/c	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	4% finos		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	1.03	100.00	-----
0.60	1.03	100.00	0.00
0.65	1.10	106.80	6.80
0.70	1.43	138.83	38.83

RELACION a/c	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	7% finos		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	0.83	100.00	-----
0.60	0.88	106.02	6.02
0.65	1.01	121.69	21.69
0.70	1.19	143.37	43.37

RELACION a/c	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	10% finos		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	0.73	100.00	-----
0.60	0.73	100.00	0.00
0.65	0.86	117.81	17.81
0.70	0.95	130.14	30.14

RELACION a/c	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	14% finos		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	0.88	100.00	-----
0.60	1.03	117.05	17.05
0.65	1.10	125.00	25.00
0.70	1.19	135.23	35.23

RELACION a/c	ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE		
	18% finos		
	Cont. Aire (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	1.13	100.00	-----
0.60	1.18	104.42	4.42
0.65	1.25	110.62	10.62
0.70	1.43	126.55	26.55

ANALISIS DEL ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,6

% Finos	ENSAYO DE EXUDACION		
	a/c = 0.55		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	2.97	100.00	-----
7%	2.39	80.47	19.53
10%	2.18	73.40	26.60
14%	1.91	64.31	35.69
18%	1.28	43.10	56.90

% Finos	ENSAYO DE EXUDACION		
	a/c = 0.60		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	3.41	100.00	-----
7%	3.32	97.36	2.64
10%	3.30	96.77	3.23
14%	3.06	89.74	10.26
18%	2.98	87.39	12.61

% Finos	ENSAYO DE EXUDACION		
	a/c = 0.65		
	Exudación (%)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	3.62	100.00	-----
7%	3.53	97.51	2.49
10%	3.45	95.30	4.70
14%	3.24	89.50	10.50
18%	3.16	87.29	12.71

% Finos	ENSAYO DE EXUDACION		
	a/c = 0.70		
	Exudación (%)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	4.92	100.00	-----
7%	4.56	92.68	7.32
10%	4.26	86.58	13.42
14%	4.01	81.50	18.50
18%	3.26	66.26	33.74

ANALISIS DEL ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,7

RELACION a/c	ENSAYO DE EXUDACION		
	4% finos		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2.97	100.00	-----
0.60	3.41	114.81	14.81
0.65	3.62	121.89	21.89
0.70	4.92	165.66	65.66

RELACION a/c	ENSAYO DE EXUDACION		
	7% finos		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2.39	100.00	-----
0.60	3.32	138.91	38.91
0.65	3.53	147.70	47.70
0.70	4.56	190.79	90.79

RELACION a/c	ENSAYO DE EXUDACION		
	10% finos		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	2.18	100.00	-----
0.60	3.30	151.37	51.37
0.65	3.45	158.26	58.26
0.70	4.26	195.41	95.41

RELACION a/c	ENSAYO DE EXUDACION		
	14% finos		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	1.91	100.00	-----
0.60	3.06	160.21	60.21
0.65	3.24	169.63	69.63
0.70	4.01	209.95	109.95

RELACION a/c	ENSAYO DE EXUDACION		
	18% finos		
	Exudación (%)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	1.28	100.00	-----
0.60	2.98	232.81	132.81
0.65	3.16	246.88	146.88
0.70	3.26	254.69	154.69

ANALISIS DEL ENSAYO DE T.FRAGUADO INICIAL-NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,8

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (h:m)		
	a/c = 0.55		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac.Porcentual (%)
4%	4:39	100.00	-----
7%	4:37	99.28	0.72
10%	4:32	97.49	2.51
14%	4:26	95.34	4.66
18%	4:10	89.61	10.39

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (h:m)		
	a/c = 0.60		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac.Porcentual (%)
4%	4:45	100.00	-----
7%	4:45	100.00	0.00
10%	4:41	98.60	1.40
14%	4:32	95.44	4.56
18%	4:17	90.18	9.82

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (h:m)		
	a/c = 0.65		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje	Variac.Porcentual (%)
4%	4:52	100.00	-----
7%	4:51	99.66	0.34
10%	4:47	98.29	1.71
14%	4:39	95.55	4.45
18%	4:26	91.10	8.90

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (h:m)		
	a/c = 0.70		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje	Variac.Porcentual (%)
4%	5:14	100.00	-----
7%	5:11	99.04	0.96
10%	5:10	98.73	1.27
14%	5:02	96.18	3.82
18%	4:54	93.63	6.37

ANALISIS DEL ENSAYO DE T. FRAGUADO INICIAL - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,9

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL		
	4% finos		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	4:39	100.00	—
0.60	4:45	102.15	2.15
0.65	4:52	104.65	4.65
0.70	5:14	112.54	12.54

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL		
	7% finos		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	4:37	100.00	—
0.60	4:45	102.88	2.88
0.65	4:51	105.05	5.05
0.70	5:11	112.27	12.27

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL		
	10% finos		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	4:32	100.00	—
0.60	4:41	103.31	3.31
0.65	4:47	105.51	5.51
0.70	5:10	113.97	13.97

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL		
	14% finos		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	4:26	100.00	—
0.60	4:32	102.26	2.26
0.65	4:39	104.88	4.88
0.70	5:02	113.53	13.53

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL		
	18% finos		
	T.F.I. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	4:10	100.00	—
0.60	4:17	102.80	2.80
0.65	4:26	106.40	6.40
0.70	4:54	117.60	17.60

ANALISIS DEL ENSAYO DE T. FRAGUADO FINAL - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,10

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	a/c = 0.55		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	6:49	100.00	---
7%	6:42	98.29	1.71
10%	6:35	96.58	3.42
14%	6:22	93.40	6.60
18%	6:05	89.24	10.76

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	a/c = 0.60		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	7:02	100.00	---
7%	6:52	97.63	2.37
10%	6:44	95.73	4.27
14%	6:27	91.71	8.29
18%	6:14	88.63	11.37

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	a/c = 0.65		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	7:13	100.00	---
7%	7:04	97.92	2.08
10%	6:54	95.61	4.39
14%	6:38	91.97	8.03
18%	6:23	88.45	11.55

% Finos	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	a/c = 0.70		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	7:33	100.00	---
7%	7:24	98.01	1.99
10%	7:15	96.03	3.97
14%	7:02	93.16	6.84
18%	6:47	89.85	10.15

ANALISIS DEL ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

CUADRO IX-3,11

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	4% finos		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	6:49	100.00	—
0.60	7:02	103.18	3.18
0.65	7:13	105.87	5.87
0.70	7:33	110.76	10.76

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	7% finos		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	6:42	100.00	—
0.60	6:52	102.49	2.49
0.65	7:04	105.47	5.47
0.70	7:24	110.45	10.45

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	10% finos		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	6:35	100.00	—
0.60	6:44	102.28	2.28
0.65	6:54	104.81	4.81
0.70	7:15	110.13	10.13

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	14% finos		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	6:22	100.00	—
0.60	6:27	101.31	1.31
0.65	6:38	104.19	4.19
0.70	7:02	110.47	10.47

RELACION a/c	ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO FINAL		
	18% finos		
	T.F.F. (h:m)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	6:05	100.00	—
0.60	6:14	102.47	2.47
0.65	6:23	104.93	4.93
0.70	6:47	111.51	11.51

ANÁLISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,12

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	a/c = 0.55		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	285.1	100.00	—
7%	288.3	101.12	1.12
10%	289.7	101.61	1.61
14%	287.0	100.67	0.67
18%	283.2	99.33	0.67

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	a/c = 0.60		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	250.0	100.00	—
7%	266.1	106.44	6.44
10%	270.8	108.32	8.32
14%	264.3	105.72	5.72
18%	247.4	98.96	1.04

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	a/c = 0.65		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	189.0	100.00	—
7%	196.8	104.13	4.13
10%	199.6	105.61	5.61
14%	195.3	103.33	3.33
18%	187.0	98.94	1.06

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	a/c = 0.70		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	160.8	100.00	—
7%	174.3	108.40	8.40
10%	179.1	111.38	11.38
14%	172.8	107.46	7.46
18%	158.2	98.38	1.62

ANALISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA ITINTEC 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,13

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	4% FINOS		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	285.1	100.00	—
0.60	250.0	87.69	12.31
0.65	189.0	66.29	33.71
0.70	160.8	56.40	43.60

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	7% FINOS		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	288.3	100.00	—
0.60	266.1	92.30	7.70
0.65	196.8	68.26	31.74
0.70	174.3	60.46	39.54

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	10% FINOS		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	289.7	100.00	—
0.60	270.8	93.48	6.52
0.65	199.6	68.90	31.10
0.70	179.1	61.82	38.18

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	14% FINOS		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	287.0	100.00	—
0.60	264.3	92.09	7.91
0.65	195.3	68.05	31.95
0.70	172.8	60.21	39.79

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 7 DIAS		
	18% FINOS		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	283.2	100.00	—
0.60	247.4	87.36	12.64
0.65	187.0	66.06	33.94
0.70	158.2	55.86	44.14

ANALISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,14

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	a/c = 0.55		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	325.6	100.00	—
7%	334.2	102.64	2.64
10%	338.1	103.84	3.84
14%	332.1	102.00	2.00
18%	320.4	98.40	1.60

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	a/c = 0.60		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
4%	293.9	100.00	—
7%	305.7	104.01	4.01
10%	310.4	105.61	5.61
14%	304.2	103.50	3.50
18%	287.0	97.65	2.35

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	a/c = 0.65		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	238.0	100.00	—
7%	247.0	103.78	3.78
10%	250.1	105.08	5.08
14%	245.5	103.15	3.15
18%	235.7	99.03	0.97

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	a/c = 0.70		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac. Porcentual (%)
4%	209.9	100.00	—
7%	222.9	106.19	6.19
10%	226.5	107.91	7.91
14%	221.5	105.53	5.53
18%	207.0	98.62	1.38

ANÁLISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,15

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	4% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	325.6	100.00	---
0.60	293.9	90.26	9.74
0.65	238.0	73.10	26.90
0.70	209.9	64.47	35.53

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	7% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	334.2	100.00	---
0.60	305.7	91.47	8.53
0.65	247.0	73.91	26.09
0.70	222.9	66.70	33.30

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	10% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	338.1	100.00	---
0.60	310.4	91.81	8.19
0.65	250.1	73.97	26.03
0.70	226.5	66.99	33.01

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	14% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	332.1	100.00	---
0.60	304.2	91.60	8.40
0.65	245.5	73.92	26.08
0.70	221.5	66.70	33.30

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 14 DIAS		
	18% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	320.4	100.00	---
0.60	287.0	89.58	10.42
0.65	235.7	73.56	26.44
0.70	207.0	64.61	35.39

ANALISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,16

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	a/c = 0.55		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac.Porcentual (%)
4%	366.8	100.00	—
7%	372.7	101.61	1.61
10%	375.8	102.45	2.45
14%	370.1	100.90	0.90
18%	358.4	97.71	2.29

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	a/c = 0.60		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac.Porcentual (%)
4%	345.8	100.00	—
7%	353.3	102.17	2.17
10%	356.6	103.12	3.12
14%	352.0	101.79	1.79
18%	343.8	99.42	0.58

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	a/c = 0.65		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac.Porcentual (%)
4%	309.4	100.00	—
7%	313.2	101.23	1.23
10%	315.5	101.97	1.97
14%	311.5	100.68	0.68
18%	304.0	98.25	1.75

% Finos	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	a/c = 0.70		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac.Porcentual (%)
4%	278.2	100.00	—
7%	285.3	102.55	2.55
10%	287.1	103.20	3.20
14%	283.4	101.87	1.87
18%	276.4	99.35	0.65

ANALISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-NORMA N.T.P. 339,034

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,17

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	4% finos		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	366.8	100.00	—
0.60	345.8	94.27	5.73
0.65	309.4	84.35	15.65
0.70	278.2	75.85	24.15

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	7% finos		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	372.7	100.00	—
0.60	353.3	94.79	5.21
0.65	313.2	84.04	15.96
0.70	285.2	76.55	23.45

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	10% finos		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	375.8	100.00	—
0.60	356.6	94.89	5.11
0.65	315.5	83.95	16.05
0.70	287.1	76.40	23.60

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	14% finos		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	370.1	100.00	—
0.60	352.0	95.11	4.89
0.65	311.5	84.17	15.83
0.70	283.4	76.57	23.43

RELACION a/c	ENSAYO DE COMPRESION 28 DIAS		
	18% finos		
	Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	358.4	100.00	—
0.60	343.8	95.93	4.07
0.65	304.0	84.83	15.17
0.70	276.4	77.12	22.88

ANALISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION-NORMA N.T.P. 339,084

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,18

% Finos	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	a/c = 0.55		
	Tracción (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac.Porcentual (%)
4%	33.17	100.00	—
7%	29.13	87.82	12.18
10%	27.52	82.97	17.03
14%	29.40	88.63	11.37
18%	35.29	106.39	6.39

% Finos	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	a/c = 0.60		
	Tracción (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac.Porcentual (%)
4%	29.24	100.00	—
7%	25.93	88.68	11.32
10%	24.78	84.75	15.25
14%	26.38	90.22	9.78
18%	31.42	107.46	7.46

% Finos	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	a/c = 0.65		
	Tracción (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac.Porcentual (%)
4%	25.65	100.00	—
7%	23.34	90.99	9.01
10%	22.63	88.23	11.77
14%	23.99	93.53	6.47
18%	27.82	108.46	8.46

% Finos	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	a/c = 0.70		
	Tracción (kg/cm ²)	Porcentaje	Variac.Porcentual (%)
4%	22.55	100.00	—
7%	21.36	94.72	5.28
10%	21.12	93.66	6.34
14%	21.83	96.81	3.19
18%	24.21	107.36	7.36

ANALISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION-NORMA N.T.P. 339,084

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

CUADRO IX-3,19

RELACION a/c	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	4% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	33.17	100.00	—
0.60	29.24	88.15	11.85
0.65	25.65	77.33	22.67
0.70	22.55	67.98	32.02

RELACION a/c	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	7% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	29.13	100.00	—
0.60	25.93	89.01	10.99
0.65	23.34	80.12	19.88
0.70	21.36	73.33	26.67

RELACION a/c	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	10% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	27.52	100.00	—
0.60	24.78	90.04	9.96
0.65	22.63	82.23	17.77
0.70	21.12	76.74	23.26

RELACION a/c	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	14% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	29.40	100.00	—
0.60	26.38	89.73	10.27
0.65	23.99	81.60	18.40
0.70	21.83	74.25	25.75

RELACION a/c	ENSAYO DE TRACCION 28 DIAS		
	18% finos		
	Compresión(kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Variac. Porcentual (%)
0.55	35.29	100.00	—
0.60	31.42	89.03	10.97
0.65	27.82	78.83	21.17
0.70	24.21	68.60	31.40

EXPOSICION DE GRAFICOS

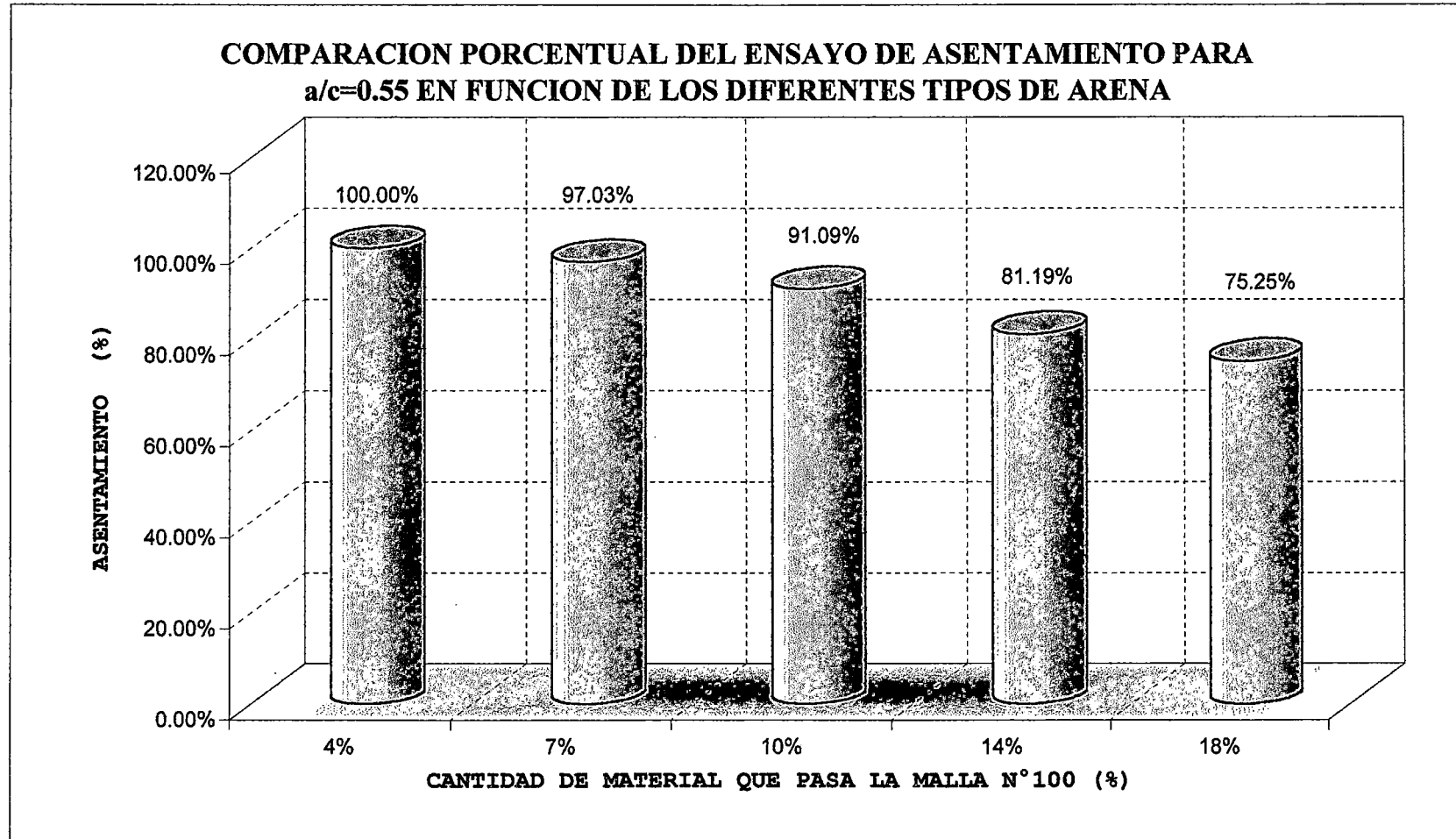


GRAFICO IX-3,2

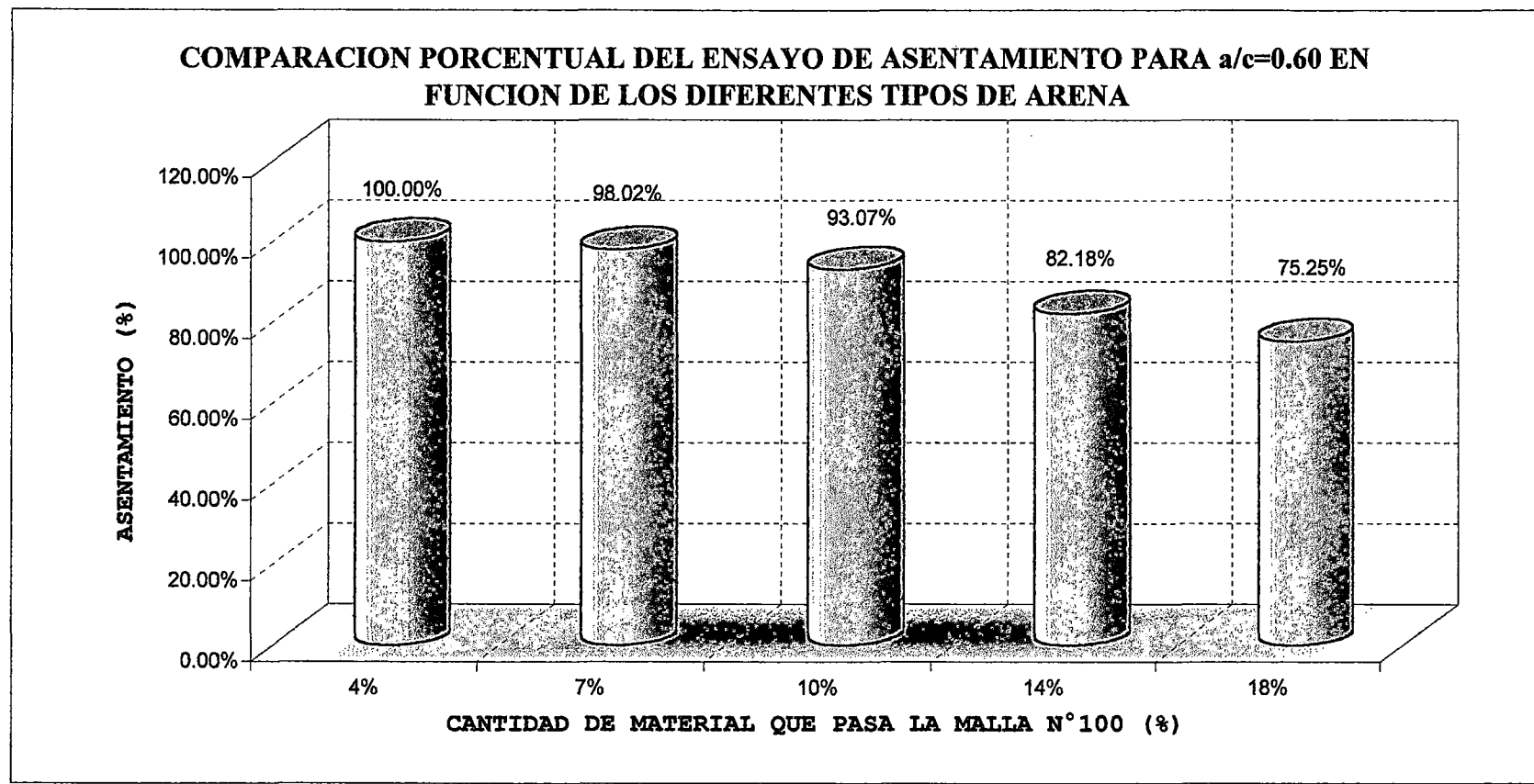
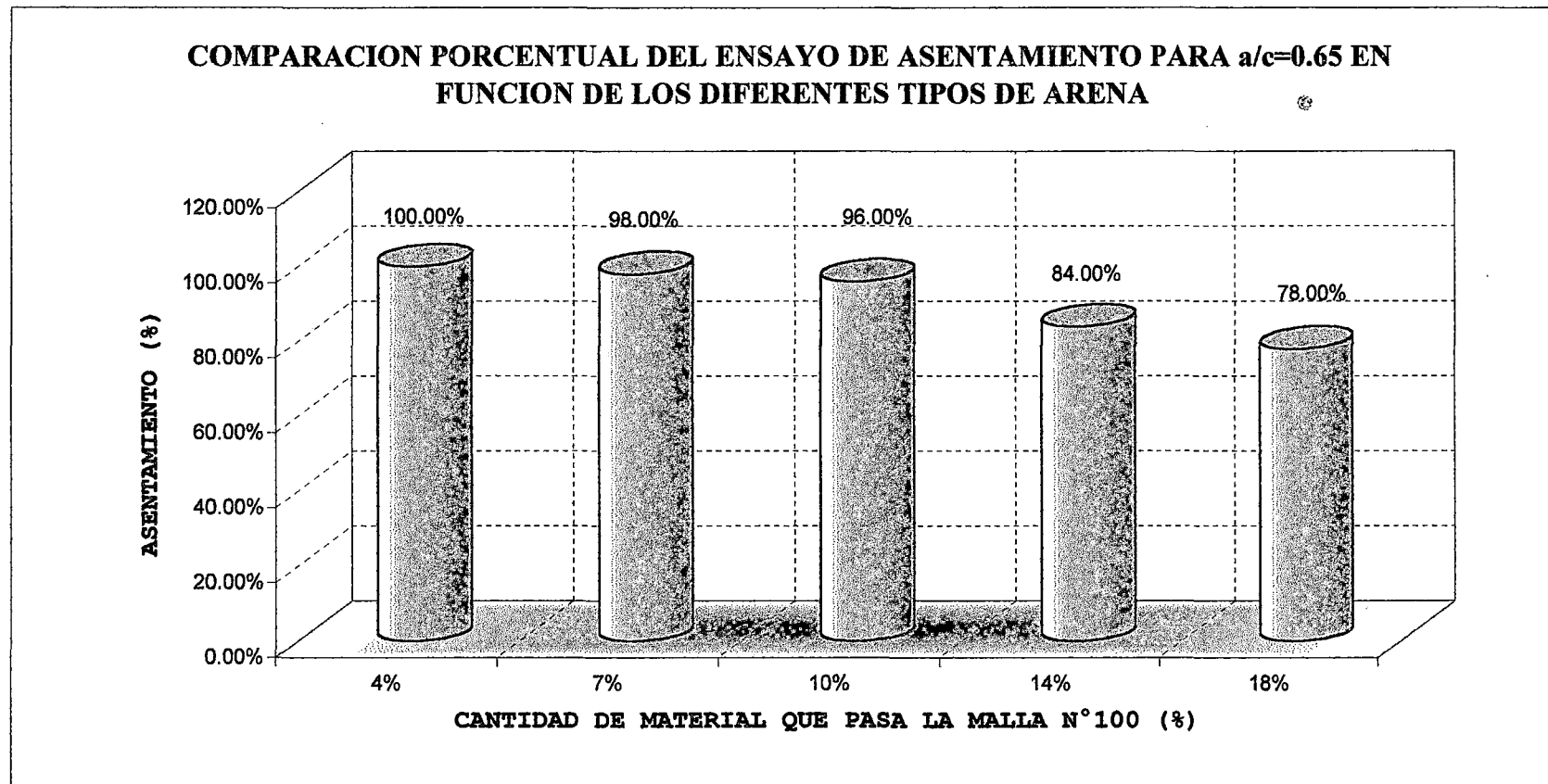


GRAFICO IX-3,3



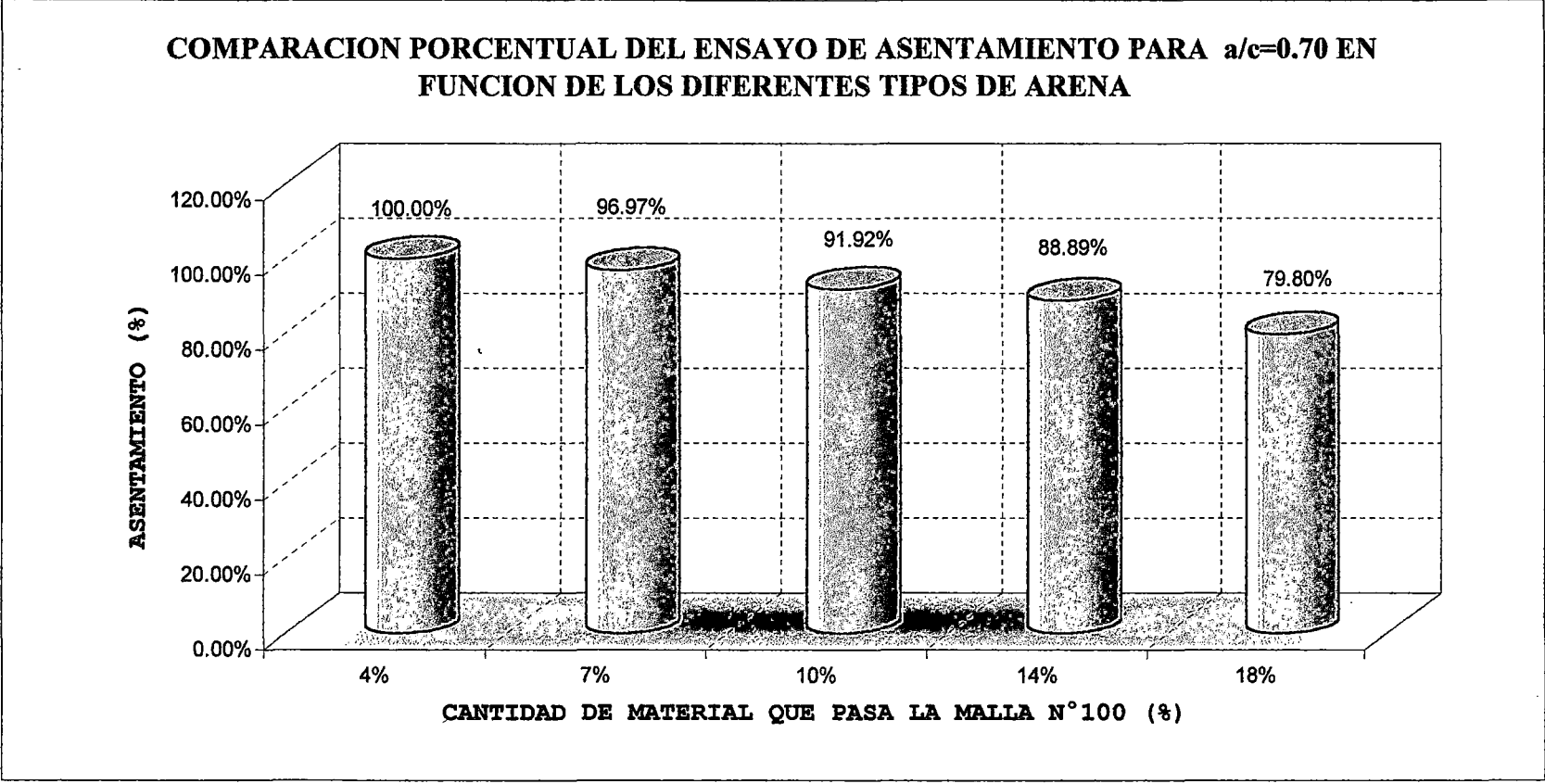


GRAFICO IX-3,5

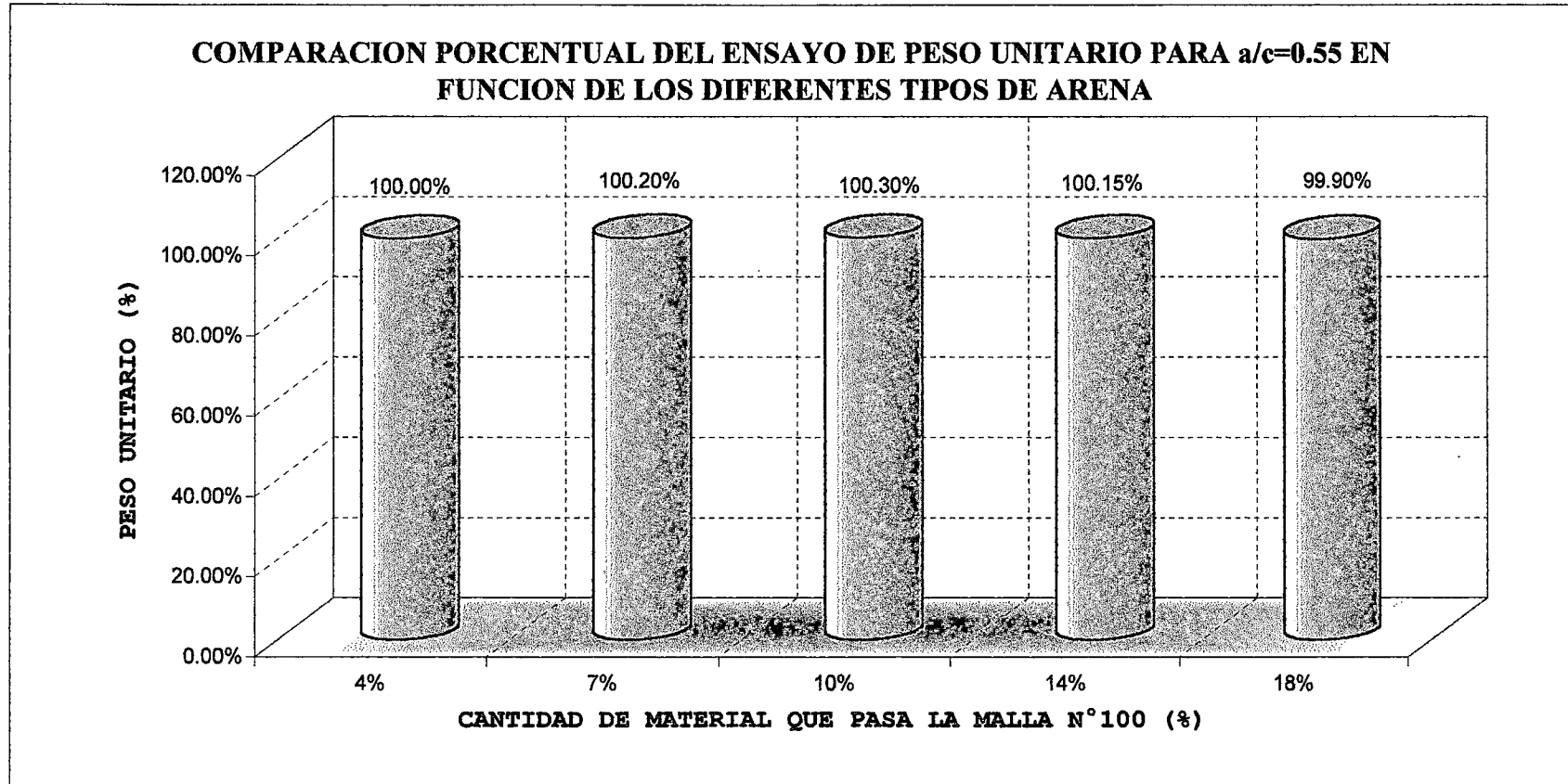


GRAFICO IX-3,6

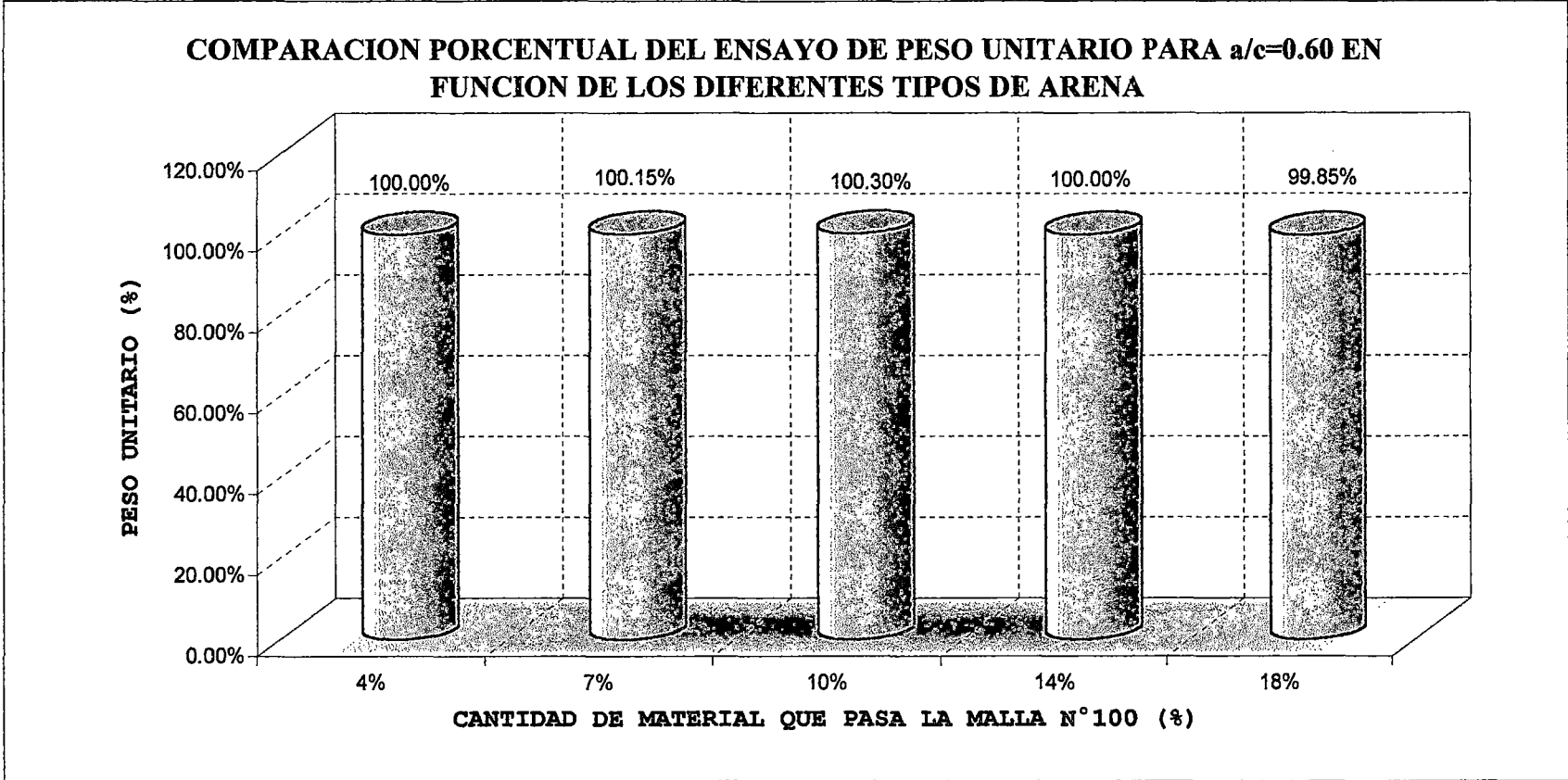
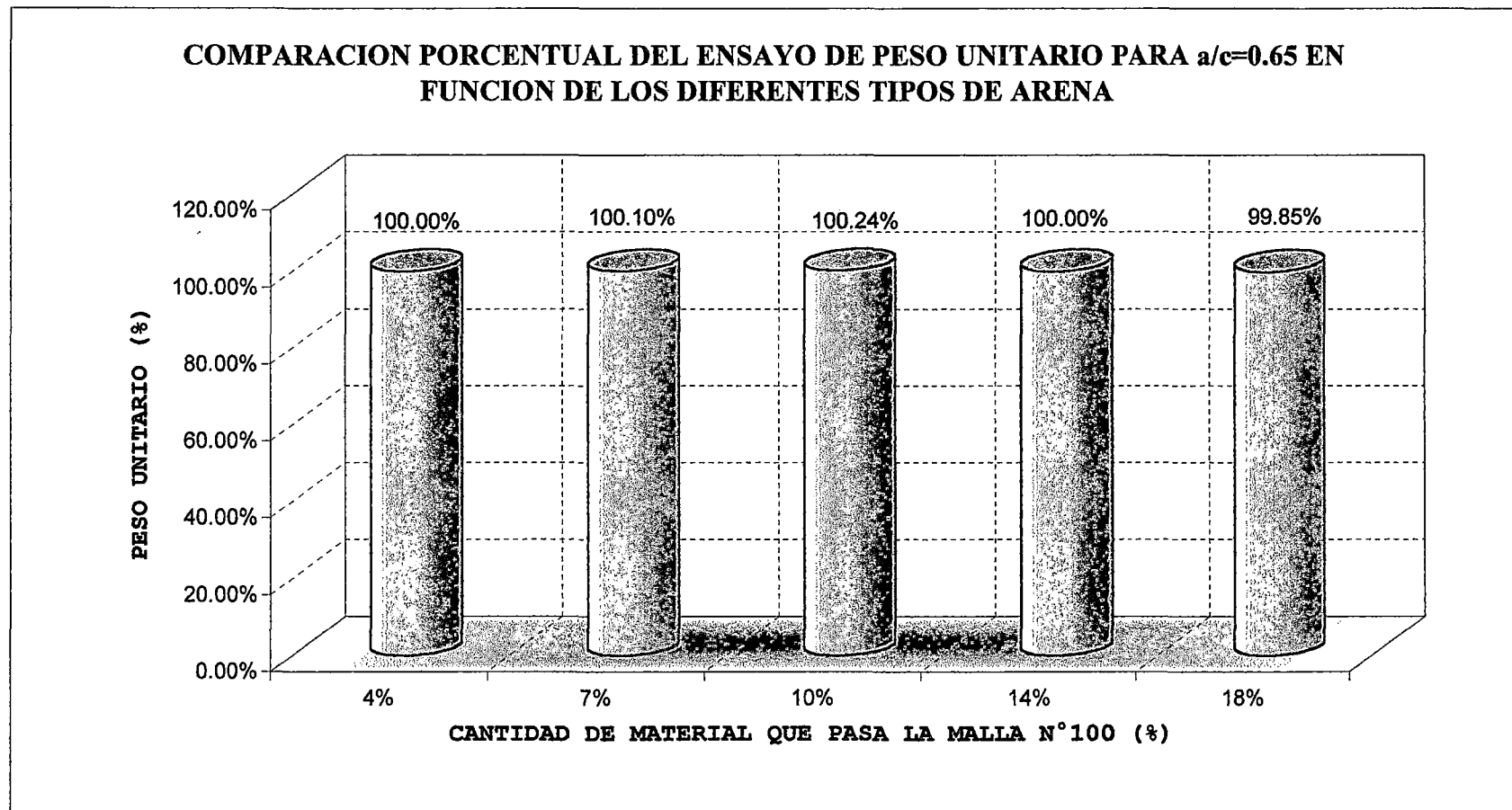
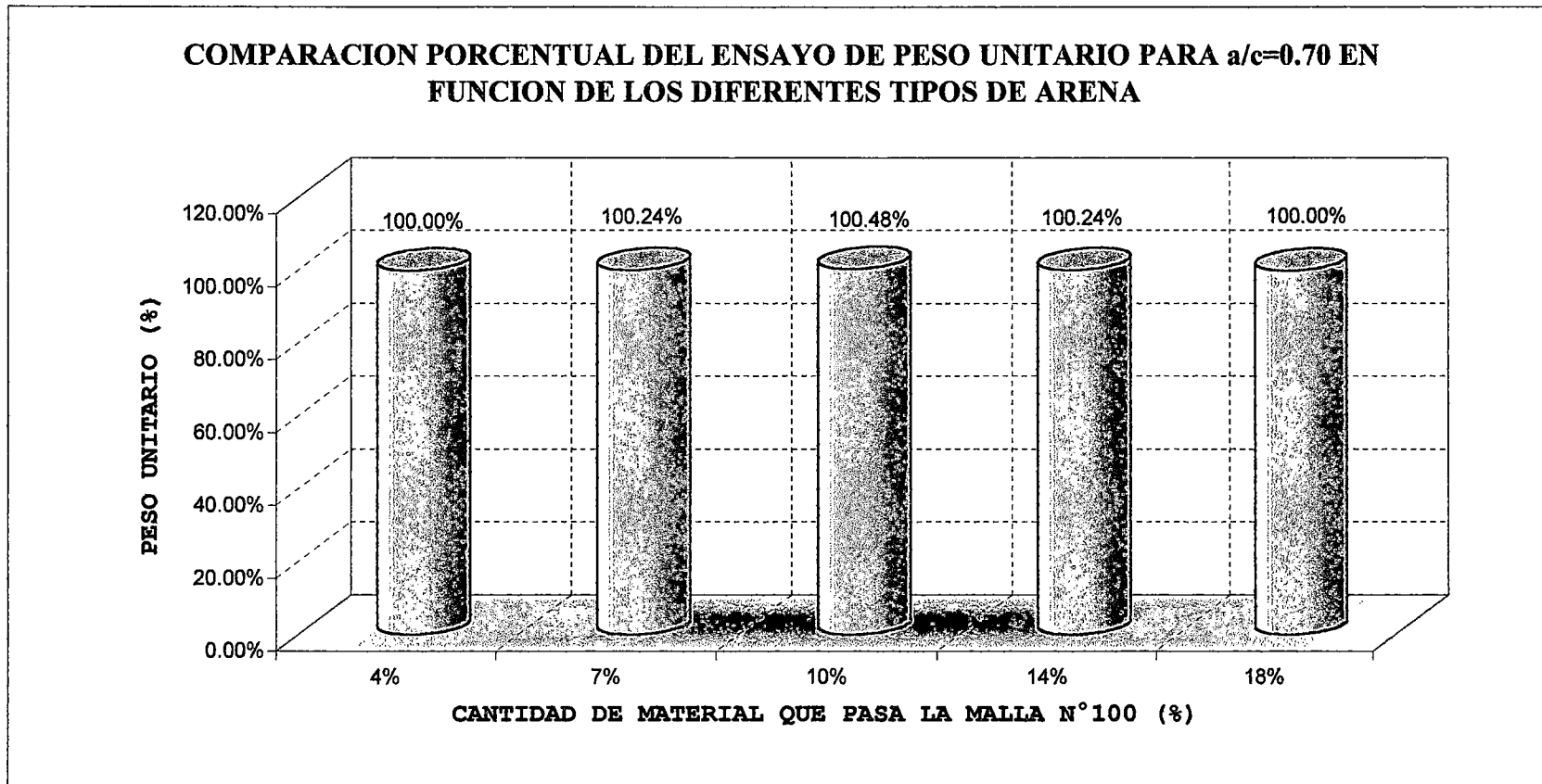
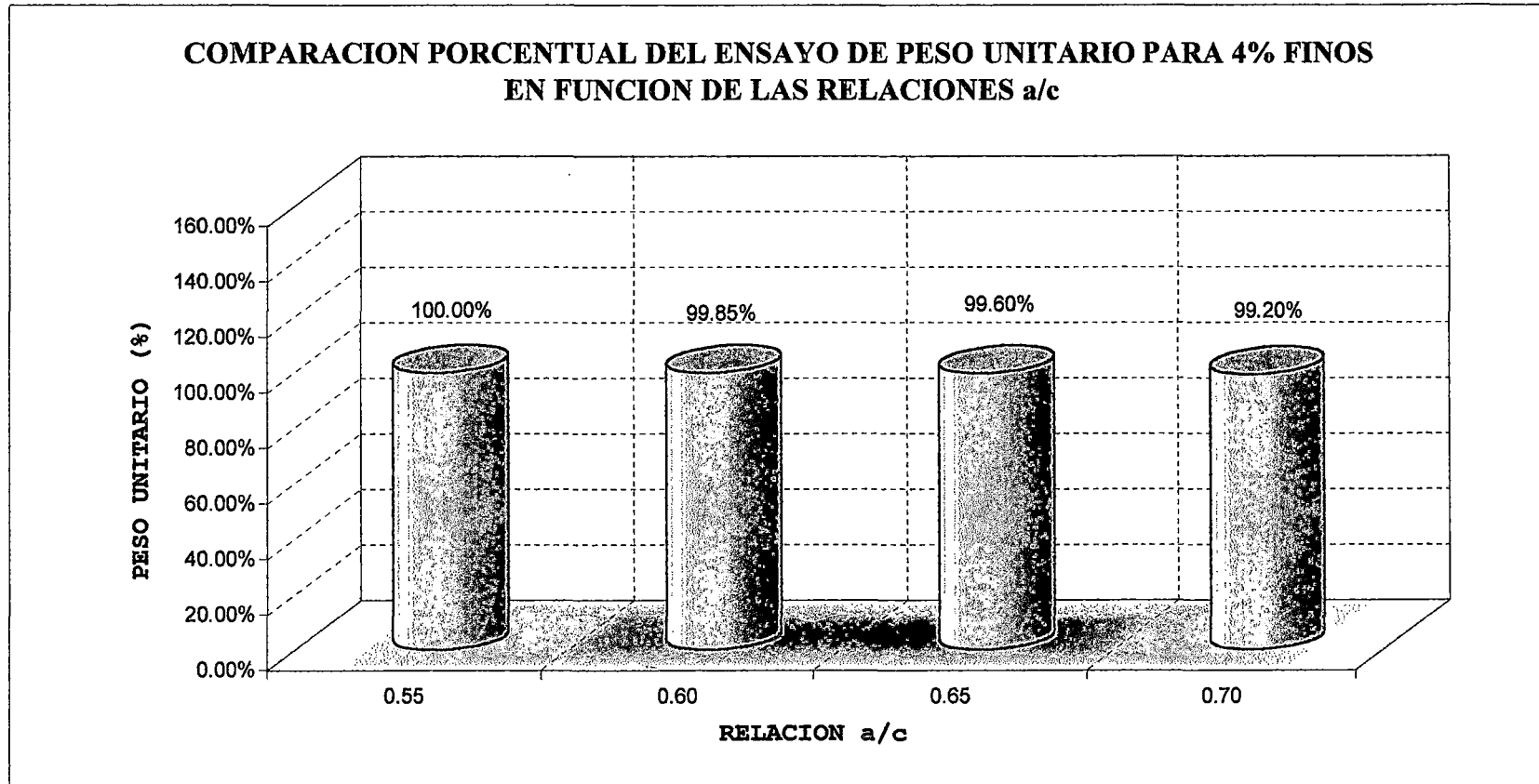


GRAFICO IX-3,7







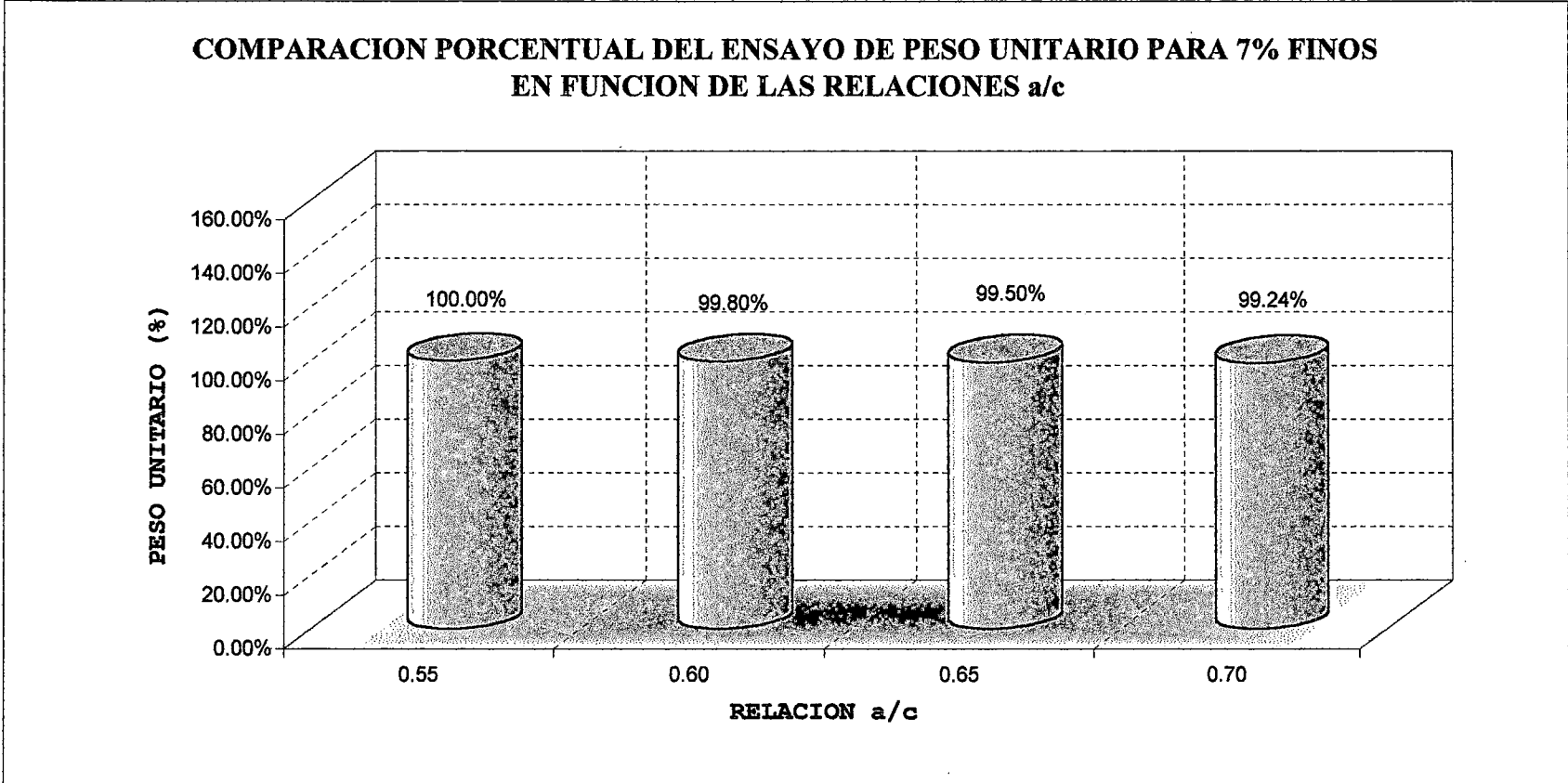
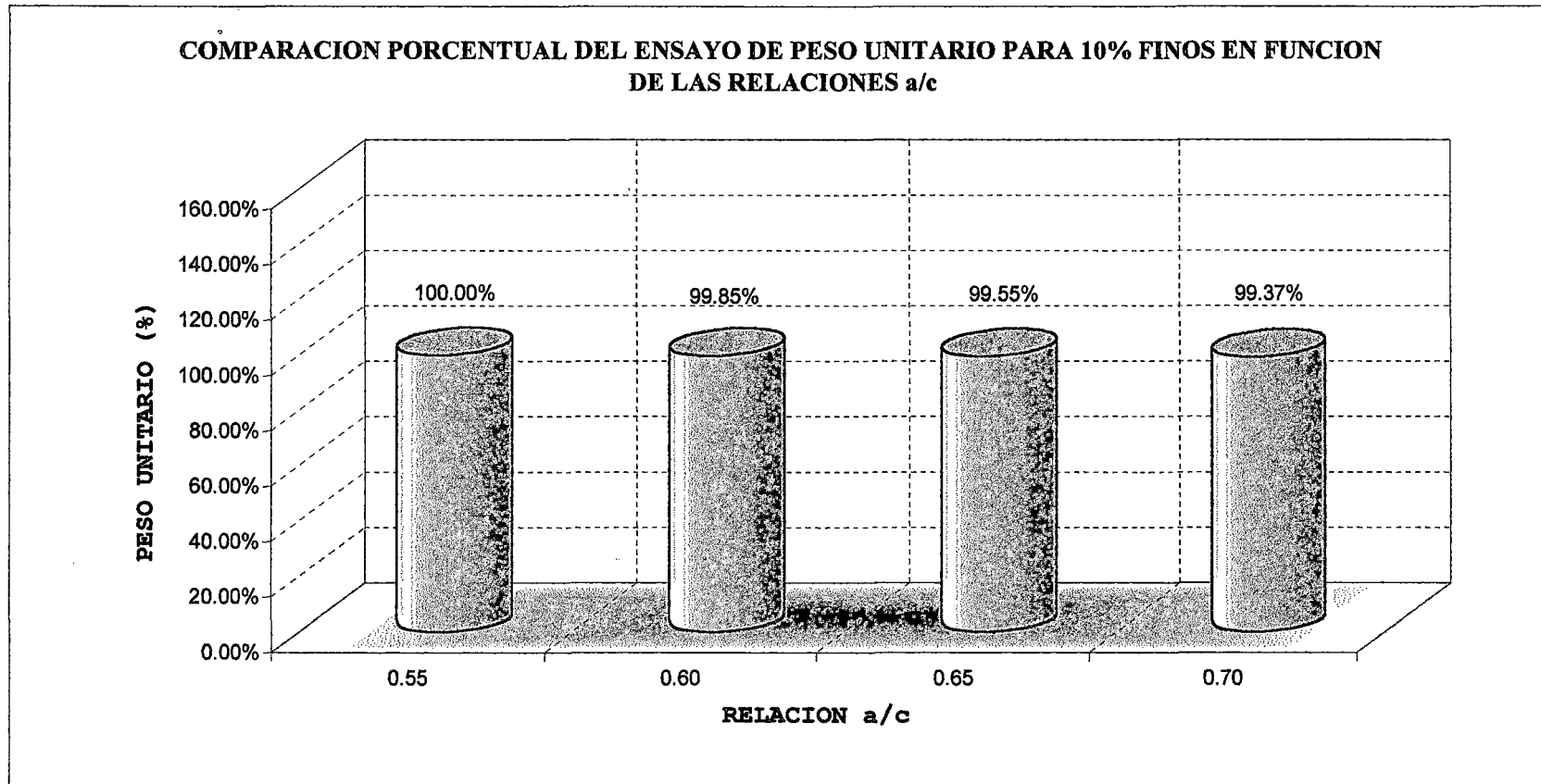
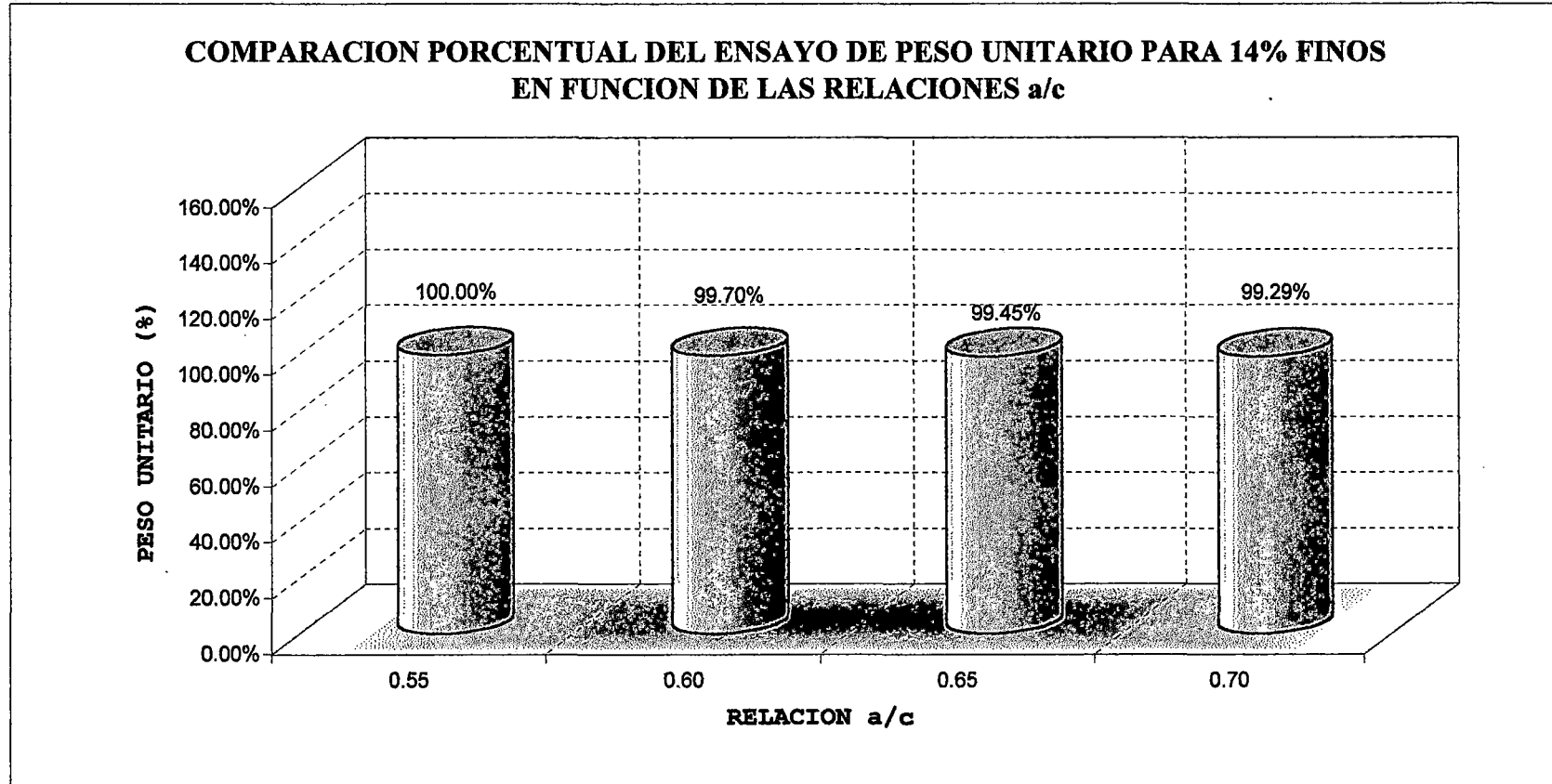
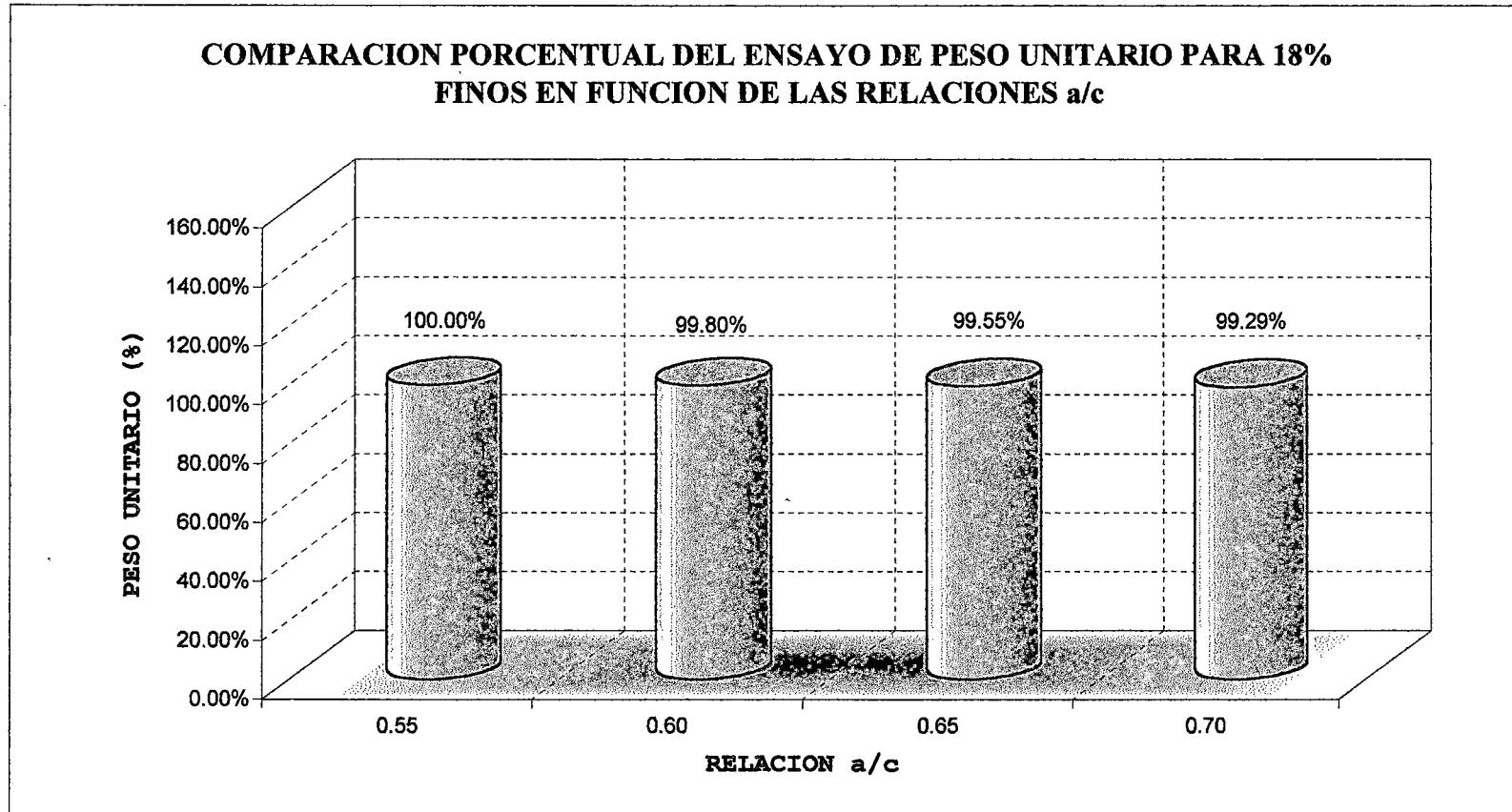
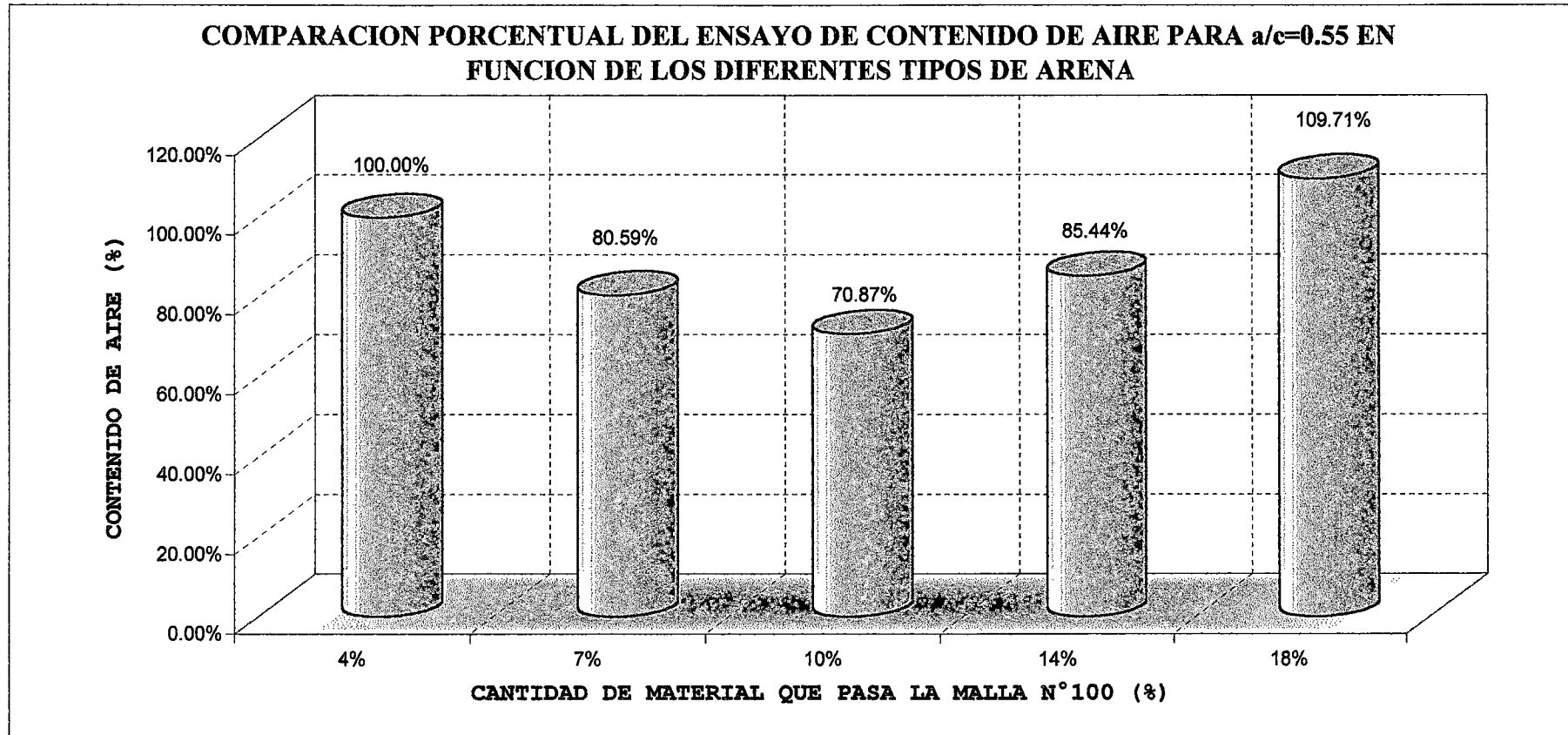


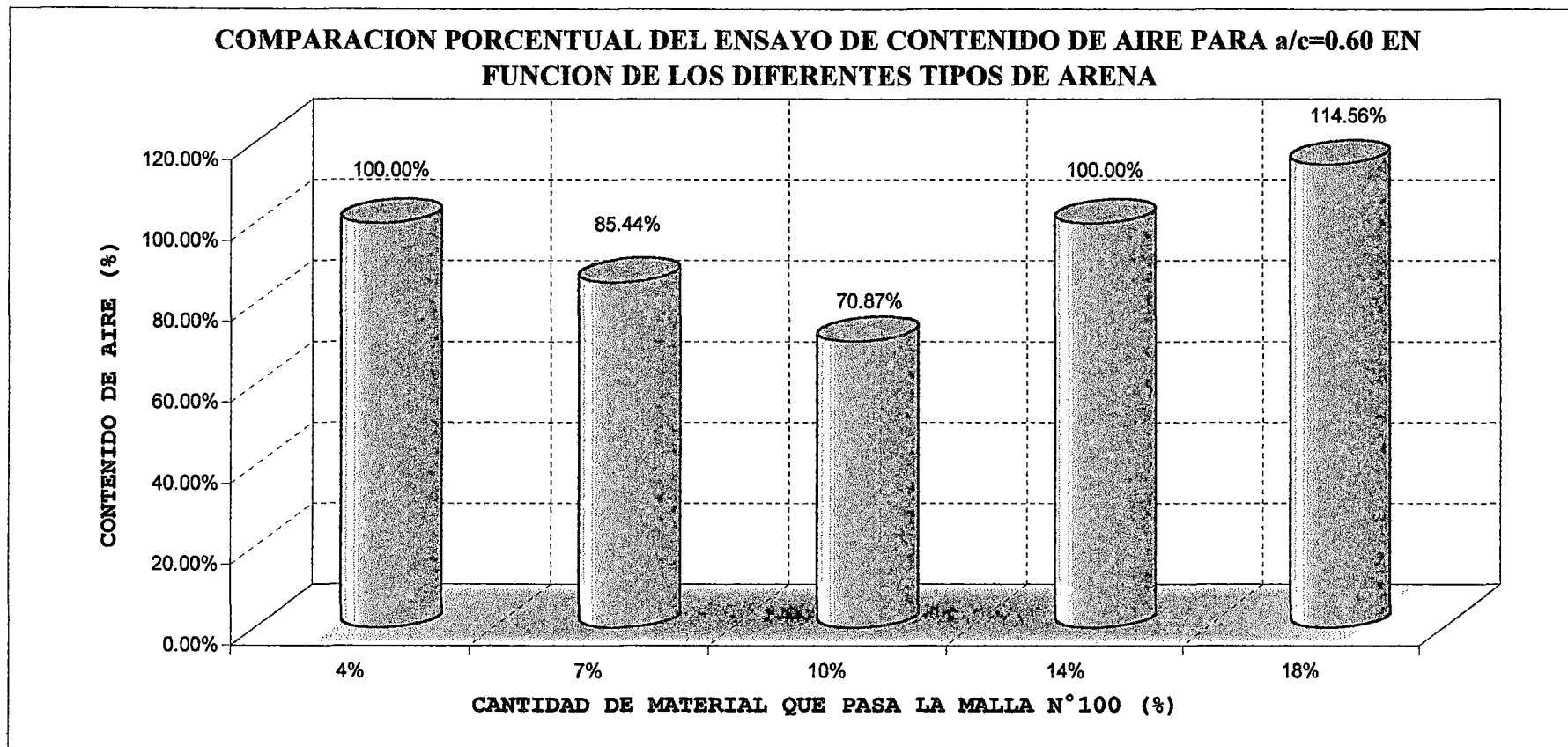
GRAFICO IX-3,11



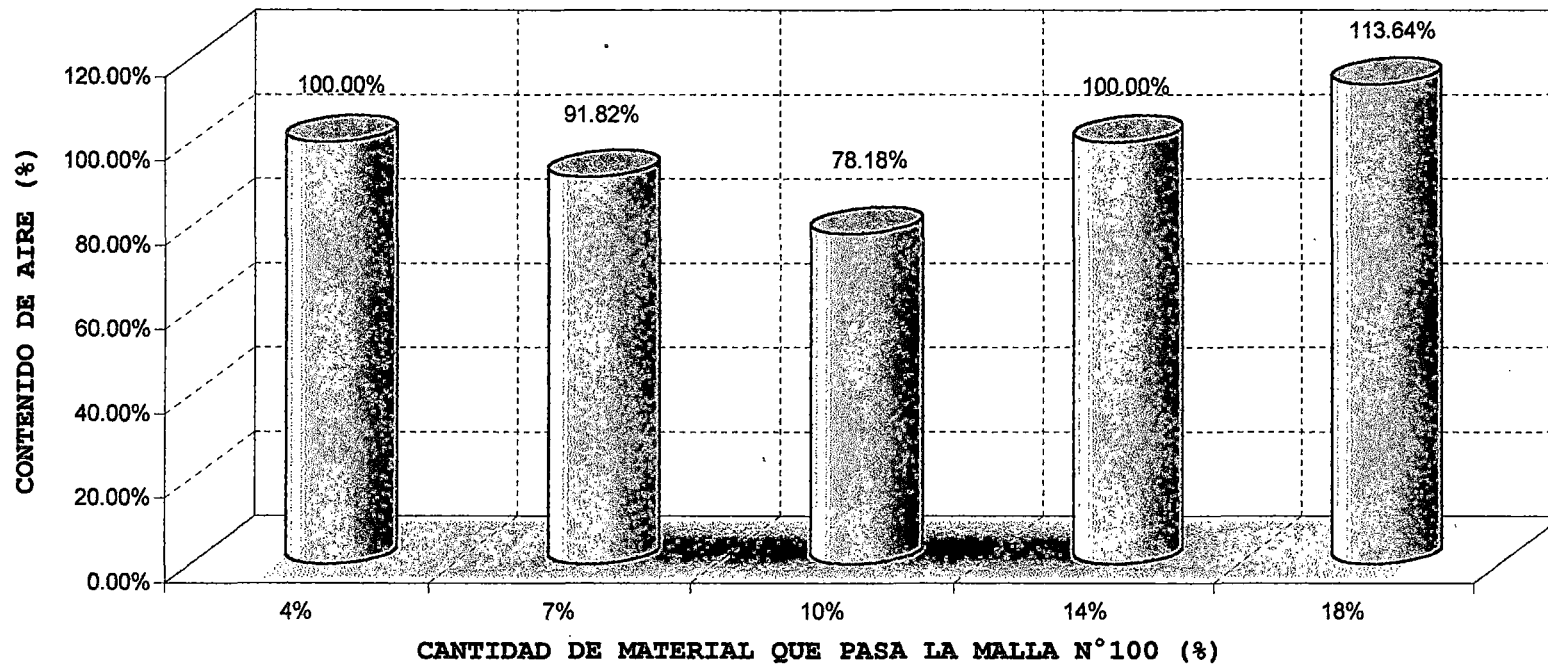




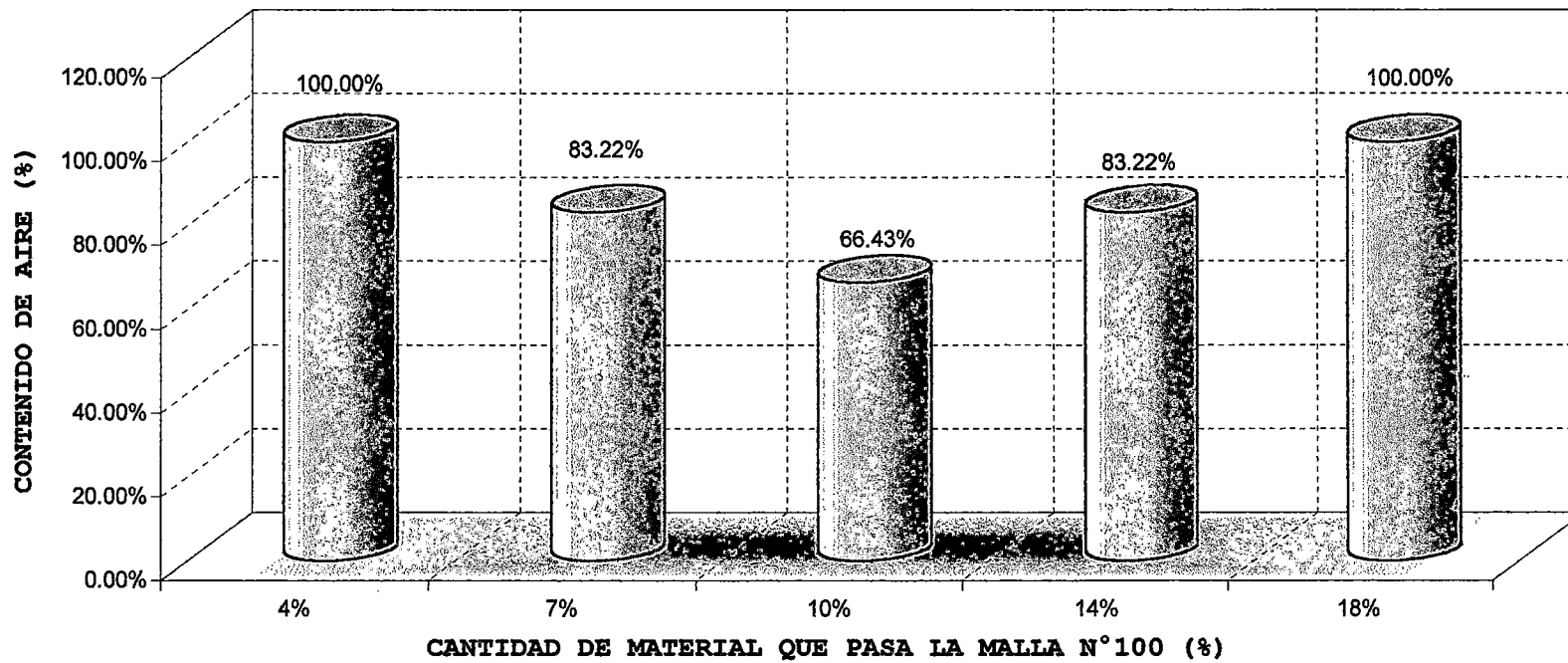


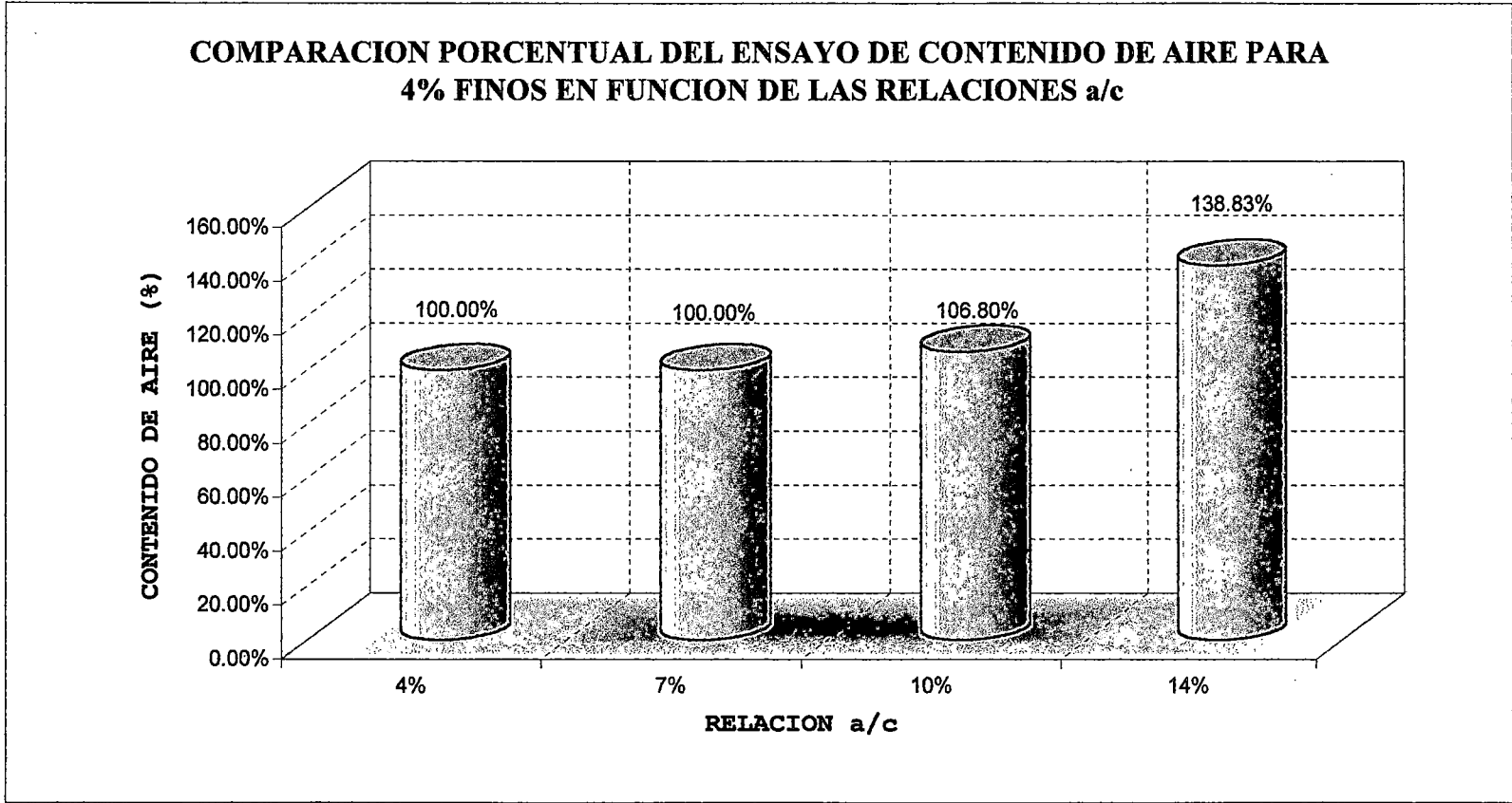


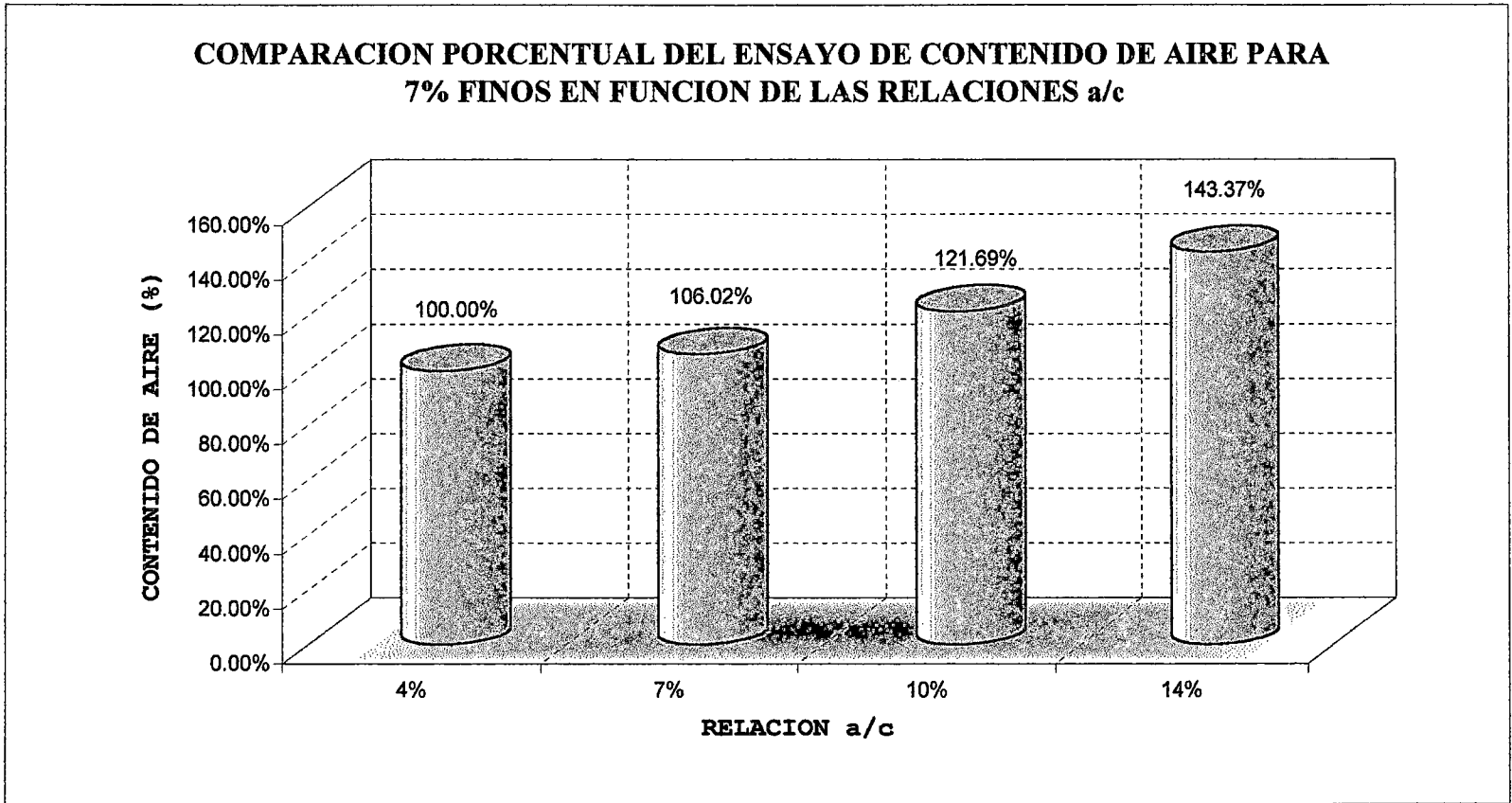
**COMPARACION PORCENTUAL DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE PARA $a/c=0.65$ EN
FUNCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ARENA**

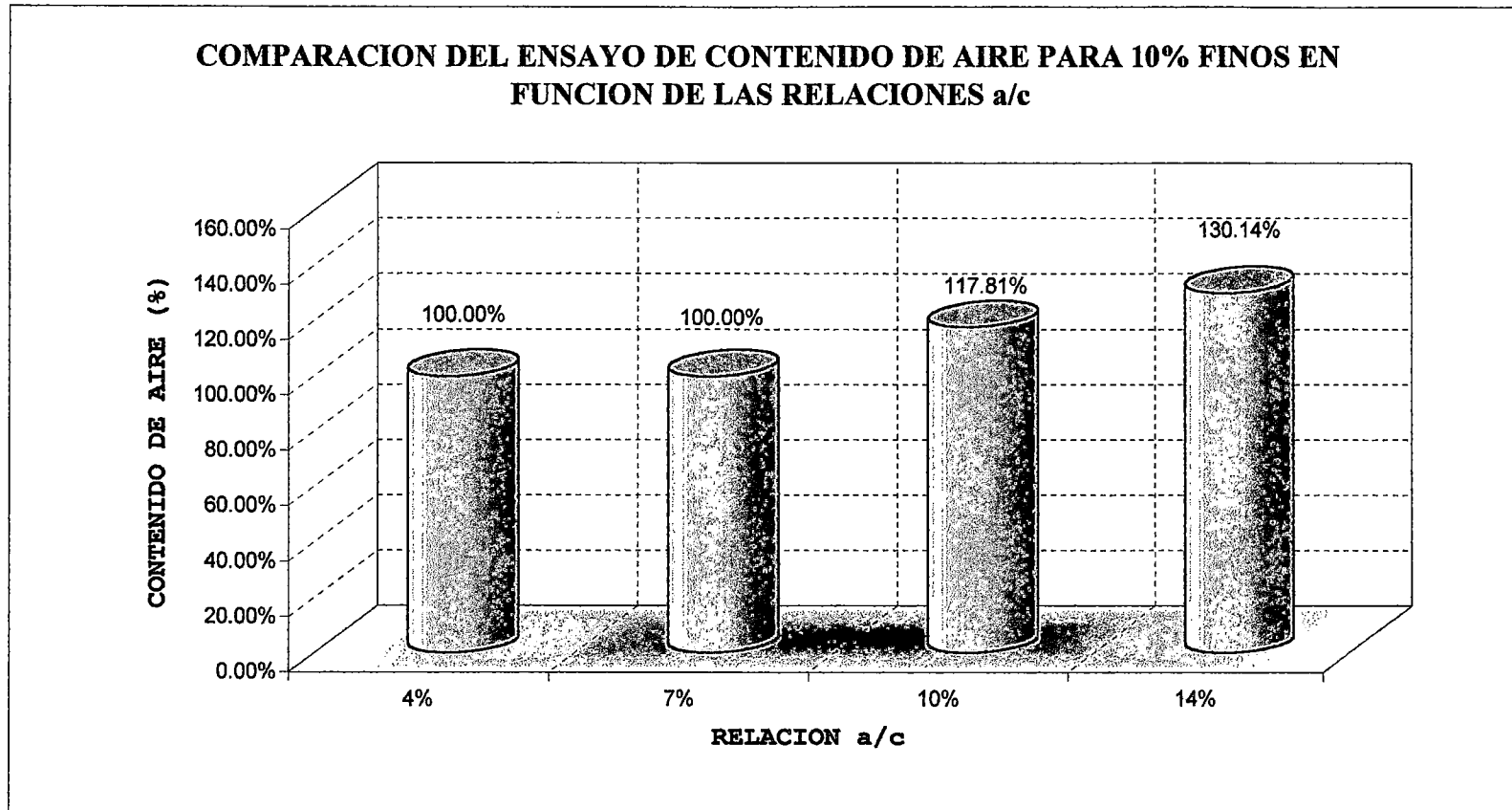


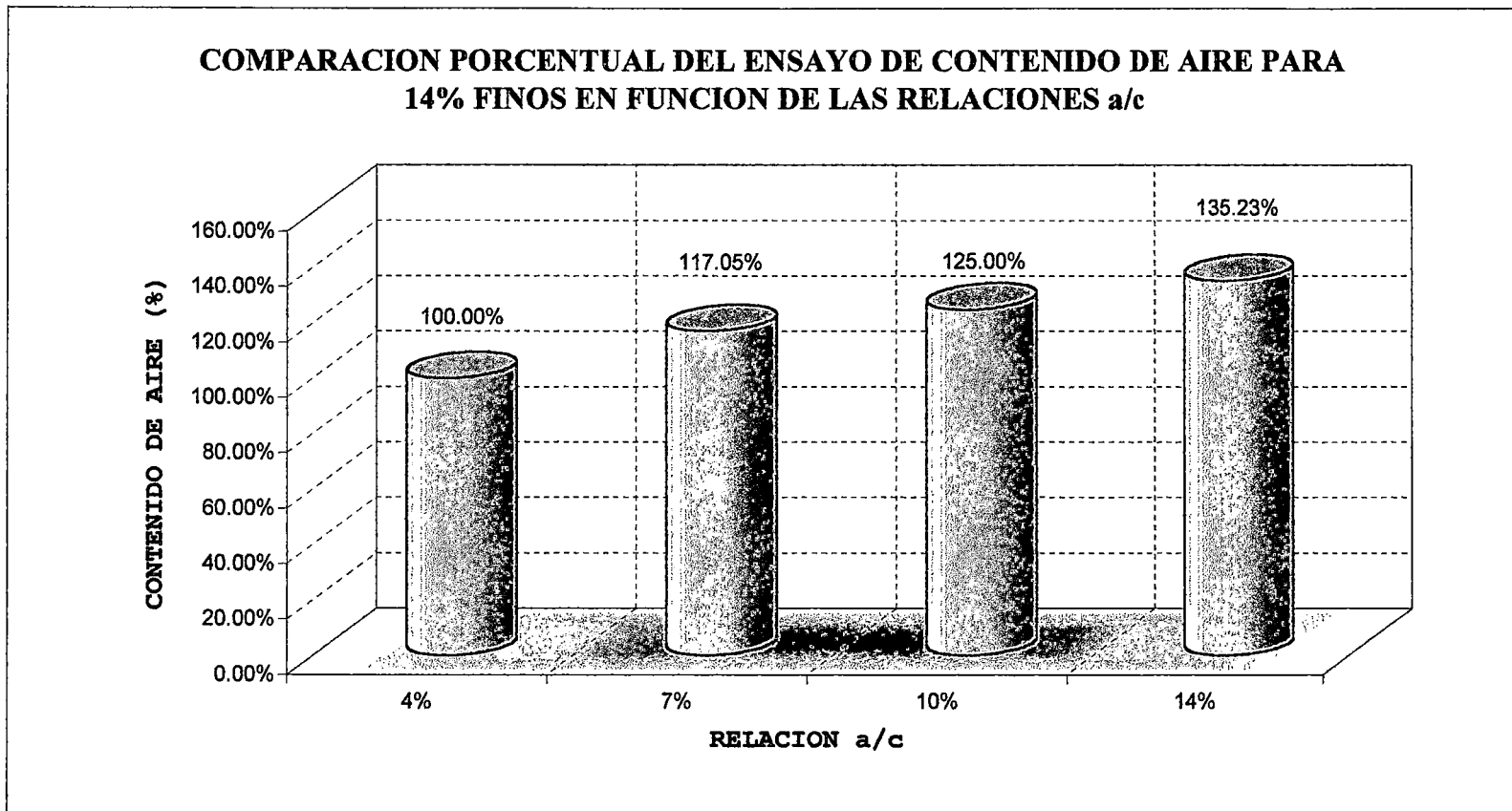
COMPARACION PORCENTUAL DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE PARA $a/c=0.70$ EN FUNCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ARENA

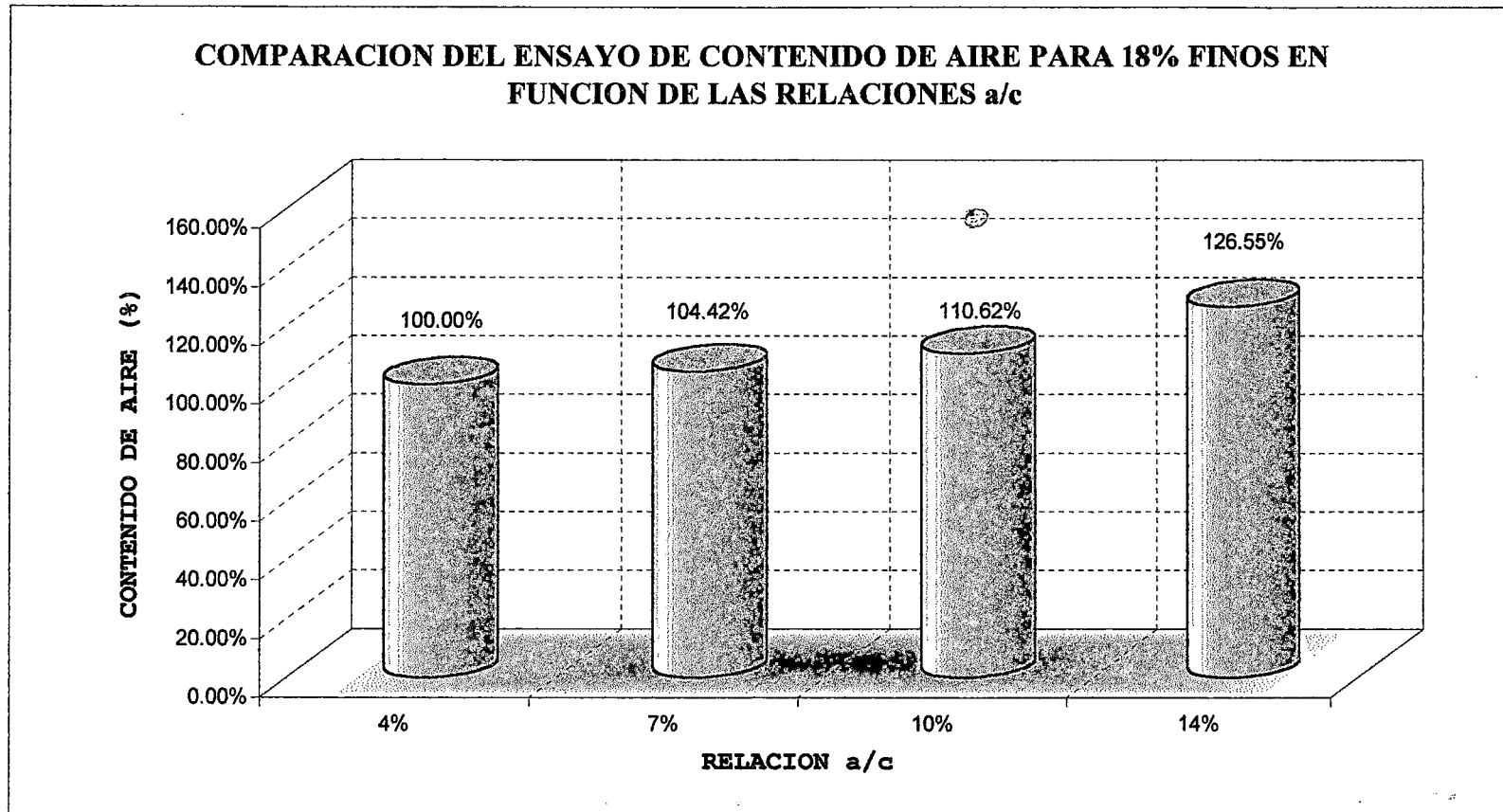


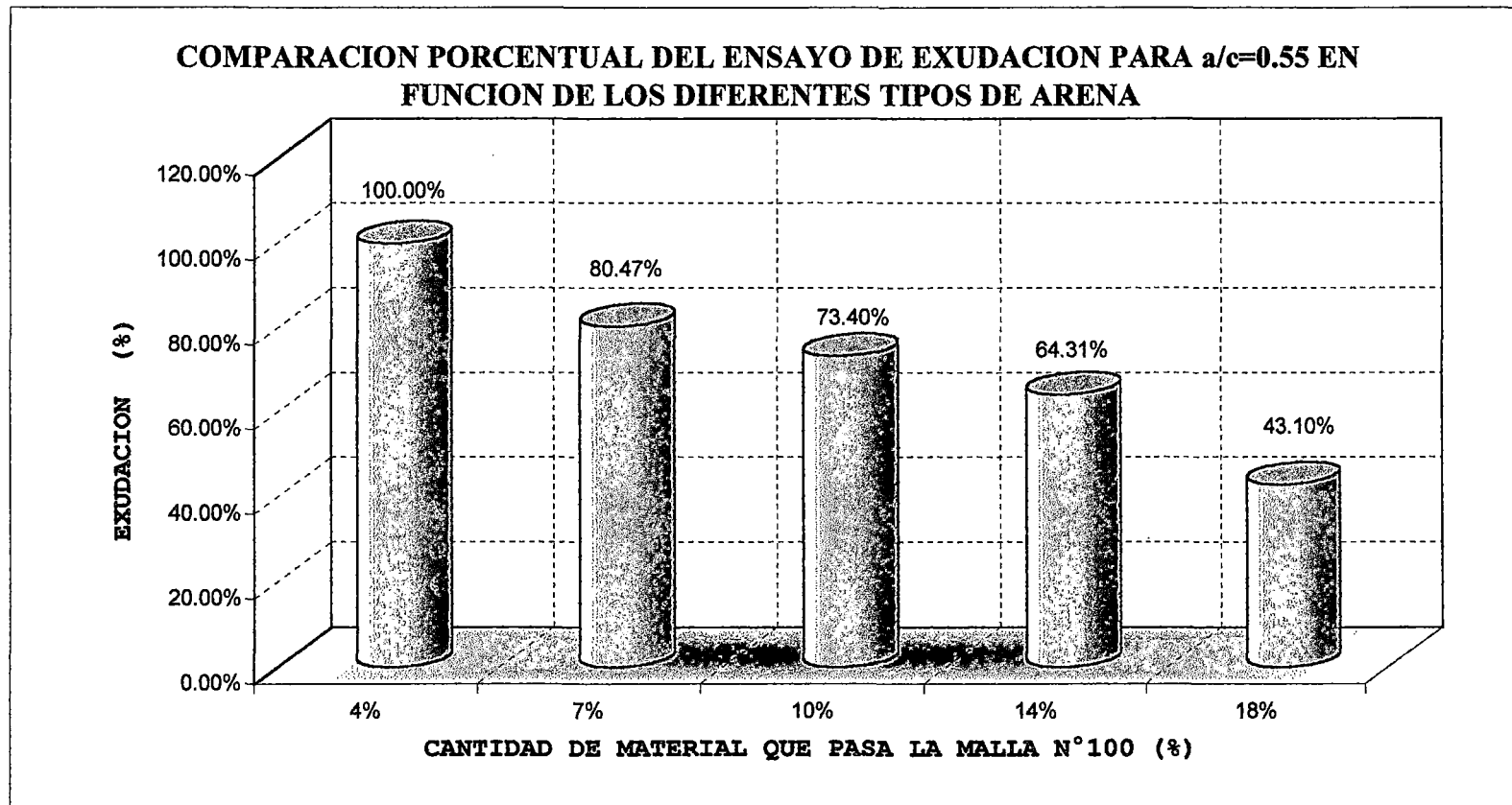


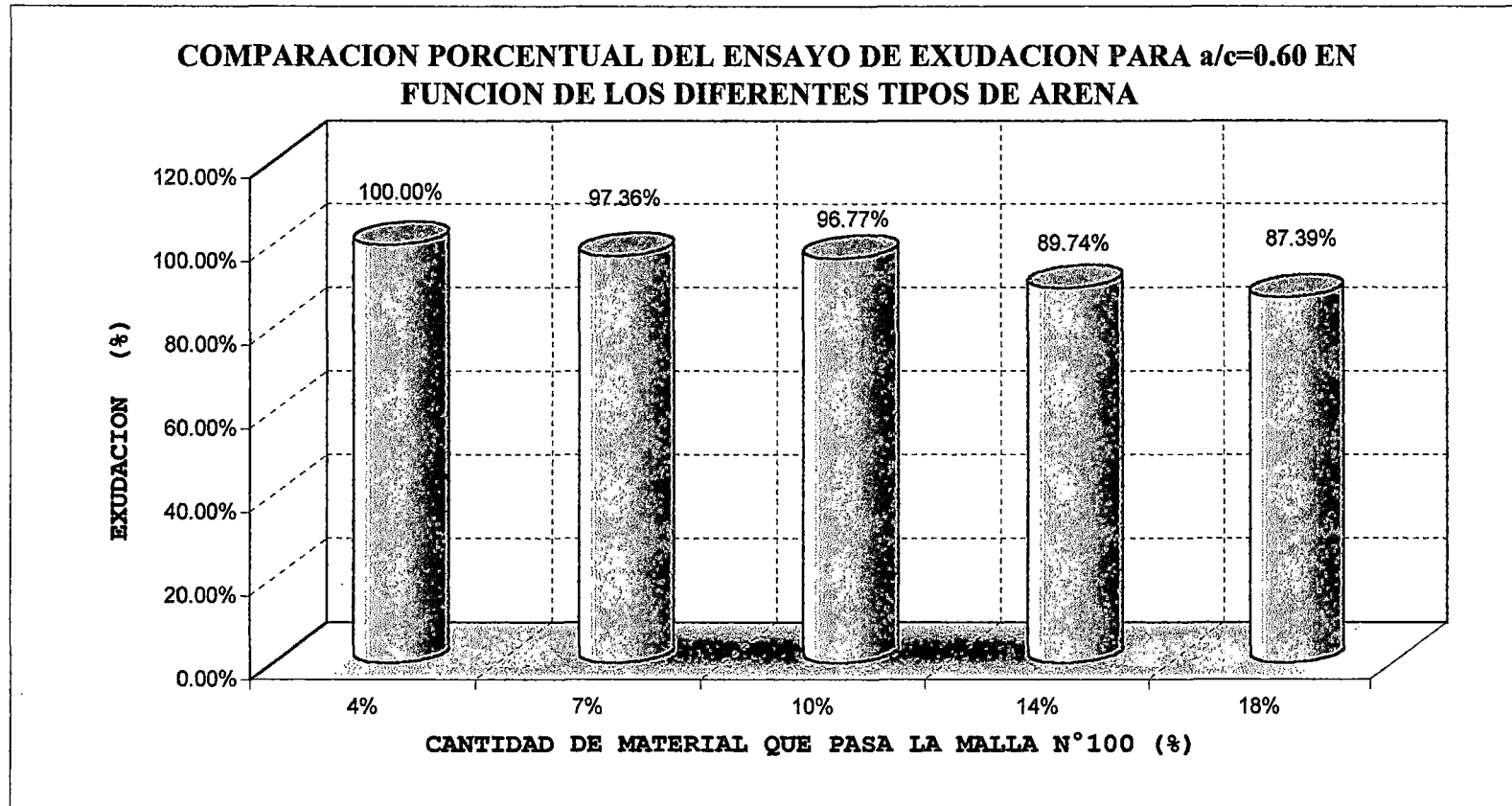


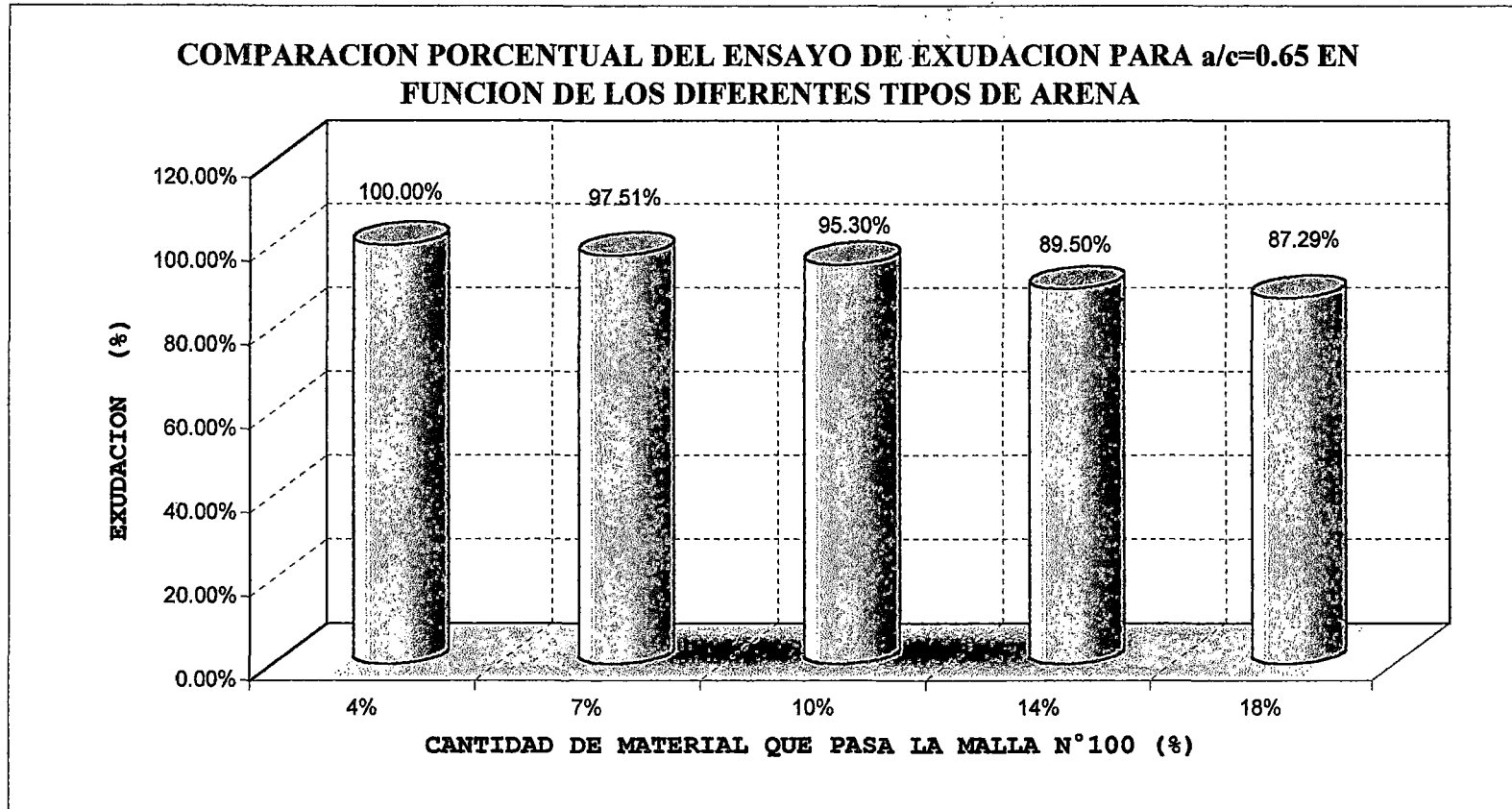


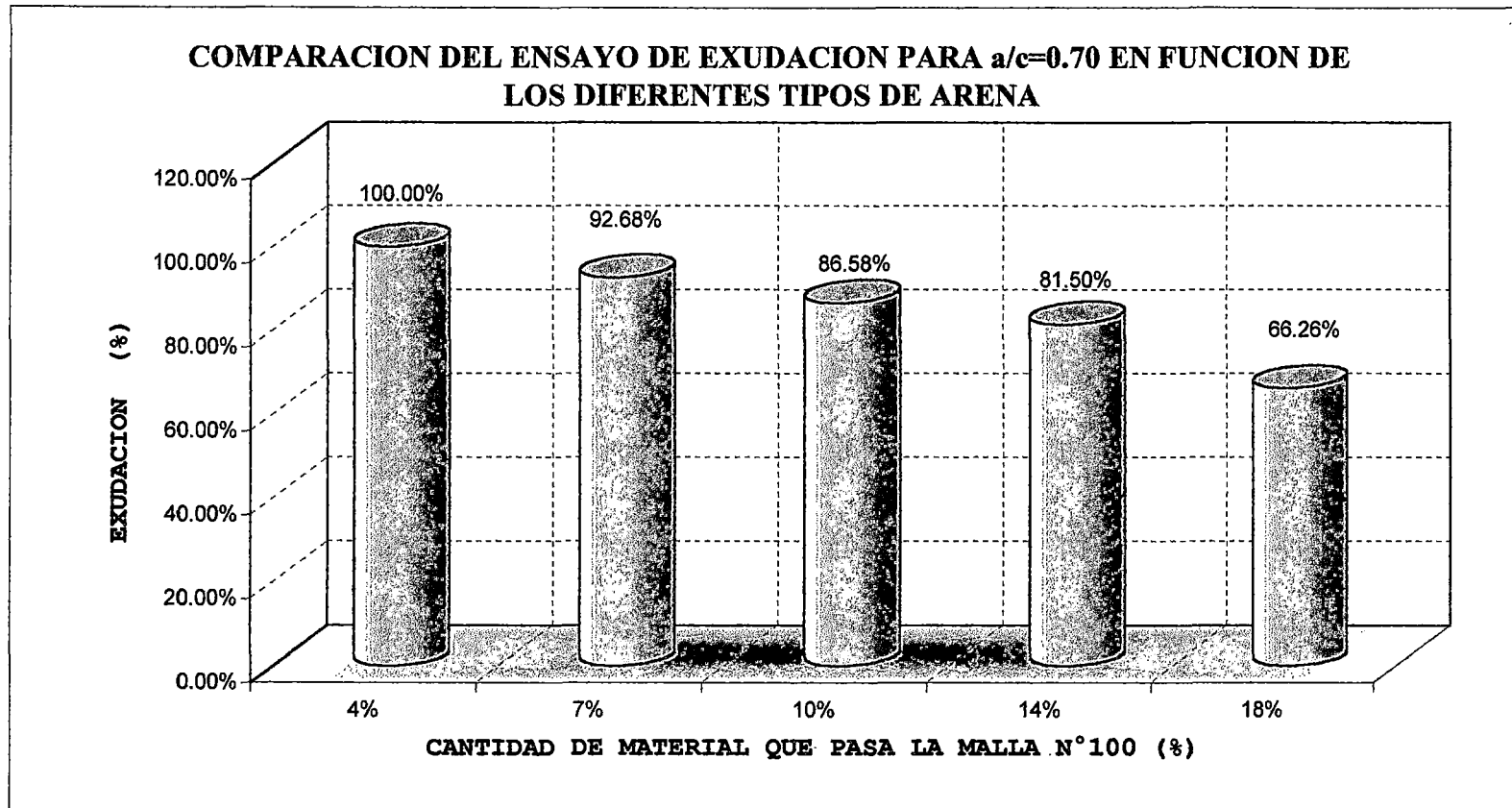


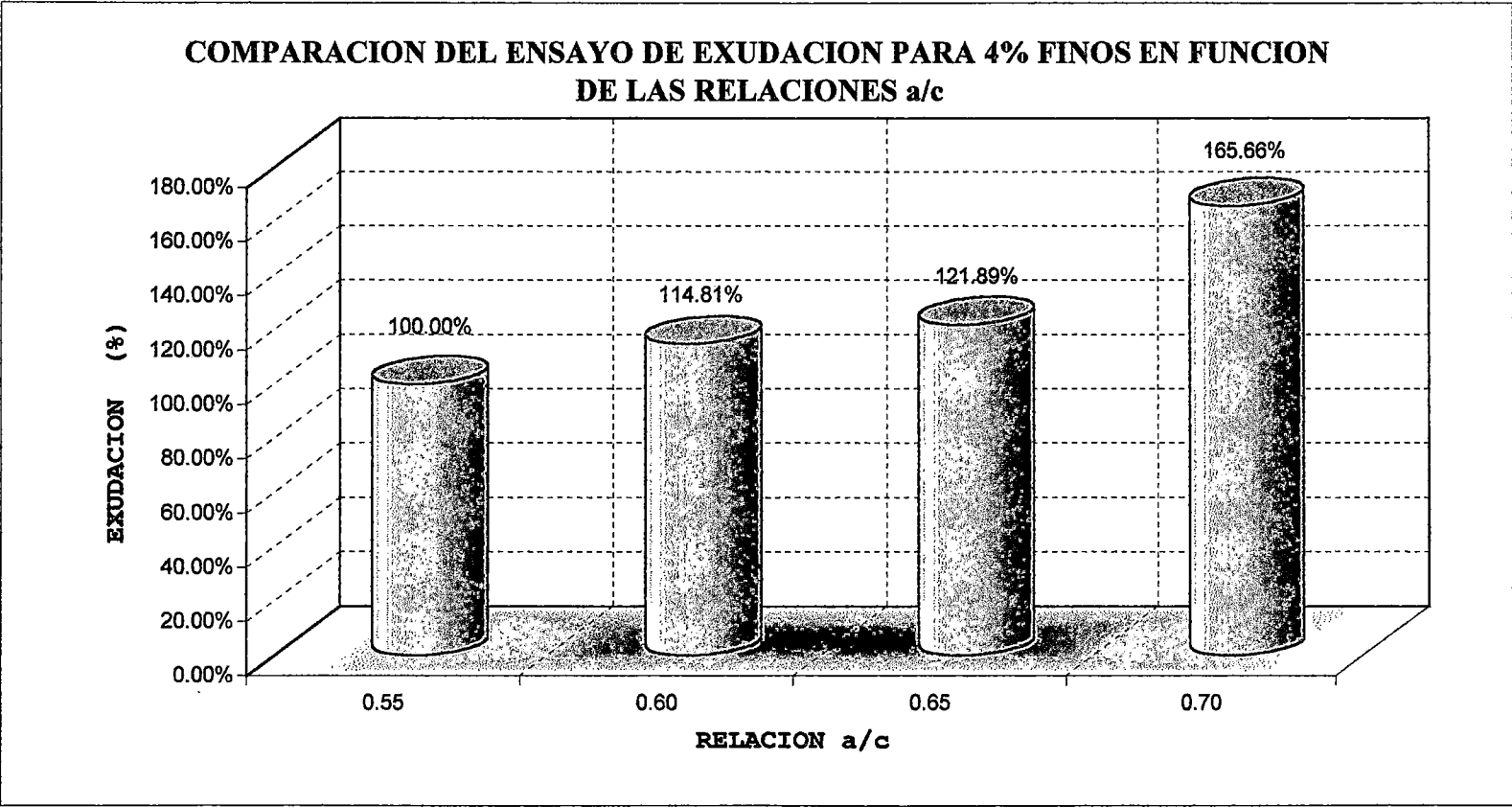


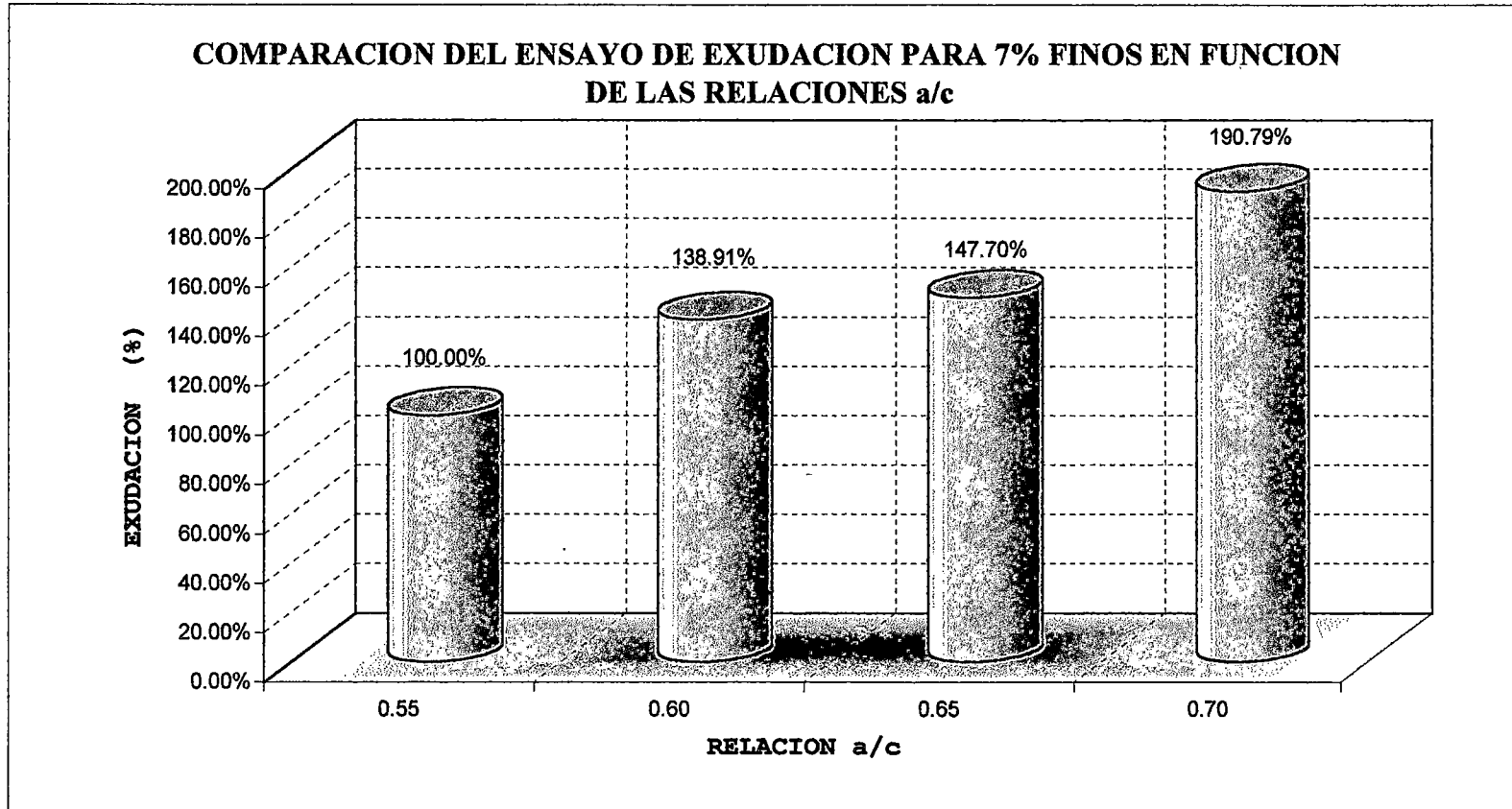


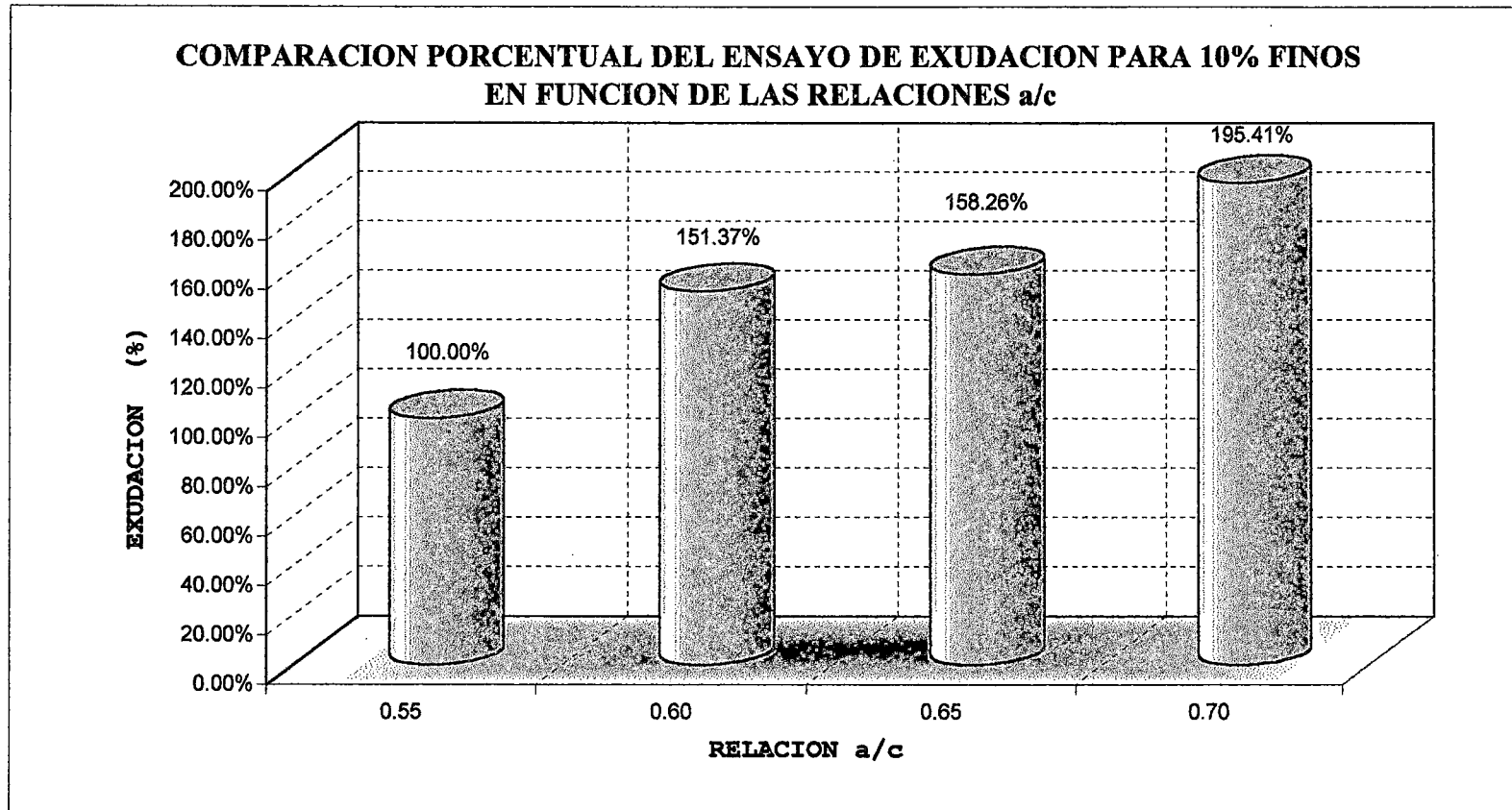


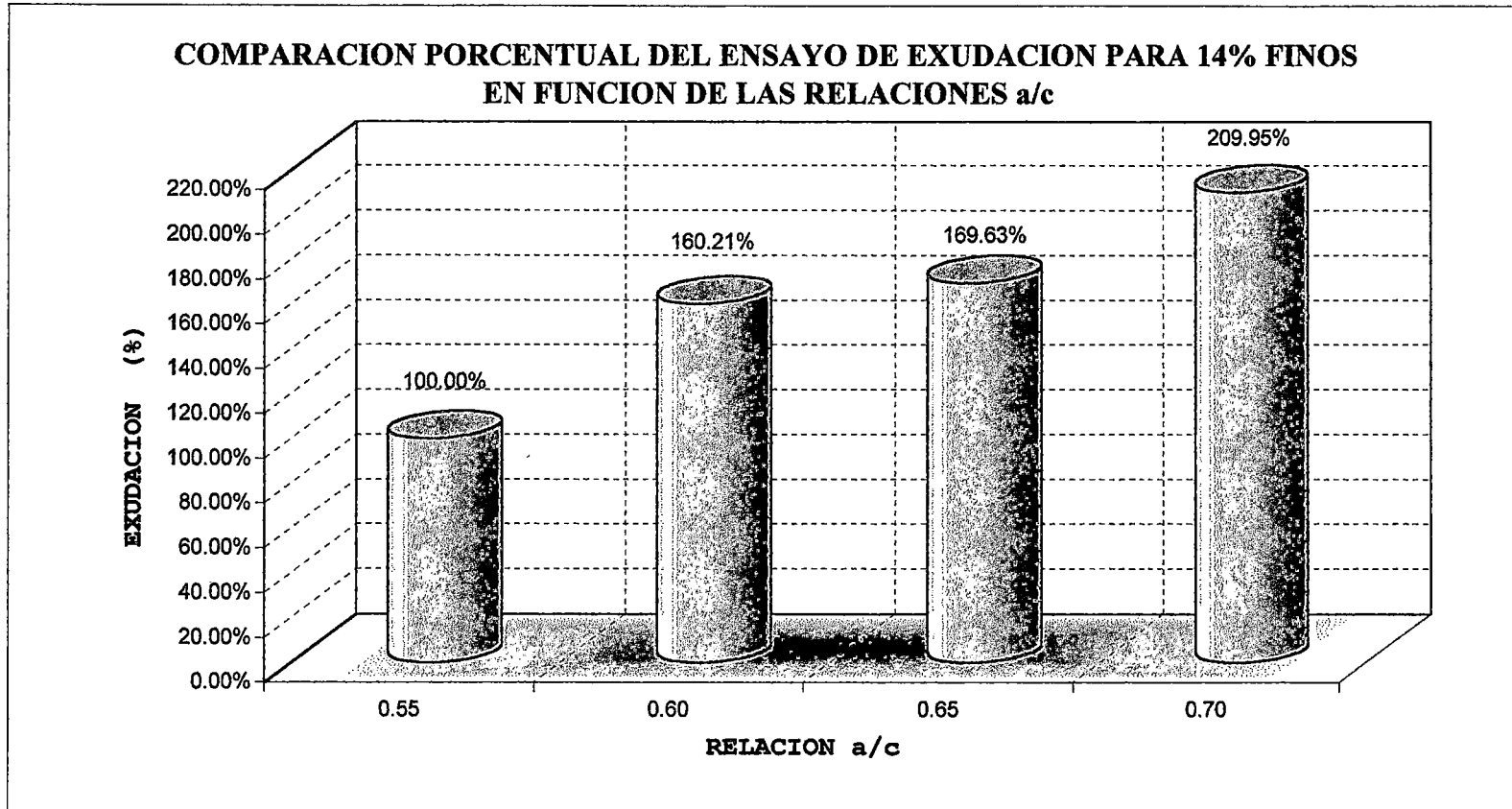


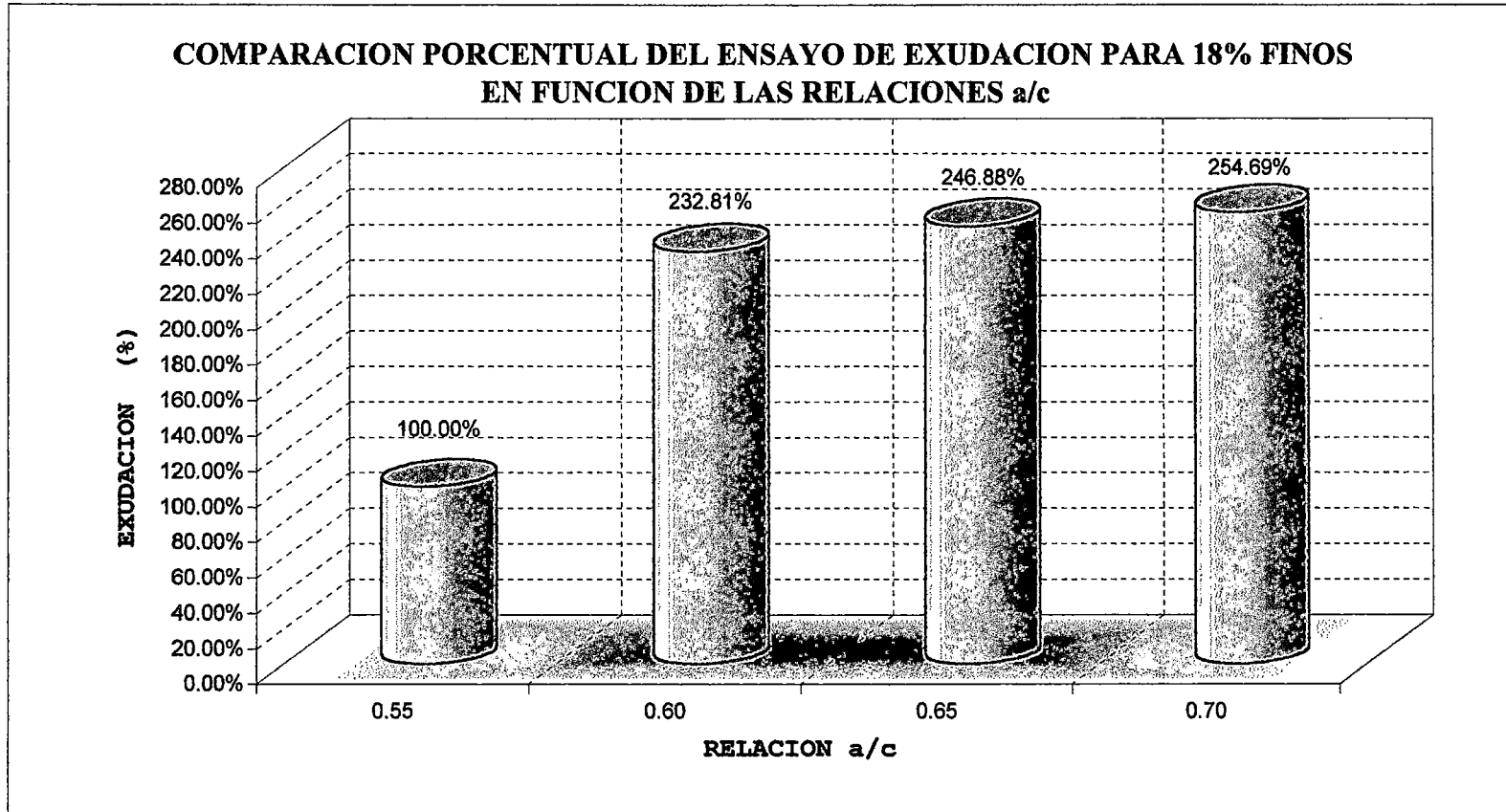


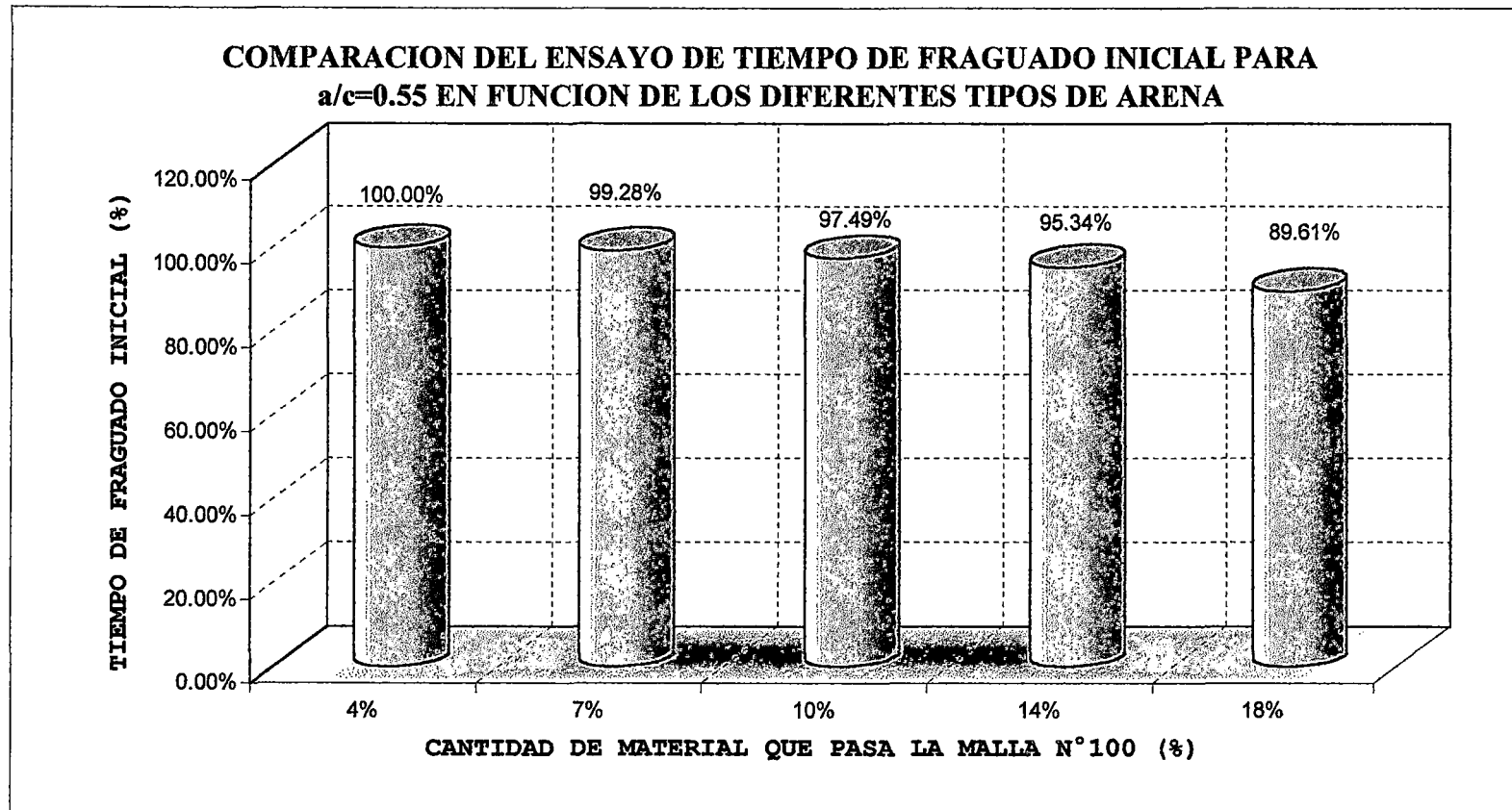


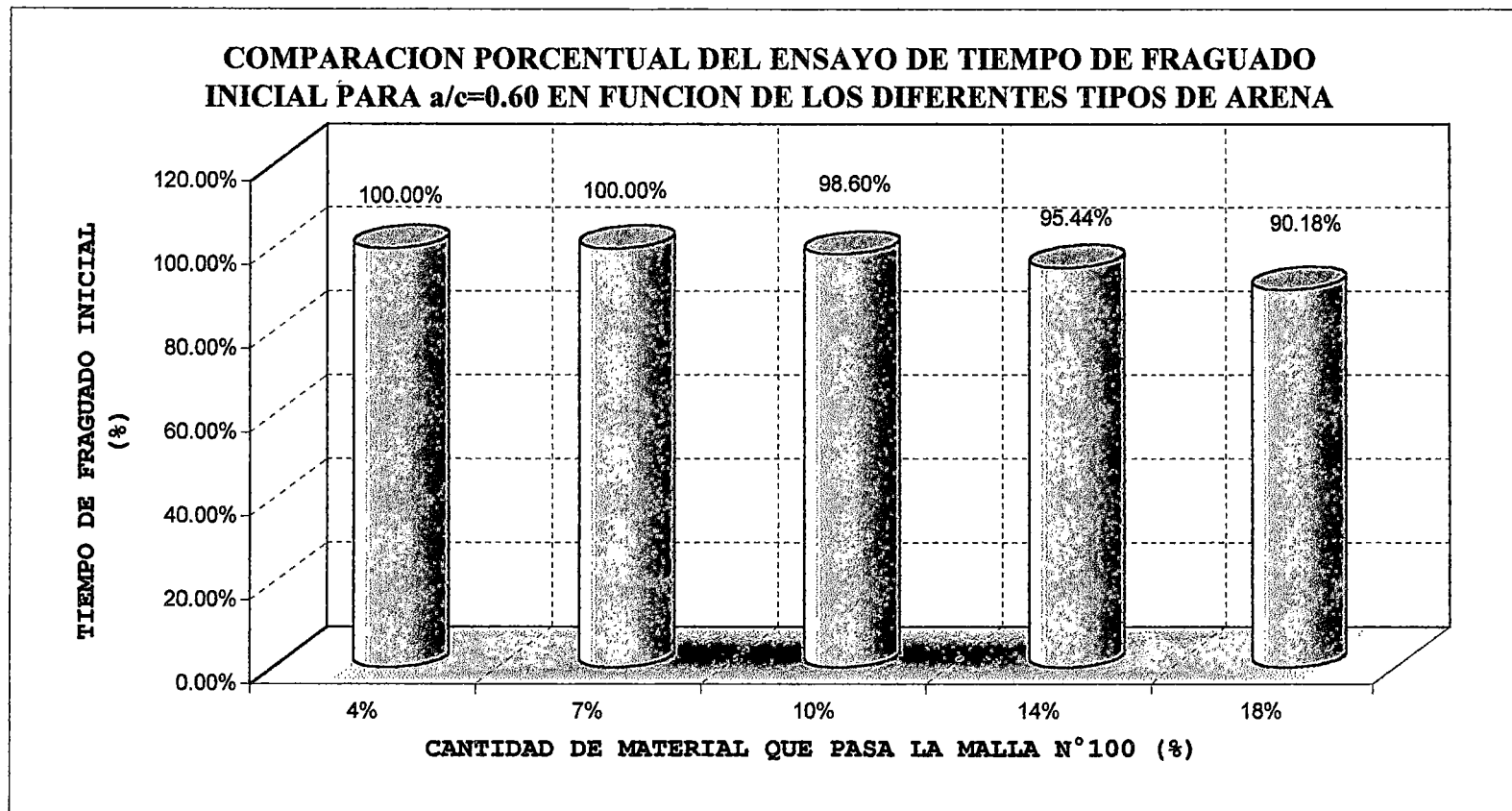


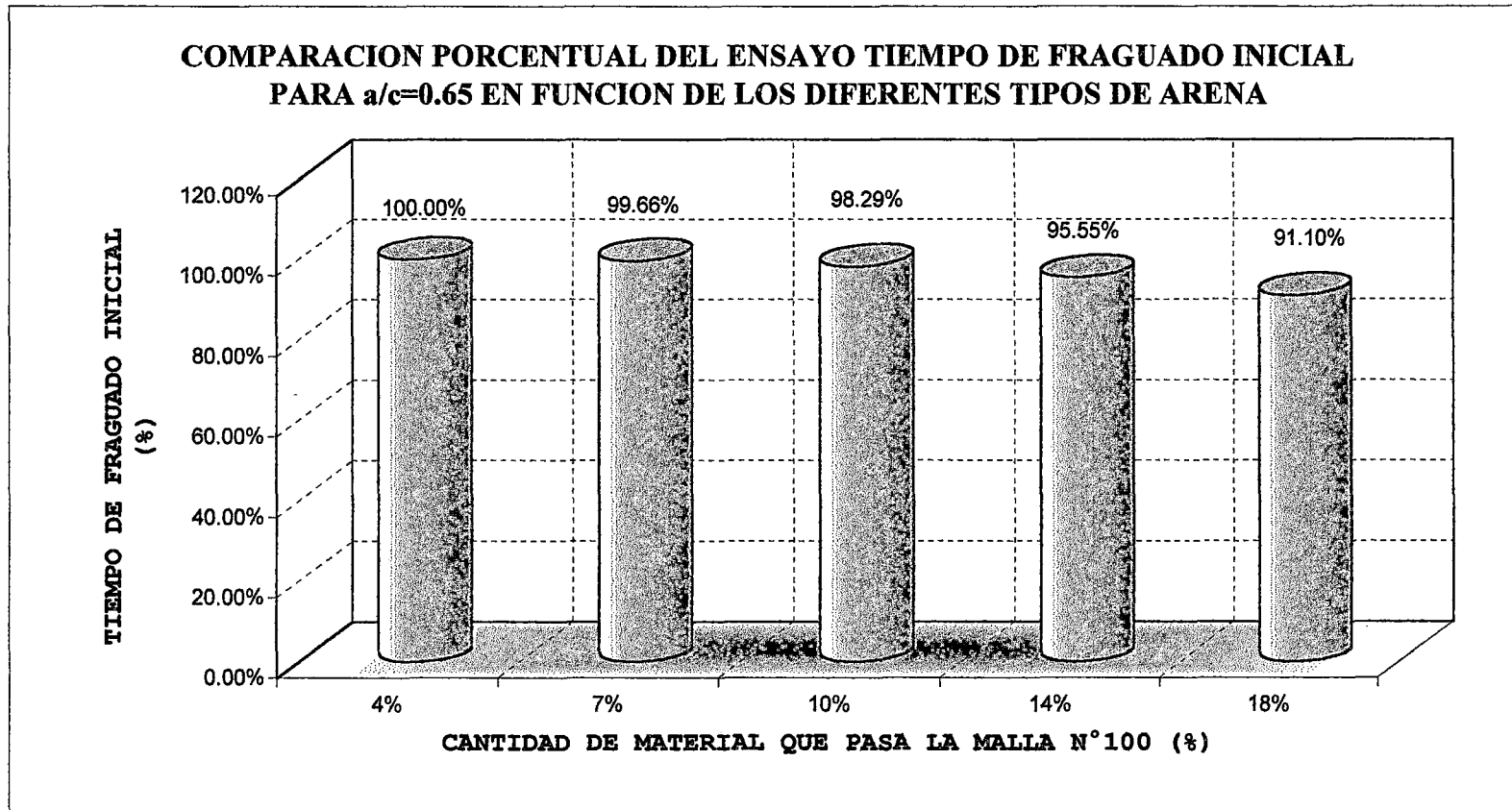


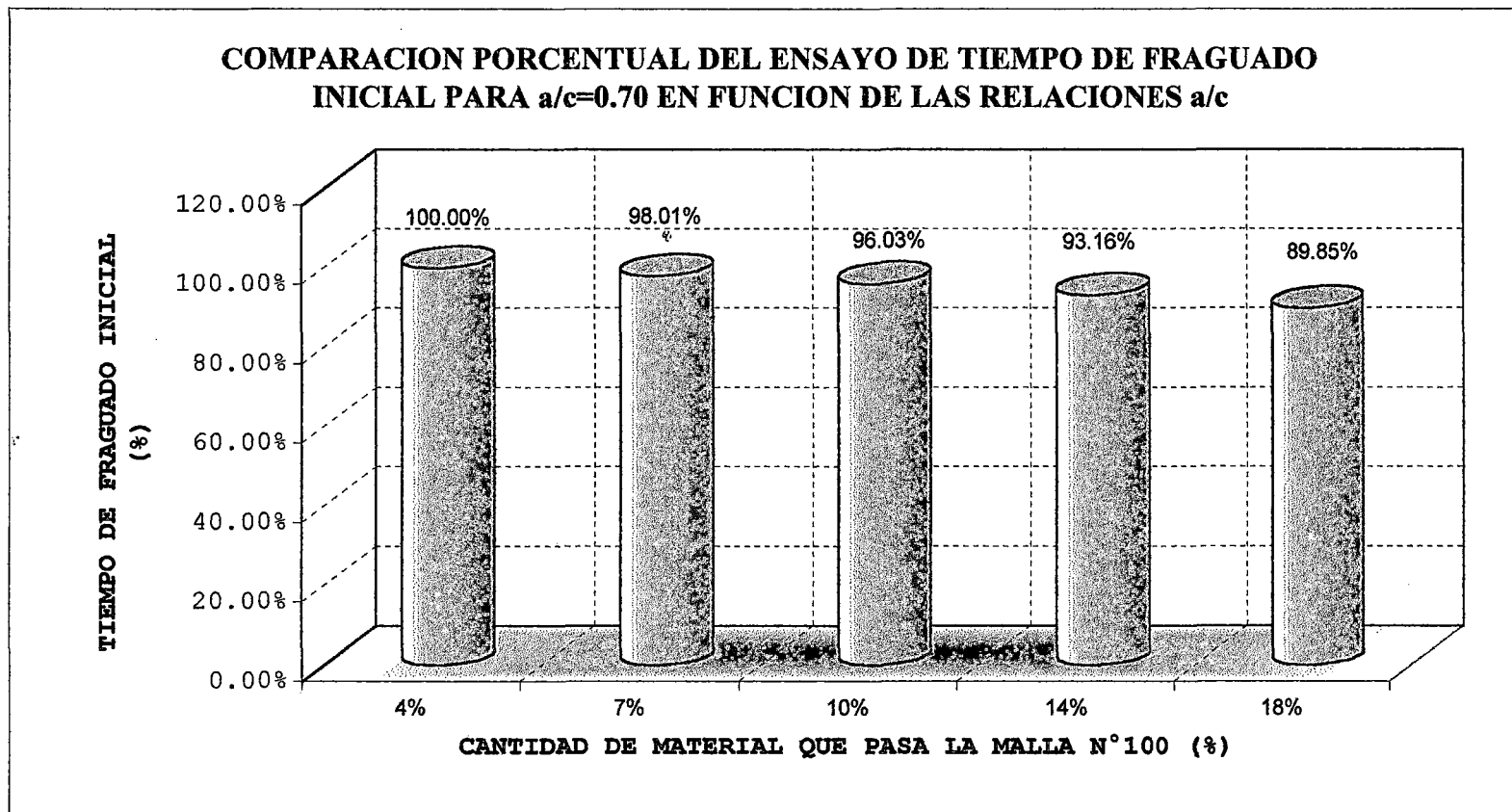


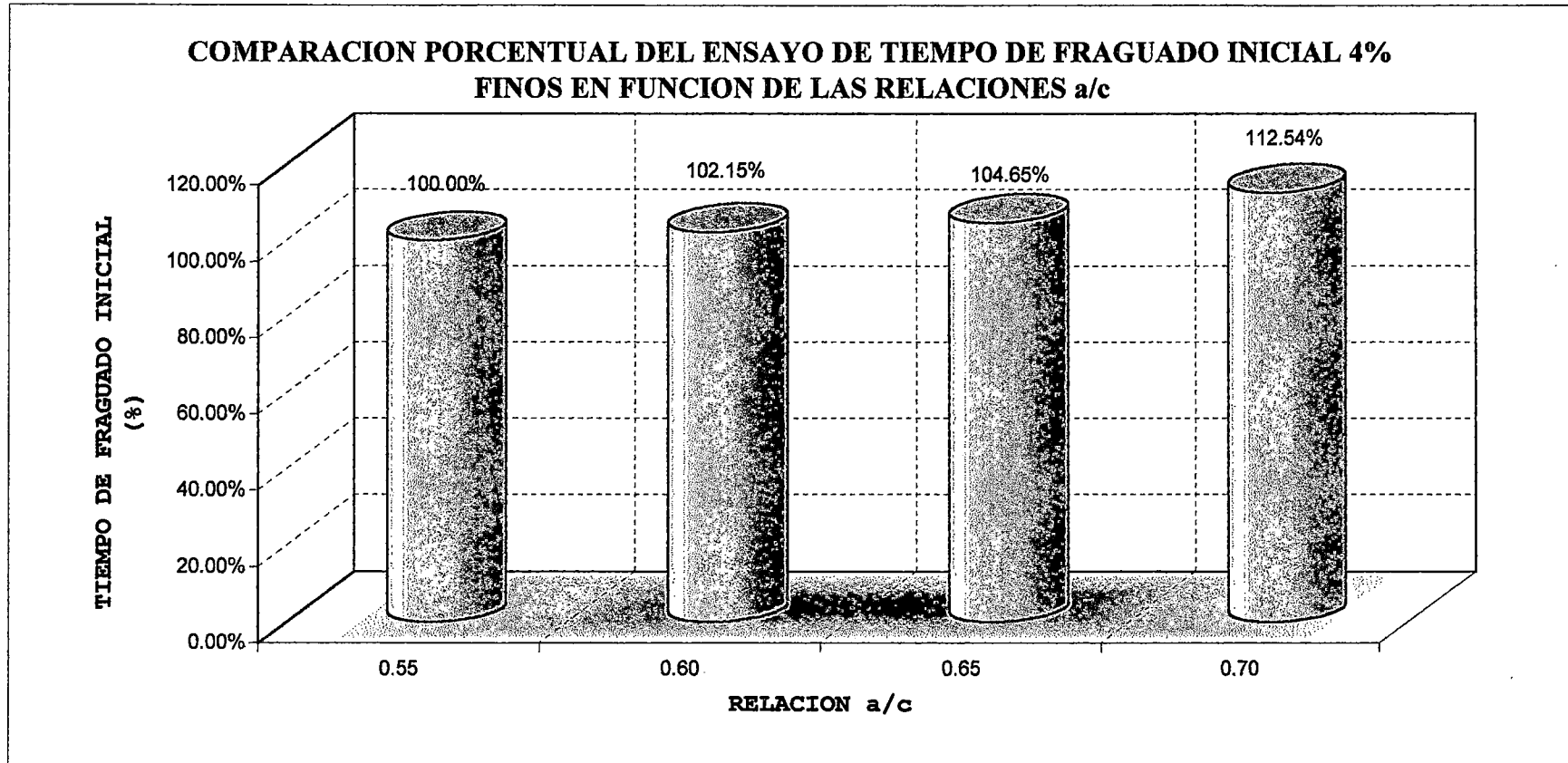


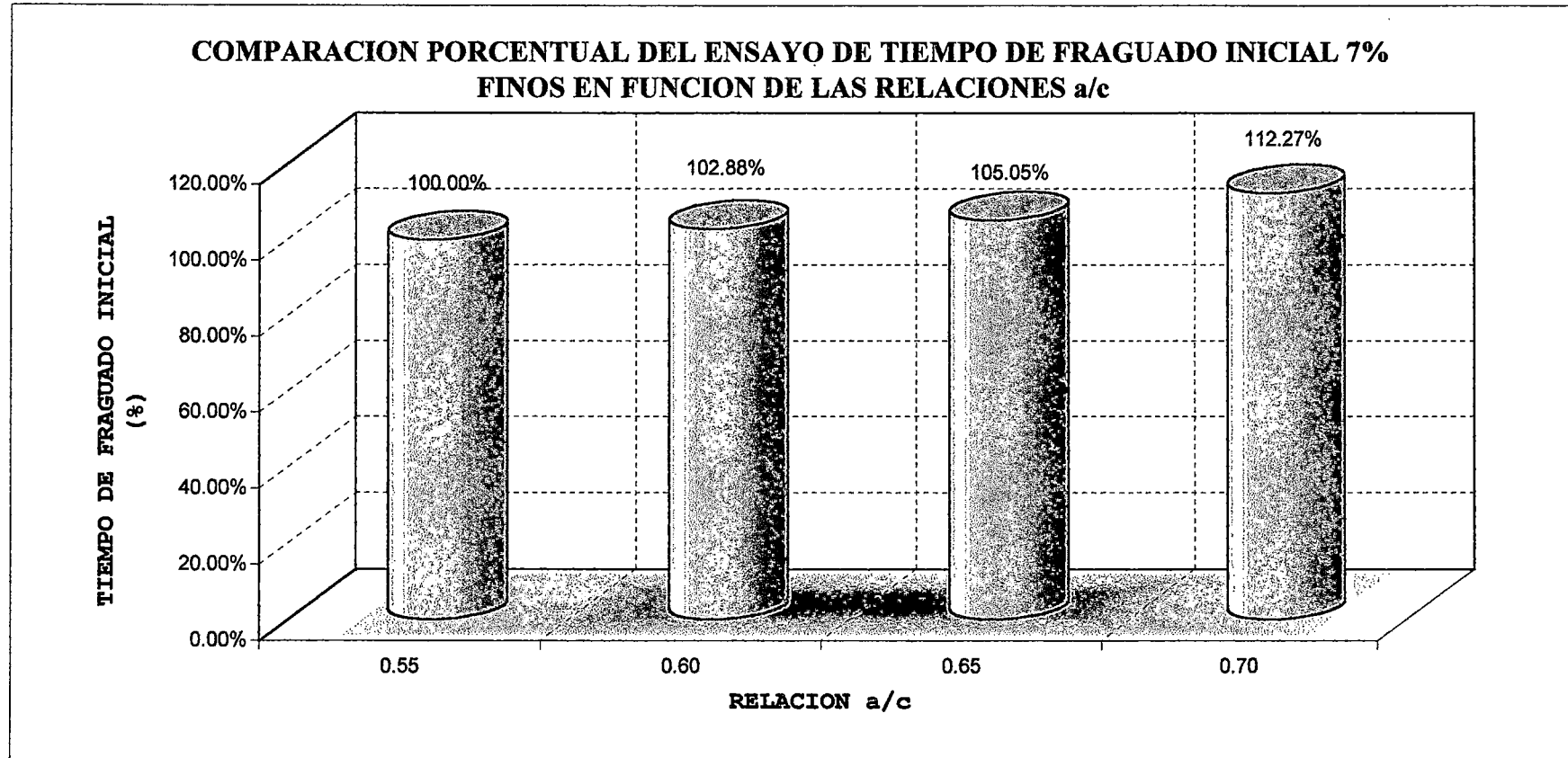


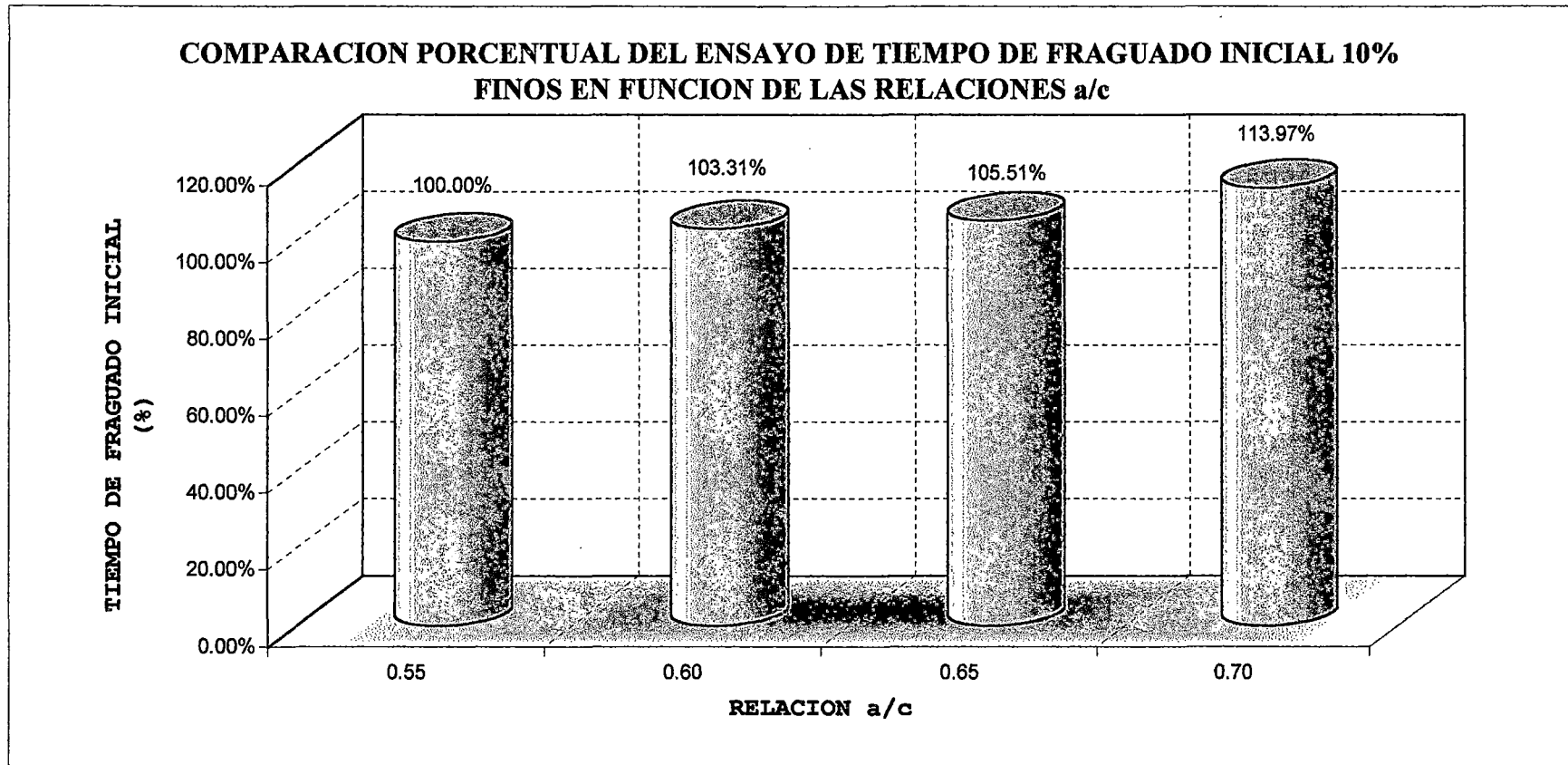


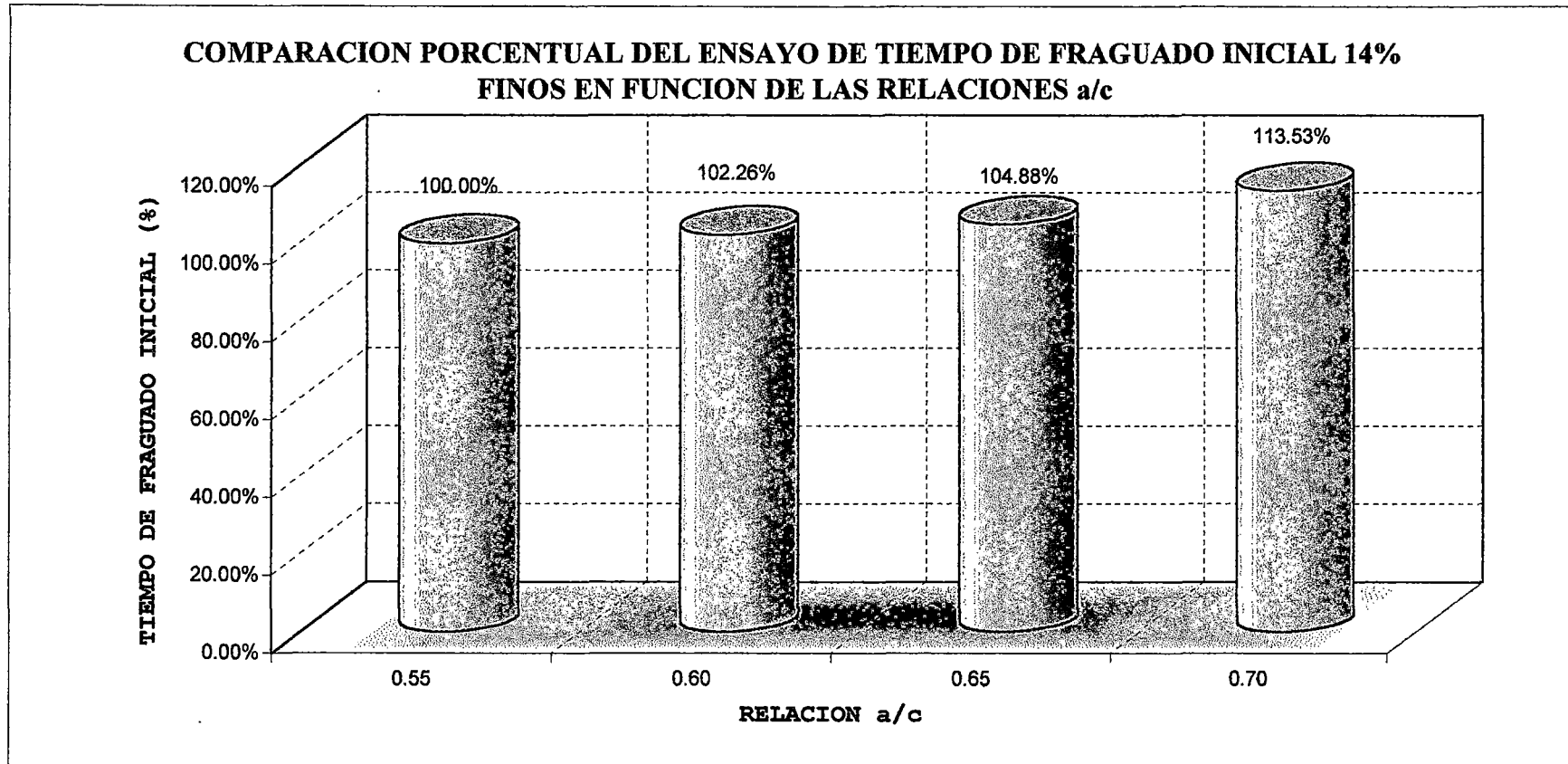


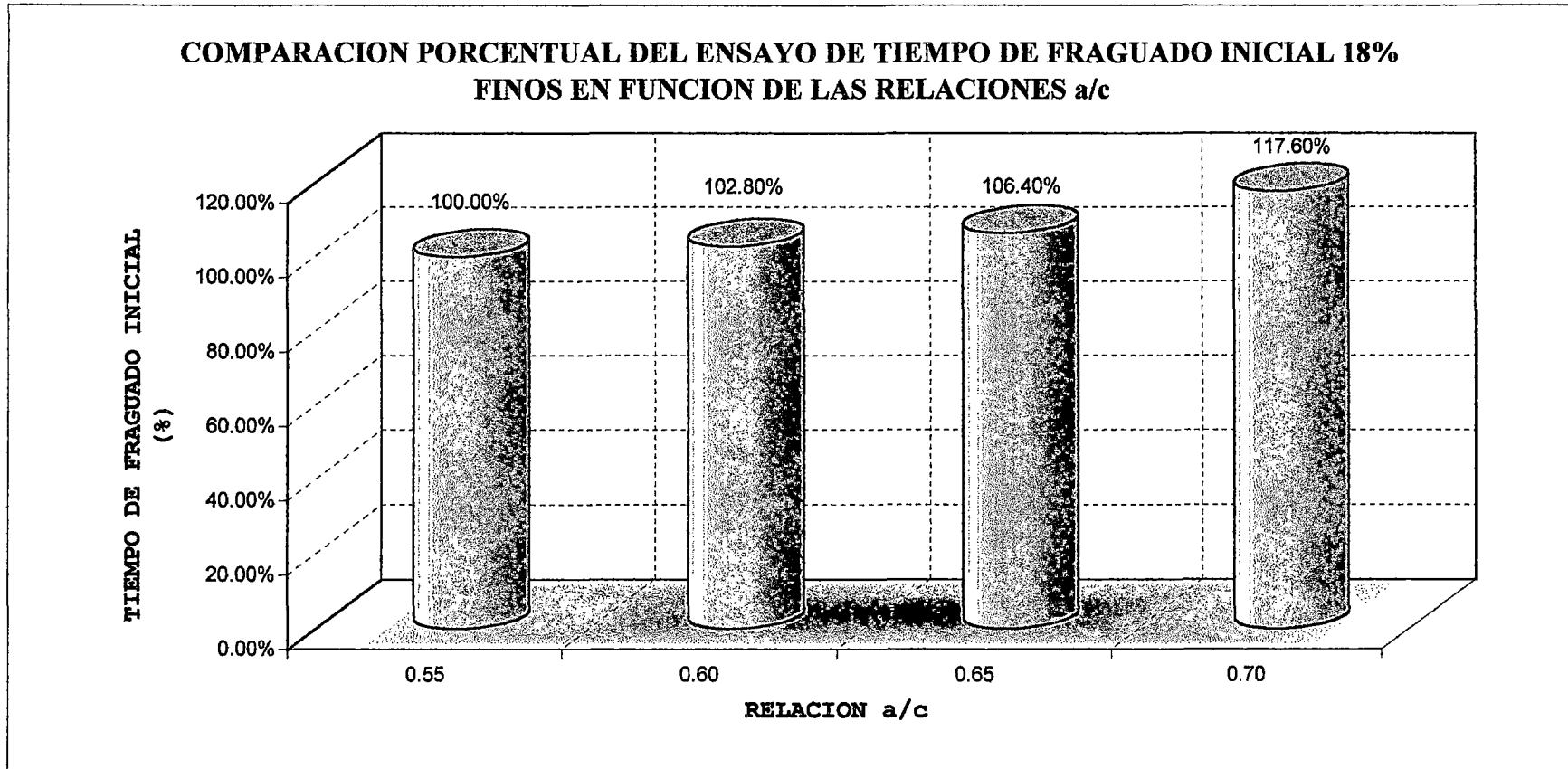


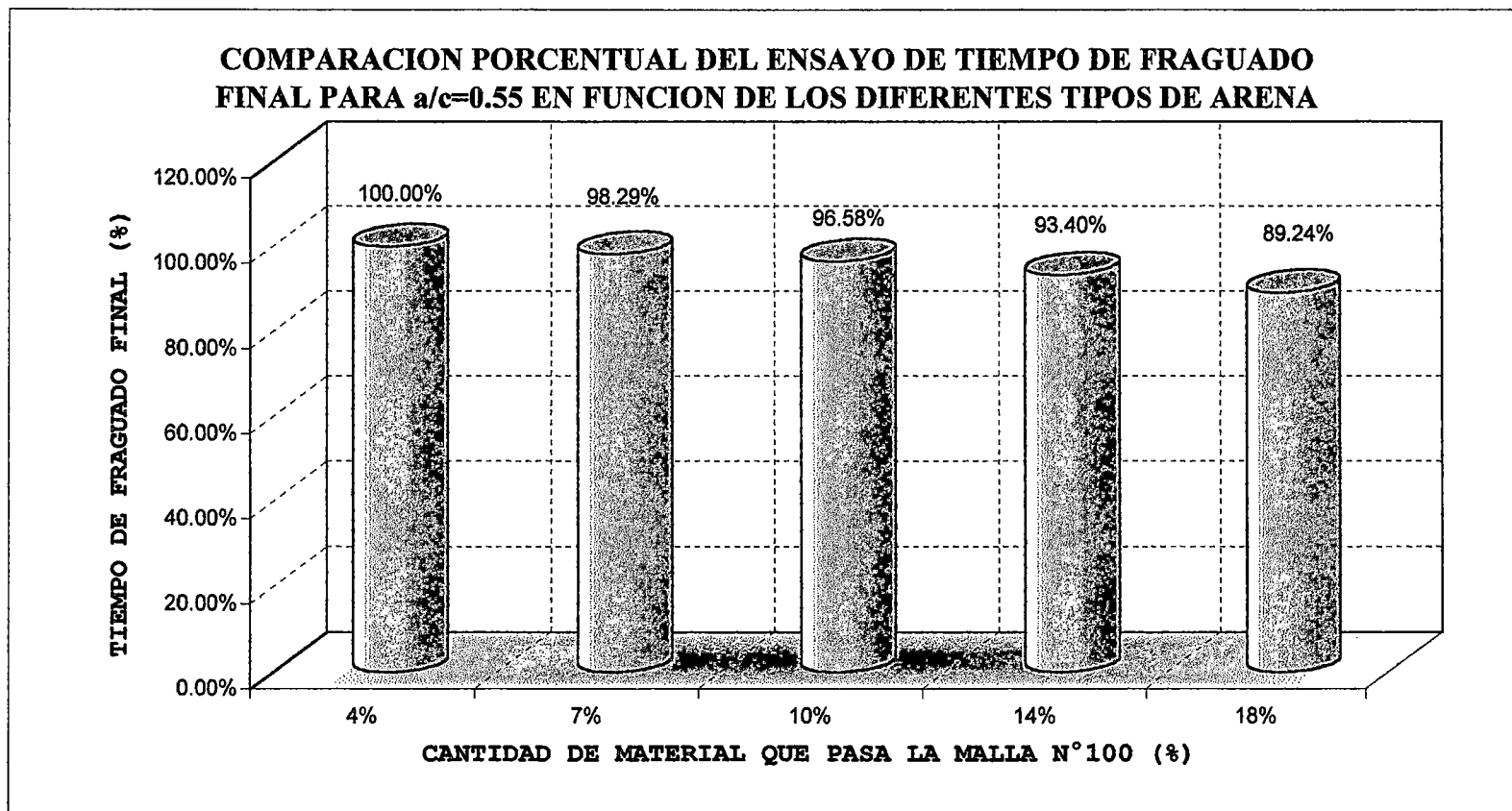


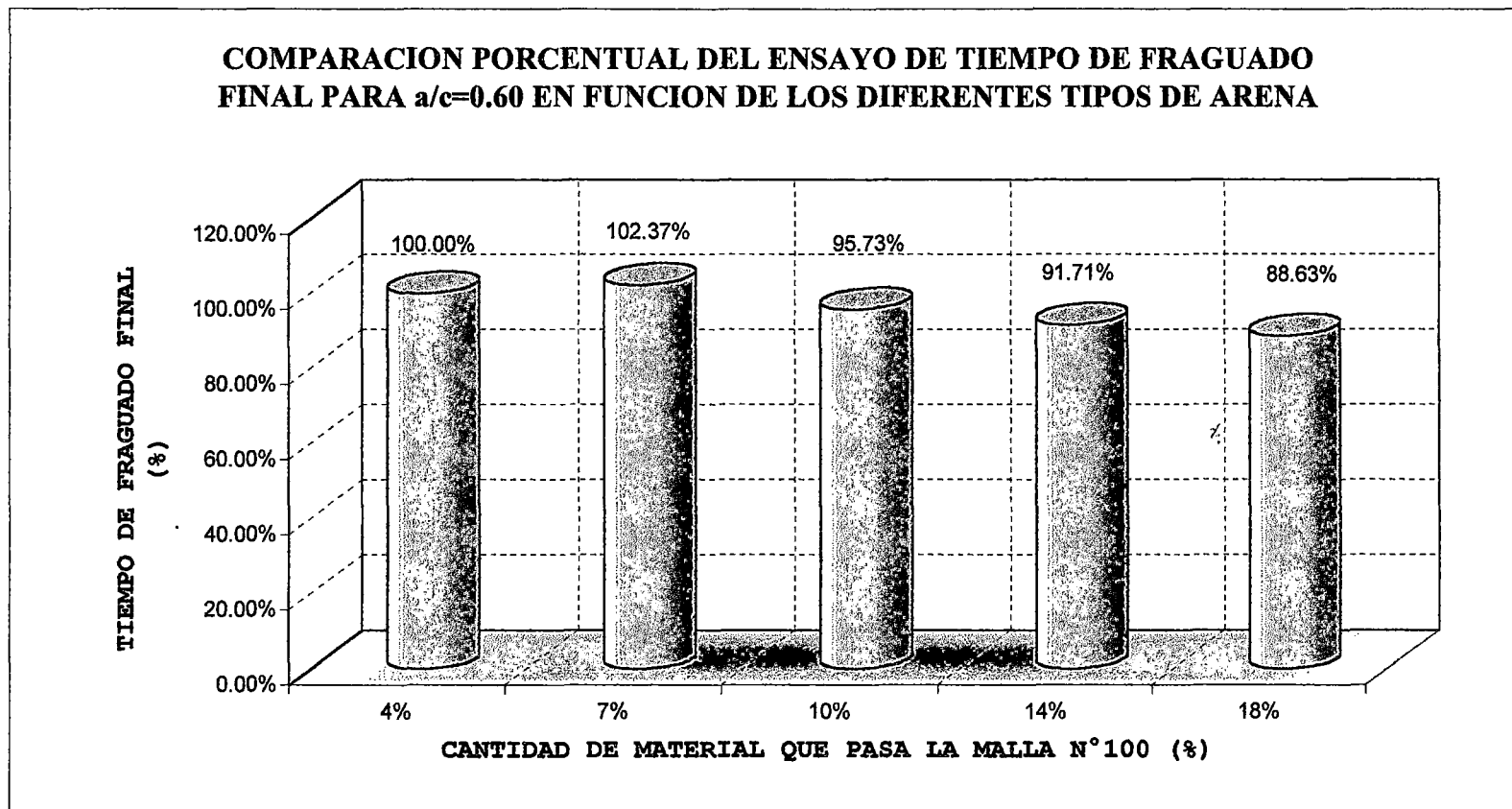


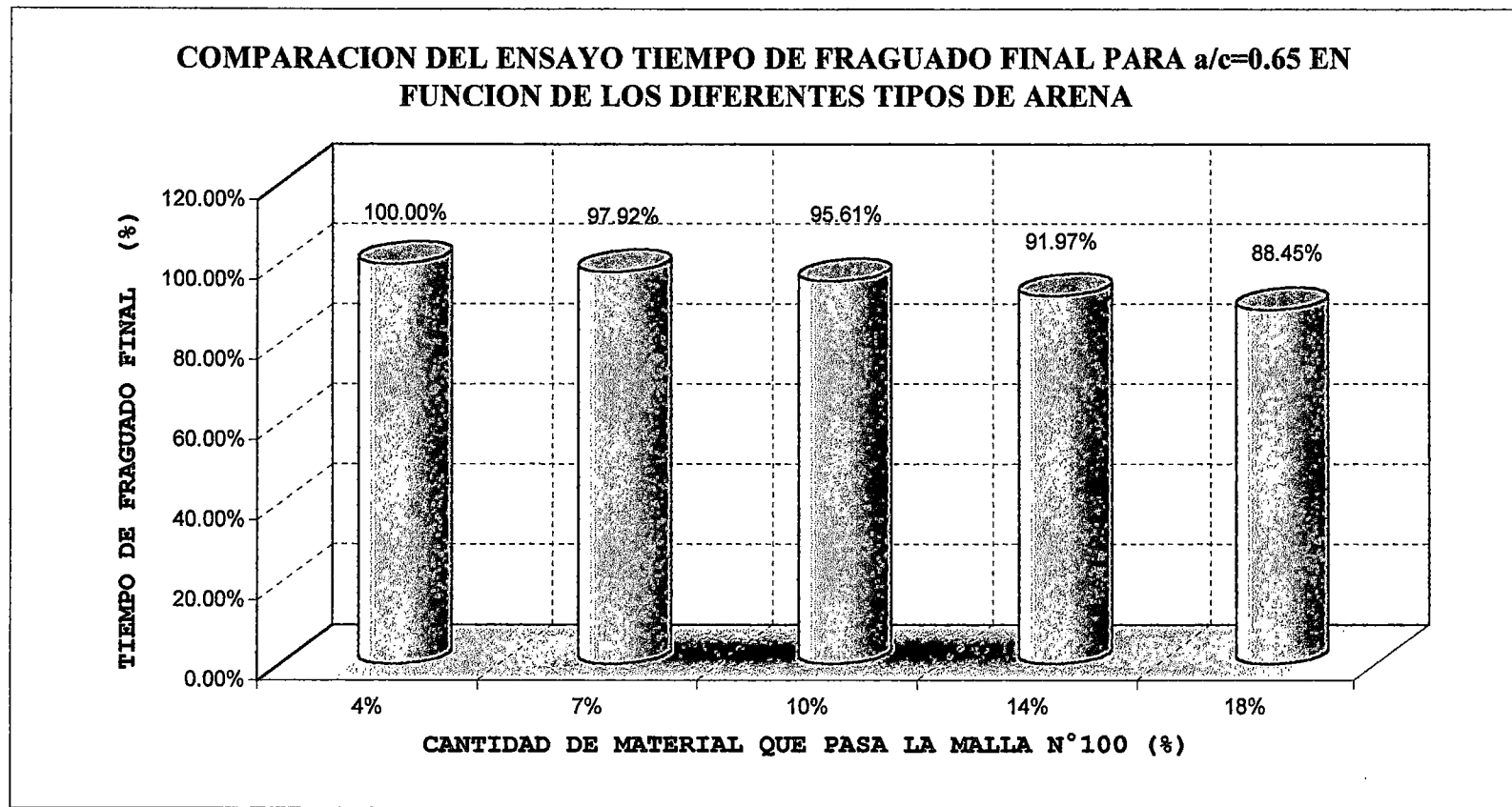


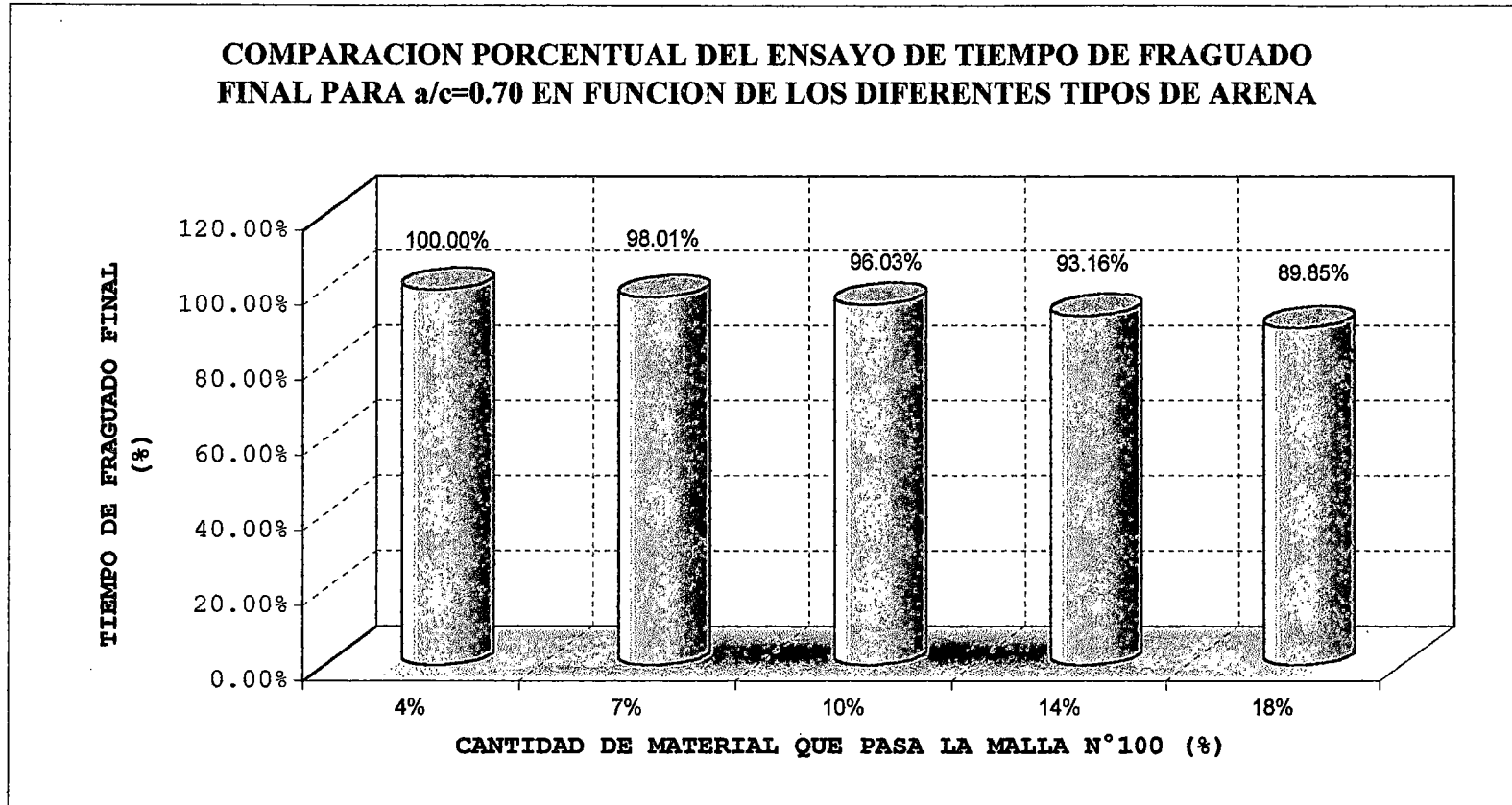


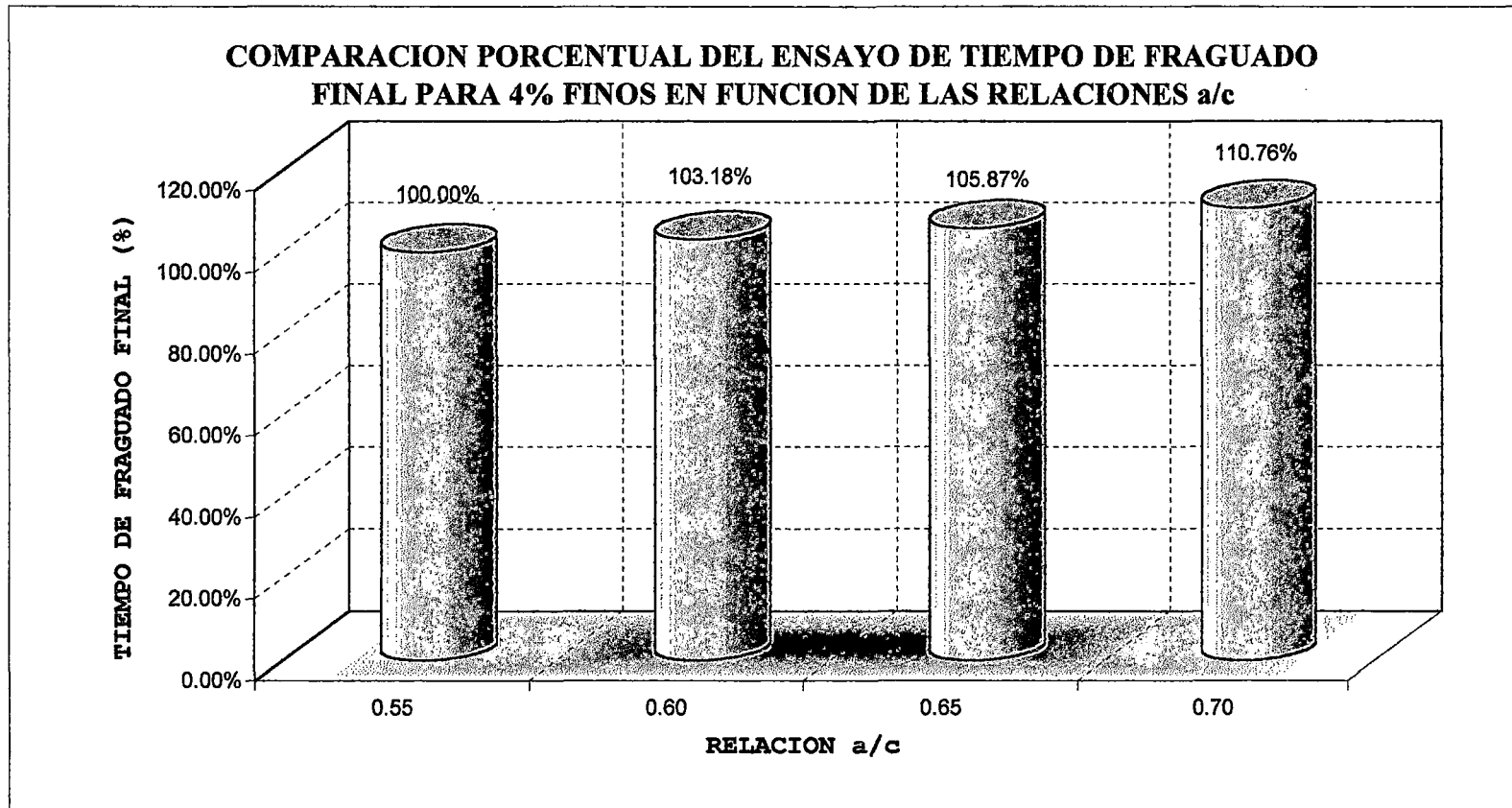


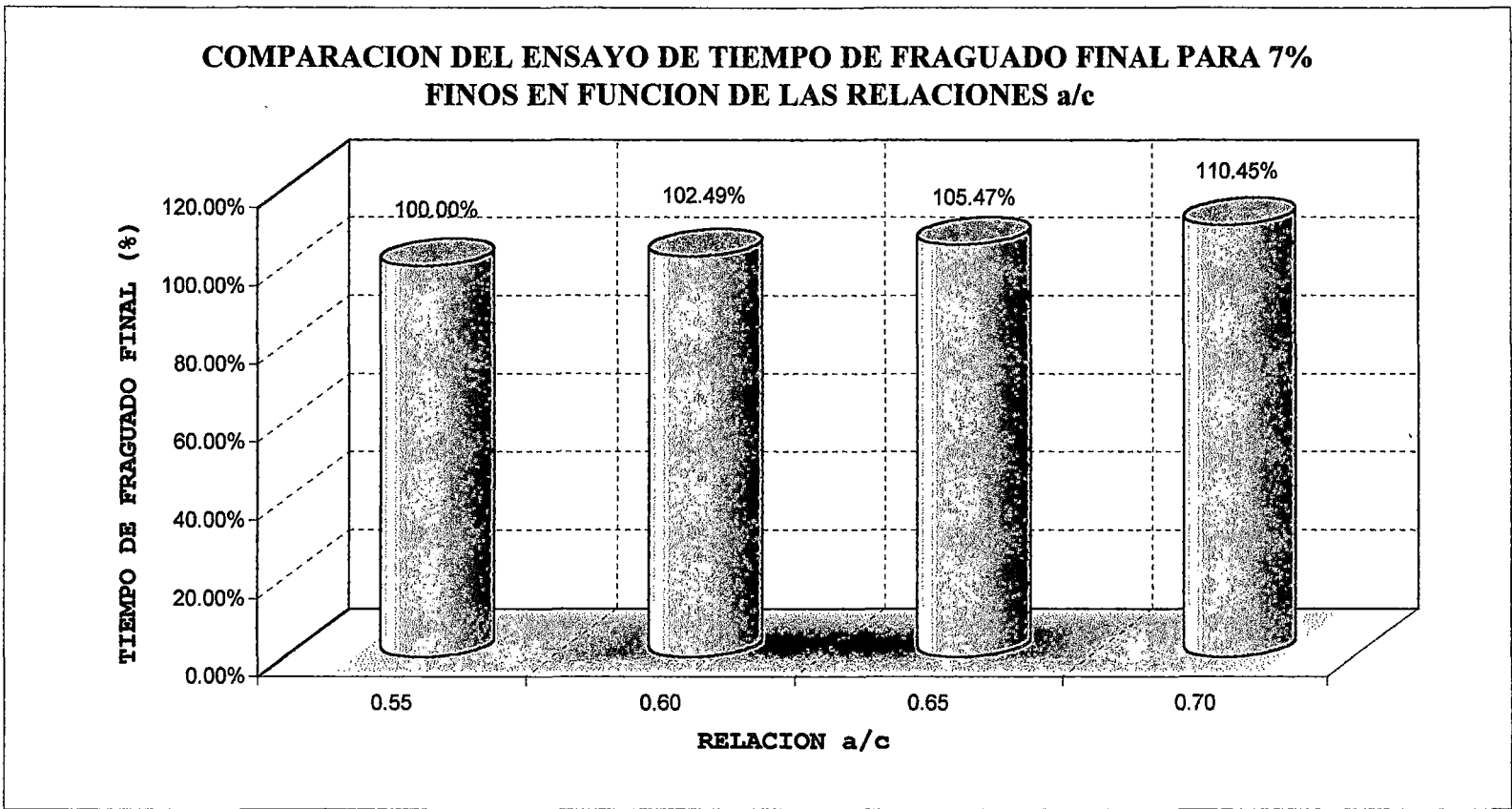


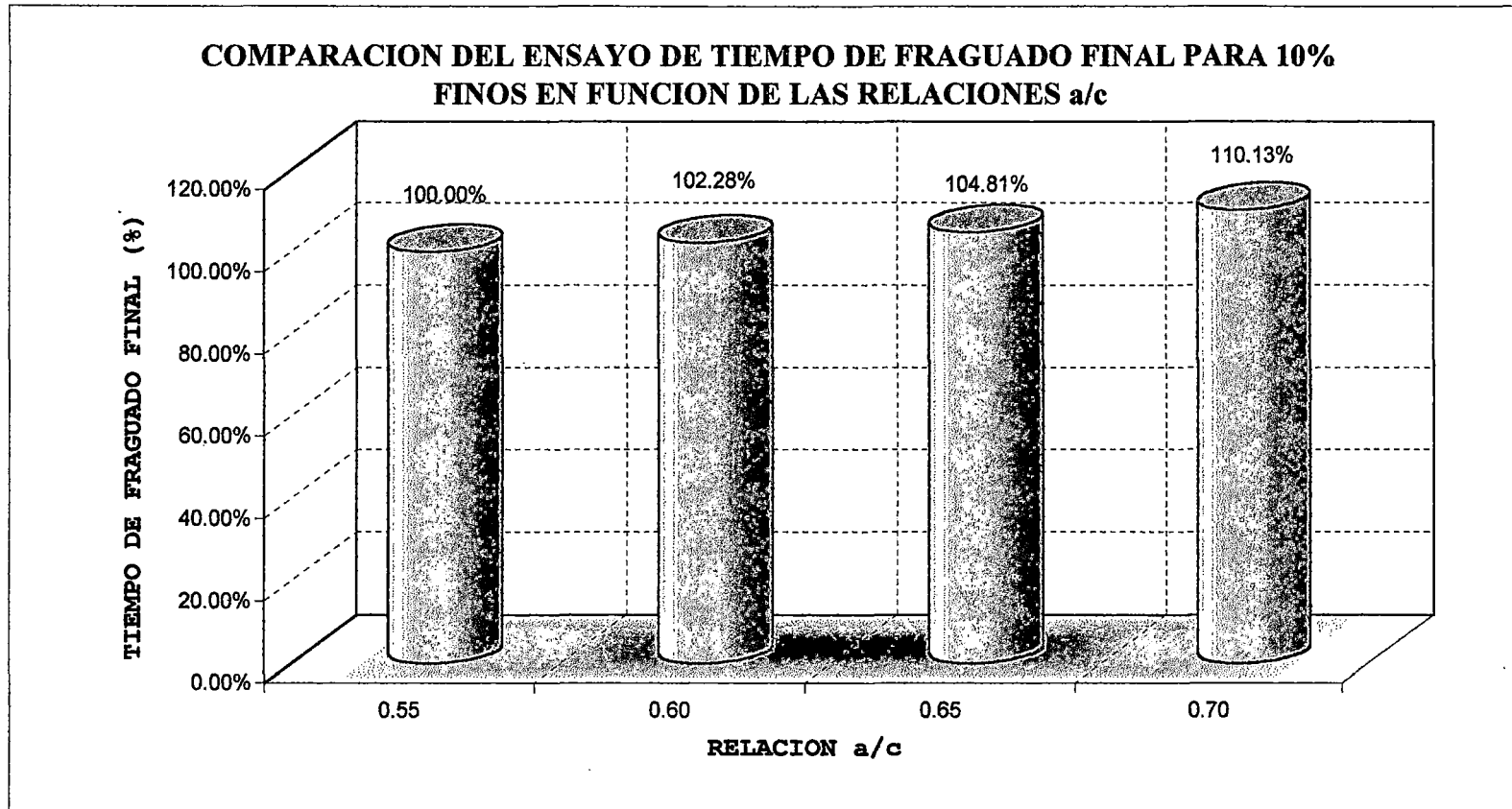


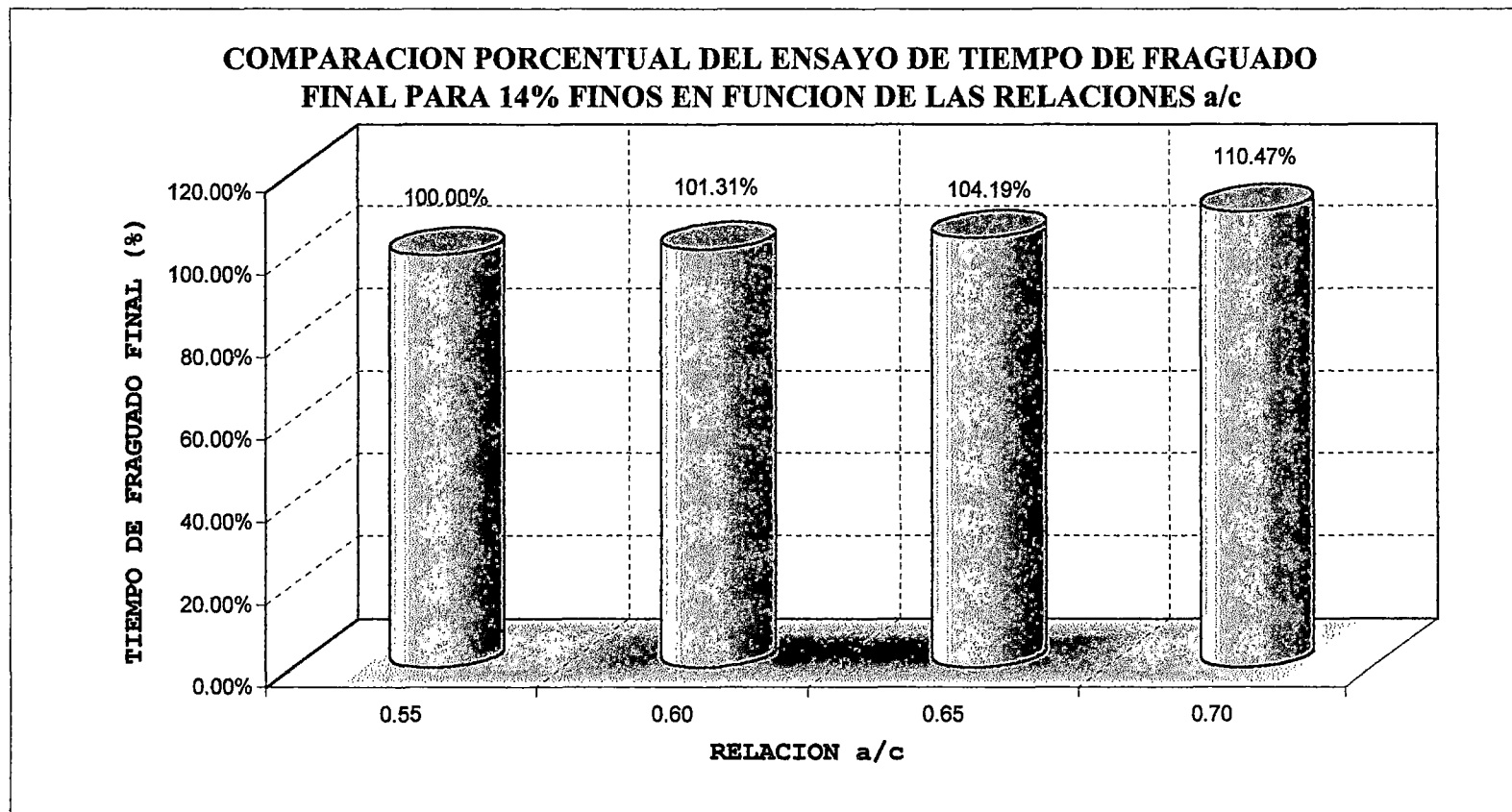


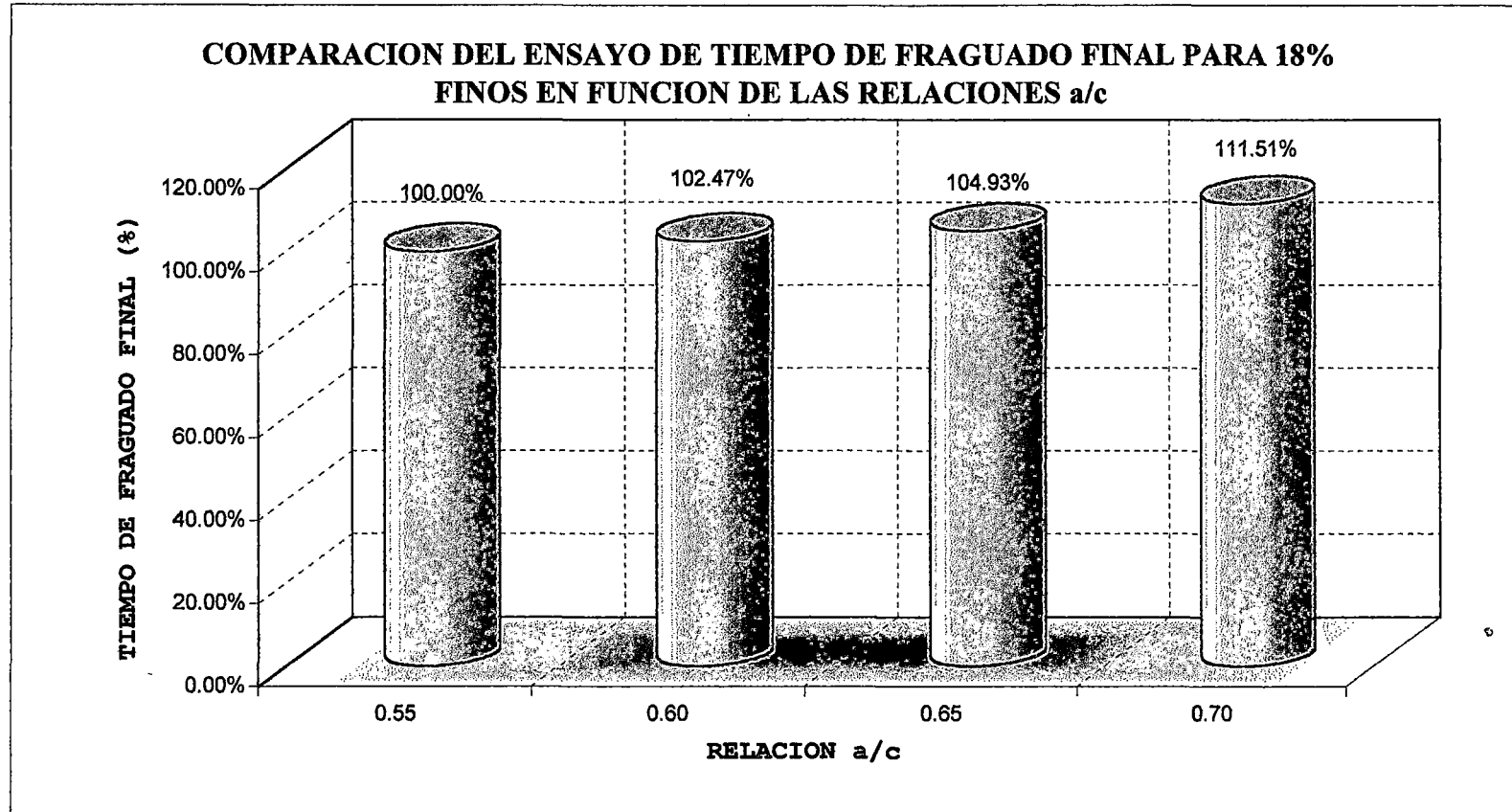


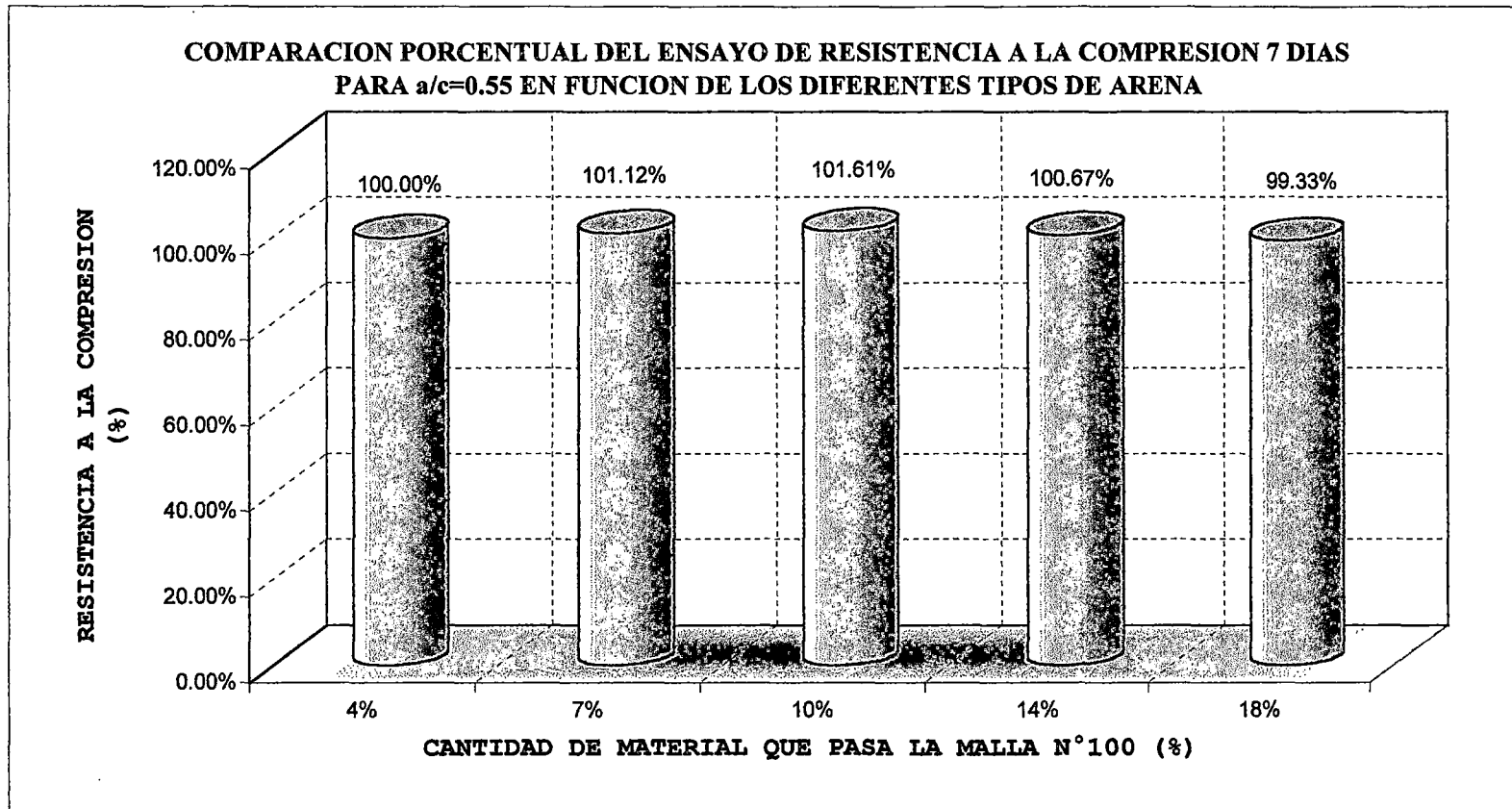












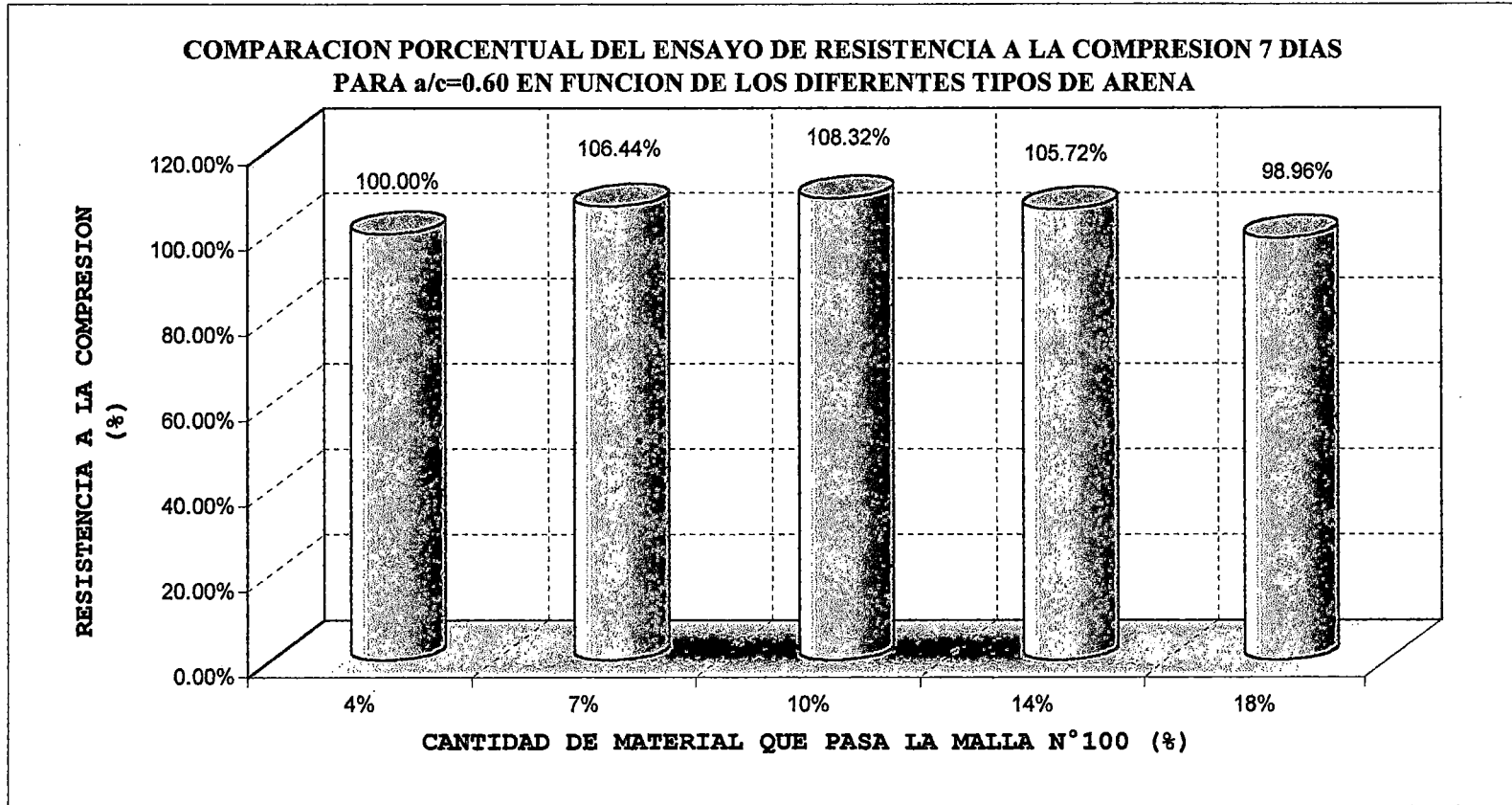
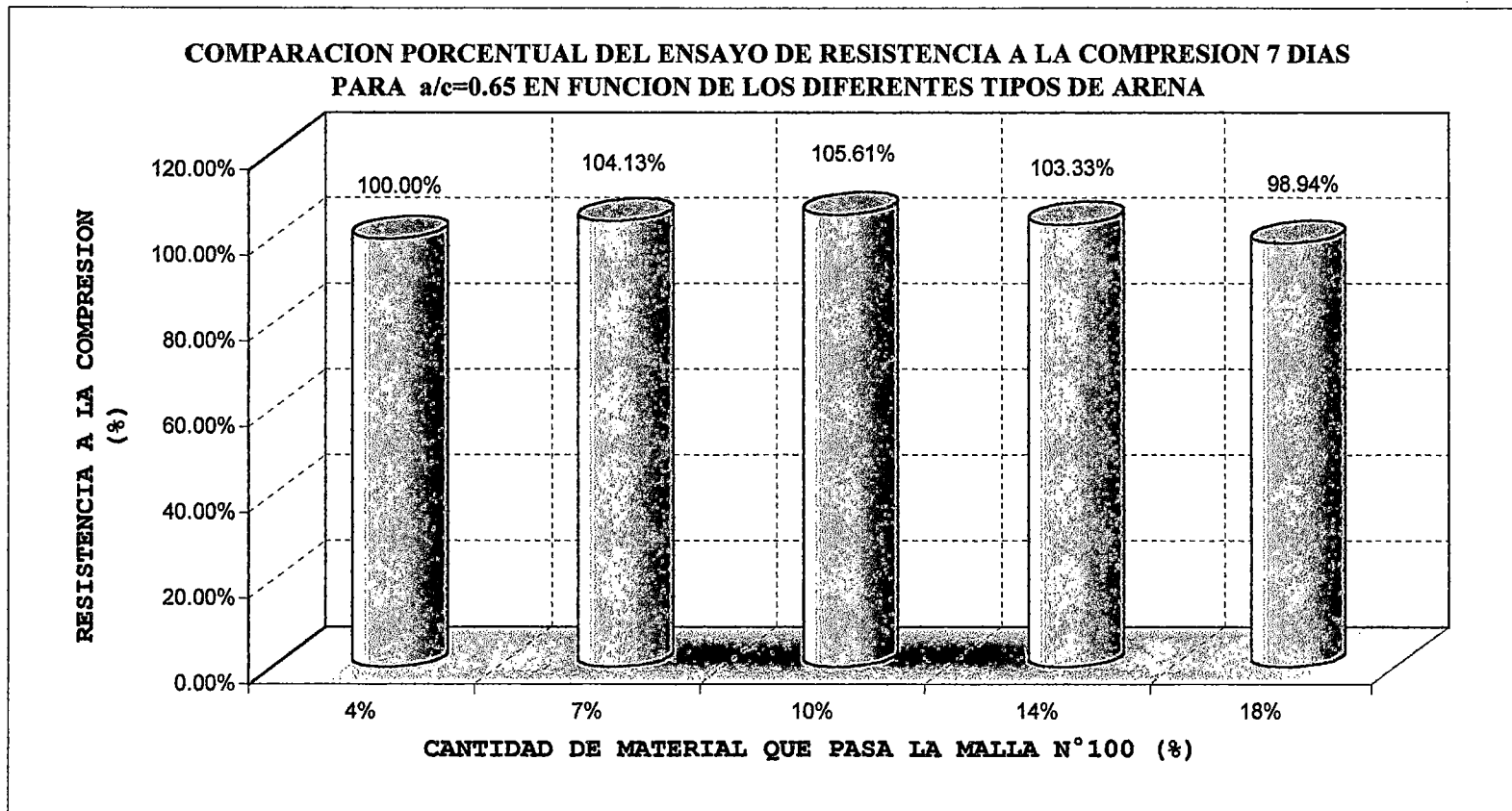
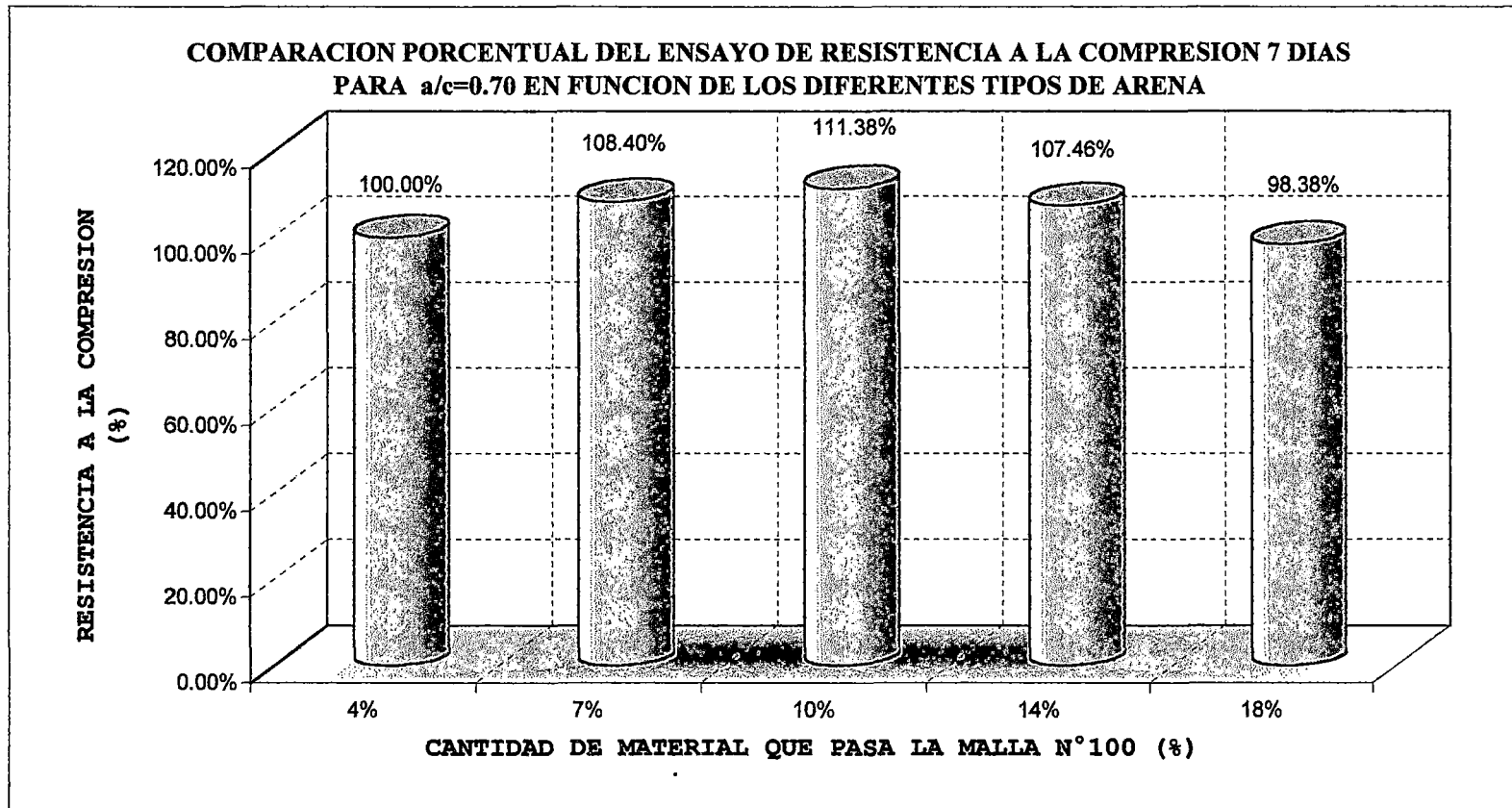
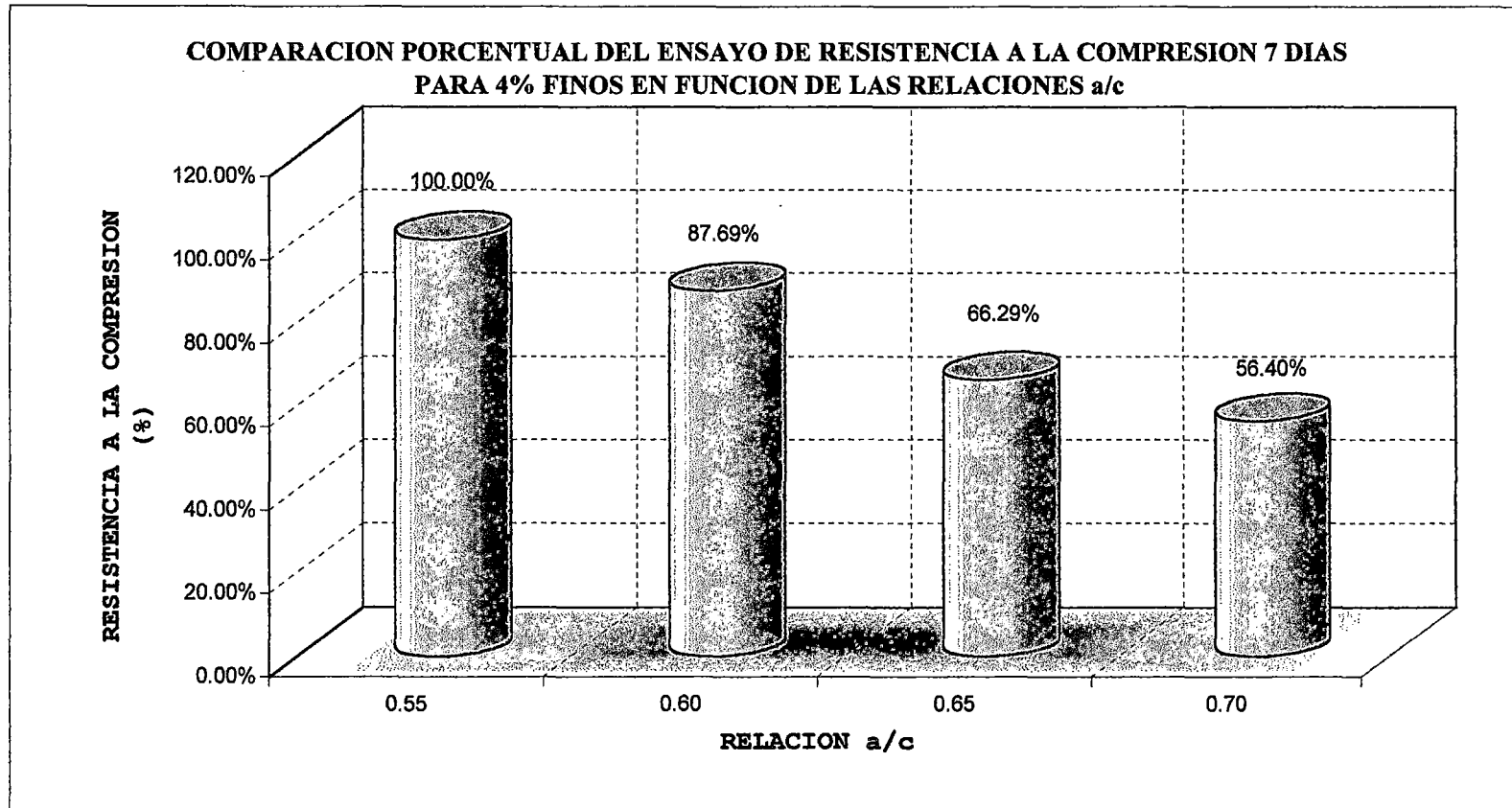
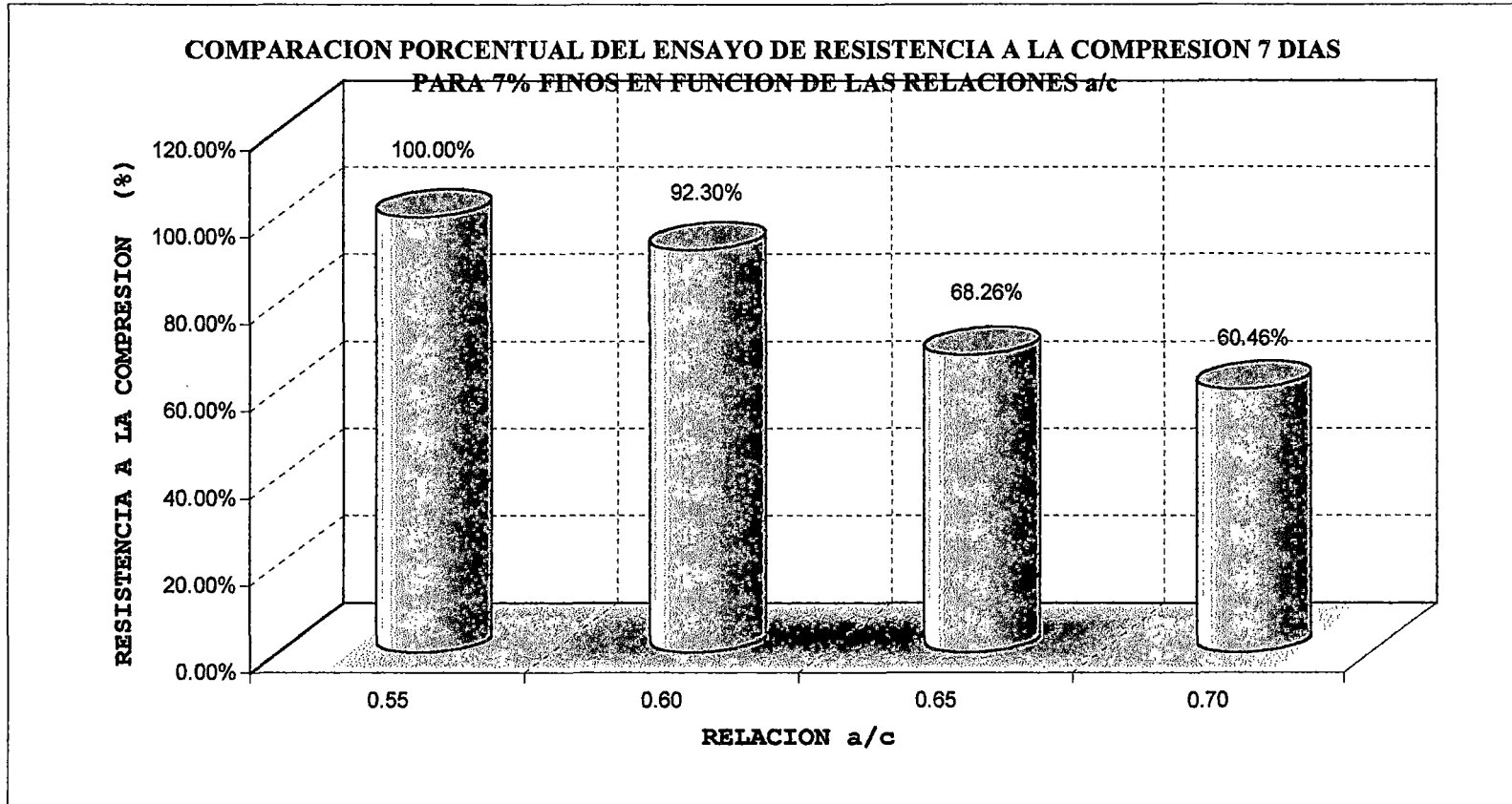


GRAFICO IX-3,52









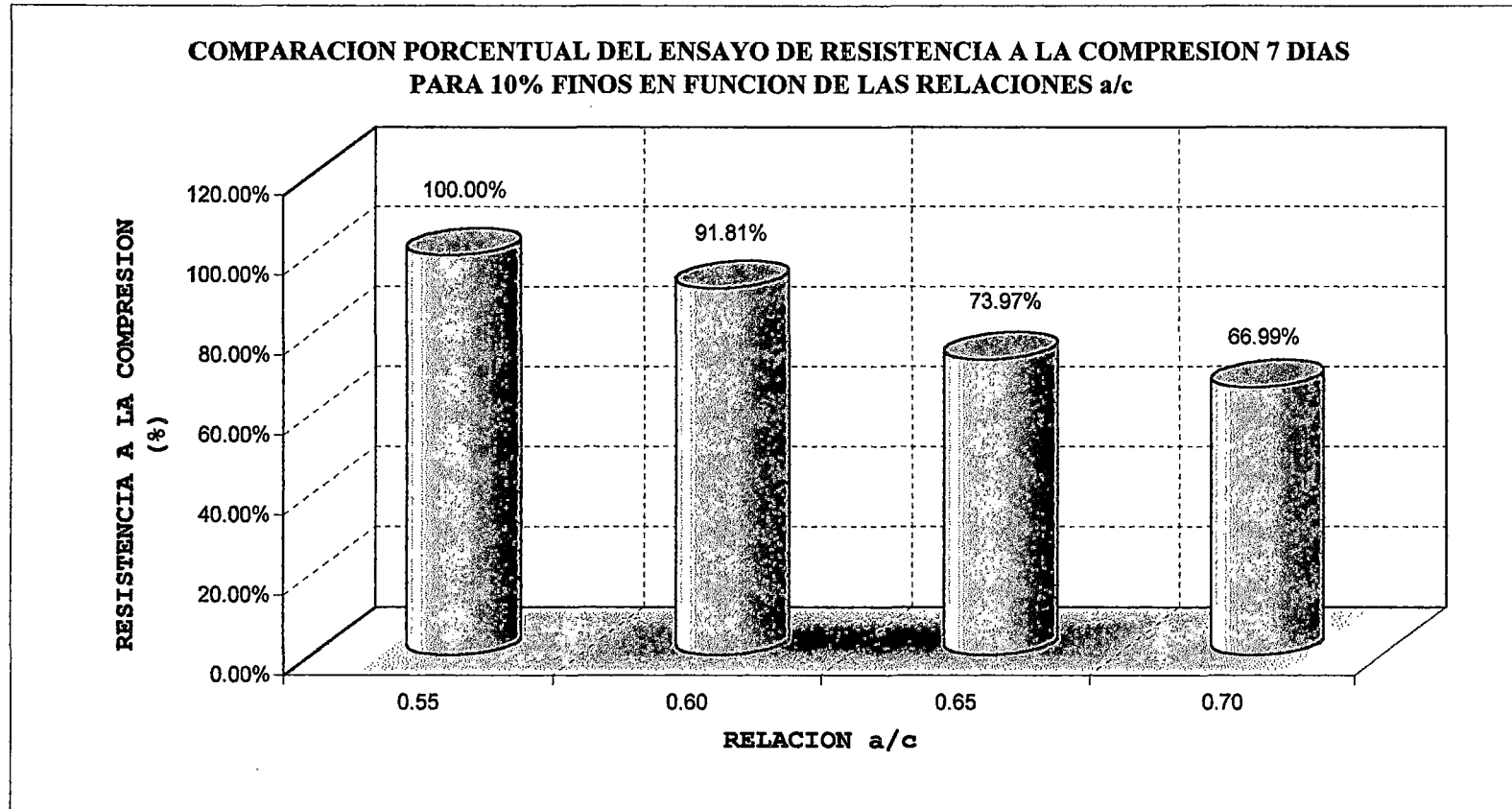
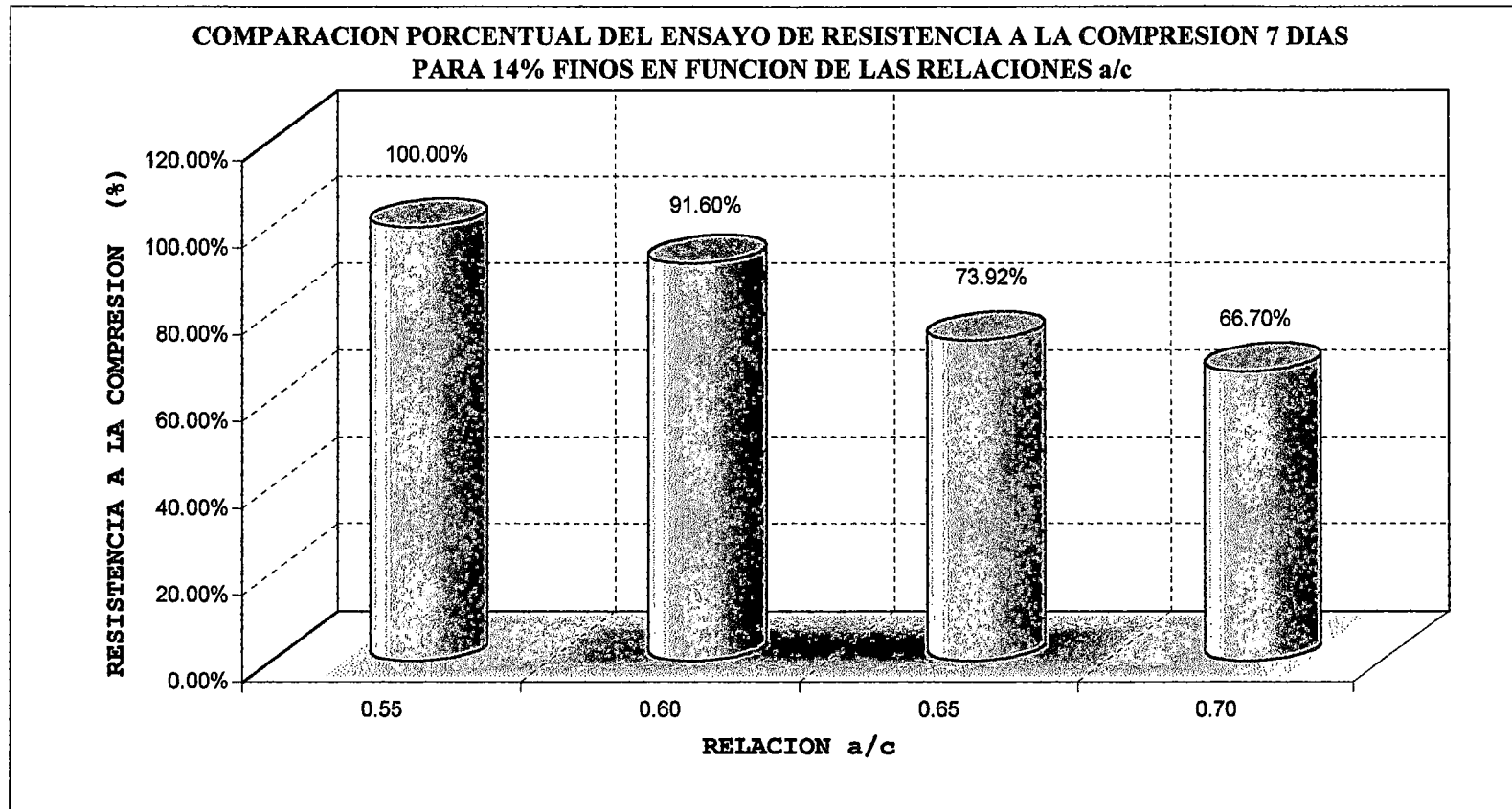
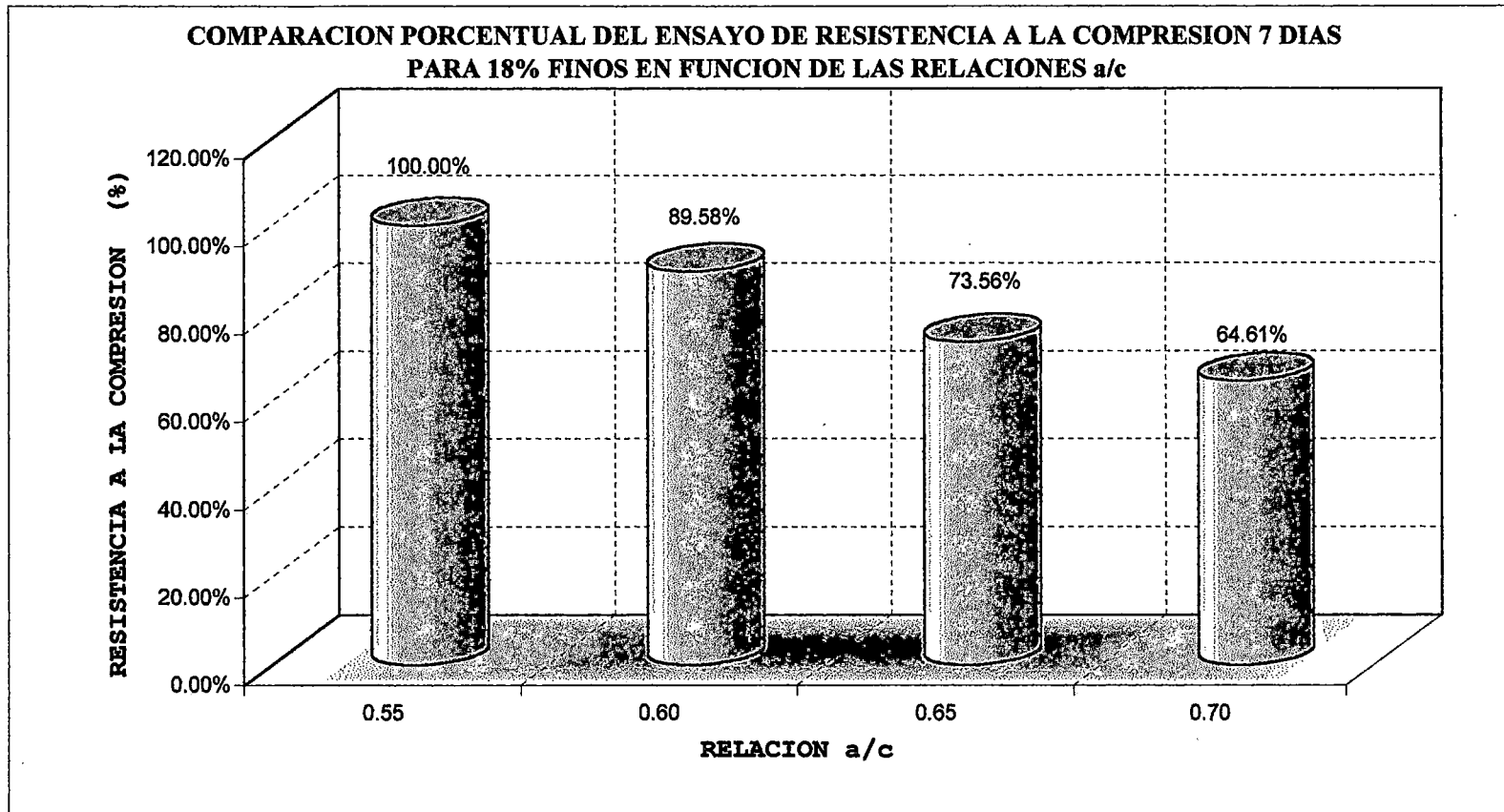
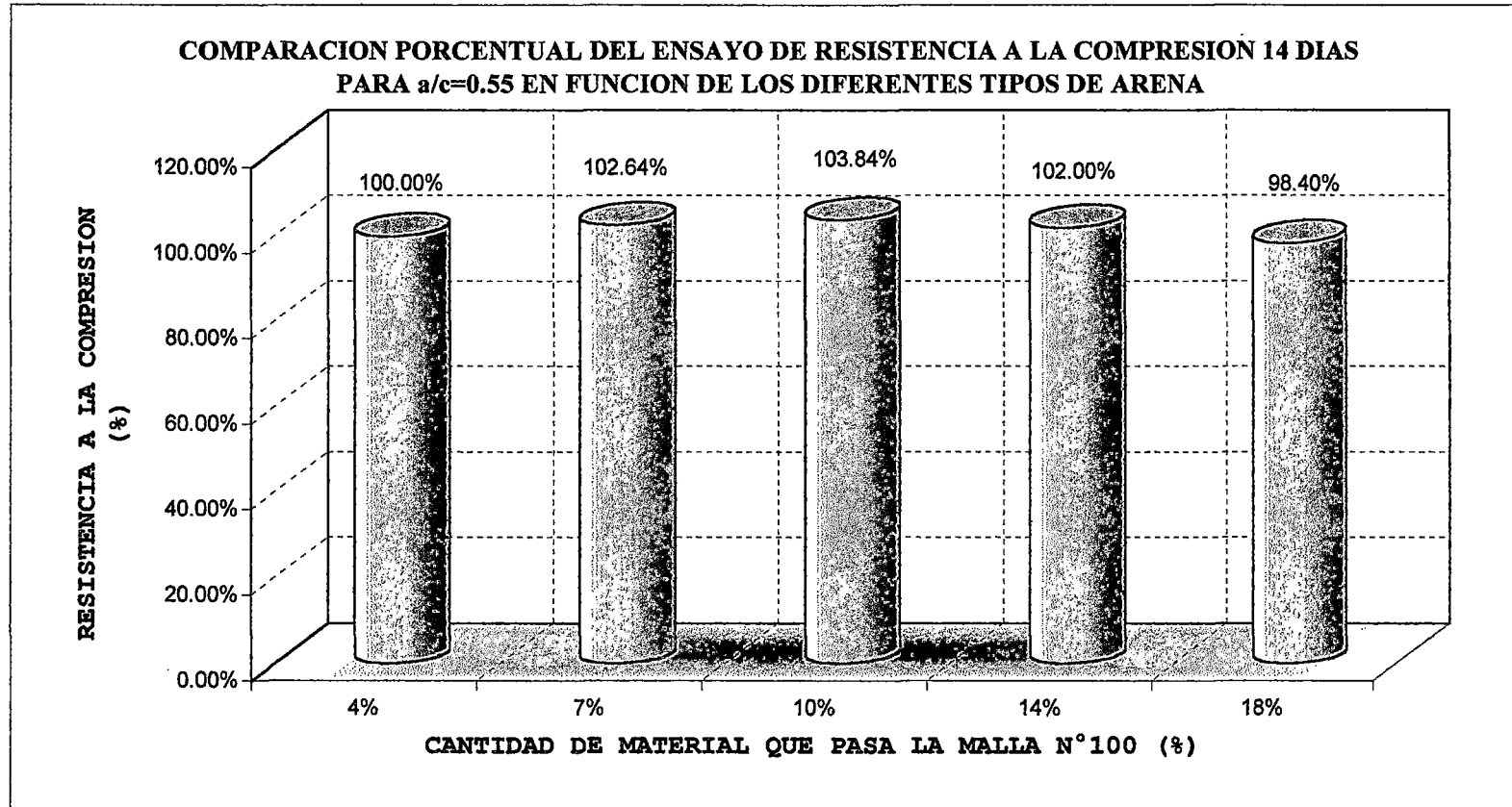


GRAFICO IX-3,57







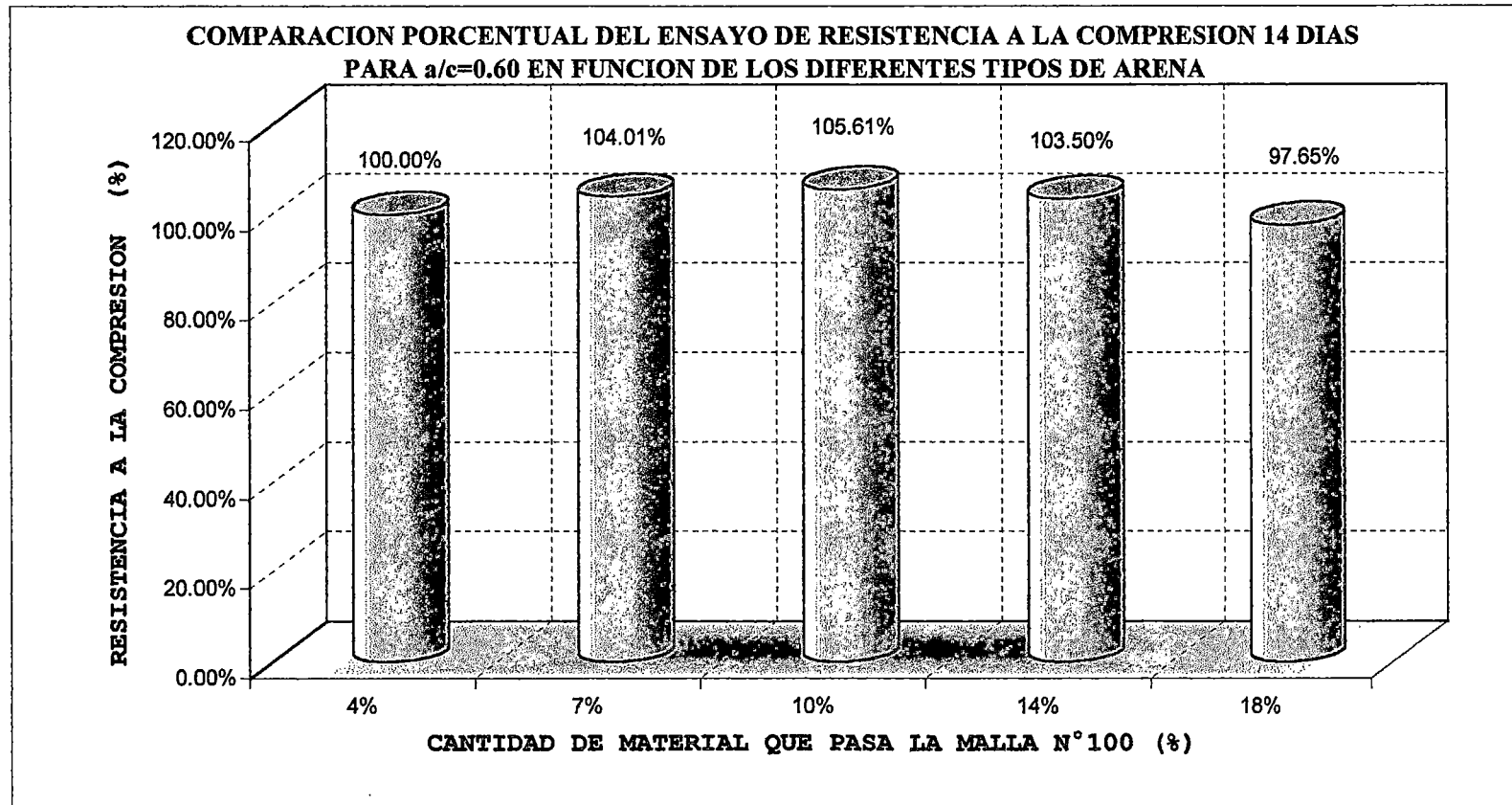
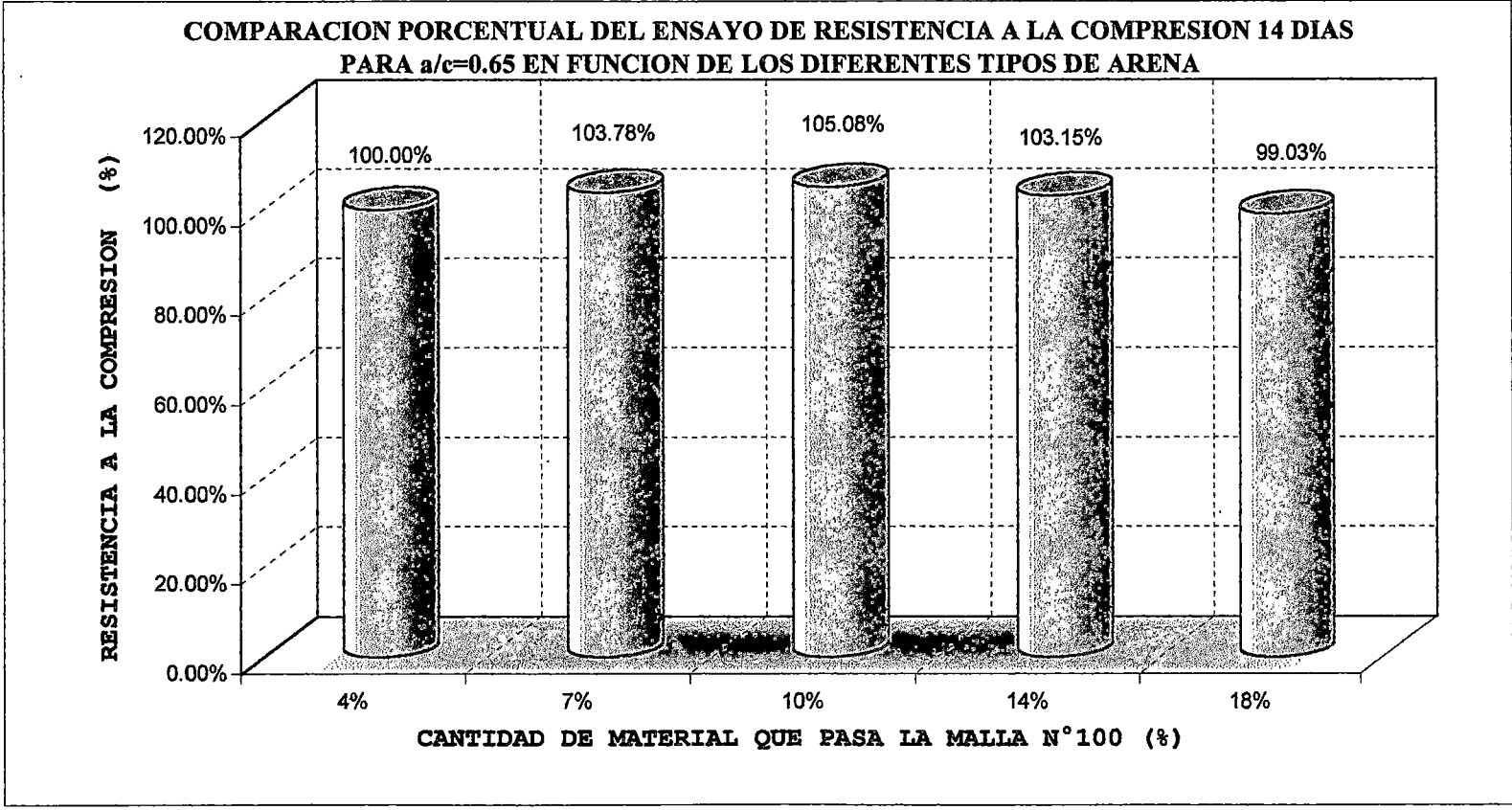


GRAFICO IX-3,61



TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGREGADO MAS FINO QUE PASA LA MALLA N°100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

GRAFICO IX-3,62

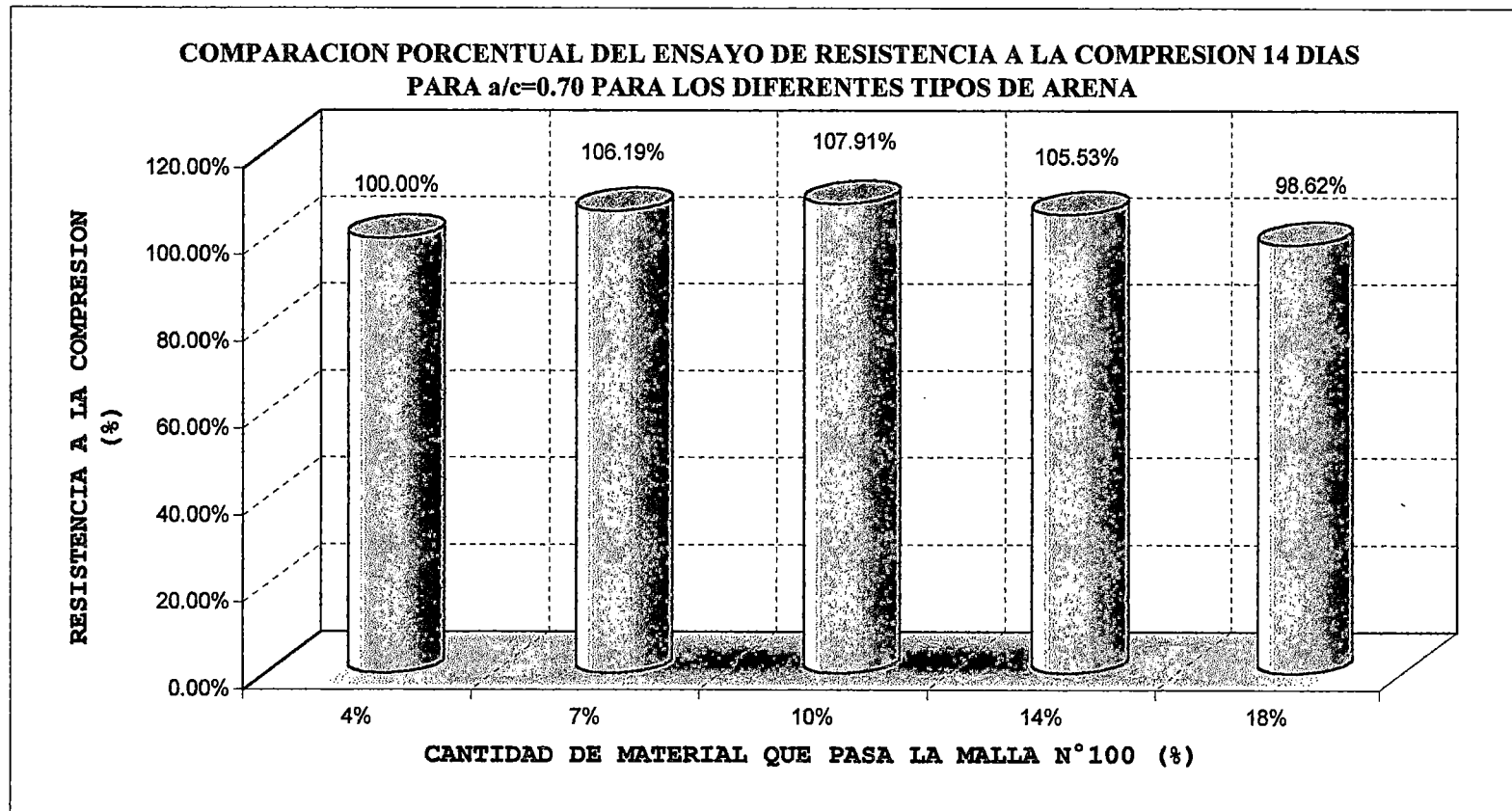


GRAFICO IX-3,63

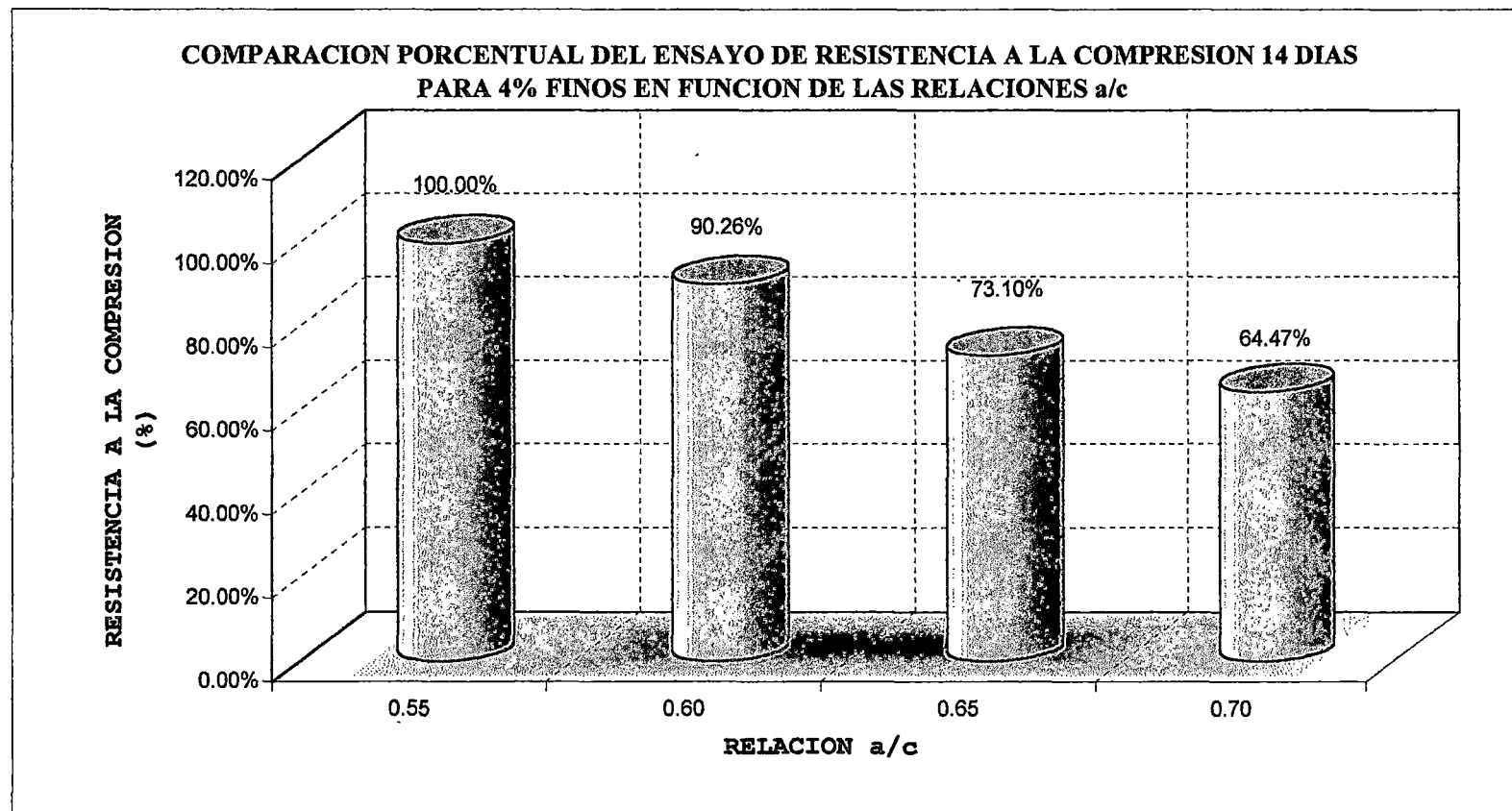


GRAFICO IX-3,64

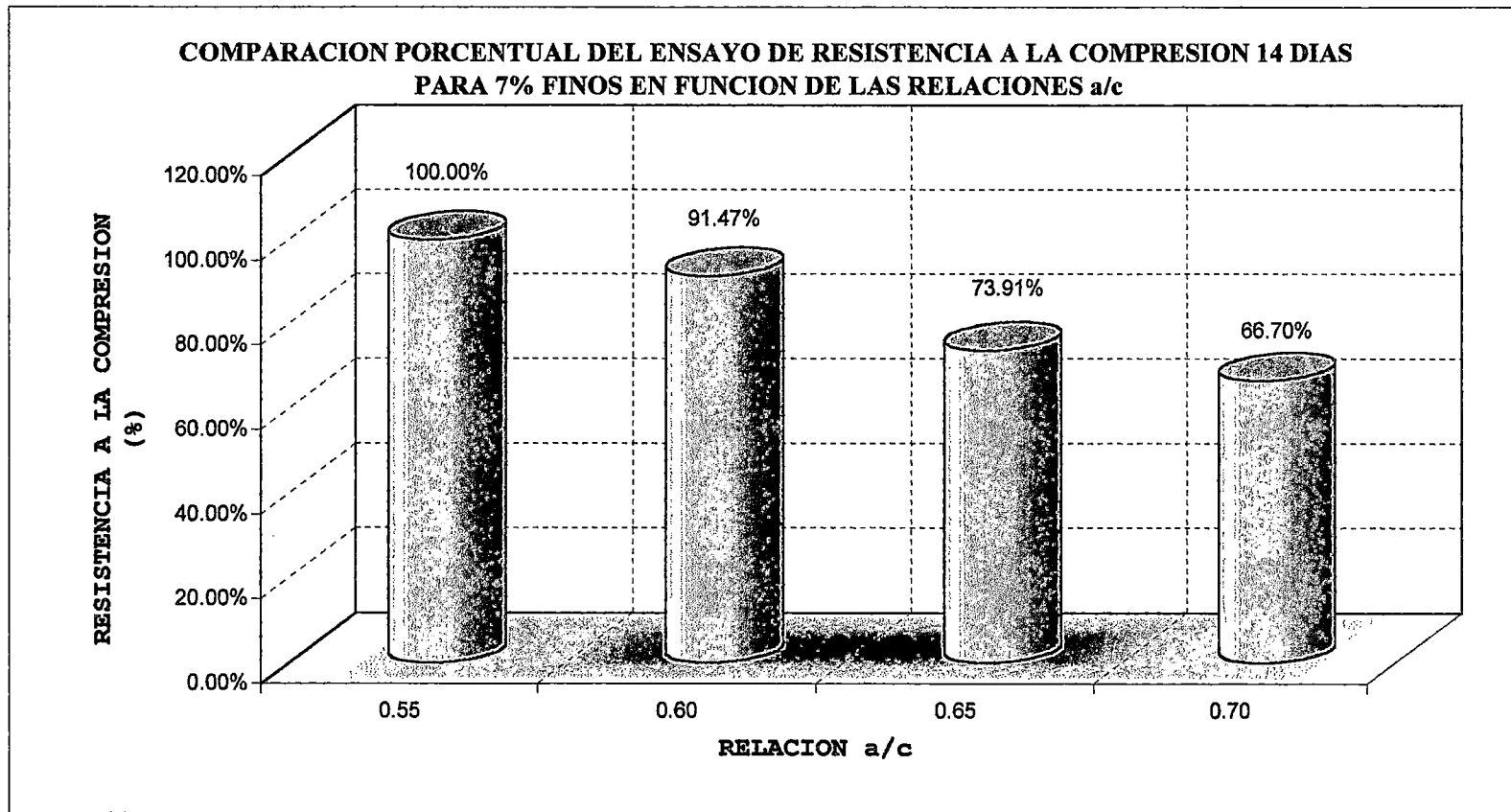
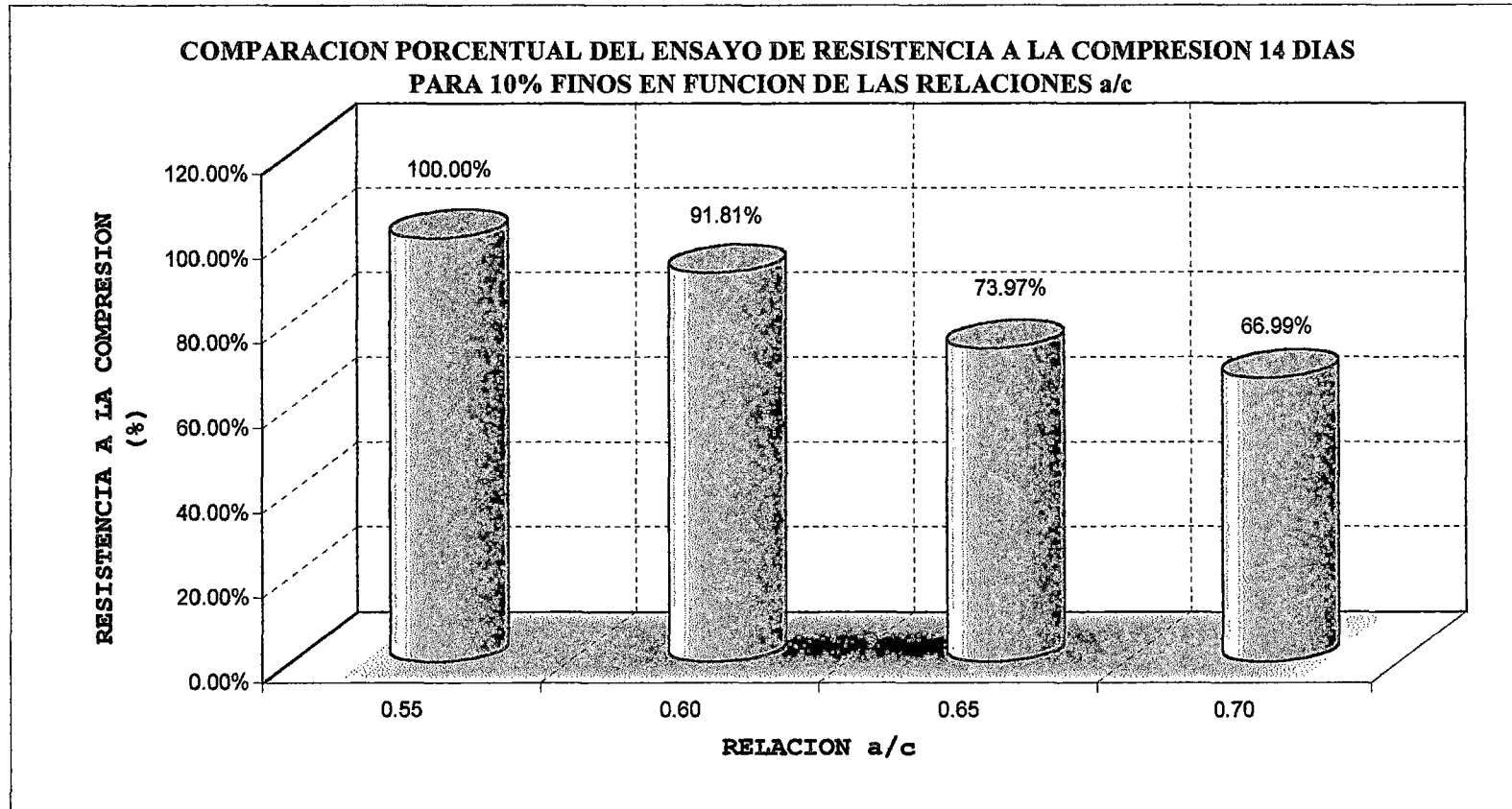


GRAFICO IX-3,65



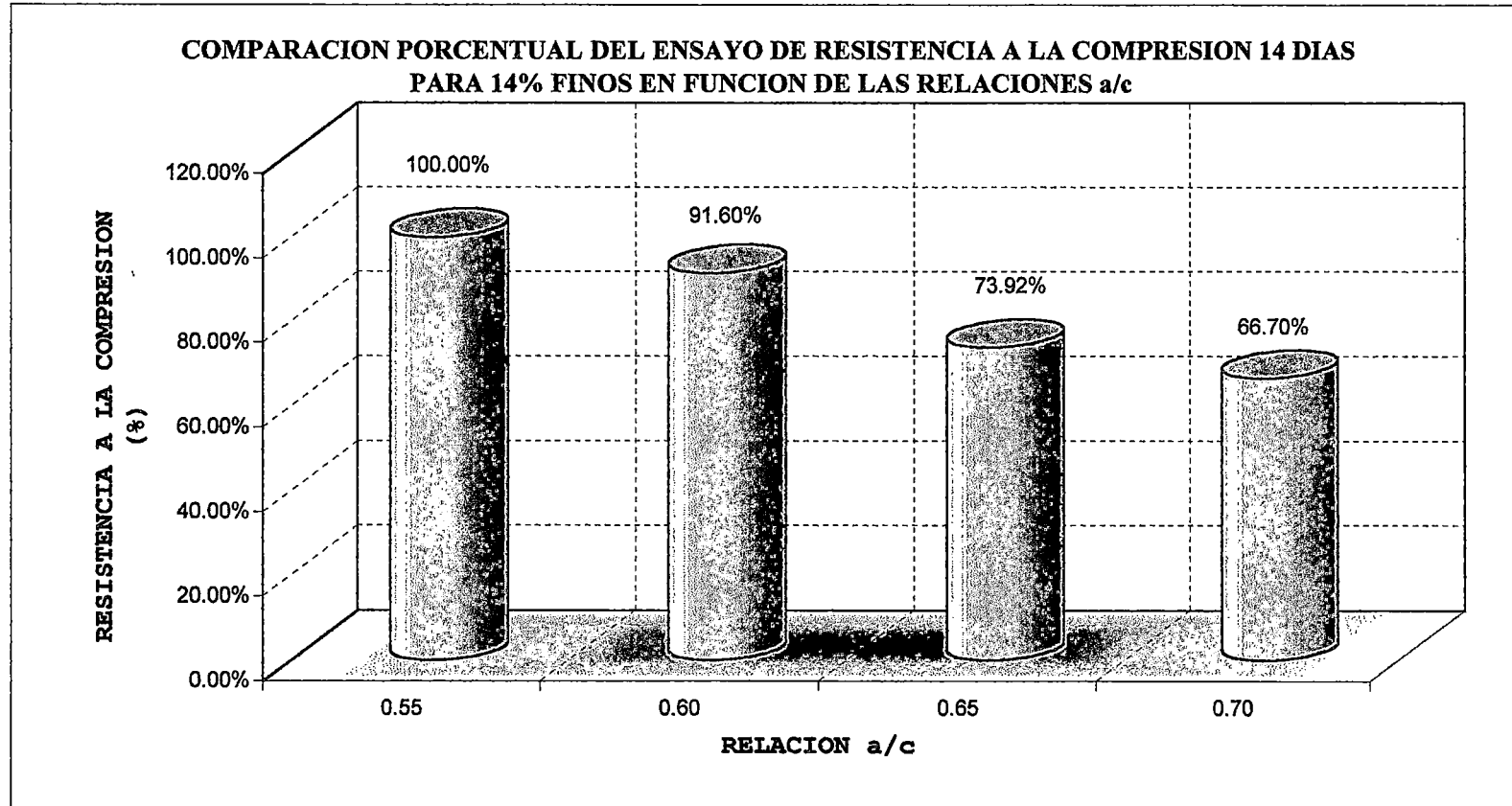
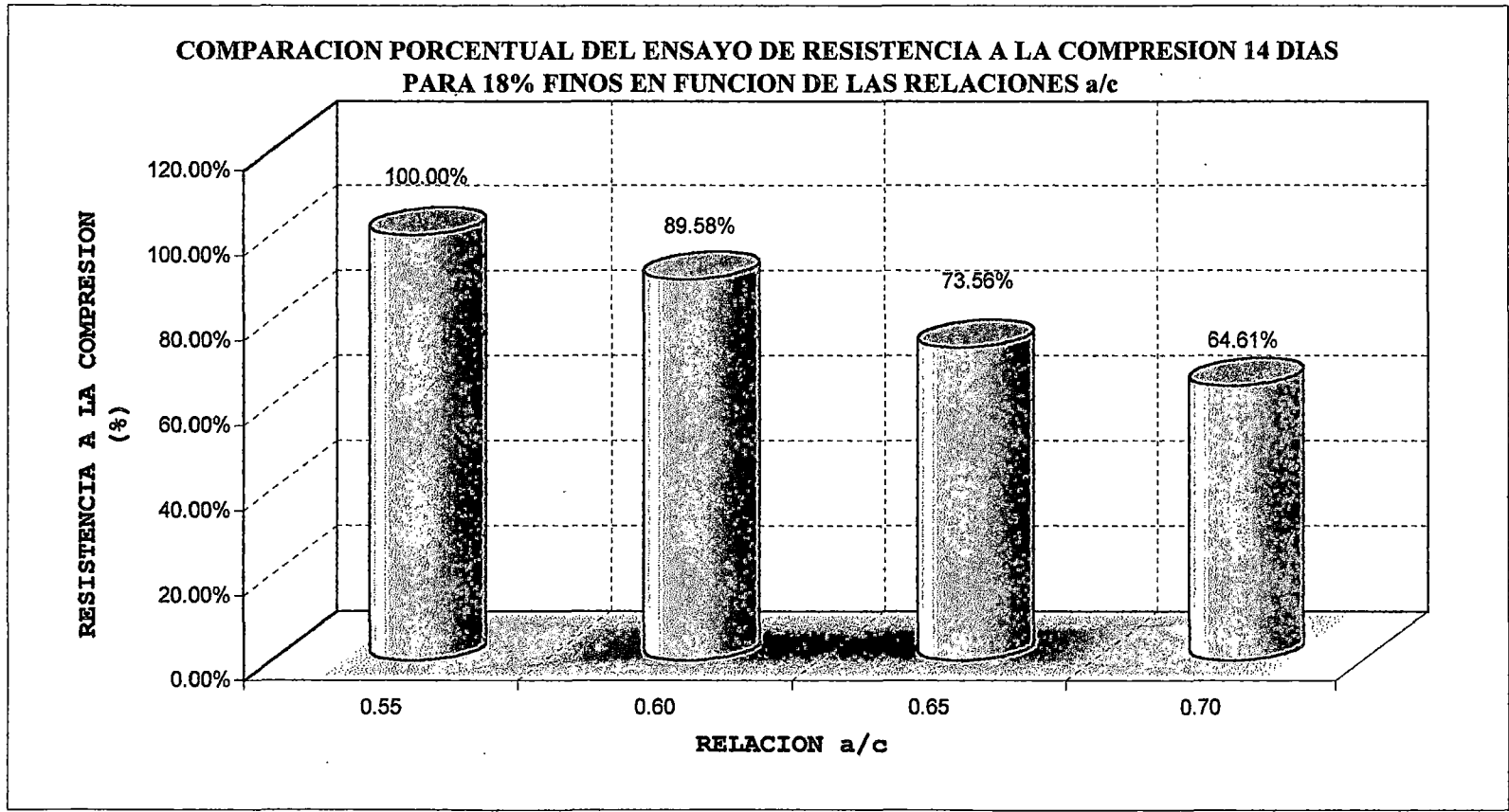


GRAFICO IX-3,67



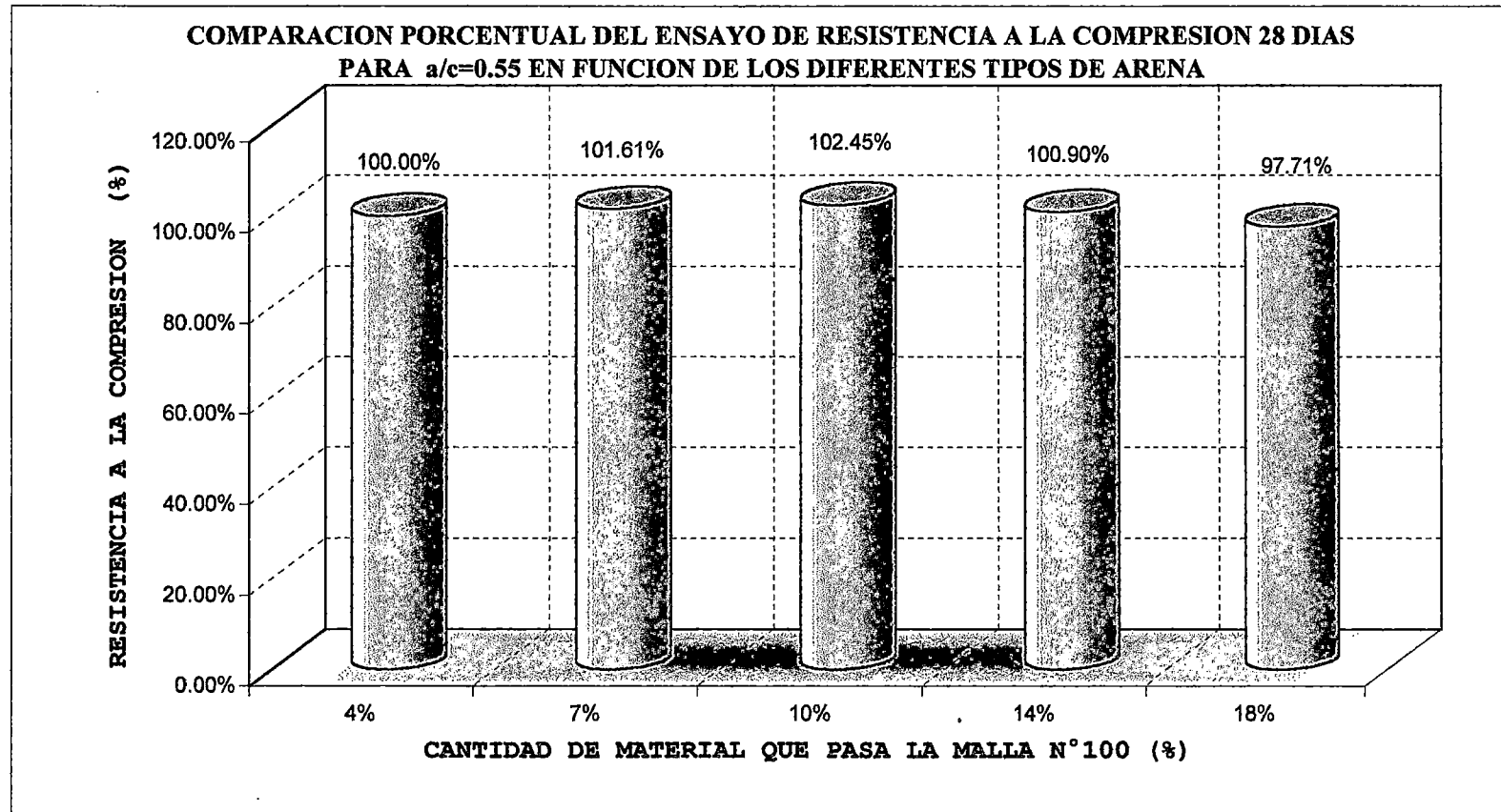


GRAFICO IX-3,69

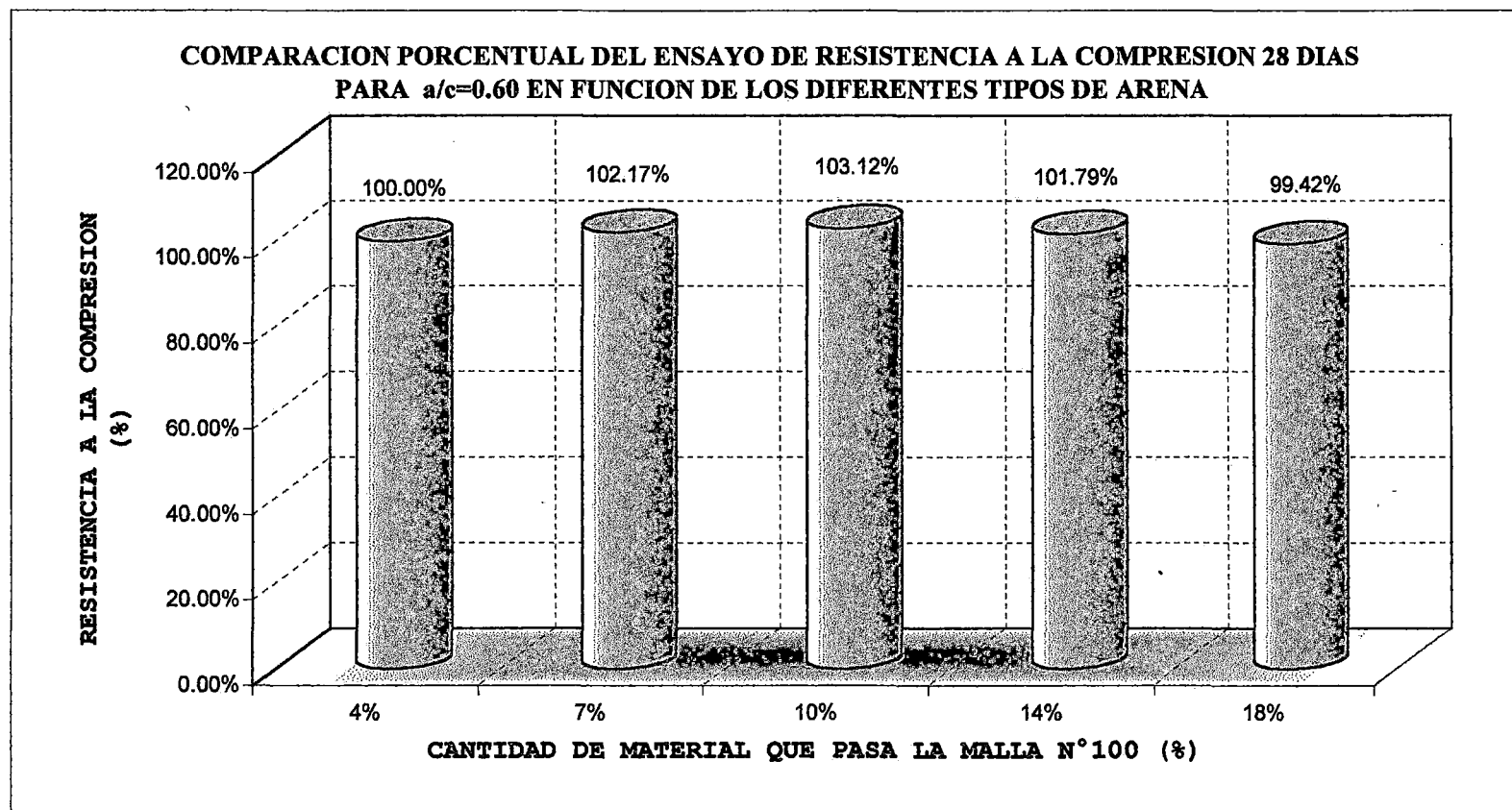


GRAFICO IX-3,70

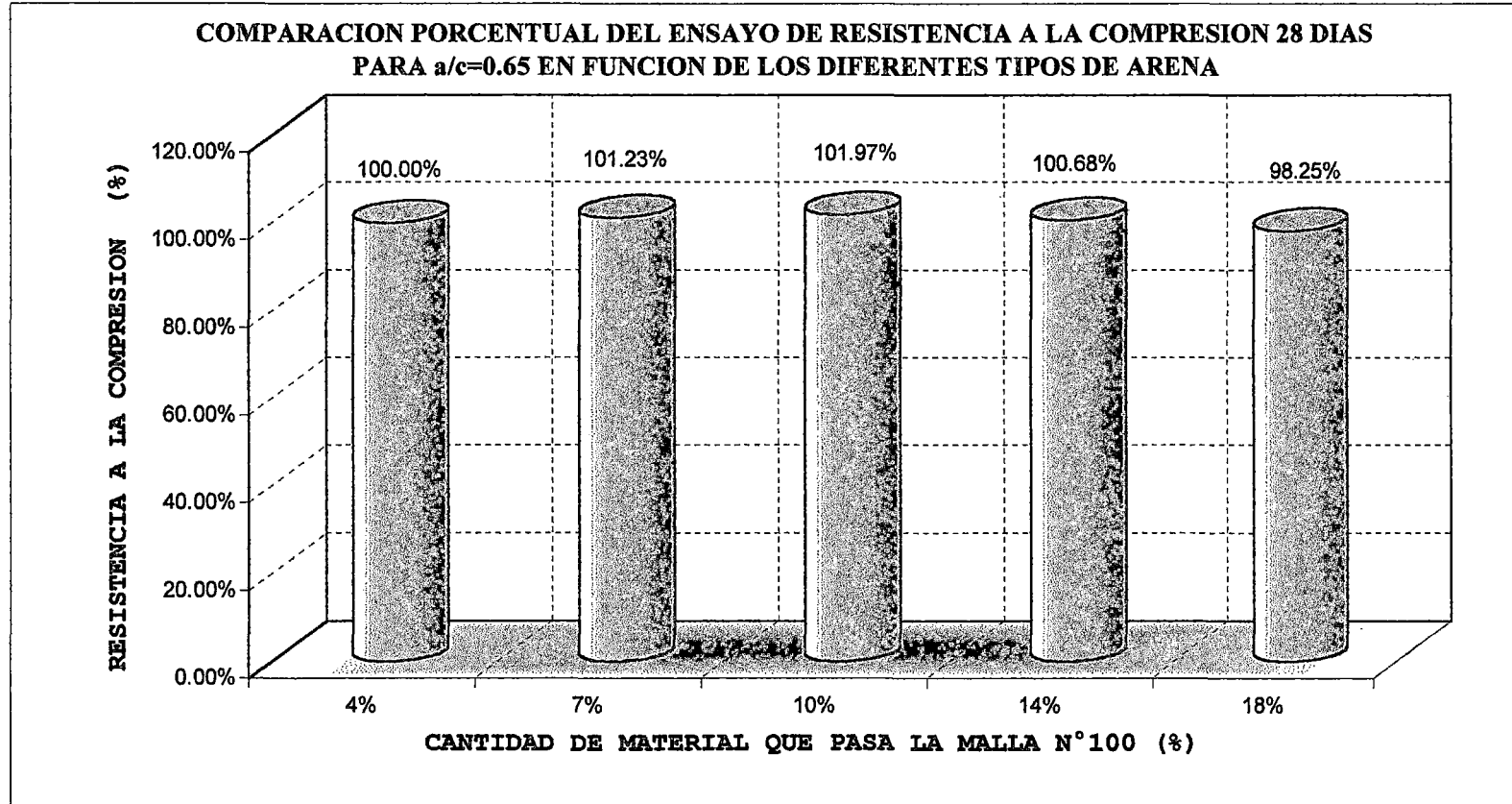
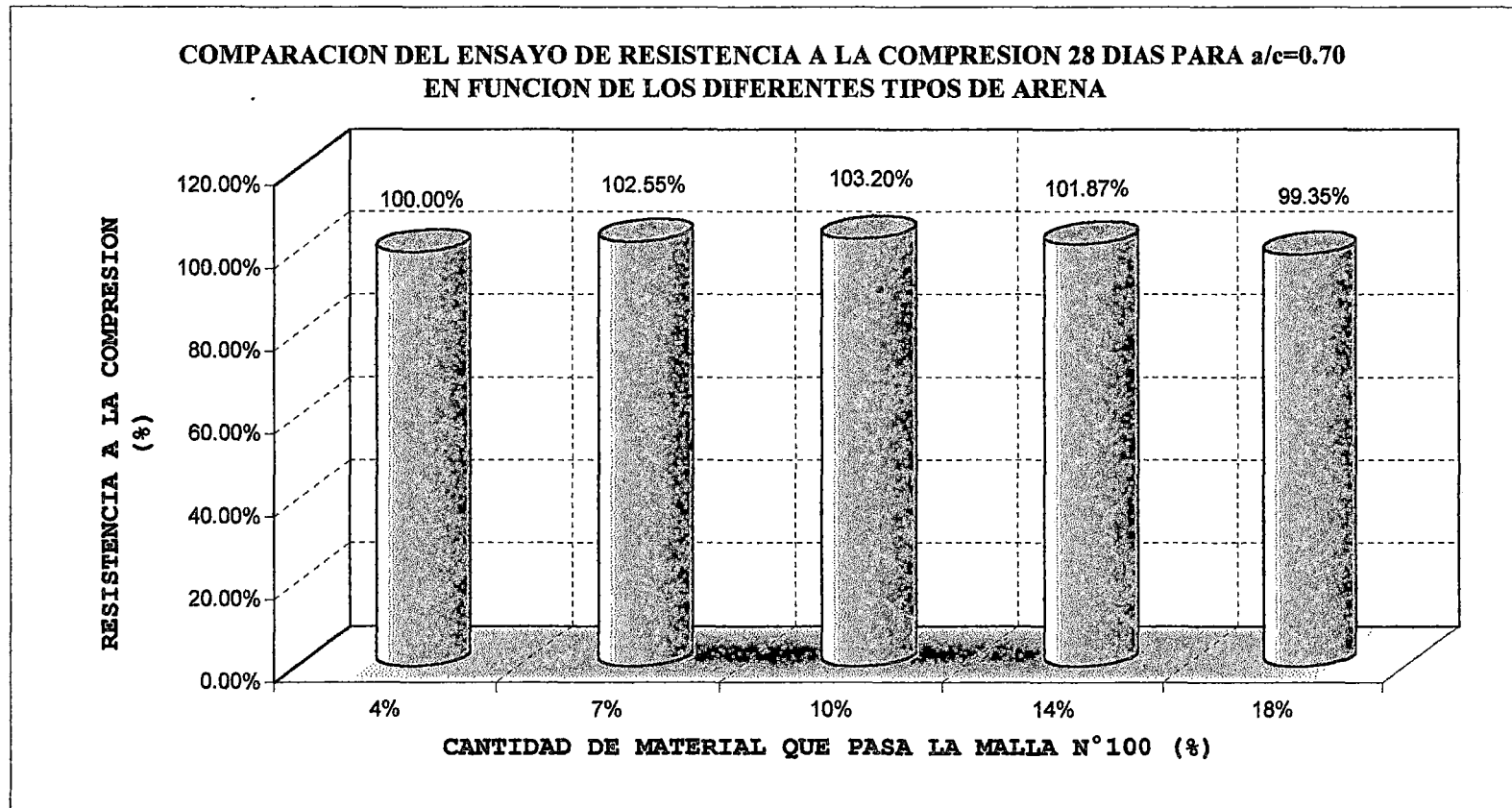


GRAFICO IX-3,71



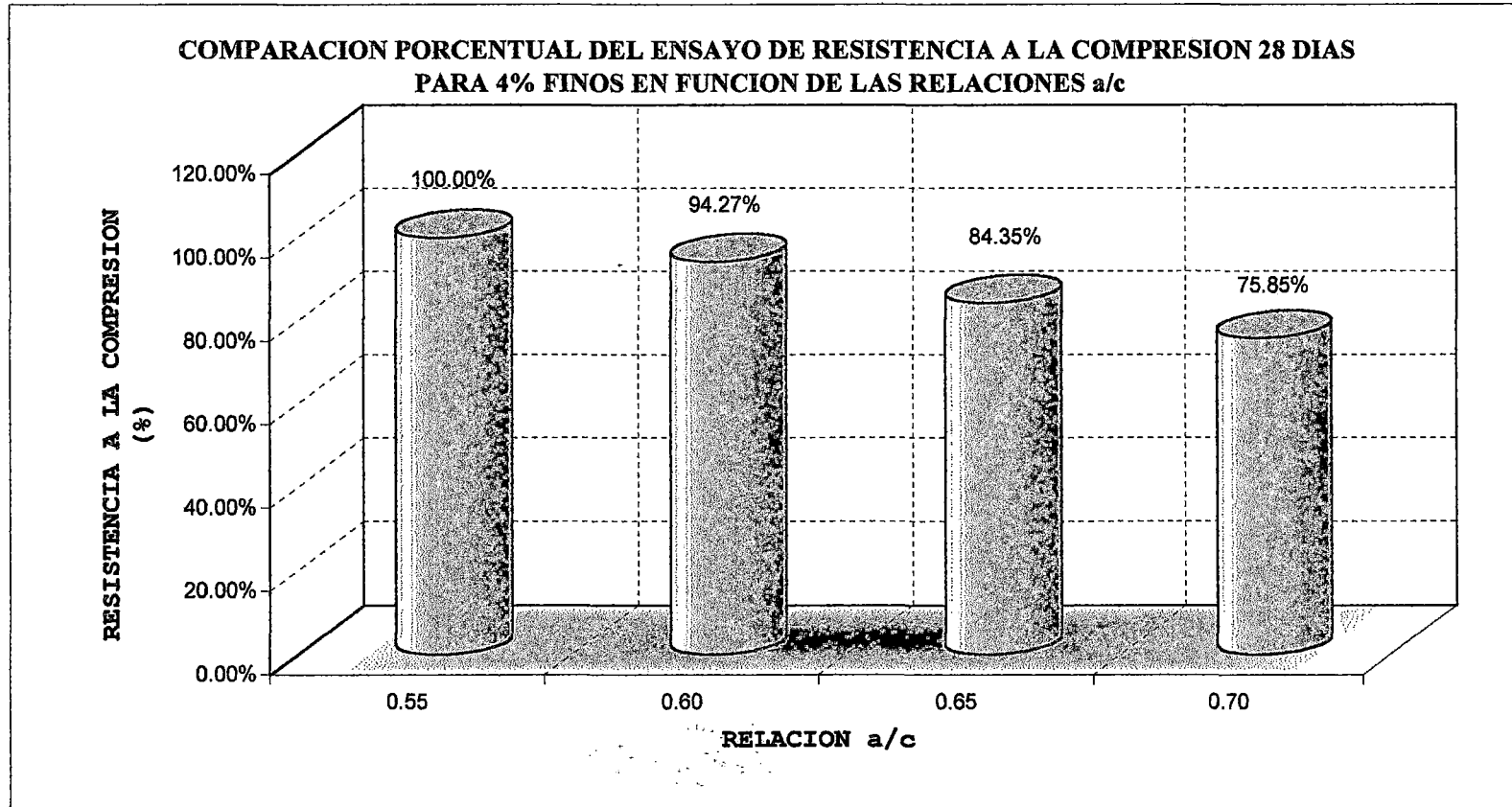
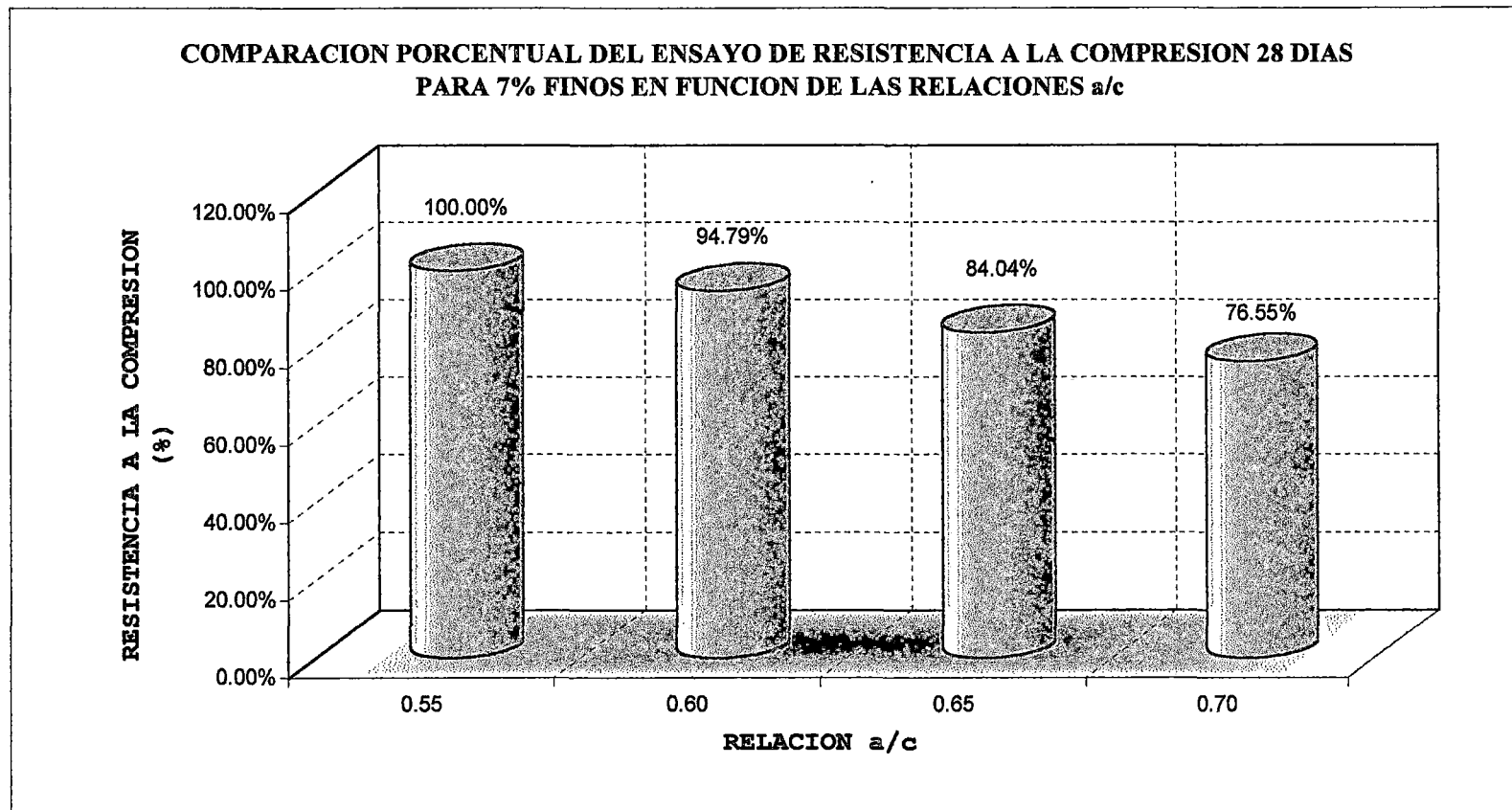


GRAFICO IX-3,73



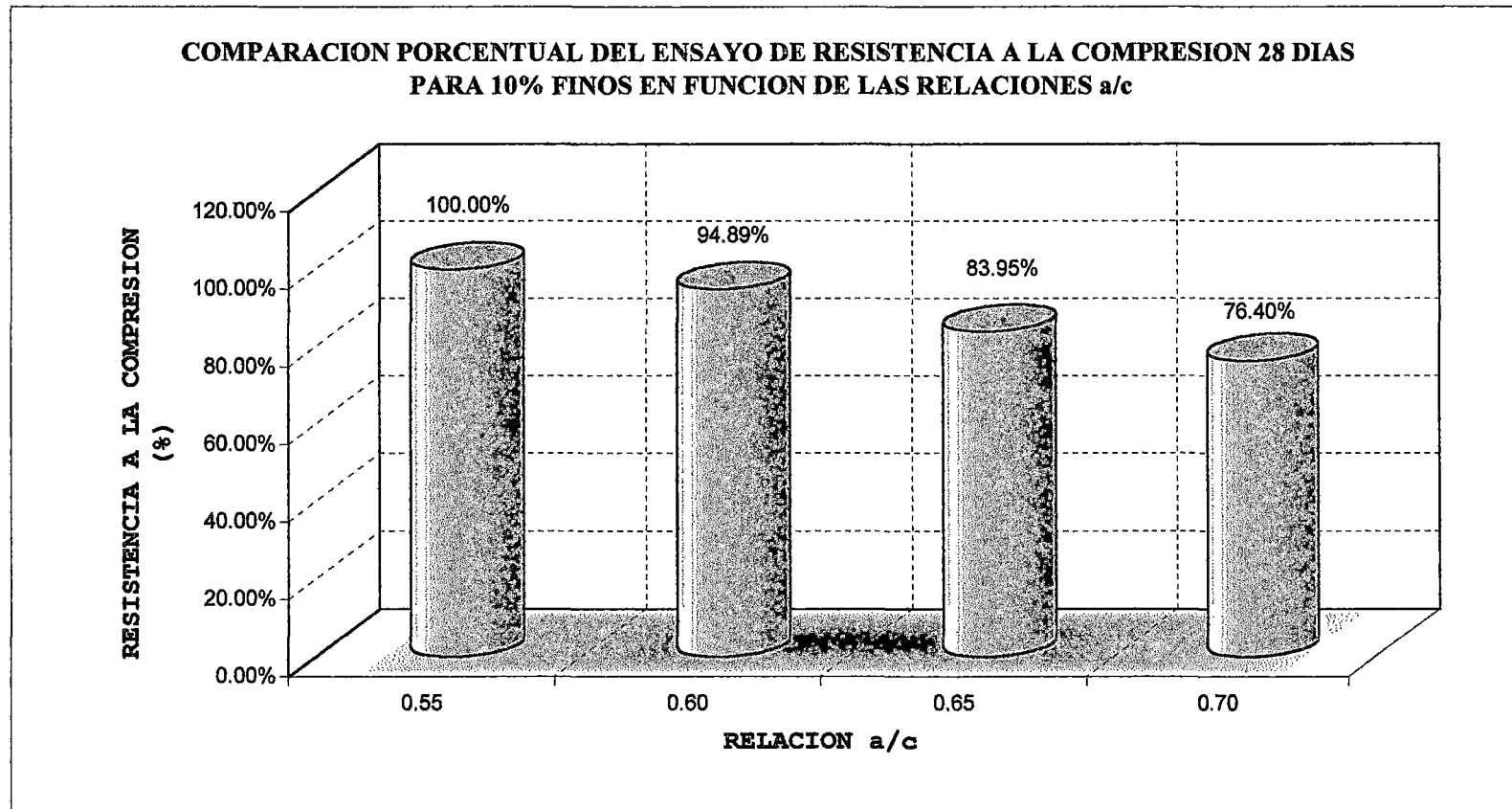


GRAFICO IX-3,75

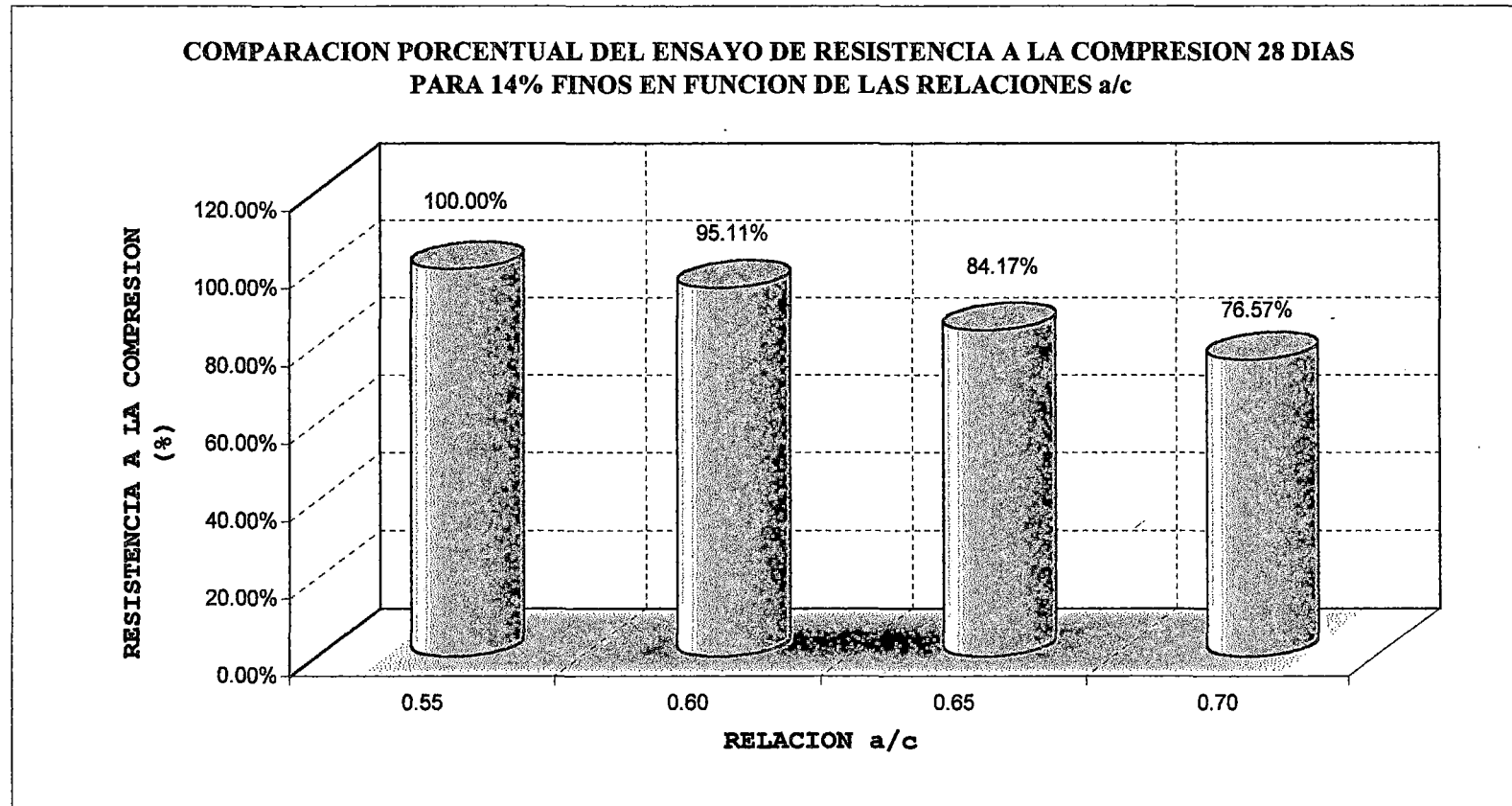
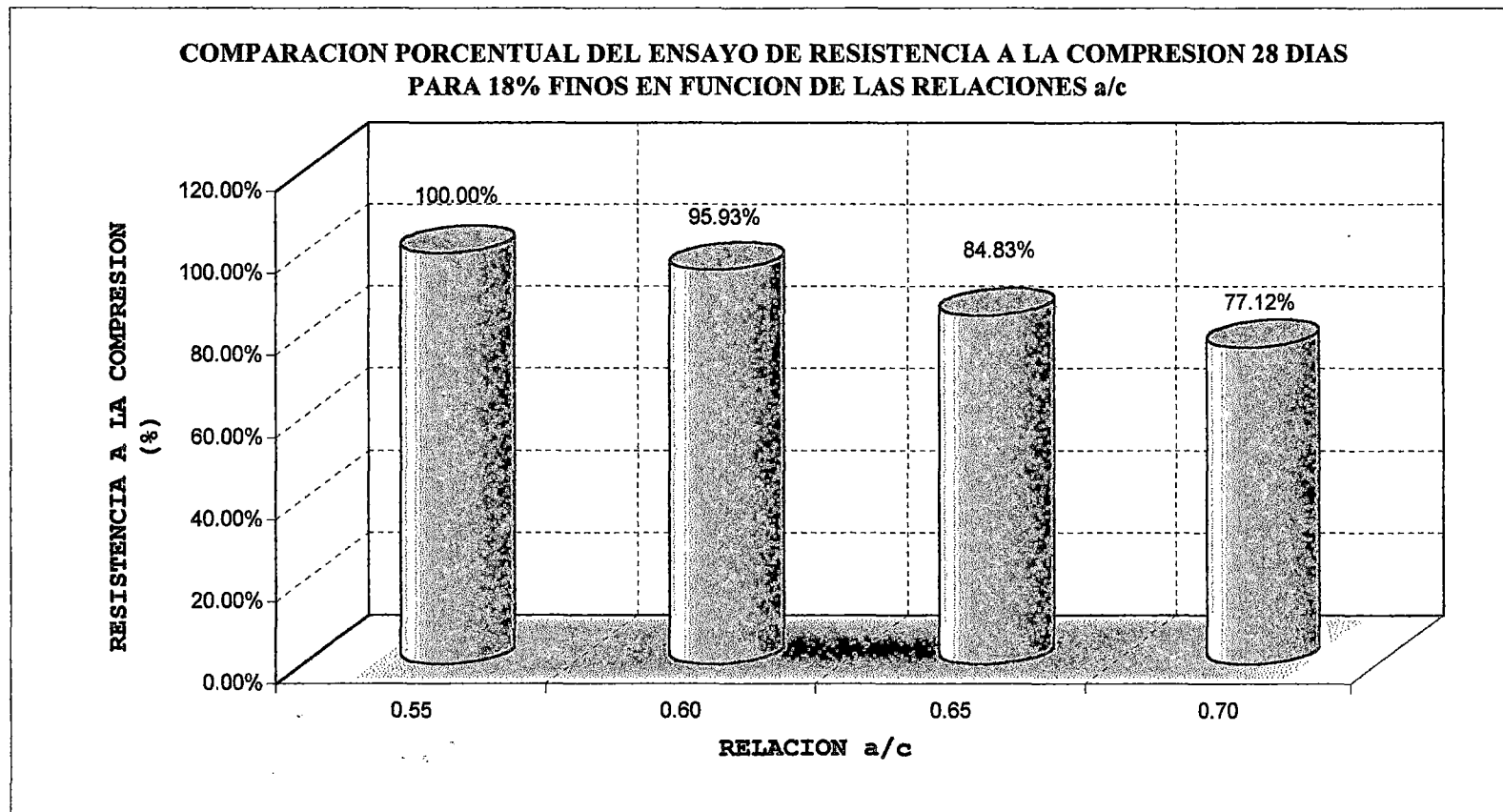


GRAFICO IX-3,76



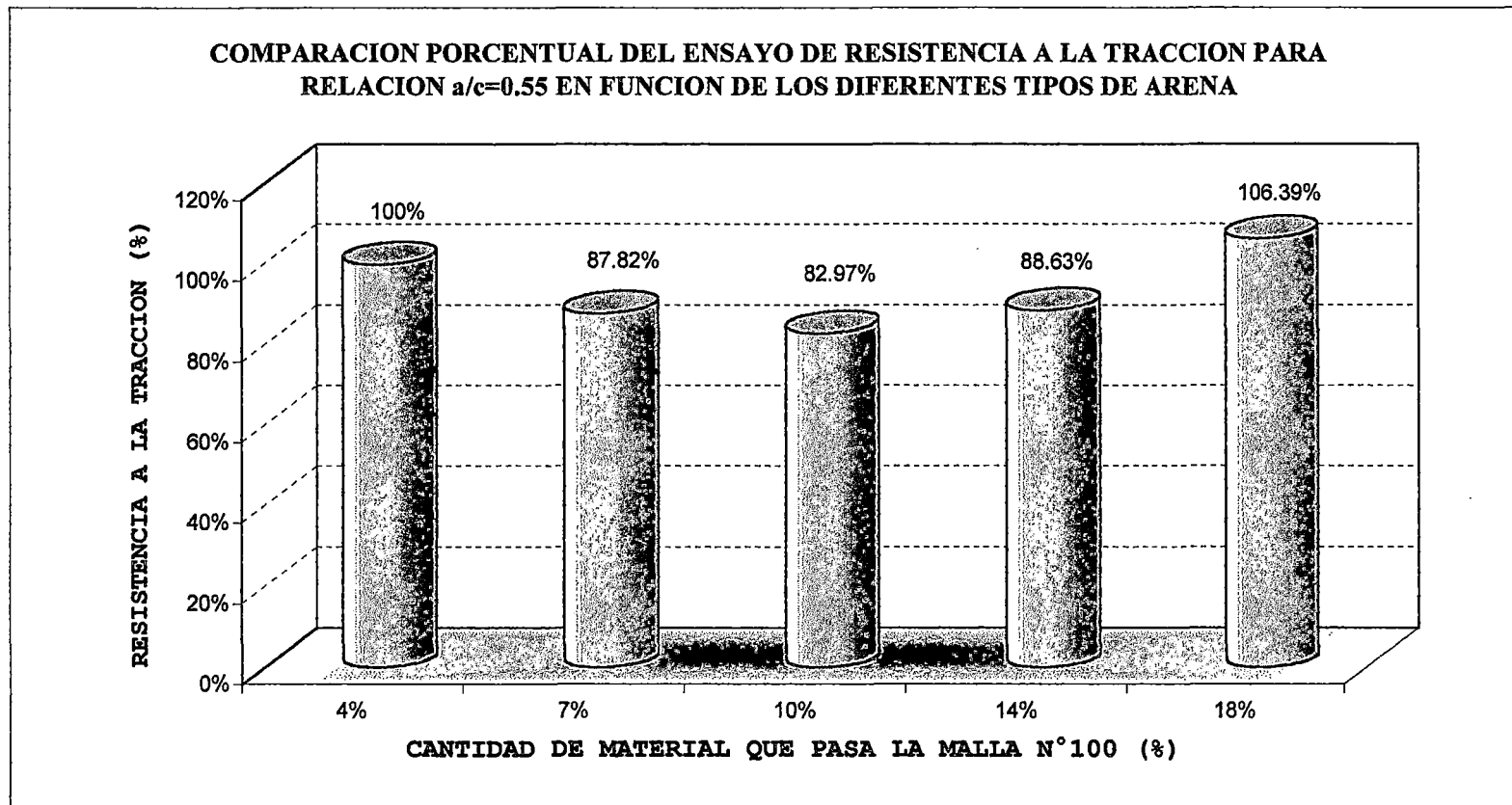
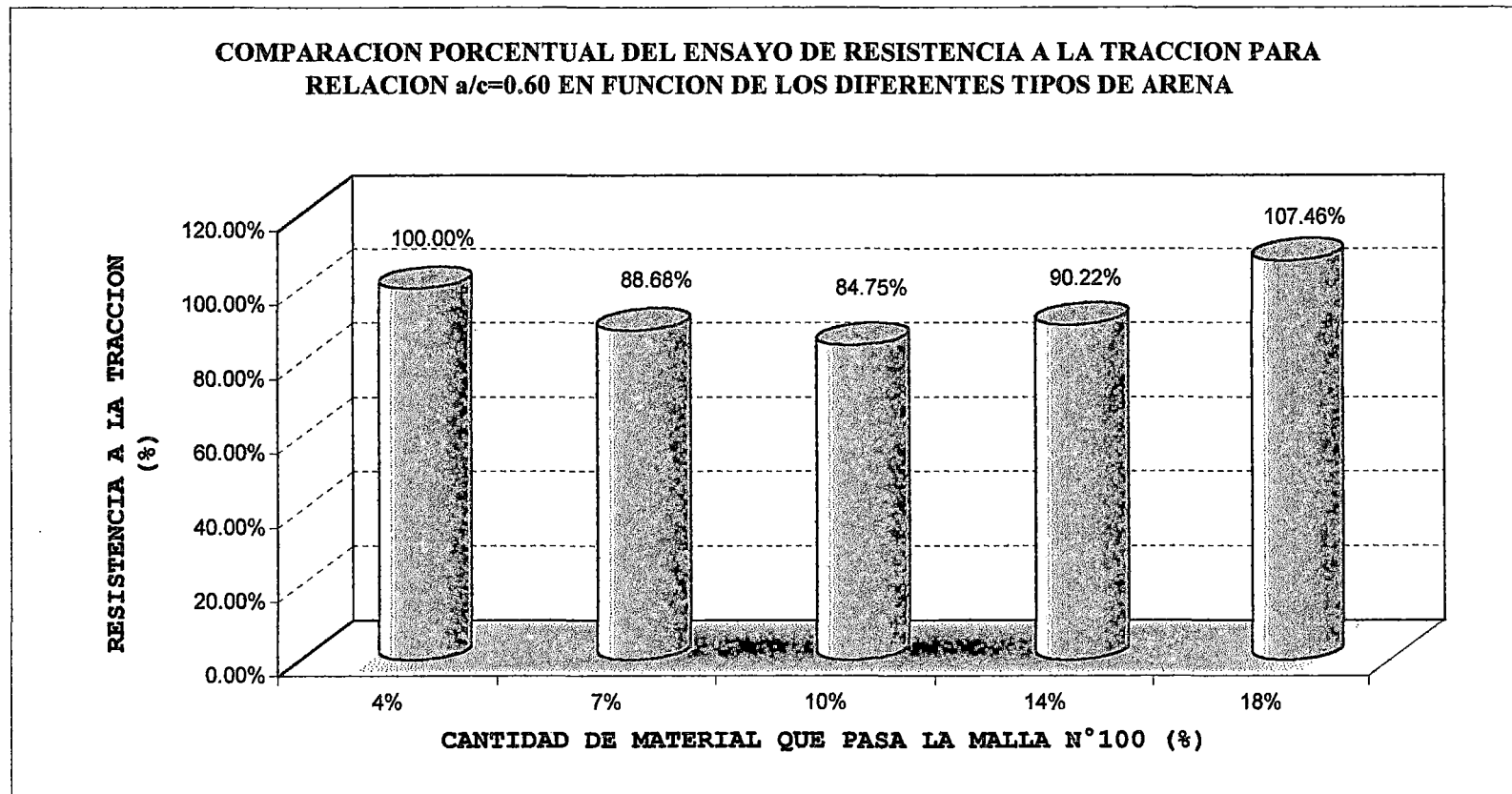


GRAFICO IX-3,78



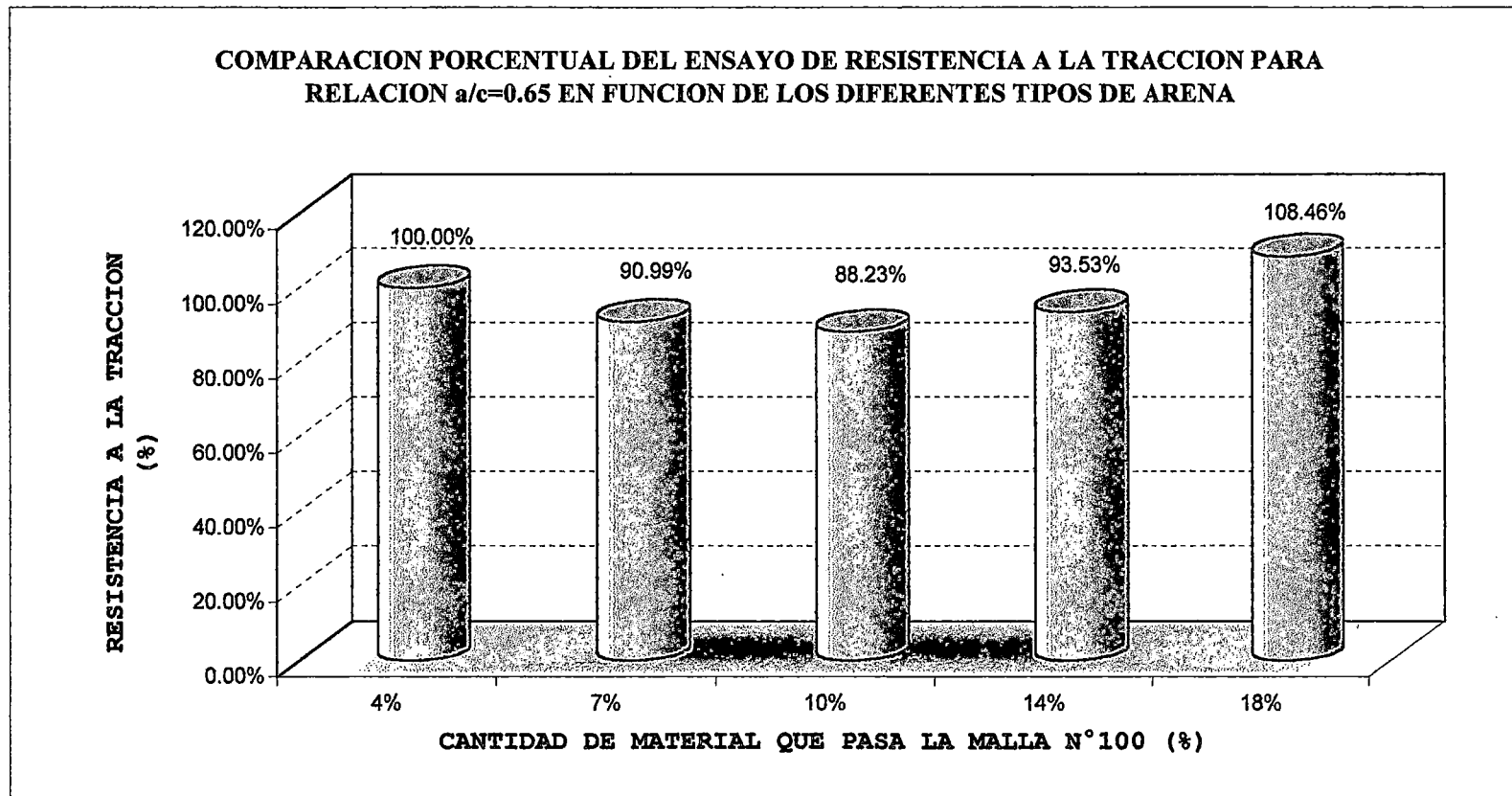


GRAFICO IX-3,80

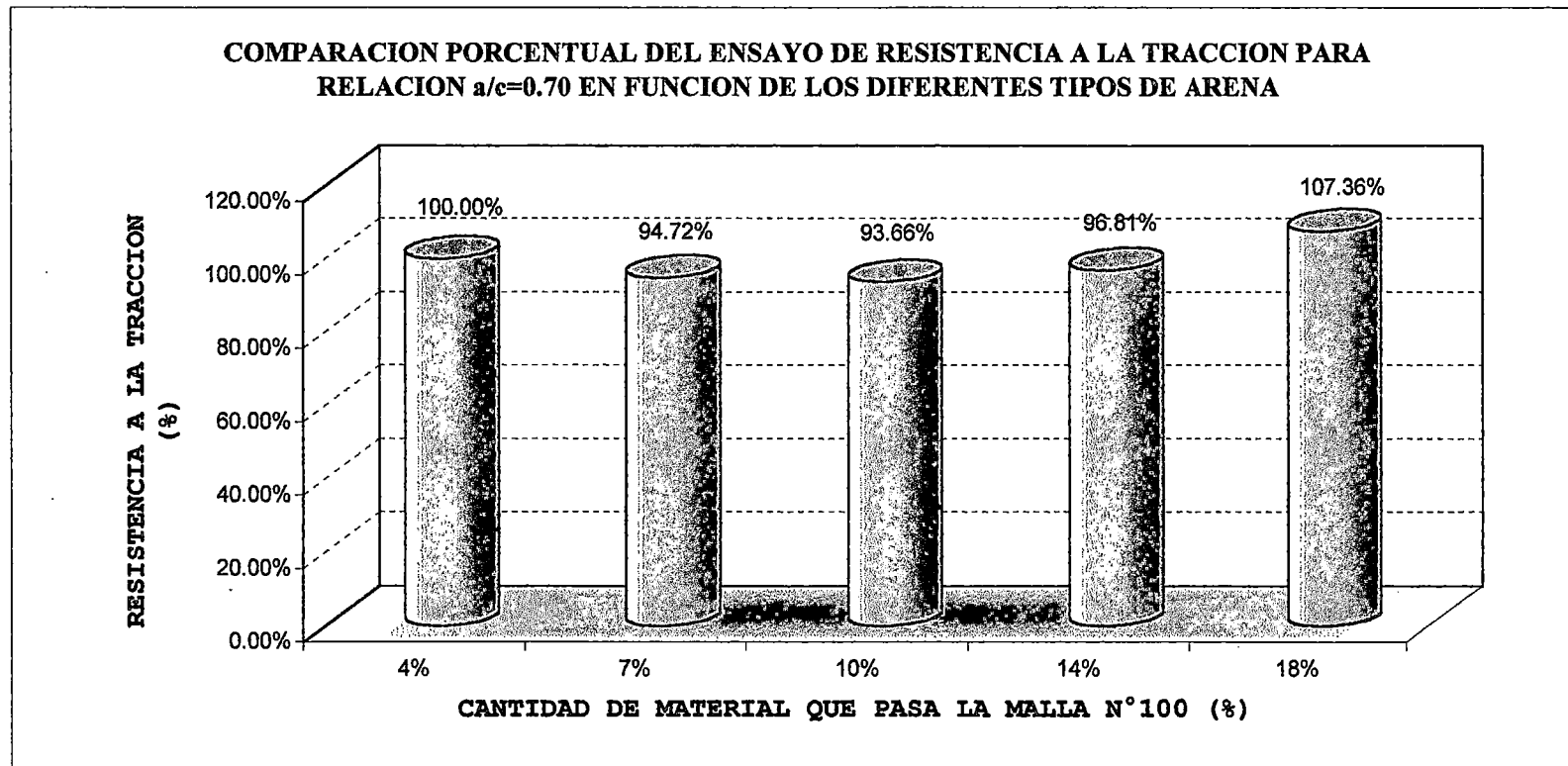


GRAFICO IX-3,81

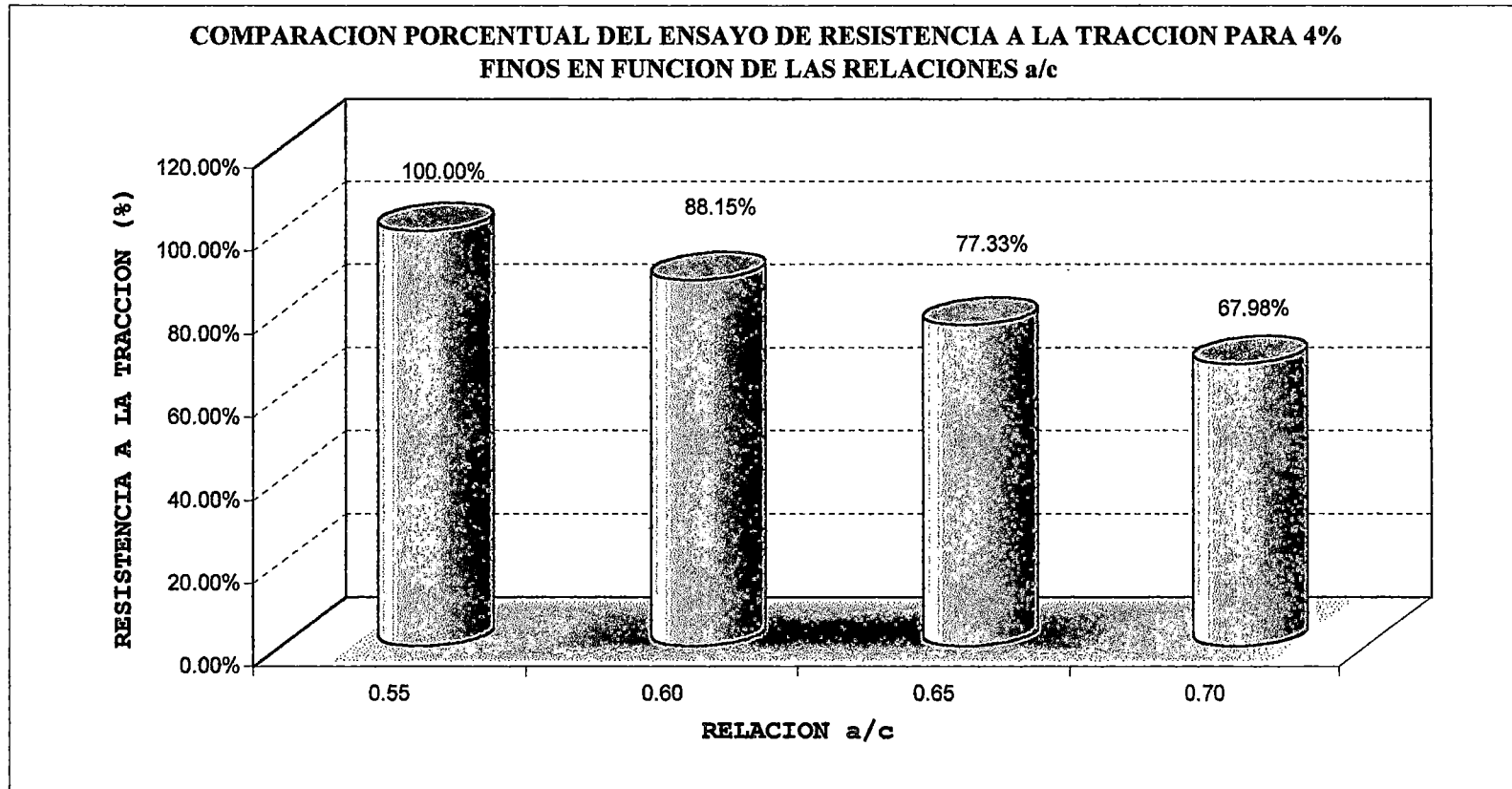


GRAFICO IX-3,82

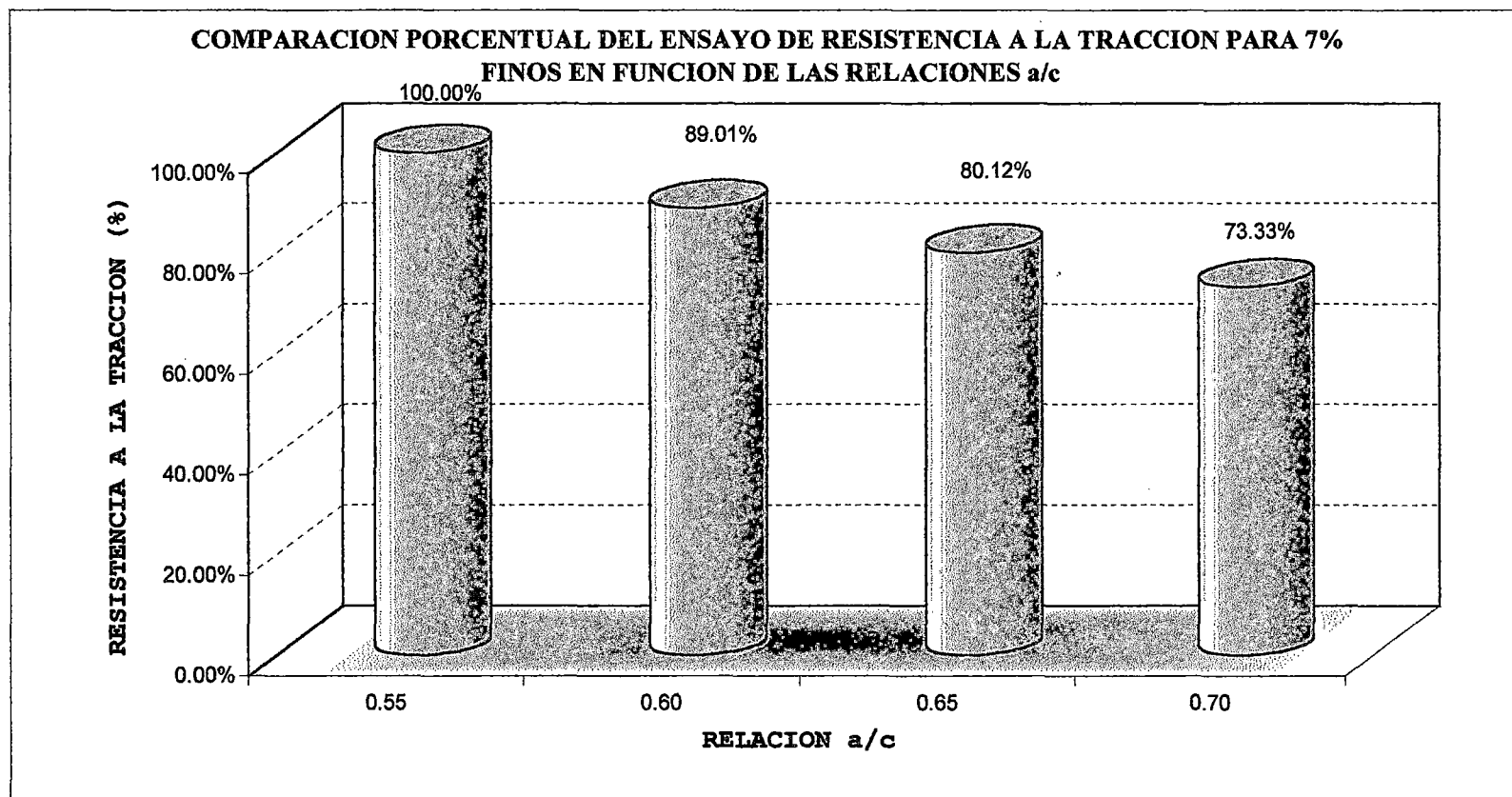


GRAFICO IX-3,83

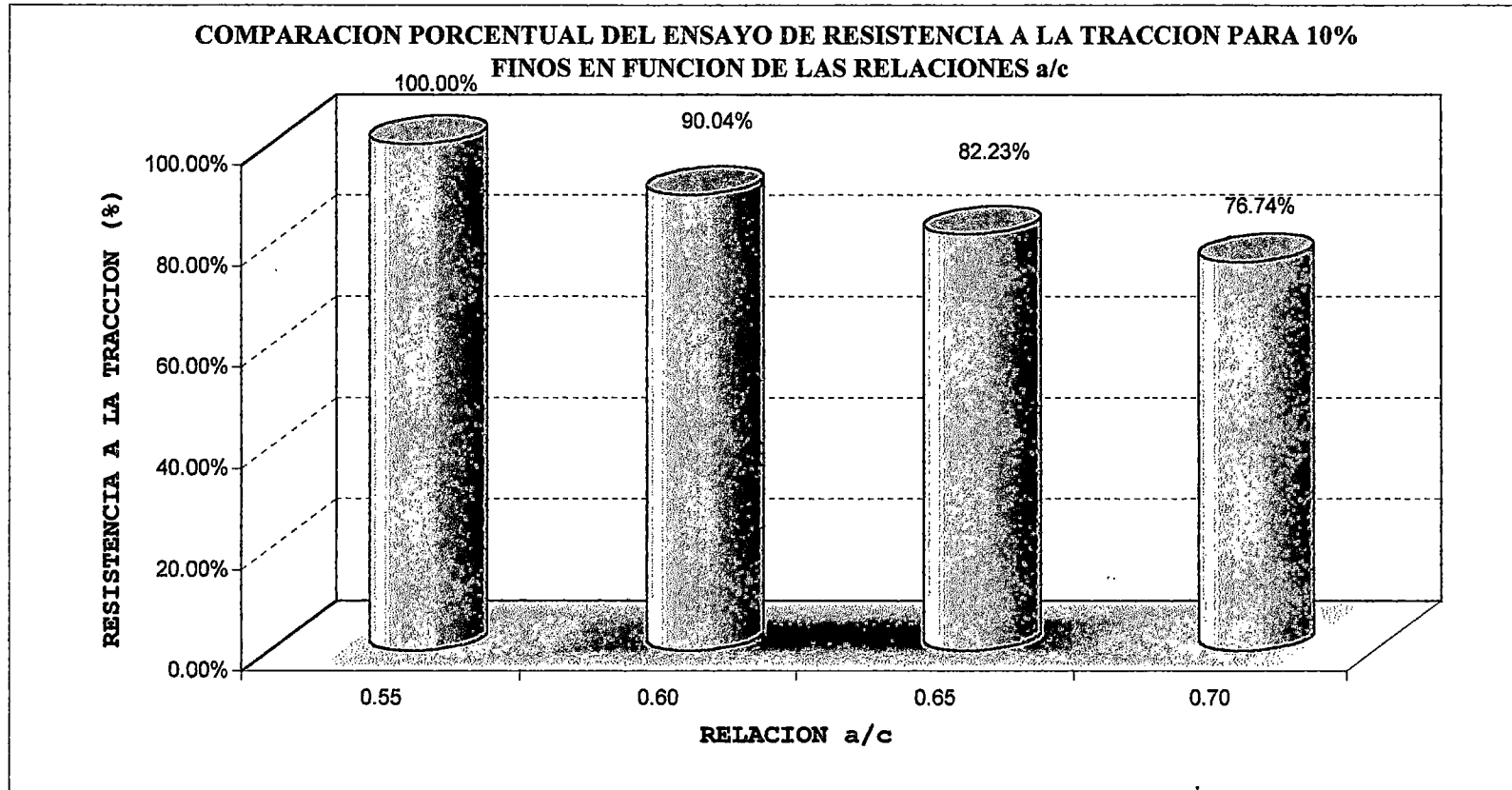
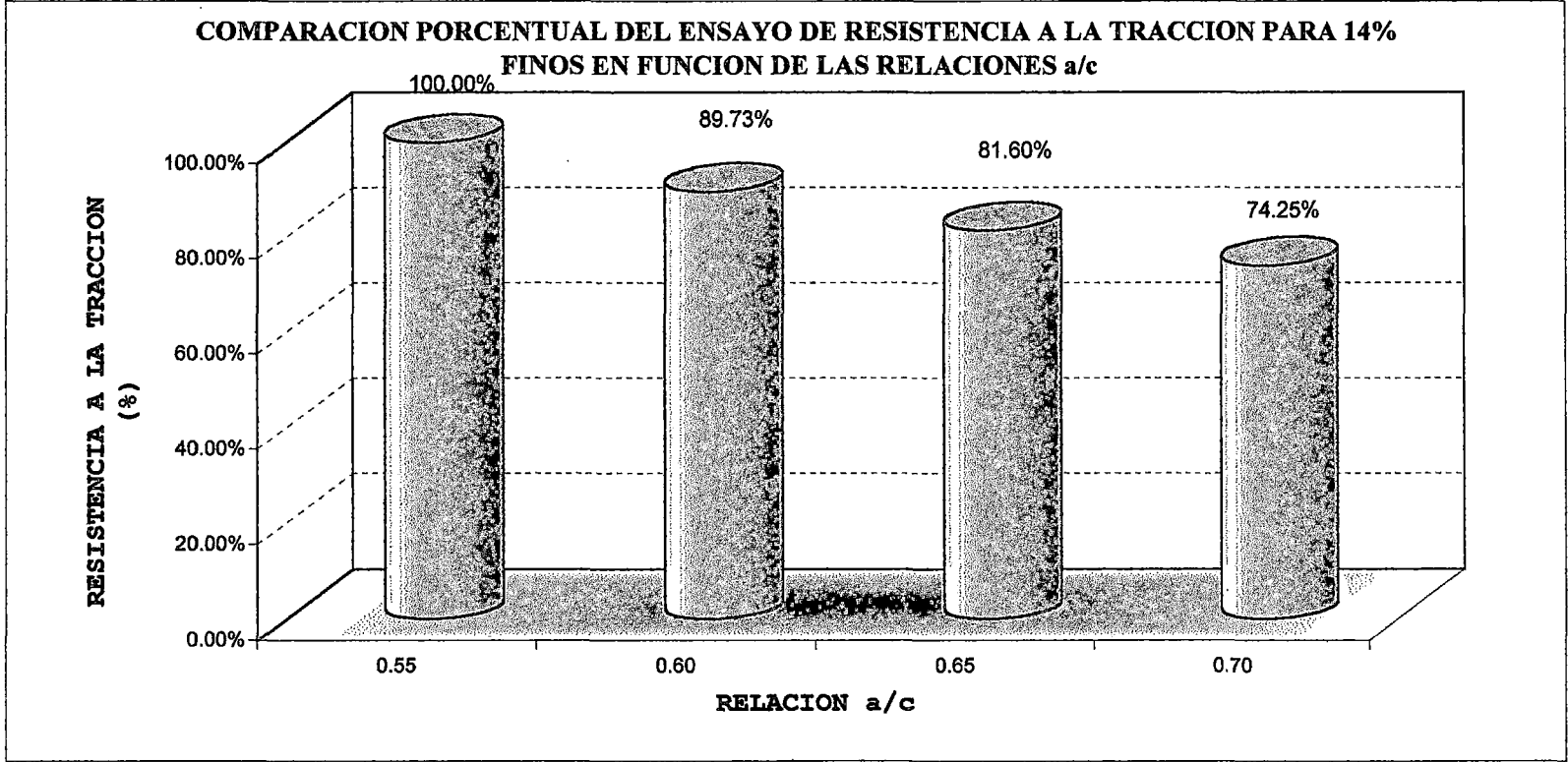
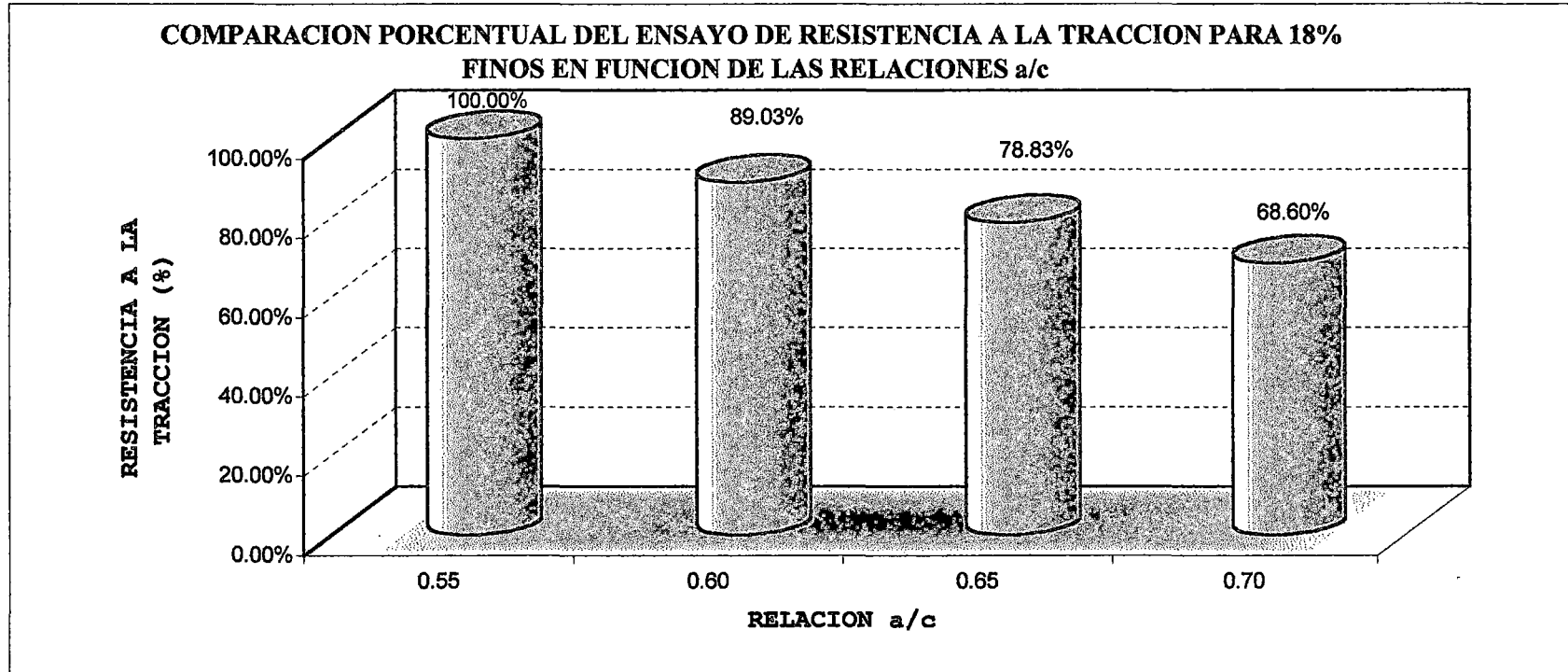


GRAFICO IX-3,84





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.0 GENERALIDADES

La presente tesis de investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia del material más fino que pasa la malla N°100 para 4%, 7%, 10%, 14% y 18%, en la resistencia mecánica del concreto.

Asimismo, poder determinar a través de este estudio la influencia de los finos de la arena en las propiedades del concreto para las relaciones $a/c = 0.55, 0.60, 0.65$ y 0.70 .

En su estado fresco fueron estudiadas el asentamiento, el peso unitario, el contenido de aire, el porcentaje de exudación y el tiempo de fraguado.

En su estado endurecido fueron estudiadas la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la tracción por compresión diametral.

Todos estos ensayos fueron realizados manteniendo constante la relación a/c y el $r_f = 0.54$ con cemento tipo I Andino.

La metodología empleada para obtener en el agregado fino, el material que pasa la malla N°100 consignada en esta tesis (4%, 7%, 10%, 14% y 18%), fue a través del tamizado de las mallas estándar obteniéndose con porcentajes en peso.

El agregado grueso utilizado cuya procedencia es del río Rímac, tiene un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ".

Esta tesis fue realizada íntegramente en el laboratorio de ensayo de materiales de la planta del Agustino de la empresa de concreto premezclado UNICON a través de un convenio con la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

Para mejor comprensión de las conclusiones que ha continuación describo, usaremos la siguiente simbología:

a/c = agua-cemento

rf = porcentaje de arena

4% de finos = 4% de material que pasa la malla N° 100

7% de finos = 7% de material que pasa la malla N° 100

10% de finos = 10% de material que pasa la malla N° 100

14% de finos = 14% de material que pasa la malla N° 100

18% de finos = 18% de material que pasa la malla N° 100

10.1 CONCLUSIONES

10.1.1 CONCRETO AL ESTADO FRESCO

1. - En el concreto fresco, el peso unitario se incrementa en 0.33%, conforme crece en la arena el porcentaje de finos de 4% hasta 10%, luego al aumentar hasta 18% los finos, el peso unitario disminuye en 0.10%, para las relaciones a/c de 0.55,0.60,0.65 y 0.70.

El crecimiento y posterior decrecimiento del peso unitario nos indica que, con el gradual incremento de los finos de la arena el concreto es cada vez más denso e impermeable, hasta obtener un máximo con la arena de 10% de finos, luego el mayor incremento de los finos es desfavorable, porque los pesos unitarios comienzan a disminuir.

2. - En el concreto fresco, al aumentar el porcentaje de finos en la arena de 4% hasta 10%, el contenido de aire disminuye 28.41%, pero al seguir creciendo el porcentaje de finos hasta 18%, el contenido de aire aumenta 9.48%, para las relaciones a/c que van de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

Este decrecimiento y el posterior crecimiento del contenido de aire, con el gradual aumento de los finos de la arena, se debe también al aumento de la densidad del concreto; hasta obtener un máximo con la arena de 10% y luego el aumento de los finos hasta 18% hace que el contenido de aire aumente.

3. - En el concreto fresco a medida que aumenta el porcentaje de finos de la arena de 4% hasta 18%, el porcentaje de exudación disminuye 29%, para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

Esta disminución del porcentaje de exudación se debe a que al ir aumentando el porcentaje de finos de la arena de 4% hasta 18%, se producen mezclas con mayor retención de agua y por lo tanto con menor exudación.

4. - En el concreto fresco el gradual aumento de los finos en la arena desde 4% a 18% hace que se acelere el tiempo de fraguado inicial en 26', y también hace que se acelere el tiempo de fraguado final en 47', para las cuatro relaciones a/c estudiadas.

Este aumento de finos de la arena desde 4% hasta 18%, hace que se acelere en presencia del agua su reacción con el cemento; además dentro de la mezcla hay partículas muy finas (arcillas) que ya no son inertes, son activas en presencia del agua.

5. - En resumen en el concreto fresco, el aumento de porcentajes de finos en la arena de 10% hasta 12%, acelera el tiempo de fraguado, reduce la exudación y permite tener una buena trabajabilidad del concreto, para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.

10.1.2 CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

6. - En el concreto endurecido, cuando aumenta en la arena el porcentaje de finos, desde 4% hasta 8%, la resistencia a la compresión crece en 5%, manteniéndose este crecimiento en arenas de 8% a 12% de finos, pero para arenas fuera de este rango las resistencias disminuyen, llegando a bajar la resistencia en 1.5% para arenas con 18% de finos, en las relaciones a/c de 0.55,0.60,0.65 y 0.70.

Este crecimiento de la resistencia a la compresión del concreto conforme crece en la arena el porcentaje de finos de 4% a 12%, se debe a que aumenta la compacidad del concreto, luego cuando los finos llegan hasta 18% disminuye esta compacidad, disminuyendo entonces la resistencia a la compresión.

7. - Al aumentar las relaciones a/c desde 0.55 a 0.70, y a mayor contenido de finos de la arena hasta 12% mejora la resistencia a la compresión del concreto hasta en 5%.
8. - La resistencia a la tracción por compresión diametral, disminuye en 13%, a medida que aumenta los finos de la arena de 4% hasta 11%, y luego cuando aumenta los finos hasta 18%, la resistencia aumenta en 7.5%, para las relaciones a/c de 0.55,0.60,0.65 y 0.70.

Esta disminución de la resistencia a la tracción, conforme crece en la arena el porcentaje de finos de 4% hasta 11%, se debe a que va perdiendo adherencia la mezcla; pero posteriormente cuando los finos de la arena llegan hasta 18%, estos cubren totalmente el agregado grueso aumenta de esta manera la adherencia y por ende la resistencia a la tracción.

9. - En resumen, con las relaciones a/c de 0.55,0.60,0.65 y 0.70, se pueden emplear arenas con porcentajes de finos de 10% hasta 12%, pues ayudan a aumentar la

resistencia del concreto endurecido; antes o después de este rango los valores de resistencia del concreto endurecido disminuyen.

10.2 RECOMENDACIONES:

1. - Para obtener un concreto que manteniendo constante la relación agua-cemento, que en su estado fresco sea trabajable, con exudación moderada; y que en su estado endurecido sea resistente, debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Para la relación $a/c = 0.55$, la arena puede tener entre 8% a 12% máximo de material que pasa la malla N°100.
 - Para la relación $a/c = 0.60, 0.65$ y 0.70 , la arena puede tener entre 9% a 12% máximo de material que pasa la malla N°100.
2. - Se puede usar en virtud a esta investigación arenas cuyo contenido de material que pasa la malla N°100 pueden llegar desde 8% hasta 12%, aunque la norma N.T.P. 400.037 estipula solo hasta 10% para arenas y para polvo de roca hasta 12%.
3. - Es posible a la luz de los resultados usar arenas cuyo material que pasa la malla N° 100 se encuentren entre 8% a 12% (arena sin lavar), al estar alejados de un proveedor de arena limpia que abastezca la ejecución de nuestra obra, teniendo en cuenta sin embargo un adecuado control de calidad, en especial de la granulometría que asegure la trabajabilidad y resistencia del concreto, para las relaciones a/c de 0.55, 0.60, 0.65 y 0.70.
4. - Adicionar a esta investigación un estudio complementario para concretos de mediana a alta resistencia para tener el conocimiento total de la influencia del material que pasa la malla N° 100 en el comportamiento del concreto.

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXO A

ANALISIS DE COSTOS

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION a/c=0.55

COMPARACION DE COSTOS PARA CONCRETOS CUYA ARENA TIENE 4% Y 10-12% DE FINOS

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION a/c=0.55 Y CUYA ARENA TIENE 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION SE USO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES PARA TODAS LAS ARENAS ESTUDIADAS 4%,7%,10%,14% Y 18% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR 1 kg/cm ² S/.
0.55	Cemento	405.45	366.80	1.11	0.55
	Agua	228.85		0.62	
	Ag. Fino	921.74		2.51	
	Ag. Grueso	797.97		2.18	

INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 5% (18.3kg/cm²) DE 366.8 kg/cm² (ARENA CON 4% FINOS) A 385.1 kg/cm² (ARENA ENTRE 10-12% FINOS) USANDO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES ANTERIOR (INVESTIGACION DE TESIS) LO QUE SIGNIFICA UN AHORRO DE S/.11.73 (5.36%) POR M³ DE CONCRETO QUE SI USARAMOS LA ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

% Finos	COMPRESION 28 DIAS			
	a/c = 0.55			
	Compresión (kg/cm ²)	Δf'c (kg/cm ²)	ΔCostos (S/.) por m ³	Δ%Costos por m ³
4%	366.8	18.3	11.73	5.36
10%-12%	385.1			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS (ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 366.8 Kg/cm²)

RELACION a/c=0.55	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f_c=366.8 (kg/cm²)	Cemento	405.45	9.54	bls.	19	181.26	218.71
	Agua	228.85	0.23	m ³	8	1.83	
	Ag. Fino	921.74	0.60	m ³	20	11.95	
	Ag. Grueso	797.97	0.59	m ³	40	23.67	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y LOGRAR OBTENER f_c=385.1kg/cm² USANDO ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)(ESTA RESISTENCIA LA OBTUVIMOS EN LA INVESTIGACION USANDO ARENA DE 10-12% DE FINOS GASTANDO S/. 218.71)

RELACION a/c=0.55	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
INCRE . 5%f_c f_c=385.1 (kg/cm²)	Cemento	427.46	10.06	bls.	19	191.10	230.45
	Agua	238.76	0.24	m ³	8	1.91	
	Ag. Fino	966.60	0.63	m ³	20	12.53	
	Ag. Grueso	839.52	0.62	m ³	40	24.91	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION $a/c=0.55$

COMPARACION DE COSTOS PARA OBTENER 385.1 kg/cm² Y 360.1 kg/cm² CON 4% DE FINOS ES DECIR ARENA LIMPIA (LOGRADA EN LA INVESTIGACION CON ARENAS DE 10-12% DE FINOS Y 18% DE FINOS, RESPECTIVAMENTE)

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION $a/c=0.55$ Y OBTENER 385.1 kg/cm² USANDO ARENAS CON 4% DE FINOS ES DECIR ARENA LIMPIA (EN LA INVESTIGACION OBTUVIMOS ESA RESISTENCIA CON MENOS COSTO USANDO ARENAS ENTRE 10-12% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.55	Cemento	427.46	385.1	1.11	0.55
	Agua	238.76		0.62	
	Ag. Fino	966.60		2.51	
	Ag. Grueso	839.52		2.18	

DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 6.5% (25kg/cm²) DE 385.1 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS DE 10-12% FINOS) A 360.1 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS CON 18% FINOS) CON LA DOSIFICACION DE MATERIALES QUE CORRESPONDERIA SI USARA ARENA CON 4% DE FINOS (ARENA LIMPIA) LO QUE REPRESENTA UN GASTO ADICIONAL DE S/.14.96(6.49%) POR M³ DE CONCRETO AL PERDER RESISTENCIA.

% Finos	$a/c = 0.55$			
	Compresión (kg/cm ²)	$\Delta f'c$ (kg/cm ²)	Δ Costos (S/.) por m ³	Δ %Costos por m ³
10%-12%	385.1	25.0	14.96	6.49
18%	360.1			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 385.1 Kg/cm²)

RELACION a/c=0.55	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f'c=385.1 (kg/cm²)	Cemento	427.46	10.06	bls.	19	191.10	230.45
	Agua	238.76	0.24	m ³	8	1.91	
	Ag. Fino	966.60	0.63	m ³	20	12.53	
	Ag. Grueso	839.52	0.62	m ³	40	24.91	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA OBTENER f'c=360.1kg/cm², Y ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

RELACION a/c=0.55	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
DISM. 6.5%f'c f'c=360.1 (kg/cm²)	Cemento	399.71	9.40	bls.	19	178.69	215.49
	Agua	223.26	0.22	m ³	8	1.79	
	Ag. Fino	903.85	0.59	m ³	20	11.72	
	Ag. Grueso	785.02	0.58	m ³	40	23.29	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION a/c=0.60

COMPARACION DE COSTOS PARA CONCRETOS CUYA ARENA TIENE 4% Y 10-12% DE FINOS

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION a/c=0.60 Y CUYA ARENA TIENE 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION SE USO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES PARA TODAS LAS ARENAS ESTUDIADAS 4%,7%,10%,14% Y 18% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.60	Cemento	371.67	345.80	1.07	0.54
	Agua	228.96		0.66	
	Ag. Fino	937.80		2.71	
	Ag. Grueso	812.09		2.35	

INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 5% (17.3kg/cm²) DE 345.8 kg/cm² (ARENA CON 4% FINOS) A 363.1 kg/cm² (ARENA ENTRE 10-12% FINOS) USANDO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES ANTERIOR (INVESTIGACION DE TESIS) LO QUE SIGNIFICA UN AHORRO DE S/9.44 (4.62%) POR M³ DE CONCRETO QUE SI USARAMOS LA ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

% Finos	COMPRESION 28 DIAS			
	a/c = 0.60			
	Compresión (kg/cm ²)	Δf'c (kg/cm ²)	ΔCostos (S/.) por m ³	Δ%Costos por m ³
4%	345.8	17.3	9.44	4.62
10%-12%	363.1			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 345.8 Kg/cm²)

RELACION a/c=0.60	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f'c=345.8 (kg/cm²)	Cemento	371.67	8.75	bls.	19	166.16	204.24
	Agua	228.96	0.23	m ³	8	1.83	
	Ag. Fino	937.80	0.61	m ³	20	12.16	
	Ag. Grueso	812.09	0.60	m ³	40	24.09	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y LOGRAR OBTENER f'c=363.1kg/cm² USANDO ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)(ESTA RESISTENCIA LA OBTUVIMOS EN LA INVESTIGACION USANDO ARENA DE 10-12% DE FINOS GASTANDO S/. 204.24)

RELACION a/c=0.60	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
INCRE . 5%f'c f'c=363.1 (kg/cm²)	Cemento	388.52	9.14	bls.	19	173.69	213.68
	Agua	239.65	0.24	m ³	8	1.92	
	Ag. Fino	984.00	0.64	m ³	20	12.75	
	Ag. Grueso	853.29	0.63	m ³	40	25.31	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION a/c=0.60

COMPARACION DE COSTOS PARA OBTENER 363.1 kg/cm² Y 339.5 kg/cm² CON 4% DE FINOS ES DECIR ARENA LIMPIA (LOGRADA EN LA INVESTIGACION CON ARENAS DE 10-12% DE FINOS Y 18% DE FINOS, RESPECTIVAMENTE)

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION a/c=0.60 Y OBTENER 363.1 kg/cm² USANDO ARENAS CON 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION OBTUVIMOS ESA RESISTENCIA CON MENOS COSTO USANDO ARENAS ENTRE 10-12% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.60	Cemento	388.52	363.1	1.07	0.54
	Agua	239.65		0.66	
	Ag. Fino	984.00		2.71	
	Ag. Grueso	853.29		2.35	

DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 6.5% (23.6kg/cm²) DE 363.1 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS DE 10-12% FINOS) A 339.5 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS CON 18% FINOS) CON LA DOSIFICACION DE MATERIALES QUE CORRESPONDERIA SI USARA ARENA CON 4% DE FINOS (ARENA LIMPIA) LO QUE REPRESENTA UN GASTO ADICIONAL DE S/.13.89(6.5%) POR M³ DE CONCRETO AL PERDER RESISTENCIA.

% Finos	a/c = 0.60			
	Compresión (kg/cm ²)	Δf'c (kg/cm ²)	ΔCostos (S/.) por m ³	Δ%Costos por m ³
10%-12%	363.1	23.6	13.89	6.50
18%	339.5			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 363.1 Kg/cm²)

RELACION a/c=0.60	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f_c=363.1 (kg/cm²)	Cemento	388.52	9.14	bls.	19	173.69	213.68
	Agua	239.65	0.24	m ³	8	1.92	
	Ag. Fino	984.00	0.64	m ³	20	12.75	
	Ag. Grueso	853.29	0.63	m ³	40	25.31	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA OBTENER f_c=339.5kg/cm², Y ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

RELACION a/c=0.60	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
DISM. 6.5%f_c f_c=339.5 (kg/cm²)	Cemento	363.27	8.55	bls.	19	162.40	199.79
	Agua	224.07	0.22	m ³	8	1.79	
	Ag. Fino	920.05	0.60	m ³	20	11.93	
	Ag. Grueso	797.83	0.59	m ³	40	23.67	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION a/c=0.65

COMPARACION DE COSTOS PARA CONCRETOS CUYA ARENA TIENE 4% Y 10-12% DE FINOS

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION a/c=0.65 Y CUYA ARENA TIENE 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION SE USO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES PARA TODAS LAS ARENAS ESTUDIADAS 4%,7%,10%,14% Y 18% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.65	Cemento	343.08	309.40	1.11	0.56
	Agua	229.04		0.74	
	Ag. Fino	951.13		3.07	
	Ag. Grueso	823.43		2.66	

INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 5% (15.5kg/cm²) DE 309.4 kg/cm² (ARENA CON 4% FINOS) A 324.9 kg/cm² (ARENA ENTRE 10-12% FINOS) USANDO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES ANTERIOR (INVESTIGACION DE TESIS) LO QUE SIGNIFICA UN AHORRO DE S/9.75 (5.08%) POR M³ DE CONCRETO QUE SI USARAMOS LA ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

% Finos	COMPRESION 28 DIAS			
	a/c = 0.65			
	Compresión (kg/cm ²)	Δf'c (kg/cm ²)	ΔCostos (S/.) por m ³	Δ%Costos por m ³
4%	309.4	15.5	9.75	5.08
10%-12%	324.9			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 309.4 Kg/cm²)

RELACION a/c=0.65	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f'c=309.4 (kg/cm²)	Cemento	343.08	8.07	bls.	19	153.38	191.97
	Agua	229.04	0.23	m ³	8	1.83	
	Ag. Fino	951.13	0.62	m ³	20	12.33	
	Ag. Grueso	823.43	0.61	m ³	40	24.43	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y LOGRAR OBTENER f'c=324.9kg/cm² USANDO ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)(ESTA RESISTENCIA LA OBTUVIMOS EN LA INVESTIGACION USANDO ARENA DE 10-12% DE FINOS GASTANDO S/. 191.97)

RELACION a/c=0.65	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
INCRE . 5%f'c f'c=324.9 (kg/cm²)	Cemento	360.64	8.49	bls.	19	161.23	201.72
	Agua	240.43	0.24	m ³	8	1.92	
	Ag. Fino	997.44	0.65	m ³	20	12.93	
	Ag. Grueso	864.23	0.64	m ³	40	25.64	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION a/c=0.65

COMPARACION DE COSTOS PARA OBTENER 324.9 kg/cm² Y 303.8 kg/cm² CON 4% DE FINOS ES DECIR ARENA LIMPIA (LOGRADA EN LA INVESTIGACION CON ARENAS DE 10-12% DE FINOS Y 18% DE FINOS, RESPECTIVAMENTE)

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION a/c=0.65 Y OBTENER 324.9 kg/cm² USANDO ARENAS CON 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION OBTUVIMOS ESA RESISTENCIA CON MENOS COSTO USANDO ARENAS ENTRE 10-12% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.65	Cemento	360.64	324.9	1.11	0.56
	Agua	240.43		0.74	
	Ag. Fino	997.44		3.07	
	Ag. Grueso	864.23		2.66	

DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 6.5% (21.1 kg/cm²) DE 324.9 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS DE 10-12% FINOS) A 303.8 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS CON 18% FINOS) CON LA DOSIFICACION DE MATERIALES QUE CORRESPONDERIA SI USARA ARENA CON 4% DE FINOS (ARENA LIMPIA) LO QUE REPRESENTA UN GASTO ADICIONAL DE S/.13.10(6.49%) POR M³ DE CONCRETO AL PERDER RESISTENCIA.

% Finos	a/c = 0.65			
	Compresión (kg/cm ²)	Δf'c (kg/cm ²)	ΔCostos (S/.) por m ³	Δ%Costos por m ³
10%-12%	324.9	21.1	13.10	6.49
18%	303.8			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 324.9 Kg/cm²)

RELACION a/c=0.65	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f_c=324.9 (kg/cm²)	Cemento	360.64	8.49	bls.	19	161.23	201.72
	Agua	240.43	0.24	m ³	8	1.92	
	Ag. Fino	997.44	0.65	m ³	20	12.93	
	Ag. Grueso	864.23	0.64	m ³	40	25.64	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA OBTENER f_c=303.8kg/cm²,Y ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

RELACION a/c=0.65	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
DISM. 6.5%f_c f_c=303.8 (kg/cm²)	Cemento	337.22	7.93	bls.	19	150.76	188.62
	Agua	224.81	0.22	m ³	8	1.80	
	Ag. Fino	932.67	0.60	m ³	20	12.09	
	Ag. Grueso	808.11	0.60	m ³	40	23.97	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION a/c=0.70

COMPARACION DE COSTOS PARA CONCRETOS CUYA ARENA TIENE 4% Y 10-12% DE FINOS

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION a/c=0.70 Y CUYA ARENA TIENE 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION SE USO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES PARA TODAS LAS ARENAS ESTUDIADAS 4%,7%,10%,14% Y 18% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.70	Cemento	318.57	278.20	1.15	0.59
	Agua	229.12		0.82	
	Ag. Fino	962.84		3.46	
	Ag. Grueso	833.67		3.00	

INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 5% (13.9kg/cm²) DE 278.2 kg/cm² (ARENA CON 4% FINOS) A 292.1 kg/cm² (ARENA ENTRE 10-12% FINOS) USANDO LA MISMA DOSIFICACION DE MATERIALES ANTERIOR (INVESTIGACION DE TESIS) LO QUE SIGNIFICA UN AHORRO DE S/9.79 (5.40%) POR M³ DE CONCRETO QUE SI USARAMOS LA ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

% Finos	COMPRESION 28 DIAS			
	a/c = 0.70			
	Compresión (kg/cm ²)	Δf'c (kg/cm ²)	ΔCostos (S/.) por m ³	Δ%Costos por m ³
4%	278.2	13.9	9.79	5.40
10%-12%	292.1			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 278.2 Kg/cm²

RELACION a/c=0.70	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f_c=278.2 (kg/cm²)	Cemento	318.57	7.50	bls.	19	142.42	181.47
	Agua	229.12	0.23	m ³	8	1.83	
	Ag. Fino	962.84	0.62	m ³	20	12.48	
	Ag. Grueso	833.67	0.62	m ³	40	24.73	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y LOGRAR OBTENER f_c=292.1kg/cm² USANDO ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)(ESTA RESISTENCIA LA OBTUVIMOS EN LA INVESTIGACION USANDO ARENA DE 10-12% DE FINOS GASTANDO S/. 181.47)

RELACION a/c=0.70	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
INCRE . 5%f_c f_c=292.1 (kg/cm²)	Cemento	335.92	7.90	bls.	19	150.17	191.26
	Agua	248.29	0.25	m ³	8	1.99	
	Ag. Fino	1010.67	0.66	m ³	20	13.10	
	Ag. Grueso	876.30	0.65	m ³	40	26.00	

ANALISIS DE COSTOS PARA RELACION $a/c=0.70$

COMPARACION DE COSTOS PARA OBTENER 292.1 kg/cm² Y 274.6 kg/cm² CON 4% DE FINOS ES DECIR ARENA LIMPIA (LOGRADA EN LA INVESTIGACION CON ARENAS DE 10-12% DE FINOS Y 18% DE FINOS, RESPECTIVAMENTE)

DOSIFICACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA RELACION $a/c=0.70$ Y OBTENER 292.1 kg/cm² USANDO ARENAS CON 4% DE FINOS (EN LA INVESTIGACION OBTUVIMOS ESA RESISTENCIA CON MENOS COSTO USANDO ARENAS ENTRE 10-12% DE FINOS)

RELACION (a/c)	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	f'c 28 DIAS (kg/cm ²)	P.H. PARA f'c=1kg/cm ² (kg/m ³)	COSTO POR kg/cm ² S/.
0.70	Cemento	335.92	292.1	1.15	0.59
	Agua	248.29		0.85	
	Ag. Fino	1010.67		3.46	
	Ag. Grueso	876.30		3.00	

DISMINUCION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN 6.5% (19kg/cm²) DE 292.1 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS DE 10-12% FINOS) A 273.1 kg/cm² (RESISTENCIA OBTENIDA EN LA INVESTIGACION USANDO ARENAS CON 18% FINOS) CON LA DOSIFICACION DE MATERIALES QUE CORRESPONDERIA SI USARA ARENA CON 4% DE FINOS (ARENA LIMPIA) LO QUE REPRESENTA UN GASTO ADICIONAL DE S/.12.44(6.5%) POR M³ DE CONCRETO AL PERDER RESISTENCIA.

% Finos	$a/c = 0.70$			
	Compresión (kg/cm ²)	$\Delta f'c$ (kg/cm ²)	Δ Costos (S/.) por m ³	$\Delta\%$ Costos por m ³
10%-12%	292.1	19.0	12.44	6.50
18%	273.1			

EVALUACION DE COSTOS, CON SU RESPECTIVA DOSIFICACION PARA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO Y ARENA CON 4% DE FINOS(ARENA LIMPIA) CON LA QUE OBTENEMOS 292.1 Kg/cm²

RELACION a/c=0.70	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
4% finos f_c=292.1 (kg/cm²)	Cemento	335.92	7.90	bls.	19	150.17	191.26
	Agua	248.29	0.25	m ³	8	1.99	
	Ag. Fino	1010.67	0.66	m ³	20	13.10	
	Ag. Grueso	876.30	0.65	m ³	40	26.00	

EVALUACION DE COSTOS QUE RESULTARIA, PARA LA ELABORACION DE 1M³ DE CONCRETO PARA OBTENER f_c=273.1kg/cm² Y ARENA CON 4% FINOS (ARENA LIMPIA)

RELACION a/c=0.70	MATERIAL	PESO HUMEDO (kg/m ³)	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT. (S/.)	P. PARCIAL (S/.)	COSTO POR M ³ (S/.)
DISM. 6.5%f_c f_c=273.1 (kg/cm²)	Cemento	314.07	7.39	bls.	19	140.41	178.82
	Agua	232.14	0.23	m ³	8	1.86	
	Ag. Fino	944.93	0.61	m ³	20	12.25	
	Ag. Grueso	819.30	0.61	m ³	40	24.31	

ANEXO B

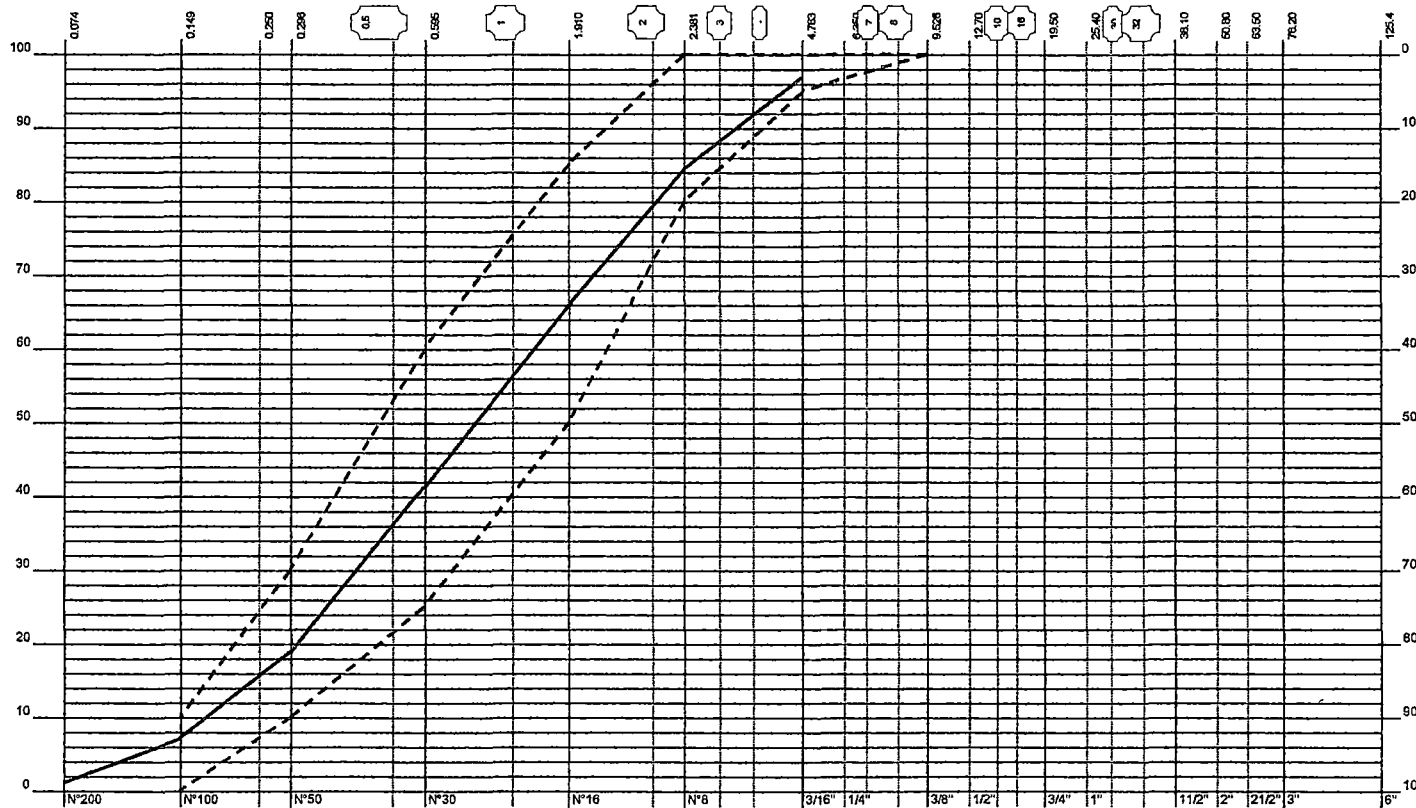
ANALISIS GRANULOMETRICO

DE LOS AGREGADOS

PROYECTO: TESIS	MATERIAL: AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)	PROCEDENCIA: CANTERA "JICAMARCA"	MUESTREO: FECHA : Mar-97
---------------------------	---	--	---------------------------------------

TAMICES STANDARD ASTM
(ABERTURA EN MILIMETROS)

ANALISIS GRANULOMETRICO



CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS	ARENA
MODULO DE FINURA	2.66
PORC. QUE PASA MALLA N° 200	1.32
PESO ESPECIFICO SECO	2.71
ABSORCION(%)	0.73
HUMEDAD (%)	0.45
PESO UNITARIO (SUELTO)	1642.97
PESO UNITARIO (COMP.)	1750.83

GRANULOMETRIA (% ret. Acum.)

TAMIZ ASTM	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% PASA ACUM.	HUSO C
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					100
1/4"					
N°4	32.7	3.3	3.3	96.7	95-100
N°8	125.5	12.6	15.9	84.2	80-100
N°16	183.8	18.4	34.2	65.8	50-85
N°30	245.2	24.5	58.8	41.3	25-60
N°50	224.1	22.4	81.2	18.8	10-30
N°100	114.0	11.4	92.6	7.4	2-10
N°200	61.5	6.2	98.7	1.3	
FONDO	13.2	1.3	100.0	0.0	

MODULO DE FINURA = 2.66

LIMO	ARENA				GRAVA			PIEDRA
ARCILLA	FINA	MEDIA	GRUESA		FINA	MEDIA	GRUESA	

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO ORIGINAL				
MUESTRA		: Arena		
PROCEDENCIA		: Cantera "JICAMARCA"		
PESO DE LA MUESTRA		: 1000 gr		
RESULTADO		: Promedio de 3 ensayos		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
N° 4	32.7	3.3	3.3	96.7
N° 8	125.5	12.6	15.9	84.2
N° 16	183.8	18.4	34.2	65.8
N° 30	245.2	24.5	58.7	41.3
N° 50	224.1	22.4	81.2	18.8
N° 100	114.0	11.4	92.6	7.4
N° 200	61.5	6.1	98.7	1.3
FONDO	13.2	1.3	100.0	0.0

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO ORIGINAL				
MUESTRA N° 1 : Arena				
PROCEDENCIA : Cantera "JICAMARCA"				
PESO DE LA MUESTRA : 1000 gr				
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
N° 4	35.8	3.6	3.6	96.4
N° 8	129.7	13.0	16.6	83.5
N° 16	188.6	18.9	35.4	64.6
N° 30	259.5	26.0	61.4	38.6
N° 50	190.8	19.1	80.4	19.6
N° 100	111.3	11.1	91.6	8.4
N° 200	68.2	6.8	98.4	1.6
FONDO	16.1	1.6	100.0	0.0

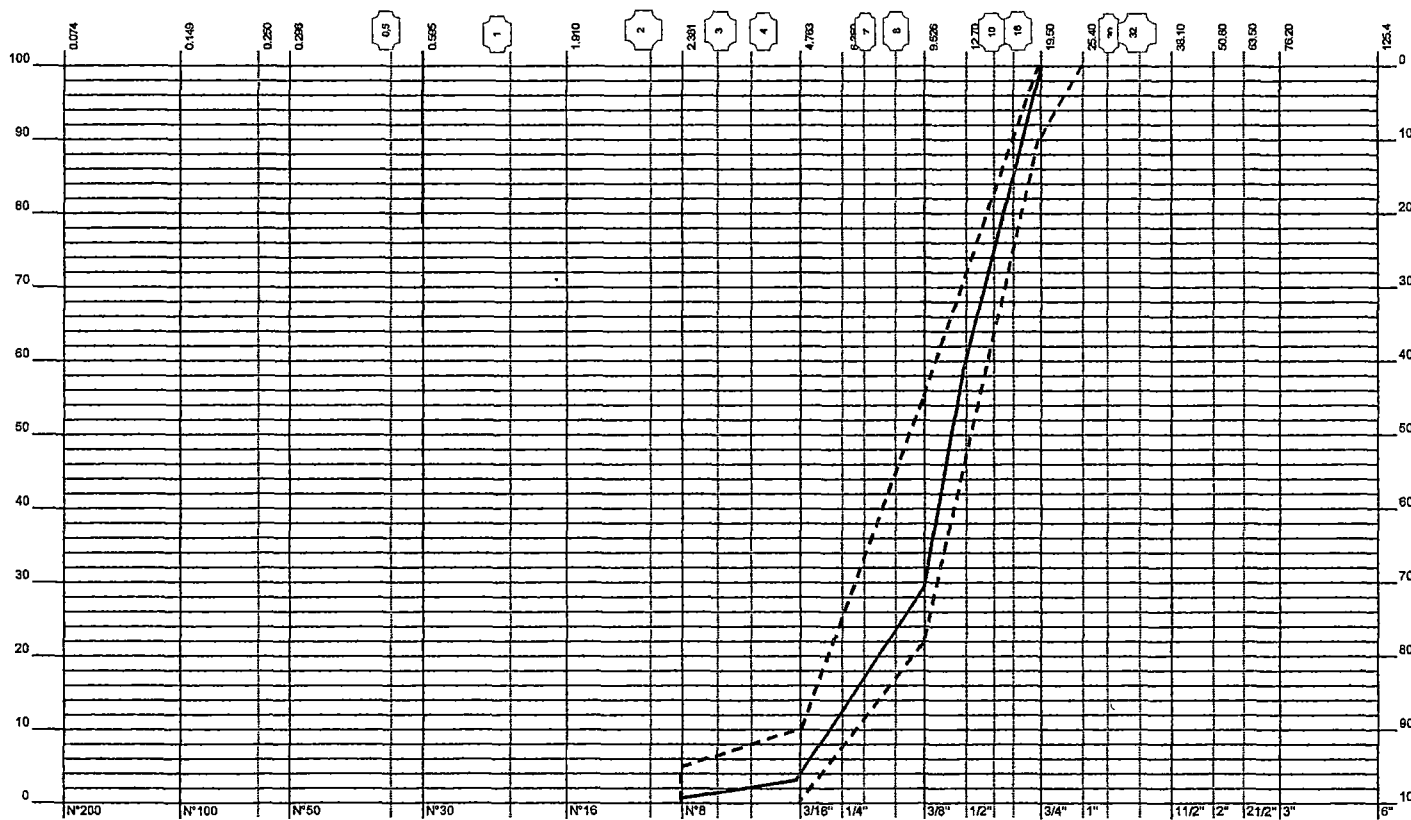
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO ORIGINAL				
MUESTRA N° 2 : Arena				
PROCEDENCIA : Cantera "JICAMARCA"				
PESO DE LA MUESTRA : 1000 gr				
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
N° 4	38.4	3.8	3.8	96.2
N° 8	122	12.2	16.0	84.0
N° 16	169.5	17.0	33.0	67.1
N° 30	222.3	22.2	55.2	44.8
N° 50	240.3	24.0	79.2	20.8
N° 100	121.2	12.1	91.3	8.7
N° 200	72.1	7.2	98.5	1.5
FONDO	14.2	1.4	100.0	0.0

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO ORIGINAL				
MUESTRA N° 3 : Arena				
PROCEDENCIA : Cantera "JICAMARCA"				
PESO DE LA MUESTRA : 1000 gr				
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
N° 4	23.9	2.4	2.4	97.6
N° 8	124.8	12.5	14.9	85.1
N° 16	193.2	19.3	34.2	65.8
N° 30	253.8	25.4	59.6	40.4
N° 50	241.3	24.1	83.7	16.3
N° 100	109.6	11.0	94.7	5.3
N° 200	44.1	4.4	99.1	0.9
FONDO	9.3	0.9	100.0	0.0

PROYECTO: TESIS	MATERIAL: AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)	PROCEDENCIA: CANTERA "RIO RIMAC"	MUESTREO: FECHA : Mar-97
---------------------------	--	--	---------------------------------------

TAMICES STANDARD ASTM
(ABERTURA EN MILIMETROS)

ANALISIS GRANULOMETRICO



CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS	PIEDRA
DIAMETRO NOMINAL MAXIMO	1/2"
MODULO DE FINURA	6.67
PESO ESPECIFICO SECO	2.76
ABSORCION(%)	0.86
HUMEDAD (%)	0.25
PESO UNITARIO (SUELTO)	1348.32
PESO UNITARIO (COMP.)	1487.99

GRANULOMETRIA (% ret. Acum.)

TAMIZ ASTM	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% PASA ACUM.	ASTM N°87
2"					
1 1/2"					
1"					100
3/4"					90-100
1/2"	2026.1	40.5	40.5	59.5	
3/8"	1526.7	30.5	71.0	29.0	20-55
1/4"					
N°4	1295.1	25.9	96.9	3.1	0-10
N°8	115.1	2.3	99.2	0.8	0-5
N°16					
N°30					
N°50					
N°100					
N°200					
FONDO	37.9	0.8	100.0	0.0	

MODULO DE FINURA = 6.67

LIMO ARCILLA	ARENA			GRAVA			PIEDRA
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	MEDIA	GRUESA	

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA		: Piedra Chancada		
PROCEDENCIA		: Cantera "RIO RIMAC"		
PESO DE LA MUESTRA		: 5000 gr		
RESULTADO		: Promedio de 4 ensayos		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	—	0.0	0.0	100.0
1"	—	0.0	0.0	100.0
3/4"	—	0.0	0.0	100.0
1/2"	2026.1	40.5	40.5	59.5
3/8"	1526.7	30.5	71.0	29.0
N° 4	1295.1	25.9	96.9	3.1
N° 8	115.1	2.3	99.2	0.8
FONDO	37.9	0.8	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 6.67				
TAMAÑO MÁXIMO = 3/4"				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO = 1/2"				

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA N° 1		: Piedra Chancada		
PROCEDENCIA		: Cantera "RIO RIMAC"		
PESO DE LA MUESTRA		: 5000 gr		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	—	0.0	0.0	100.0
1"	—	0.0	0.0	100.0
3/4"	—	0.0	0.0	100.0
1/2"	2425	48.5	48.5	51.5
3/8"	1633	32.7	81.2	18.8
N° 4	854	17.1	98.2	1.8
N° 8	39	0.8	99.0	1.0
FONDO	49	1.0	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 6.78				
TAMAÑO MAXIMO = 3/4"				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO = 1/2"				

TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE MATERIAL MAS FINO QUE PASA LA MALLA N° 100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA N° 2		: Piedra Chancada		
PROCEDENCIA		: Cantera "RIO RIMAC"		
PESO DE LA MUESTRA		: 5000 gr		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	—	0.0	0.0	100.0
1"	—	0.0	0.0	100.0
3/4"	—	0.0	0.0	100.0
1/2"	1437.17	28.7	28.7	71.3
3/8"	1528.7	30.6	59.3	40.7
N° 4	1842.4	36.8	96.1	3.9
N° 8	170.7	3.4	99.5	0.5
FONDO	24.5	0.5	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 6.55				
TAMAÑO MAXIMO = 3/4"				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO = 1/2"				

TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE MATERIAL MAS FINO QUE PASA LA MALLA N° 100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA N° 3		: Piedra Chancada		
PROCEDENCIA		: Cantera "RIO RIMAC"		
PESO DE LA MUESTRA		: 5000 gr		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	—	0.0	0.0	100.0
1"	—	0.0	0.0	100.0
3/4"	—	0.0	0.0	100.0
1/2"	2428.8	48.6	48.6	51.4
3/8"	1569.4	31.4	80.0	20.0
N° 4	925	18.5	98.5	1.5
N° 8	68	1.4	99.8	0.2
FONDO	6	0.1	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 6.78				
TAMAÑO MAXIMO = 3/4"				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO = 1/2"				

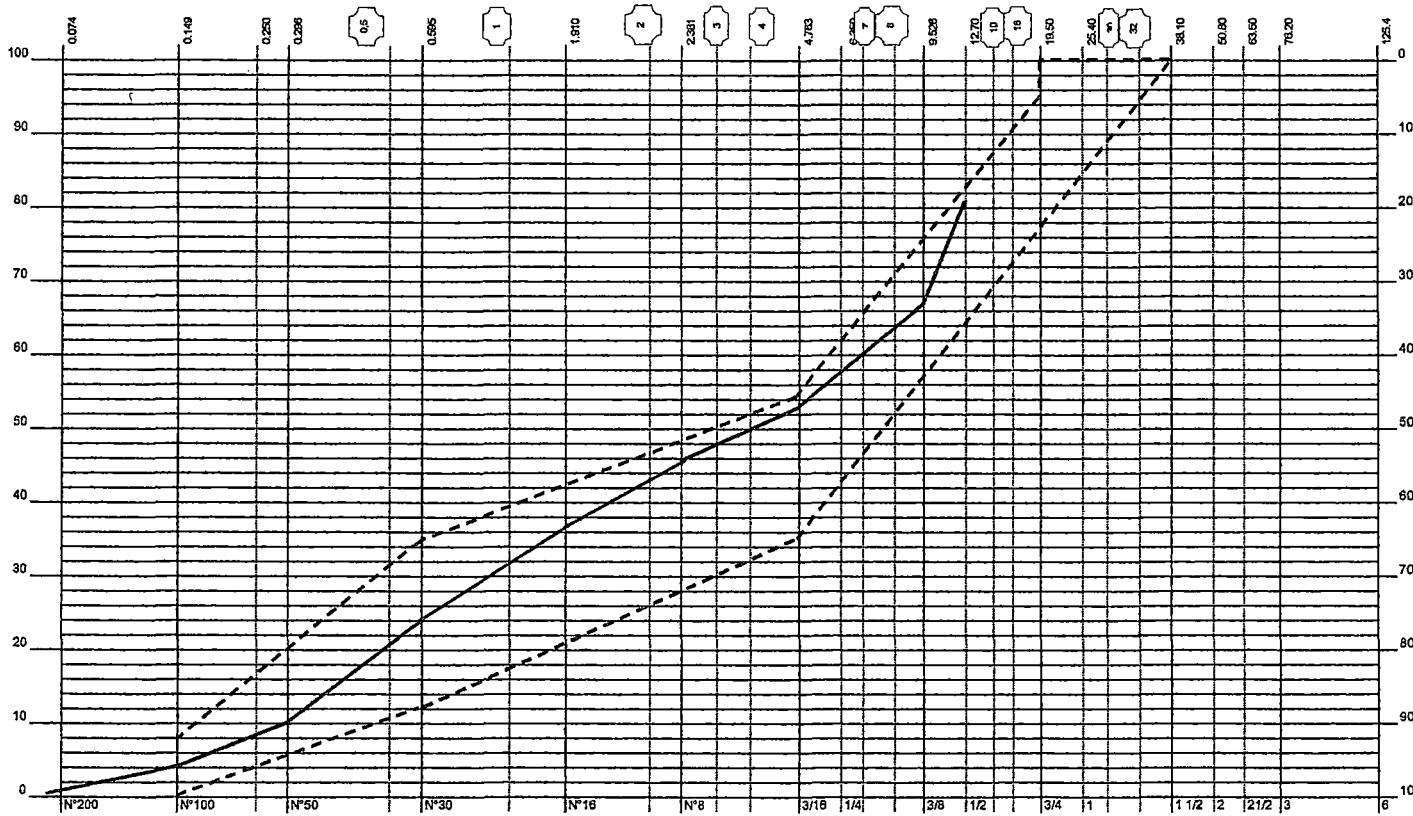
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA N° 4		: Piedra Chancada		
PROCEDENCIA		: Cantera "RIO RIMAC"		
PESO DE LA MUESTRA		: 5000 gr		
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	—	0.0	0.0	100.0
1"	—	0.0	0.0	100.0
3/4"	—	0.0	0.0	100.0
1/2"	1813.3	36.3	36.3	63.7
3/8"	1375.8	27.5	63.8	36.2
N° 4	1558.9	31.2	95.0	5.0
N° 8	182.7	3.7	98.6	1.4
FONDO	71.9	1.4	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 6.57				
TAMAÑO MAXIMO = 3/4"				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO = 1/2"				

TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE MATERIAL MAS FINO QUE PASA LA MALLA N° 100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

PROYECTO: TESIS	MATERIAL: AGREGADO GLOBAL (PIEDRA CH. Y A. GRUESA)	PROCEDENCIA: CANTERA "JICAMARCA Y RIO RIMAC"	MUESTREO: FECHA : Mar-97
---------------------------	---	--	---------------------------------------

TAMICES STANDARD ASTM
(ABERTURA EN MILIMETROS)

ANALISIS GRANULOMETRICO



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	ÁRENA	PIEDRA
MODULO DE FINURA	2.86	6.67
DIAMETRO NOMINAL MAX		1/2"
PORC. QUE PASA MALLA N° 200	1.32	
PESO ESPECIFICO SECO	2.71	2.76
ABSORCION(%)	0.73	0.66
HUMEDAD (%)	0.45	0.25
PESO UNITARIO (SUELTO)	1542.97	1348.32
PESO UNITARIO (COMP.)	1750.83	1487.98

GRANULOMETRIA (% ret. Acum.)

TAMIZ ASTM	46% RET. PARCIAL (PIEDRA)	54% RET. PARCIAL (ARENA)	% RET. ACUM.	% PASA ACUM.	CURVA T.NON. 3/4"
2"					
1 1/2"					100
1"					
3/4"					95-100
1/2"	18.6		18.6	81.4	
3/8"	14.0		32.6	67.4	
1/4"					
N°4	11.9	1.8	46.3	53.7	35-55
N°8	1.1	6.8	54.2	45.8	
N°16	0.4	9.9	64.5	35.5	
N°30		13.2	77.7	22.3	10-35
N°50		12.1	89.8	10.2	
N°100		6.2	96.0	4.0	0-8
N°200		3.3	99.3	0.7	
FONDO		0.7	100.0	0.0	

MODULO DE FINURA = 4.61

LIMO ARCILLA	ARENA			GRAVA			PIEDRA
FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	MEDIA	GRUESA		

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL					
MUESTRA	: Piedra Chancada y Arena Gruesa				
PROCEDENCIA	: Canteras "RIO RIMAC Y JICAMARCA"				
RESULTADO	: Promedio de 4 ensayos				
TAMIZ N°	46% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (Piedra)	54% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (Arena)	PORCENTAJE RETENIDO MEZCLA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1/2"	18.6		18.6	18.6	81.4
3/8"	14.0		14.0	32.7	67.3
N° 4	11.9	1.8	13.7	46.4	53.6
N° 8	1.1	6.8	7.9	54.2	45.8
N° 16	0.4	9.9	10.3	64.5	35.5
N° 30		13.2	13.2	77.8	22.2
N° 50		12.1	12.1	89.8	10.2
N° 100		6.2	6.2	96.0	4.0
N° 200		3.3	3.3	99.3	0.7
FONDO		0.7	0.7	100.0	0.0
MODULO DE FINURA = 4.61					

ANEXO C

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

**RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS
FISICAS DE LOS AGREGADOS**

<i>PROPIEDAD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>AGREGADO FINO</i>	<i>AGREGADO GRUESO</i>
Peso Especifico de Masa	gr/cm ³	2.71	2.76
Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca	gr/cm ³	2.72	2.77
Peso Especifico Aparente	gr/cm ³	2.76	2.81
Contenido de Humedad	%	0.45	0.25
Porcentaje de Absorcion	%	0.73	0.66
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1542.97	1348.32
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1750.83	1487.99
Modulo de Finura		2.86	6.67
Tamaño Máximo	Pulgadas	—	1/2
Tamaño Nominal Máximo	Pulgadas	—	3/4
Porcentaje que pasa la Malla N-200	%	1.32	—

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA PROMEDIO (2 ensayos)		
Peso de arena saturada superficialmente seca (gr)	P _{sss}	500.00
Peso picnómetro + arena saturada sup. Seca + agua (gr)		987.10
Peso picnómetro + agua (gr)		670.60
Peso de arena seca (gr)	A	496.38
Volúmen de arena saturada superficialmente seca (cm ³)	V	183.50
Agua de absorción (cm ³)	W	3.63
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/V	2.71
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO (gr/cm³)	P_{sss}/V	2.72
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(V-W)	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION	(W/A)*100	0.73

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 1		
Peso de arena saturada superficialmente seca (gr)	P _{sss}	500
Peso picnómetro + arena saturada sup. Seca + agua (gr)		987.6
Peso picnómetro + agua (gr)		671.1
Peso de arena seca (gr)	A	496.35
Volúmen de arena saturada superficialmente seca (cm ³)	V	183.5
Agua de absorción (cm ³)	W	3.65
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/V	2.70
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO (gr/cm³)	P_{sss}/V	2.72
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(V-W)	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION	(W/A)*100	0.74

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 2		
Peso de arena saturada superficialmente seca (gr)	P _{sss}	500
Peso picnómetro + arena saturada sup. Seca + agua (gr)		986.6
Peso picnómetro + agua (gr)		670.1
Peso de arena seca (gr)	A	496.4
Volúmen de arena saturada superficialmente seca (cm ³)	V	183.5
Agua de absorción (cm ³)	W	3.6
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/V	2.71
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO (gr/cm³)	P_{sss}/V	2.72
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(V-W)	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION	(W/A)*100	0.73

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO		
Peso de la muestra húmeda (gr)	A	1000.00
Peso de la muestra secada al horno (gr)	B	995.50
Peso del agua (gr)	W	4.50
CONTENIDO DE HUMEDAD	$(W/B)*100$	0.45

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA PROMEDIO (5 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.70
Peso del molde (kg)		8.14
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.56
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1542.97

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA PROMEDIO (5 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.56
Peso del molde (kg)		8.03
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.53
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1750.83

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 1		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.68
Peso del molde (kg)		8.25
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.43
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1528.77

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 1		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.43
Peso del molde (kg)		8.03
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.40
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1737.48

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 2		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.62
Peso del molde (kg)		8.00
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.62
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1548.90

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 2		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.68
Peso del molde (kg)		8.16
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.52
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1750.19

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 3		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.61
Peso del molde (kg)		8.02
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.59
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1545.72

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 3		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.26
Peso del molde (kg)		7.80
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.46
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1743.84

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 4		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.42
Peso del molde (kg)		8.10
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.32
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1517.12

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 4		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.71
Peso del molde (kg)		8.05
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.66
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1765.03

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 5		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		23.18
Peso del molde (kg)		8.32
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.86
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1574.33

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO		
MUESTRA N° 5		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		24.71
Peso del molde (kg)		8.12
Peso de la muestra suelta (kg)	P	16.59
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1757.61

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

MODULO DE FINURA = Sumatoria % Acum. Reten. (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)/100

$$\text{MODULO DE FINURA} = (3.3+15.9+34.2+58.7+81.2+92.6)/100 = 2.86$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA (Promedio de 4 ensayos)		
Peso saturado superficialmente seco (gr)	B	3000.00
Peso de la muestra sumergida+peso canastilla (gr)		2430.48
Peso de canastilla (gr)		512.00
Peso de la muestra sumergida (gr)	C	1918.48
Peso de la muestra secada al horno (gr)	A	2980.28
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/(B-C)	2.76
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO(gr/cm³)	B/(B-C)	2.77
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(A-C)	2.81
PORCENTAJE DE ABSORCION	((B-A)/A)*100	0.66

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 1		
Peso saturado superficialmente seco (gr)	B	3000.00
Peso de la muestra sumergida+peso canastilla (gr)		2429.30
Peso de canastilla (gr)		512.00
Peso de la muestra sumergida (gr)	C	1917.30
Peso de la muestra secada al horno (gr)	A	2980.60
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/(B-C)	2.75
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO(gr/cm³)	B/(B-C)	2.77
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(A-C)	2.80
PORCENTAJE DE ABSORCION	((B-A)/A)*100	0.65

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 2		
Peso saturado superficialmente seco (gr)	B	3000.00
Peso de la muestra sumergida+peso canastilla (gr)		2425.30
Peso de canastilla (gr)		512.00
Peso de la muestra sumergida (gr)	C	1913.30
Peso de la muestra secada al horno (gr)	A	2974.70
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/(B-C)	2.74
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO(gr/cm³)	B/(B-C)	2.76
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(A-C)	2.80
PORCENTAJE DE ABSORCION	((B-A)/A)*100	0.85

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 3		
Peso saturado superficialmente seco (gr)	B	3000.00
Peso de la muestra sumergida+peso canastilla (gr)		2436.50
Peso de canastilla (gr)		512.00
Peso de la muestra sumergida (gr)	C	1924.50
Peso de la muestra secada al horno (gr)	A	2982.10
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/(B-C)	2.77
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO(gr/cm³)	B/(B-C)	2.79
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(A-C)	2.82
PORCENTAJE DE ABSORCION	((B-A)/A)*100	0.60

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 4		
Peso saturado superficialmente seco (gr)	B	3000.00
Peso de la muestra sumergida+peso canastilla (gr)		2430.80
Peso de canastilla (gr)		512.00
Peso de la muestra sumergida (gr)	C	1918.80
Peso de la muestra secada al horno (gr)	A	2983.70
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	A/(B-C)	2.76
PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO(gr/cm³)	B/(B-C)	2.77
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm³)	A/(A-C)	2.80
PORCENTAJE DE ABSORCION	((B-A)/A)*100	0.55

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO		
Peso de la muestra húmeda (gr)	A	2000.00
Peso de la muestra secada al horno (gr)	B	1995.00
Peso del agua (gr)	W	5.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	$(W/B)*100$	0.25

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA PROMEDIO (6 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		20.90
Peso del molde (kg)		8.18
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.73
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1348.31

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA PROMEDIO (6 ensayos)		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.13
Peso del molde (kg)		8.09
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.05
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1487.98

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 1		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		20.98
Peso del molde (kg)		8.22
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.76
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1351.85

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 1		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.35
Peso del molde (kg)		8.21
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.14
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1498.05

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 2		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		21.18
Peso del molde (kg)		8.28
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.90
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1366.68

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 2		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.21
Peso del molde (kg)		8.22
Peso de la muestra suelta (kg)	P	13.99
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1482.16

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 3		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		21.22
Peso del molde (kg)		8.34
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.88
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1364.56

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 3		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.10
Peso del molde (kg)		8.01
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.09
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1492.75

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 4		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		20.73
Peso del molde (kg)		8.13
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.60
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1334.89

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 4		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		22.33
Peso del molde (kg)		8.23
Peso de la muestra suelta (kg)	P	14.10
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1493.81

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 5		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		20.50
Peso del molde (kg)		7.85
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.65
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1340.19

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 5		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		21.87
Peso del molde (kg)		7.90
Peso de la muestra suelta (kg)	P	13.97
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1480.04

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 6		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		20.80
Peso del molde (kg)		8.23
Peso de la muestra suelta (kg)	P	12.57
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1331.72

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO		
MUESTRA N° 6		
Peso de la muestra suelta+ molde (kg)		21.93
Peso del molde (kg)		7.95
Peso de la muestra suelta (kg)	P	13.98
Volúmen del molde (m3)	V	0.01
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	P/V	1481.10

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO

MODULO DE FINURA = Sumatoria % Acum. Reten. (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)/100

MODULO DE FINURA = (71+96.9+99.2+100+100+100+100)/100	6.67
--	-------------

ANEXO D

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DEL AGUA DE MEZCLA

RESUMEN GRAFICO SLUMP VS AGUA

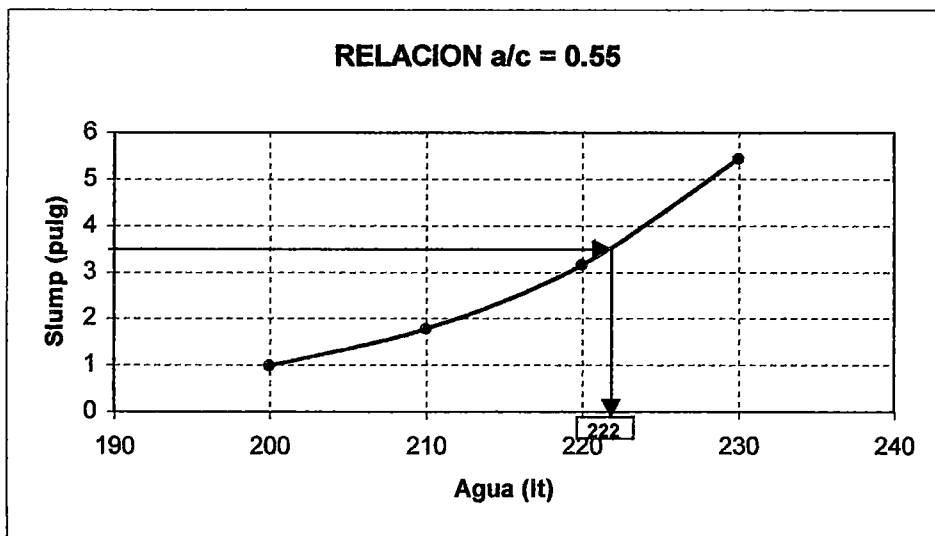
RELACION a/c	4% finos	
	SLUMP (pulg)	AGUA (lt)
0.55	3.5	222.0
0.60	3.5	222.5
0.65	3.5	222.5
0.70	3.5	224.5
PROMEDIO	3.5	222.88
slump = 3.5 pulg agua = 223 lt		

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA PARA CADA RELACION AGUA CEMENTO

Relación a/c = 0.55

Arena 4% finos (cantidad de material que pasa malla N°100)

AGUA (lt)	SLUMP (pulg)
200	1
210	1 3/4
220	3 1/8
230	5 1/2

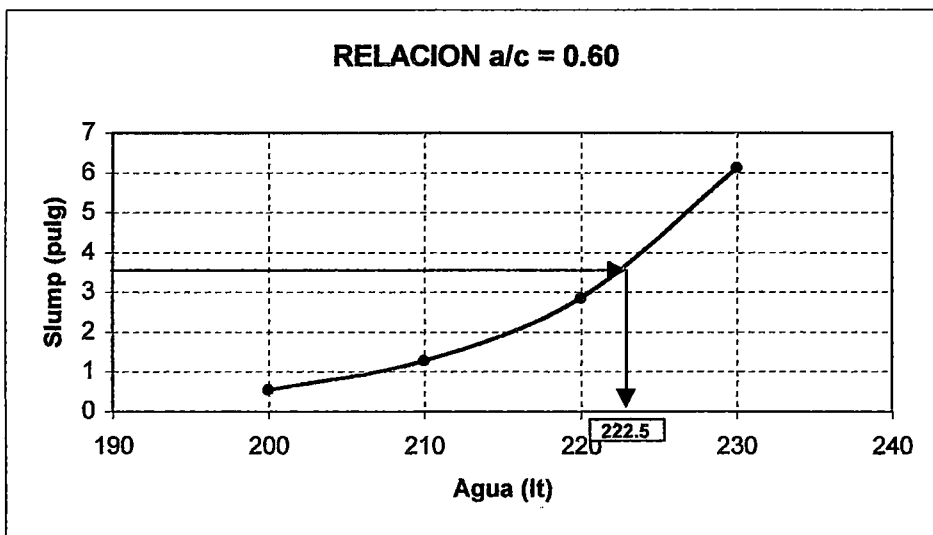


DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA PARA CADA RELACION AGUA CEMENTO

Relación a/c = 0.60

Arena 4% finos (cantidad de material que pasa la malla N°100)

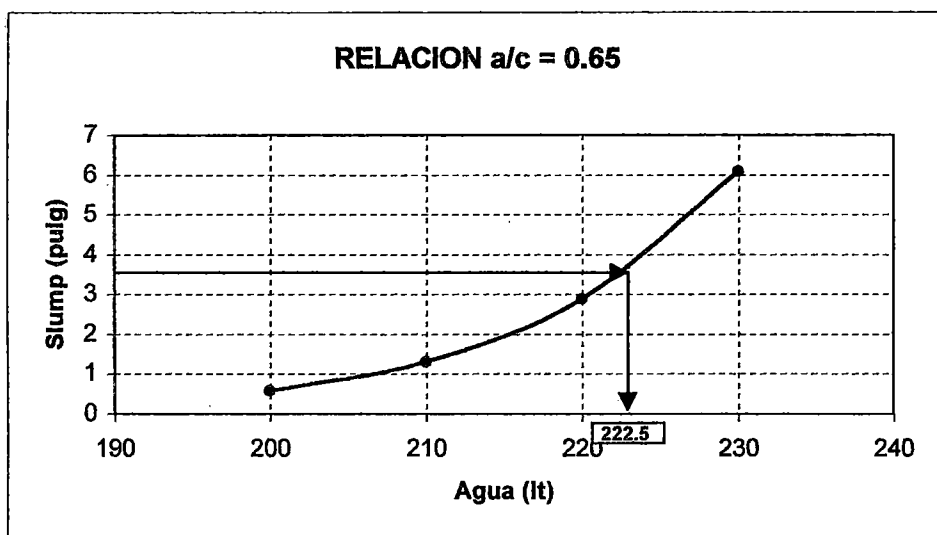
AGUA (lt)	SLUMP (pulg)
200	1/2
210	1 1/2
220	3 1/4
230	5 1/2



DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA PARA CADA RELACION AGUA CEMENTO

Relación a/c = 0.65
 Arena 4% finos (cantidad de material que pasa la malla N°100)

AGUA (lt)	SLUMP (pulg)
200	1/2
210	1 5/8
220	3
230	5 1/2

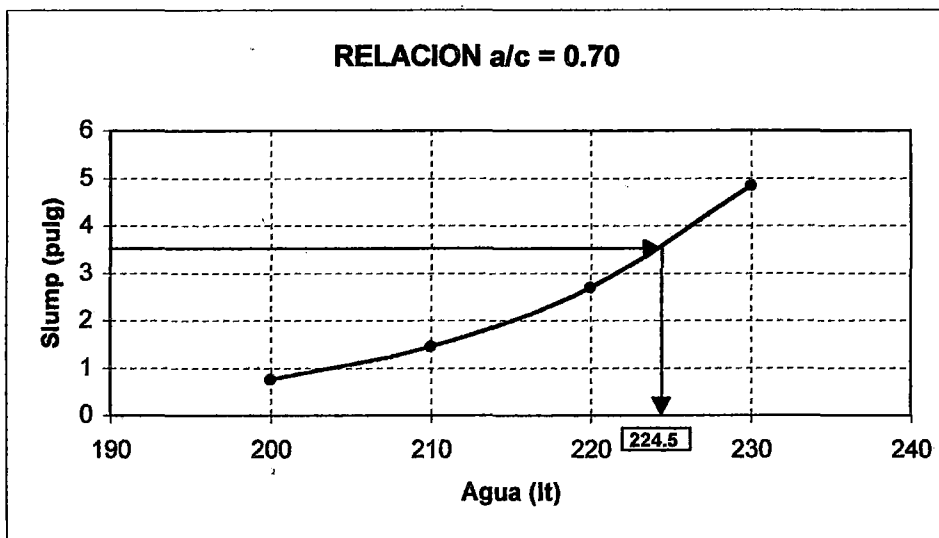


DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA PARA CADA RELACION AGUA CEMENTO

Relación a/c = 0.70

Arena 4% finos (cantidad de material que pasa la malla N°100)

AGUA (lt)	SLUMP (puig)
200	3/4
210	1 1/2
220	2 3/4
230	4 3/4



ANEXO E

DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS FINALES

RELACION (A/C)	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	TANDA (KG) (0.04 M3)
0.55	Cemento	405.45	405.45	16.22
	Agua	223.00	228.85	9.15
	Ag. Fino	917.61	921.74	36.87
	Ag. Grueso	795.98	797.97	31.92
	Sum. Total	2342.04	2354.01	94.16
0.60	Cemento	371.67	371.67	14.87
	Agua	223.00	228.96	9.16
	Ag. Fino	933.60	937.80	37.51
	Ag. Grueso	810.06	812.09	32.48
	Sum. Total	2338.32	2350.50	94.02
0.65	Cemento	343.08	343.08	13.72
	Agua	223.00	229.04	9.16
	Ag. Fino	946.87	951.13	38.05
	Ag. Grueso	821.38	823.43	32.94
	Sum. Total	2334.33	2346.68	93.87
0.70	Cemento	318.57	318.57	12.74
	Agua	223.00	229.12	9.16
	Ag. Fino	958.53	962.84	38.51
	Ag. Grueso	831.59	833.67	33.35
	Sum. Total	2331.69	2344.20	93.77

CUADRO RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS FINALES

MEZCLA FINAL	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA DE PRUEBA			
	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.04 M3
					MATERIAL	P. U. SECO	P. U. HUMEDO	
a/c=0.55 %Arena=0.54	CEMENTO	405.45	0.130	405.45	CEMENTO	1.00	1.00	16.22
	AGUA	223.00	0.223	228.85	AGUA	0.55	0.56	9.15
	ARENA	917.61	0.339	921.74	ARENA	2.26	2.27	38.87
	PIEDRA	795.98	0.288	797.97	PIEDRA	1.96	1.97	31.92
	Sum. Total	2342.04	0.980	2354.01	Sum. Total	5.78	5.81	94.16
	% AIRE DE DISEÑO =				2.00%			
a/c=0.60 %Arena=0.54	CEMENTO	371.67	0.119	371.67	CEMENTO	1.00	1.00	14.87
	AGUA	223.00	0.223	228.96	AGUA	0.60	0.62	9.16
	ARENA	933.60	0.345	937.80	ARENA	2.51	2.52	37.51
	PIEDRA	810.06	0.294	812.09	PIEDRA	2.18	2.18	32.48
	Sum. Total	2338.32	0.980	2350.50	Sum. Total	6.29	6.32	94.02
	% AIRE DE DISEÑO =				2.00%			
A/C=0.65 %Arena=0.54	CEMENTO	343.08	0.110	343.08	CEMENTO	1.00	1.00	13.7
	AGUA	223.00	0.223	229.04	AGUA	0.65	0.67	9.2
	ARENA	948.87	0.349	951.13	ARENA	2.76	2.77	38.0
	PIEDRA	821.38	0.298	823.43	PIEDRA	2.39	2.40	32.9
	Sum. Total	2334.33	0.980	2346.68	Sum. Total	6.80	6.84	93.9
	% AIRE DE DISEÑO =				2.00%			
a/c=0.70 %Arena=0.54	CEMENTO	318.57	0.102	318.57	CEMENTO	1.00	1.00	12.7
	AGUA	223.00	0.223	229.12	AGUA	0.70	0.72	9.2
	ARENA	958.53	0.354	962.84	ARENA	3.01	3.02	38.5
	PIEDRA	831.59	0.301	833.67	PIEDRA	2.61	2.62	33.3
	Sum. Total	2331.69	0.980	2344.20	Sum. Total	7.32	7.36	93.8
	% AIRE DE DISEÑO =				2.00%			

LEYENDA:

CEMENTO: PORTLAND TIPO "I" ANDINO
 ARENA : CANTERA "JICAMARCA"
 PIEDRA : CANTERA "RIO RIMAC"

DISEÑO 1:

DISEÑO DE MEZCLAS

a/c:	0.55
T.N.MAX:	3/4"
AGUA (lt)	223
% AIRE:	2.00%
P.E. Cemento Andino (T/m ³)	3.12
rf:	54

DATOS ARENA:		DATOS PIEDRA:	
P.E =	2.71	P.E =	2.76
w(%) =	0.45	w(%) =	0.25
% Abs =	0.73	% Abs =	0.68

MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA DE PRUEBA			
	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.04 M3
					MATERIAL	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
a/c=0.55 %Arena=0.54	CEMENTO	405.45	0.130	405.45	CEMENTO	1.00	1.00	16.22
	AGUA	223.00	0.223	228.85	AGUA	0.55	0.56	9.15
	ARENA	917.81	0.339	921.74	ARENA	2.28	2.27	36.87
	PIEDRA	795.98	0.288	797.97	PIEDRA	1.98	1.97	31.92
	Sum. Total	2342.04	0.980	2354.01	Sum. Total	5.78	5.81	94.16
% AIRE DE DISEÑO			2.00%					

SUM TOT = 1.000

SUM PARC = 0.373

* FACTOR CEMENTO : AGUA / (a/c) : 405.45

* VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA Y AGREGADOS EN M3

Cemento =	405.45/(3.12*1000) =	0.130
Agua =	223/1000 =	0.223
Aire =	2/100 =	0.020
Volúmen Absoluto de Pasta =		0.373

* VOLUMEN DE LOS AGREGADOS

(1-0.373) = 0.627

Ar =	0.627*54 =	0.3386
Pd =	0.627*46 =	0.2884

* PESO SECO DE LOS AGREGADOS

Ar =	0.3386*P.E. Ar*1000 =	917.606
Pd =	0.2884*P.E. Pd*1000 =	795.984

* CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Ar =	917.606*(1+(w%Ar/100)) =	921.7352
Pd =	795.984*(1+(w%Pd/100)) =	797.9740

* APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

Ar =	921.7352*((w%Ar-%AbsAr)/100) =	-2.58
Pd =	797.9740*((w%Pd-%AbsPd)/100) =	-3.27
Aporte de Humedad de los Agregados =		-5.85

* DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

Cemento =	405.45 =	405.45
Agua =	(223-(-5.85)) =	228.85
Arena =	921.7352 =	921.74
Piedra =	797.9740 =	797.97

* TANDA DE PRUEBA Y PROPORCION EN PESO

(Para 6 probetas, constante = 0.04)

Cemento =	500*0.04 =	16.22
Agua =	228.85*0.04 =	9.15
Arena =	921.74*0.04 =	36.87
Piedra =	797.97*0.04 =	31.92

DISEÑO 2:

DISEÑO DE MEZCLAS

a/c:	0.60
T.N.MAX:	3/4"
AGUA (lit)	223
% Aire:	2.00%
P.E. Cemento Andino (T/m ³)	3.12
rf:	54

DATOS ARENA:		DATOS PIEDRA:	
P.E =	2.71	P.E =	2.76
w(%) =	0.45	w(%) =	0.25
% Abs =	0.73	% Abs =	0.66

MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA DE PRUEBA			
	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.04 M3
					MATERIAL	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
a/c=0.60 %Arena=0.54	CEMENTO	371.67	0.119	371.67	CEMENTO	1.00	1.00	14.87
	AGUA	223.00	0.223	228.96	AGUA	0.60	0.62	9.16
	ARENA	933.60	0.345	937.80	ARENA	2.51	2.52	37.51
	PIEDRA	810.06	0.294	812.09	PIEDRA	2.18	2.18	32.48
	Sum. Total	2338.32	0.980	2350.50	Sum. Total	6.29	6.32	94.02
% AIRE DE DISEÑO =		2.00%						

$$\text{SUM TOT} = 1.000$$

$$\text{SUM PARC} = 0.362$$

* FACTOR CEMENTO : AGUA / (a/c) : 371.67

* VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA Y AGREGADOS EN M3

Cemento =	$371.67 / (3.12 * 1000)$	=	0.119
Agua =	$223 / 1000$	=	0.223
Aire =	$2 / 100$	=	0.020
Volúmen Absoluto de Pasta =		=	<u>0.362</u>

* VOLUMEN DE LOS AGREGADOS

$$(1 - 0.362) = 0.638$$

Ar =	$0.638 * 54$	=	0.3445
Pd =	$0.638 * 46$	=	0.2935

* PESO SECO DE LOS AGREGADOS

Ar =	$0.3445 * P.E. Ar * 1000$	=	933.595
Pd =	$0.2935 * P.E. Pd * 1000$	=	810.060

* CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Ar =	$933.595 * (1 + (w\%Ar / 100))$	=	937.7962
Pd =	$810.060 * (1 + (w\%Pd / 100))$	=	812.0852

* APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

Ar =	$937.7962 * ((w\%Ar - \%AbsAr) / 100)$	=	-2.63
Pd =	$812.0852 * ((w\%Pd - \%AbsPd) / 100)$	=	-3.33
Aporte de Humedad de los Agregados =		=	<u>-5.96</u>

* DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

Cemento =	371.67	=	371.67
Agua =	$(223 - (-5.96))$	=	228.96
Arena =	937.7962	=	937.80
Piedra =	812.0852	=	812.09

* TANDA DE PRUEBA Y PROPORCION EN PESO
(Para 6 probetas, constante = 0.04)

Cemento =	$371.67 * 0.04$	=	14.87
Agua =	$228.96 * 0.04$	=	9.16
Arena =	$937.80 * 0.04$	=	37.51
Piedra =	$812.09 * 0.04$	=	32.48

DISEÑO 3:

DISEÑO DE MEZCLAS

a/c:	0.65
T.N.MAX:	3/4"
AGUA (lit)	223
% AIRE:	2.00%
P.E. Cemento Andino (T/m3)	3.12
rf:	54

DATOS ARENA:		DATOS PIEDRA:	
P.E =	2.71	P.E =	2.76
w(%) =	0.45	w(%) =	0.25
% Abs =	0.73	% Abs =	0.66

MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA DE PRUEBA			
	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.04 M3
					MATERIAL	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
A/C=0.65 %Arena=0.54	CEMENTO	343.08	0.110	343.08	CEMENTO	1.00	1.00	13.72
	AGUA	223.00	0.223	229.04	AGUA	0.65	0.67	9.16
	ARENA	946.87	0.349	951.13	ARENA	2.76	2.77	38.05
	PIEDRA	821.38	0.298	823.43	PIEDRA	2.39	2.40	32.94
	Sum. Total	2334.33	0.980	2346.68	Sum. Total	6.80	6.84	93.87
% AIRE DE DISEÑO		2.00%						

SUM TOT = 1.000

SUM PARC = 0.353

* FACTOR CEMENTO : AGUA / (a/c) = 343.08

* VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA Y AGREGADOS EN M3

Cemento = $343.08 / (3.12 * 1000) = 0.110$ Agua = $223 / 1000 = 0.223$ Aire = $2 / 100 = 0.020$ Volúmen Absoluto de Pasta = 0.353

* VOLUMEN DE LOS AGREGADOS

 $(1 - 0.353) = 0.647$ Ar = $0.647 * 54 = 0.3494$ Pd = $0.647 * 46 = 0.2976$

* PESO SECO DE LOS AGREGADOS

Ar = $0.3494 * P.E. Ar * 1000 = 946.874$ Pd = $0.2976 * P.E. Pd * 1000 = 821.376$

* CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Ar = $946.874 * (1 + (w\%Ar/100)) = 951.1349$ Pd = $821.376 * (1 + (w\%Pd/100)) = 823.4294$

* APOORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

Ar = $951.1349 * ((w\%Ar - \%AbsAr) / 100) = -2.66$ Pd = $823.4294 * ((w\%Pd - \%AbsPd) / 100) = -3.38$ Aporte de Humedad de los Agregados = -6.04

* DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

Cemento = $343.08 = 343.08$ Agua = $(223 - (-6.04)) = 229.04$ Arena = $951.1349 = 951.13$ Piedra = $823.4294 = 823.43$

* TANDA DE PRUEBA Y PROPORCION EN PESO

(Para 6 probetas, constante = 0.04)

Cemento = $343.08 * 0.04 = 13.72$ Agua = $229.04 * 0.04 = 9.16$ Arena = $951.13 * 0.04 = 38.05$ Piedra = $823.43 * 0.04 = 32.94$

DISEÑO 4:

DISEÑO DE MEZCLAS

a/c:	0.70
T.N.MAX:	3/4"
AGUA (lit)	223
% AIRE:	2.00%
P.E. Cemento Andino (T/m3)	3.12
rf:	54

DATOS ARENA:

DATOS PIEDRA:

P.E =	2.71	P.E =	2.76
w(%) =	0.45	w(%) =	0.25
% Abs =	0.73	% Abs =	0.66

MEZCLA DE PRUEBA	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA DE PRUEBA			
	MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.04 M3
					MATERIAL	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
a/c=0.70 %Aren=0.54	CEMENTO	318.57	0.102	318.57	CEMENTO	1.00	1.00	12.74
	AGUA	223.00	0.223	229.12	AGUA	0.70	0.72	9.16
	ARENA	958.53	0.354	962.84	ARENA	3.01	3.02	38.51
	PIEDRA	831.59	0.301	833.67	PIEDRA	2.61	2.62	33.35
	Sum. Total	2331.69	0.980	2344.20	Sum. Total	7.32	7.36	93.77
% AIRE DE DISEÑO =		2.00%						

$$\text{SUM TOT} = 1.000$$

$$\text{SUM PARC} = 0.345$$

* FACTOR CEMENTO : AGUA / (a/c) = 318.57

* VOLUMEN ABSOLUTO DE PASTA Y AGREGADOS EN M3

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 318.57 / (3.12 * 1000) = 0.102 \\ \text{Agua} &= 223 / 1000 = 0.223 \\ \text{Aire} &= 2 / 100 = 0.020 \\ \text{Volúmen Absoluto de Pasta} &= 0.345 \end{aligned}$$

* VOLUMEN DE LOS AGREGADOS

$$(1 - 0.345) = 0.655$$

$$\text{Ar} = 0.655 * 54 = 0.3537$$

$$\text{Pd} = 0.655 * 46 = 0.3013$$

* PESO SECO DE LOS AGREGADOS

$$\text{Ar} = 0.3537 * \text{P.E. Ar} * 1000 = 958.527$$

$$\text{Pd} = 0.3013 * \text{P.E. Pd} * 1000 = 831.588$$

* CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$\text{Ar} = 958.527 * (1 + (w\% \text{Ar} / 100)) = 962.8404$$

$$\text{Pd} = 831.588 * (1 + (w\% \text{Pd} / 100)) = 833.6670$$

* APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

$$\text{Ar} = 962.8404 * ((w\% \text{Ar} - \% \text{AbsAr}) / 100) = -2.70$$

$$\text{Pd} = 833.6670 * ((w\% \text{Pd} - \% \text{AbsPd}) / 100) = -3.42$$

$$\text{Aporte de Humedad de los Agregados} = -6.12$$

* DISEÑO POR M3 DE CONCRETO

$$\text{Cemento} = 318.57 = 318.57$$

$$\text{Agua} = (223 - (-6.12)) = 229.12$$

$$\text{Arena} = 962.8404 = 962.84$$

$$\text{Piedra} = 833.6670 = 833.67$$

* TANDA DE PRUEBA Y PROPORCION EN PESO

(Para 6 probetas, constante = 0.04)

$$\text{Cemento} = 318.57 * 0.04 = 12.74$$

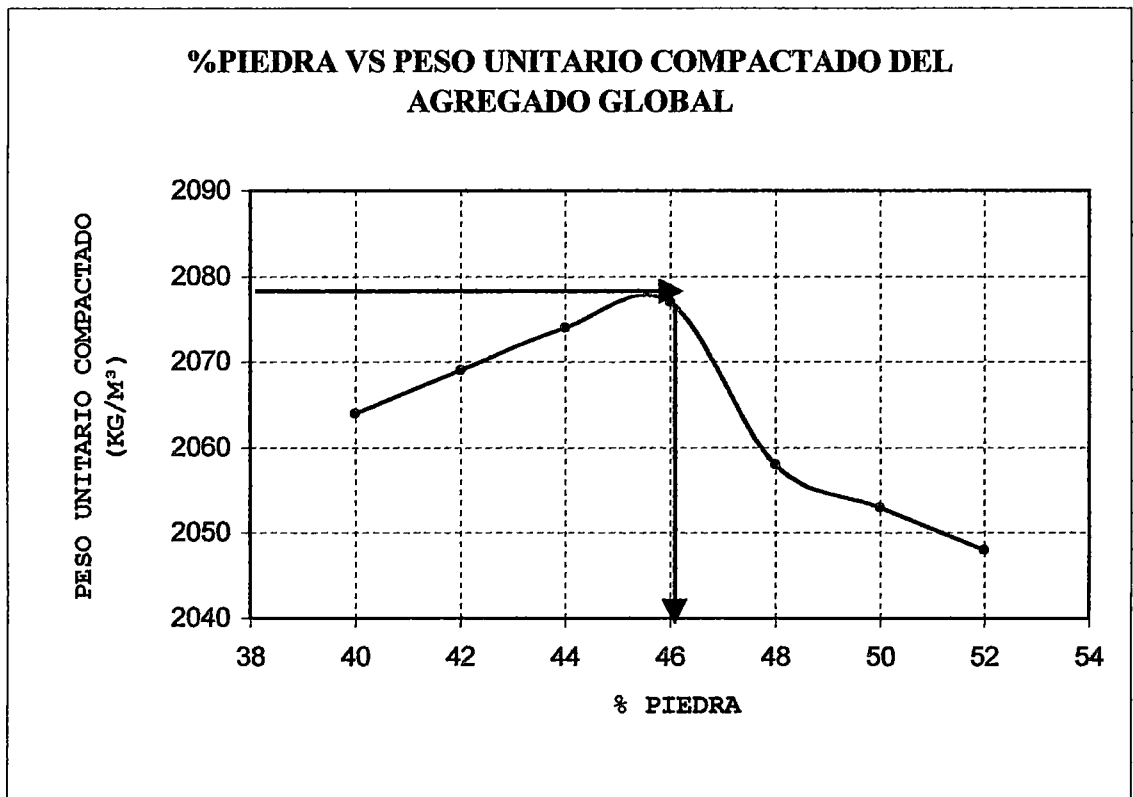
$$\text{Agua} = 229.12 * 0.04 = 9.16$$

$$\text{Arena} = 962.84 * 0.04 = 38.51$$

$$\text{Piedra} = 833.67 * 0.04 = 33.35$$

DETERMINACION DE LA TENDENCIA DEL MAXIMO PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL

% Pd %	PUC GLOBAL (Kg/m ³)
40	2064
42	2069
44	2074
46	2077
48	2058
50	2053
52	2048



TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGREGADO MAS FINO QUE PASA LA MALLA N°100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

DETERMINACION DE LA MEJOR COMBINACION DE AGREGADOS

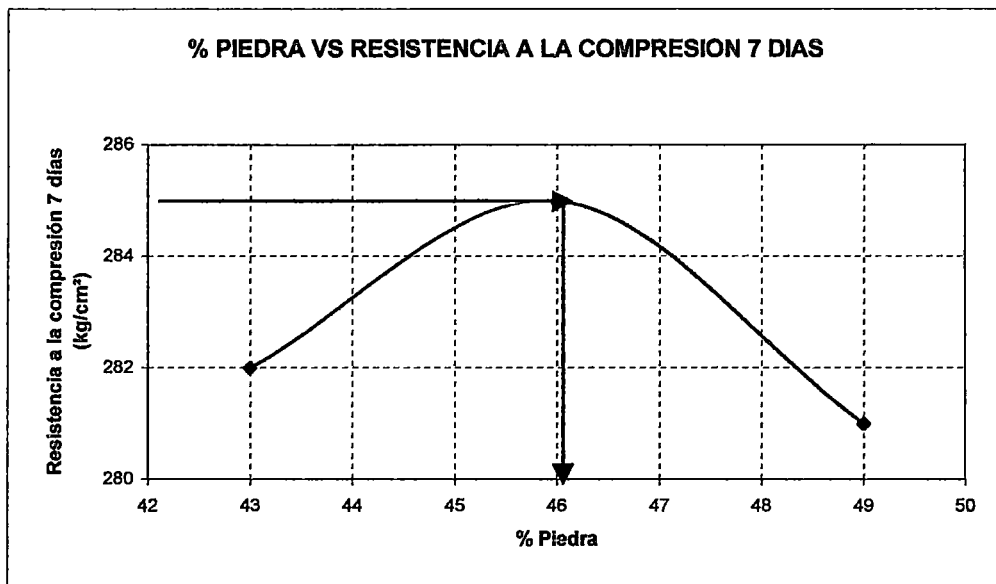
Relación a/c = 0.55

Arena 4% finos(material que pasa la malla N°100)

Agua = 223 lt

Compresión f_c a 7 días

Pd %	f_c 7 días (Kg/cm ²)
43	282
46	285
49	281



Del gráfico observamos que la mejor relación de agregados con mayor resistencia a la compresión es con 54% de arena y 46% de piedra en peso, además nos proporciona una mejor trabajabilidad del concreto.

ANEXO F

NORMAS

NORMAS

PESO UNITARIO

NORMA N.T.P. 339.046

Este ensayo tiene por objeto determinar el grado de densidad del concreto, también se emplea para:

- Determinar o comprobar el rendimiento de la mezcla.
- Determinar el contenido de materiales (cemento - agua - agregados) por m³ de concreto, así como el contenido de aire.
- Formarnos una idea de la calidad del concreto y de su grado de compacidad.
- Se expresa en kg./m³.

Se puede preparar concretos de tres tipos dependiendo de sus características y tamaño máximo del agregado grueso.

Concretos normales: Aquellos cuyo peso por unidad de volumen se encuentra entre 2200 a 2400 kg./m³.

Concretos livianos: Son aquellos que tienen un peso por unidad de volumen inferior a 1900 kg./m³.

Concretos pesados: Cuyo peso por unidad de volumen se encuentra entre 2800 y 6000 kg./m³.

METODO DE ENSAYO

El ensayo consiste en la determinación del peso del concreto por unidad de volumen.

El molde a usar será metálico de un volumen de:

½ pie³ para agregados hasta de 2".

1 pie³ para agregados de más de 2".

El procedimiento consiste en llenar el molde respectivo en tres capas de 25 golpes en cada capa, utilizando la varilla de 5/8" de diámetro y longitud de 60 cm con punta semiesférica. En la última capa se coloca material en exceso para enrasar a tope. Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde con la varilla, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado. Luego el concreto y el recipiente que lo contienen son pesados, obteniéndose por diferencia el peso del concreto, que al ser dividido entre el volumen del recipiente nos dará el peso unitario del concreto fresco, que generalmente se expresa en kg./cm³.

CONTENIDO DE AIRE

Existen muchos métodos para el ensayo de contenido de aire, entre ellos tenemos:

Método Gravimétrico

Método de Presión

Método Volumétrico

Método de Volúmenes Absolutos

MÉTODO GRAVIMÉTRICO

NORMA N.T.P. 339.046

Teniendo el peso unitario del concreto fresco en laboratorio, lo comparamos con el peso unitario que resulta de la sumatoria del "peso de obra" del cuadro de diseño de la mezcla.

Aquí no está incluido el aire en el cuadro de diseño consideramos los materiales en 1 m³ de concreto.

Se calcula el contenido de aire y lo expresamos en porcentaje de la siguiente manera:

$$(A)\% = \frac{Pu \text{ lab} - Pu \text{ d}}{Pu \text{ lab}} * 100$$

A : Contenido de aire en %

Pu lab :Peso Unitario del Concreto Fresco hallado en el laboratorio (kg*m³)

Pu d :Peso unitario de diseño (Peso de obra kg*m³)

MÉTODO A PRESIÓN

Para este método usamos el aparato Washington el cual consta de dos partes:

- 1° a) Cámara: Donde se almacena el aire a presión
- b) Manómetro: Indica la cantidad de agua penetrada en el concreto, por presión de aire.
- 2° Molde cilíndrico: Aquí se coloca el concreto de la misma manera que el peso unitario.

Procedimiento:

- 1) Se coloca el concreto en el molde cilíndrico en 3 capas y en cada capa se chucea con 25 golpes cada una, lo enrasamos y golpeamos ligeramente las paredes del molde de manera de eliminar las burbujas de aire.
- 2) Se coloca la tapa y se procede a llenar de aire la cámara de presión.
- 3) Se introduce el agua al concreto por unas aberturas y luego se cierran.
- 4) Se abre la llave que une la cámara de aire con el elemento y la presión del aire hace introducir el agua en los vacíos de concreto lo que el manómetro indica.

MÉTODO VOLUMÉTRICO

NORMA N.T.P. 339.081

Con este método se determina directamente el volumen de aire al ser desplazado por un volumen de agua.

Se utiliza un medidor de aire el cual consta de:

- Recipiente de metal: Debe ser rígido y tener un espesor para poder soportar su uso normal en el campo y que no sea fácilmente atacado por la pasta de cemento.

Debe tener un diámetro entre 1 y 1.25 veces la altura y será construido con una pestaña en su parte superior o cerca de ella.

Se emplearán recipientes de no menos de 6 lt., para uso general de concreto estructural o de pavimento que contengan agregados de un tamaño máximo de 5 cm.

-Tapa o parte superior: Debe ser de metal, tendrá una capacidad aproximadamente igual al del recipiente y llevará una pestaña en su parte inferior equipada con una empaquetadura flexible, y a fin de obtener una conexión a prueba de agua. La parte superior tendrá un cuello de plástico transparente o de vidrio, graduado a incrementos no mayores de 0.5% del volumen del recipiente, desde 0 en la parte superior hasta 9% o más. El extremo superior del cuello tendrá rosca y estará equipado con una tapa roscada y una empaquetadura para lograr cierre a prueba de agua, los aparatos antes de usarlos deben estar calibrados.

- Pasos:

- 1) Se llena el recipiente de metal con concreto fresco en 3 capas de igual espesor y golpeamos cada capa con 25 golpes con la barra

compactadora y las paredes del recipiente de 10 a 15 veces después de compactar cada capa y después enrasamos el exceso.

- 2) Colocamos y fijamos la tapa al recipiente y luego insertamos el embudo de metal y se agrega agua hasta que aparezca en el cuello. Quitamos el embudo y se ajusta el nivel de agua usando la jeringa para que la parte inferior del menisco esté al nivel con la marca 0. Se coloca y aprieta la tapa roscada.
- 3) Luego se invierte y agita el medidor de aire hasta que el concreto se separe de la base; con el cuello inclinado se agita el medidor de aire hasta que aparentemente el aire haya sido eliminado del concreto. Se coloca el aparato verticalmente, golpeando ligeramente y dejando en reposo hasta que el aire haya subido a la parte superior. Se repite este proceso hasta que no se observe ninguna caída adicional en la columna de agua.
- 4) Cuando se hayan eliminado todo el aire del concreto y se le haya permitido subir hacia la parte superior del aparato, se quita la tapa roscada. Se agrega en pequeños incrementos, una taza de alcohol isopropílico, usando la jeringa para eliminar la masa espumosa de la superficie del agua.
- 5) Se anota una lectura directa del líquido en el cuello, leyendo en la parte inferior del menisco y estimarlo con exactitud de 0.1%.

Resultado:

$$A\% = \text{Párrafo 5} + \text{Párrafo 4}$$

MÉTODO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Se ha tomado una tanda con el cual se ha llenado el balde metálico en 3 capas y 25 golpes cada uno, luego se ha enrasado y golpeado las paredes del balde para eliminar los vacíos.

Se procede a pesar el balde más la mezcla que se anotó el valor para luego restar el valor del balde y obtener el valor de la mezcla.

Hacemos la proporción de la mezcla entre el peso de la tanda y este valor lo multiplicamos por el de la tanda real y lo sumamos finalmente.

Luego el peso unitario compactado del concreto fresco lo dividimos entre la sumatoria de la tanda y el valor obtenido lo multiplicamos por la tanda corregida y obtenemos así el diseño de obra, luego pesamos estos valores a diseño seco, haciendo las respectivas correcciones de los agregados y del agua, después estos valores los dividimos entre sus pesos específicos y obtenemos así los volúmenes absolutos de los materiales, hacemos la sumatoria, la diferencia de la unidad y la sumatoria de los volúmenes absolutos multiplicados por 100 nos da el contenido de aire.

$$A\% = (1 - \text{Sumatoria de volúmenes absolutos de los materiales}) * 100$$

EXUDACIÓN

NORMA N.T.P. 339.077

Propiedad por la cual una parte de agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por

las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes del efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la molienda de éste y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues se reduce el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que puedan tener.

Se conoce dos clases de exudación:

- a) Exudación normal
- b) Exudación canalizada

- a) **Exudación normal:** Se caracteriza por el flujo uniforme del agua hacia arriba debido al asentamiento 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 más la velocidad del flujo de agua. En estas condiciones el agua traslada sólidos en suspensión (particularmente cemento), 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 superior 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:

- i) Velocidad de exudación
- ii) Capacidad de exudación

- i) **Velocidad de exudación:** La velocidad de exudación, es medida por la velocidad inicial con la que el agua se acumula sobre la superficie del concreto.
- ii) **Capacidad de exudación:** Es medida por el volumen total de agua que aflora a la superficie del concreto.

METODO DE ENSAYO

El procedimiento consiste en que una vez obtenida la mezcla se le vierte en un molde (el mismo para peso unitario) en tres capas compactando con 25 golpes cada capa, luego se enrasa y se retirará una pulgada de espesor de mezcla, hecho esto se procederá a pesar la mezcla con el recipiente obteniéndose por diferencia el peso de la mezcla.

Luego se colocará un taco de 5cm de altura debajo de uno de los bordes del molde con mezcla de modo que este aparezca inclinado hacia donde se juntará el agua que el concreto exudará conforme transcurra el tiempo.

Con una jeringa se irá retirando y midiendo el agua que la mezcla exuda, realizándose las mediciones cada 10 minutos, hasta los 40 minutos, luego el intervalo será de 30 minutos hasta que el concreto no exude. Se sumará la cantidad total de agua exudada, a la que llamaremos D.

Sea:

$$C = (w/W)*S$$

$$\% \text{ Exudación} = (D/C)*100$$

C: Masa de agua en la probeta de ensayo, en gramos.

W: Masa total de la mezcla, en kilogramos.

w: Masa neta del agua en la mezcla, en kilogramos.

S: Masa de la muestra, en kilogramos.

D: Volumen total de agua de exudación extraída de la probeta de ensayo en cm^3 , multiplicada por 1 g/cm^3 o masa del agua de exudación en gramos.

TIEMPO DE FRAGUADO

NORMA N.T.P. 339.082

Este control tiene una trascendencia muy importante, por cuanto nos da la pauta del tiempo que se dispone en el proceso constructivo para las operaciones de colocación y acabado. El ensayo tiene por objeto encontrar el tiempo que demora en ganar el concreto una determinada resistencia desde el contacto inicial cemento – agua.

Arbitrariamente se ha dividido el fraguado en dos períodos: el fraguado inicial y el fraguado final.

Fraguado inicial: Se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla.

Fraguado final: Se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla con el aumento de su resistencia.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de aluminato tricálcico (AC_3) del cemento, finura del cemento, relación a/c, temperatura y humedad del ensayo.

La norma establece el tiempo de fraguado del concreto con asentamiento superior a cero por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada. El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de una muestra

de concreto, y así, la fragua inicial se produce cuando la presión por penetración es de 500 lb/pulg² que equivale a 35 kg/cm² y la fragua final cuando la presión de penetración alcanza 4000 lb/pulg² que equivale a 250 kg./cm².

METODO DE ENSAYO

El ensayo de tiempo de fraguado del concreto por resistencia a la penetración consiste en utilizar la parte más fina del concreto, se tamiza la mezcla por la malla ¼" con ayuda de la mesa vibratoria. La mezcla que pasa por dicha malla es llenada en dos moldes cilíndricos de 6" de diámetro y 6" de alto, se llena cada molde en dos capas, cada capa se compacta con 25 golpes, se llena hasta una altura mínima de 14 cm, se golpea a los costados del molde para eliminar las burbujas de aire y luego se enrasa.

Se anota la hora de inicio de ensayo. Se dispone de 6 agujas, cuyos diámetros son de 1", 13/16", 9/16", 4/16" y 3/16" respectivamente.

Según el estado de endurecimiento del mortero, se debe colocar el aparato con una aguja de tamaño apropiado y se pone esta en contacto con el mortero. Se aplica una fuerza vertical gradual y uniforme hacia abajo, hasta lograr una penetración de 25 mm en un tiempo de 10".

Se registra la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora del ensayo. En cargas posteriores se debe tener cuidado en eludir sitios en los cuales el mortero ha sido alterado por penetraciones previas.

La distancia libre entre la aguja y el lugar de cualquier penetración anterior debe ser al menos dos veces el diámetro de la aguja que se use, pero en ningún caso inferior a 15 mm, además se debe dejar una distancia libre entre la aguja y la pared del recipiente de por lo menos 25 mm.

Para muestras normales y temperaturas normales el primer ensayo se recomienda realizarlo cuando haya transcurrido 3h a 4h y los demás ensayos cada hora. Para

mezclas aceleradas a altas temperaturas se recomienda hacer el primer ensayo cuando haya transcurrido de 1h a 2h y los demás ensayos a intervalos de 30 minutos.

Para condiciones de bajas temperaturas o mezclas retardantes, el primer ensayo se recomienda realizarlo cuando haya transcurrido 4h o más, las posteriores cargas deben realizarse a intervalos de 1h a menos que el incremento de resistencia a la penetración indique que es aconsejable un intervalo más corto.

Para cada ensayo de fraguado, se debe hacer por lo menos 6 penetraciones y los intervalos de tiempo entre ellos serán tales que suministren puntos adecuados y lo suficientemente espaciados para dibujar una curva satisfactoria de velocidad de endurecimiento.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de Aluminato Tricálcico del cemento, finura del cemento, relación agua/cemento, temperatura y humedad del ensayo. La norma establece el tiempo de fragua del concreto con asentamiento superior a cero por medio de agujas de penetración sobre una muestra tamizada. El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de una muestra de concreto.

La fragua inicial se produce cuando la resistencia a la penetración alcanza un valor de 500 lb/pulg².

La fragua final se da cuando se llega a un valor de 4000 lb/pulg².

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NORMA N.T.P. 339.034

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del concreto pues ella determina los requerimientos del proyecto estructural.

Depende del cemento (calidad, tipo, cantidad/m³), de la relación agua-cemento, de la temperatura de curado y la compactación.

Las pruebas se realizan en probetas cilíndricas (ASTM C39-61) DE 6" de diámetro y 12" de altura (se verifica estas medidas al momento del ensayo).

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días. Las probetas fueron sacadas 2,3 horas antes del ensayo.

Para cada edad del concreto se fabricaron de 3 a 6 probetas.

Se colocó capping (azufre y bentonita) a las probetas sometidas a éste ensayo.

METODO DE ENSAYO

Colocamos la probeta en una máquina de compresión, tratando de que ésta quede centrada, aplicamos carga en forma continua y aumentamos la carga hasta producir la rotura de la probeta, registrándose el valor de la carga máxima. En los momentos finales del ensayo, cuando la probeta se deforma rápidamente, no se debe modificar la velocidad de aplicación de la carga.

La resistencia a la compresión se calcula con la fórmula siguiente:

$$f_c = P/A$$

f_c : Resistencia a la compresión (kg./cm²)

P : Carga máxima por rotura (kg.)

A : Area de la sección normal a la carga (cm²)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NORMA N.T.P. 339.084

Generalmente se asume que el concreto no resiste tensiones, sin embargo el concreto al agrietarse durante la flexión, si resiste cierto valor de tensiones, siendo estos del orden de 8-20% de la resistencia a la compresión dependiendo de la edad y de la cantidad de los materiales.

La resistencia a la compresión diametral de los especímenes cilíndricos de concreto se realizó para la edad de 7,14 y 28 días solamente. Estos especímenes se ensayaron echados y no parados como en el caso de la compresión simple.

El ensayo determina indirectamente la resistencia a la tracción del concreto por medio de una compresión diametral de las probetas.

Para el curado de las probetas solo se le sumerge totalmente bajo agua potable 28 días, hasta un par de horas antes de ser ensayadas para darles tiempo de secarse superficialmente. En este caso no se le utiliza el capping (bentonita y azufre).

METODO DE ENSAYO

Se coloca un listón de apoyo a lo largo del concreto de la placa inferior. Se pone el cilindro sobre el listón, de tal manera que el punto de tangencia de las dos bases esté centrado sobre la lámina de apoyo. Se coloca el segundo listón longitudinalmente sobre el cilindro, centrándolo en forma similar al anterior.

El esfuerzo de tracción indirecta del cilindro se calcula mediante la fórmula:

$$T = \frac{2 * P}{\pi * L * d}$$

T: Esfuerzo de tracción indirecta.

P: Carga máxima indicada por la máquina de ensayo.

L: Longitud del cilindro.

d: Diámetro del cilindro.

ANEXO G

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

ENSAYO DE ASENTAMIENTO - NORMA N.T.P. 339,035
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP (cm)		
	a/c = 0.55		
	7- 14 días	28 días	Promedio
4%	10.1	10.1	10.1
7%	9.8	9.7	9.8
10%	9.5	8.9	9.2
14%	8.1	8.3	8.2
18%	7.5	7.6	7.6

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP (cm)		
	a/c = 0.60		
	7- 14 días	28 días	Promedio
4%	10.2	10.0	10.1
7%	9.7	10.2	9.9
10%	9.4	9.4	9.4
14%	7.8	8.7	8.3
18%	7.7	7.5	7.6

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP (cm)		
	a/c = 0.65		
	7- 14 días	28 días	Promedio
4%	9.8	10.1	10.0
7%	9.9	9.7	9.8
10%	9.6	9.5	9.6
14%	8.5	8.3	8.4
18%	7.7	7.9	7.8

% Finos	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O SLUMP (cm)		
	a/c = 0.70		
	7- 14 días	28 días	Promedio
4%	10.1	9.6	9.9
7%	9.5	9.6	9.6
10%	9.0	9.2	9.1
14%	8.9	8.7	8.8
18%	8.0	7.8	7.9

ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046**ENSAYO DE CONCRETO FRESCO**

RELACION a/c=0.55	W(molde+concreto) A (kg)	W(molde) B (kg)	W(concreto) (A-B) (kg)	Factor de Calibración	P.U. (kg/m³)
4% finos	43.45	10.25	33.20	70.18	2329.82
7% finos	39.75	6.25	33.50	69.69	2334.49
10% finos	43.55	10.25	33.30	70.18	2336.84
14% finos	43.50	10.25	33.25	70.18	2333.33
18% finos	39.65	6.25	33.40	69.69	2327.53

ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046**ENSAYO DE CONCRETO FRESCO**

RELACION a/c=0.60	W(molde+concreto) A (kg)	W(molde) B (kg)	W(concreto) (A-B) (kg)	Factor de Calibración	P.U. (kg/m³)
4% finos	43.40	10.25	33.15	70.18	2326.32
7% finos	43.45	10.25	33.20	70.18	2329.82
10% finos	43.50	10.25	33.25	70.18	2333.33
14% finos	43.40	10.25	33.15	70.18	2326.32
18% finos	43.35	10.25	33.10	70.18	2322.81

ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.65	W(molde+concreto) A (kg)	W(molde) B (kg)	W(concreto) (A-B) (kg)	Factor de Calibración	P.U. (kg/m³)
4% finos	39.55	6.25	33.30	69.69	2320.56
7% finos	43.35	10.25	33.10	70.18	2322.81
10% finos	43.40	10.25	33.15	70.18	2326.32
14% finos	39.55	6.25	33.30	69.69	2320.56
18% finos	39.50	6.25	33.25	69.69	2317.07

ENSAYO DE PESO UNITARIO - NORMA N.T.P. 339,046**ENSAYO DE CONCRETO FRESCO**

RELACION a/c=0.70	W(molde+concreto) A (kg)	W(molde) B (kg)	W(concreto) (A-B) (kg)	Factor de Calibración	P.U. (kg/m³)
4% finos	28.80	8.00	20.80	111.11	2311.11
7% finos	28.85	8.00	20.85	111.11	2316.67
10% finos	28.90	8.00	20.90	111.11	2322.22
14% finos	28.85	8.00	20.85	111.11	2316.67
18% finos	28.80	8.00	20.80	111.11	2311.11

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

DOSIFICACION PARA TANDA DE 0.017			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO U. NOMINAL (KG/M3)
CEMENTO	6.89	0.002	2354.12
AGUA	3.89	0.004	
ARENA	15.67	0.006	
PIEDRA	13.57	0.005	
Sum. Total	40.02	0.017	

RELACION a/c=0.55	Peso U. Nominal A (kg/m3)	Peso Unitario B (kg/m3)	Contenido de Aire (A-B)/A (%)
4% finos	2354.12	2329.82	1.03
7% finos	2354.12	2334.49	0.83
10% finos	2354.12	2336.84	0.73
14% finos	2354.12	2333.33	0.88
18% finos	2354.12	2327.53	1.13

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

DOSIFICACION PARA TANDA DE 0.017			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO U. NOMINAL (KG/M3)
CEMENTO	6.32	0.002	2350.59
AGUA	3.89	0.004	
ARENA	15.94	0.006	
PIEDRA	13.81	0.005	
Sum. Total	39.96	0.017	

RELACION a/c=0.60	Peso U. Nominal A (kg/m3)	Peso Unitario B (kg/m3)	Contenido de Aire (A-B)/A (%)
4% finos	2350.59	2326.32	1.03
7% finos	2350.59	2329.82	0.88
10% finos	2350.59	2333.33	0.73
14% finos	2350.59	2326.32	1.03
18% finos	2350.59	2322.81	1.18°

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

DOSIFICACION PARA TANDA DE 0.017			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO U. NOMINAL (KG/M3)
CEMENTO	5.83	0.002	2346.47
AGUA	3.89	0.004	
ARENA	16.17	0.006	
PIEDRA	14.00	0.005	
Sum. Total	39.89	0.017	

RELACION a/c=0.65	Peso U. Nominal A (kg/m3)	Peso Unitario B (kg/m3)	Contenido de Aire (A-B) / A (%)
4% finos	2346.47	2320.56	1.10
7% finos	2346.47	2322.81	1.01
10% finos	2346.47	2326.32	0.86
14% finos	2346.47	2320.56	1.10
18% finos	2346.47	2317.07	1.25

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE - NORMA N.T.P. 339,046

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

DOSIFICACION PARA TANDA DE 0.017			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO U. NOMINAL (KG/M3)
CEMENTO	3.50	0.001	2344.55
AGUA	2.52	0.003	
ARENA	10.59	0.004	
PIEDRA	9.17	0.003	
Sum. Total	25.79	0.011	

RELACION a/c=0.70	Peso U. Nominal A (kg/m3)	Peso Unitario B (kg/m3)	Contenido de Aire (A-B)/A (%)
4% finos	2344.55	2311.11	1.43
7% finos	2344.55	2316.67	1.19
10% finos	2344.55	2322.22	0.95
14% finos	2344.55	2316.67	1.19
18% finos	2344.55	2311.11	1.43

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.55	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
4# finos	6.89	3.89	15.67	13.57	40.02	10.25	43.45	33.20	3.23	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
9:09	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
9:19	10	0:10	2.0	2.0	0.0039	0.0004
9:29	10	0:20	7.3	9.3	0.0141	0.0014
9:39	10	0:30	14.1	23.4	0.0272	0.0027
9:49	10	0:40	17.0	40.4	0.0328	0.0033
10:19	30	01:10	19.3	59.7	0.0372	0.0012
10:49	30	01:40	22.0	81.7	0.0424	0.0014
11:19	30	02:10	12.0	93.7	0.0231	0.0008
11:49	30	02:40	2.0	95.7	0.0039	0.0001
12:19	30	03:10	0.0	95.7	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 2.97$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.55	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
7% finos	6.89	3.89	15.67	13.57	40.02	6.25	39.75	33.50	3.26	506.71

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min)	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3)	Acumulado (cm3)		
	T		E	D		
11:11	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
11:21	10	0:10	1.5	1.5	0.0030	0.0003
11:31	10	0:20	7.3	8.8	0.0144	0.0014
11:41	10	0:30	10.6	19.4	0.0209	0.0021
11:51	10	0:40	12.9	32.3	0.0255	0.0025
12:21	30	01:10	13.2	45.5	0.0261	0.0009
12:51	30	01:40	19.6	65.1	0.0387	0.0013
13:21	30	02:10	10.2	75.3	0.0201	0.0007
13:51	30	02:40	2.5	77.8	0.0049	0.0002
14:21	30	03:10	0.0	77.8	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 2.39$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.55	MATERIAL EMPLEADO				W total W (kg)	W recipiente Wr (Kg)	Wr+ Wc (kg)	W concreto Wc (kg)	Wagua (molde) C=Ag/WxWc (kg)	Area (molde) A (cm2)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)						
10% finos	6.89	3.89	15.67	13.57	40.02	10.25	43.55	33.30	3.24	506.71

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
10:09	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
10:19	10	0:10	1.5	1.5	0.0030	0.0003
10:29	10	0:20	3.5	5.0	0.0069	0.0007
10:39	10	0:30	6.0	11.0	0.0118	0.0012
10:49	10	0:40	13.0	24.0	0.0257	0.0026
11:19	30	01:10	11.0	35.0	0.0217	0.0007
11:49	30	01:40	18.5	53.5	0.0365	0.0012
12:19	30	02:10	14.0	67.5	0.0276	0.0009
12:49	30	02:40	3.0	70.5	0.0059	0.0002
13:19	30	03:10	0.0	70.5	0.0000	0.0000
% EXUDACION = D*100/C =						2.18

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.55	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WrWc (kg)	A (cm2)
14% finos	6.89	3.89	15.67	13.57	40.02	10.25	43.50	33.25	3.23	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min)	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3)	Acumulado (cm3)		
	T		E	D		
12:10	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
12:20	10	0:10	2.8	2.8	0.0054	0.0005
12:30	10	0:20	3.2	6.0	0.0062	0.0006
12:40	10	0:30	5.4	11.4	0.0104	0.0010
12:50	10	0:40	12.0	23.4	0.0231	0.0023
13:20	30	01:10	10.7	34.1	0.0206	0.0007
13:50	30	01:40	15.0	49.1	0.0289	0.0010
14:20	30	02:10	10.0	59.1	0.0193	0.0006
14:50	30	02:40	2.8	61.9	0.0054	0.0002
15:20	30	03:10	0.0	61.9	0.0000	0.0000
% EXUDACION = $D \cdot 100 / C =$ 1.91						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.55	MATERIAL EMPLEADO				W total W (kg)	W recipiente Wr (Kg)	Wr+ Wc (kg)	W concreto Wc (kg)	Wagua (molde) C=Ag/WxWc (kg)	Area (molde) A (cm2)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)						
18% finos	6.89	3.89	15.67	13.57	40.02	6.25	39.65	33.40	3.25	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
	9:23	0	0:00	0.0			0.0	0.0000	0.0000
9:33	10	0:10	0.0	0.0	0.0000	0.0000
9:43	10	0:20	2.0	2.0	0.0039	0.0004
9:53	10	0:30	3.5	5.5	0.0067	0.0007
10:03	10	0:40	3.0	8.5	0.0058	0.0006
10:33	30	01:10	11.0	19.5	0.0212	0.0007
11:03	30	01:40	11.0	30.5	0.0212	0.0007
11:33	30	02:10	10.0	40.5	0.0193	0.0006
12:03	30	02:40	1.0	41.5	0.0019	0.0001
12:33	30	03:10	0.0	41.5	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 1.28$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.60	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
4# finos	6.32	3.89	15.94	13.81	39.96	10.25	43.40	33.15	3.23	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
12:51	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
13:01	10	0:10	8.5	8.5	0.0164	0.0016
13:11	10	0:20	14.6	23.1	0.0281	0.0028
13:21	10	0:30	15.8	38.9	0.0305	0.0030
13:31	10	0:40	13.9	52.8	0.0268	0.0027
14:01	30	01:10	16.8	69.6	0.0324	0.0011
14:31	30	01:40	18.5	88.1	0.0357	0.0012
15:01	30	02:10	14.4	102.5	0.0278	0.0009
15:31	30	02:40	7.6	110.1	0.0147	0.0005
16:01	30	03:10	0.0	110.1	0.0000	0.0000
% EXUDACION = D*100/C =						3.41

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.60	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WrWc (kg)	A (cm ²)
7# finos	6.32	3.89	15.94	13.81	39.96	10.25	43.45	33.20	3.23	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm ³) E	Acumulado (cm ³) D		
12:04	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
12:14	10	0:10	6.6	6.6	0.0127	0.0013
12:24	10	0:20	14.5	21.1	0.0280	0.0028
12:34	10	0:30	11.8	32.9	0.0227	0.0023
12:44	10	0:40	14.5	47.4	0.0280	0.0028
13:14	30	01:10	16.3	63.7	0.0314	0.0010
13:44	30	01:40	15.3	79.0	0.0295	0.0010
14:14	30	02:10	16.0	95.0	0.0308	0.0010
14:44	30	02:40	7.0	102.0	0.0135	0.0004
15:14	30	03:10	5.5	107.5	0.0106	0.0004
15:44	30	03:40	0	107.5	0	0
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 3.32$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.60	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
10# finos	6.32	3.89	15.94	13.81	39.96	10.25	43.50	33.25	3.24	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
1:28	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
1:38	10	0:10	7.5	7.5	0.0145	0.0014
1:48	10	0:20	7.5	15.0	0.0145	0.0014
1:58	10	0:30	12.5	27.5	0.0241	0.0024
2:08	10	0:40	7.5	35.0	0.0145	0.0014
2:38	30	01:10	20.0	55.0	0.0386	0.0013
3:08	30	01:40	21.5	76.5	0.0414	0.0014
3:38	30	02:10	20.0	96.5	0.0386	0.0013
4:08	30	02:40	7.0	103.5	0.0135	0.0004
4:38	30	03:10	3.5	107.0	0.0067	0.0002
% EXUDACION = D*100/C = 3.30						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION <i>a/c=0.60</i>	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
14# finos	6.32	3.89	15.94	13.81	39.96	10.25	43.40	33.15	3.23	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación (cm/min) V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
10:07	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
10:17	10	0:10	4.5	4.5	0.0087	0.0009
10:27	10	0:20	8.4	12.9	0.0162	0.0016
10:37	10	0:30	10.3	23.2	0.0199	0.0020
10:47	10	0:40	11.3	34.5	0.0218	0.0022
11:17	30	01:10	14.5	49.0	0.0280	0.0009
11:47	30	01:40	17.3	66.3	0.0333	0.0011
12:17	30	02:10	15.0	81.3	0.0289	0.0010
12:47	30	02:40	12.6	93.9	0.0243	0.0008
13:17	30	03:10	5.0	98.9	0.0096	0.0003
13:47	30	03:40	0	98.9	0.0096	0.0003
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 3.06$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.60	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/Wr*Wc (kg)	A (cm2)
18# finos	6.32	3.89	15.94	13.81	39.96	10.25	43.35	33.10	3.22	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
9:36	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
9:46	10	0:10	5.0	5.0	0.0096	0.0010
9:56	10	0:20	6.0	11.0	0.0116	0.0012
10:06	10	0:30	8.5	19.5	0.0164	0.0016
10:16	10	0:40	7.5	27.0	0.0145	0.0014
10:46	30	01:10	31.5	58.5	0.0607	0.0020
11:16	30	01:40	20.5	79.0	0.0395	0.0013
11:46	30	02:10	14.0	93.0	0.0270	0.0009
12:16	30	02:40	3.0	96.0	0.0058	0.0002
12:46	30	03:10	0.0	96.0	0.0000	0.0000
% EXUDACION = D*100/C = 2.98						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.65	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
4½ finos	5.83	3.89	16.17	14.00	39.89	6.25	39.55	33.30	3.25	506.71

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación (cm/min) V=F/T
	Parcial (min)	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3)	Acumulado (cm3)		
	T		E	D		
1:12	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
1:22	10	0:10	7.8	7.8	0.0154	0.0015
1:32	10	0:20	15.9	23.7	0.0314	0.0031
1:42	10	0:30	12.6	36.3	0.0249	0.0025
1:52	10	0:40	13.0	49.3	0.0257	0.0026
2:22	30	01:10	14.3	63.6	0.0282	0.0009
2:52	30	01:40	18.5	82.1	0.0365	0.0012
3:22	30	02:10	16.8	98.9	0.0332	0.0011
3:52	30	02:40	12.5	111.4	0.0247	0.0008
4:22	30	03:10	6.4	117.8	0.0126	0.0004
5:02	30	03:40	0.0	117.8	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 3.62$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.65	MATERIAL EMPLEADO				W total W (kg)	W recipiente Wr (Kg)	Wr+ Wc (kg)	W concreto Wc (kg)	Wagua (molde) C=Ag/WxWc (kg)	Area (molde) A (cm2)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)						
7# finos	5.83	3.89	16.17	14.00	39.89	10.25	43.35	33.10	3.23	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación (cm/min) V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
10:20	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
10:30	10	0:10	8.7	8.7	0.0168	0.0017
10:40	10	0:20	9.3	18.0	0.0179	0.0018
10:50	10	0:30	10.4	28.4	0.0200	0.0020
11:00	10	0:40	15.6	44.0	0.0301	0.0030
11:30	30	01:10	14.6	58.6	0.0281	0.0009
12:00	30	01:40	18.5	77.1	0.0357	0.0012
12:30	30	02:10	16.1	93.2	0.0310	0.0010
13:00	30	02:40	13.0	106.2	0.0251	0.0008
13:30	30	03:10	8.0	114.2	0.0154	0.0005
14:10	30	03:40	0.0	114.2	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 3.53$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.65	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
10% finos	5.83	3.89	16.17	14.00	39.89	10.25	43.40	33.15	3.24	518.75

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
2:46	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
2:56	10	0:10	7.8	7.8	0.0150	0.0015
3:06	10	0:20	11.1	18.9	0.0214	0.0021
3:16	10	0:30	12.3	31.2	0.0237	0.0024
3:26	10	0:40	11.7	42.9	0.0226	0.0023
3:56	30	01:10	18.0	60.9	0.0347	0.0012
4:26	30	01:40	17.1	78.0	0.0330	0.0011
4:56	30	02:10	14.5	92.5	0.0280	0.0009
5:26	30	02:40	13.0	105.5	0.0251	0.0008
5:56	30	03:10	4.5	110.0	0.0087	0.0003
6:36	30	03:40	1.5	111.5	0.0029	0.0001
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 3.45$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.65	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipientes	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm ²)
14# finos	5.83	3.89	16.17	14.00	39.89	6.25	39.55	33.30	3.25	506.71

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm ³) E	Acumulado (cm ³) D		
12:15	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
12:25	10	0:10	7.6	7.6	0.0150	0.0015
12:35	10	0:20	9.8	17.4	0.0193	0.0019
12:45	10	0:30	13.7	31.1	0.0270	0.0027
12:55	10	0:40	15.2	46.3	0.0300	0.0030
13:25	30	01:10	13.5	59.8	0.0266	0.0009
13:55	30	01:40	17.9	77.7	0.0353	0.0012
14:25	30	02:10	14.0	91.7	0.0276	0.0009
14:55	30	02:40	7.8	99.5	0.0154	0.0005
15:25	30	03:10	5.8	105.3	0.0114	0.0004
16:05	30	03:40	0.0	105.3	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 3.24$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.65	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WrWc (kg)	A (cm2)
18% finos	5.83	3.89	16.17	14.00	39.89	6.25	39.50	33.25	3.25	506.71

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
11:41	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
11:51	10	0:10	8.0	8.0	0.0158	0.0016
12:01	10	0:20	10.5	18.5	0.0207	0.0021
12:11	10	0:30	14.3	32.8	0.0282	0.0028
12:21	10	0:40	15.3	48.1	0.0302	0.0030
12:51	30	01:10	13.5	61.6	0.0266	0.0009
13:21	30	01:40	12.5	74.1	0.0247	0.0008
13:51	30	02:10	14.5	88.6	0.0286	0.0010
14:21	30	02:40	9.1	97.7	0.0180	0.0006
14:51	30	03:10	4.8	102.5	0.0095	0.0003
15:31	30	03:40	0.0	102.5	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / c = 3.16$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.70	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
4# finos	3.50	2.52	10.59	9.17	25.79	8.00	28.80	20.80	2.03	320.47

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
2:36	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
2:46	10	0:10	9.5	9.5	0.0296	0.0030
2:56	10	0:20	8.5	18.0	0.0265	0.0027
3:06	10	0:30	7.0	25.0	0.0218	0.0022
3:16	10	0:40	7.5	32.5	0.0234	0.0023
3:46	30	01:10	7.0	39.5	0.0218	0.0007
4:16	30	01:40	23.0	62.5	0.0718	0.0024
4:46	30	02:10	14.5	77.0	0.0452	0.0015
5:16	30	02:40	13.5	90.5	0.0421	0.0014
5:46	30	03:10	6.0	96.5	0.0187	0.0006
6:26	40	03:40	3.5	100.0	0.0109	0.0003
% EXUDACION = $D \cdot 100 / C =$						4.92

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.70	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
7% finos	3.50	2.52	10.59	9.17	25.79	8.00	28.85	20.85	2.04	320.47

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
10:23	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
10:33	10	0:10	7.3	7.3	0.0228	0.0023
10:43	10	0:20	8.6	15.9	0.0268	0.0027
10:53	10	0:30	10.3	26.2	0.0321	0.0032
11:03	10	0:40	13.0	39.2	0.0406	0.0041
11:33	30	01:10	14.0	53.2	0.0437	0.0015
12:03	30	01:40	15.3	68.5	0.0477	0.0016
12:33	30	02:10	11.3	79.8	0.0353	0.0012
13:03	30	02:40	7.3	87.1	0.0228	0.0008
13:33	30	03:10	5.8	92.9	0.0181	0.0006
14:13	30	03:40	0.0	92.9	0.0000	0.0000
% EXUDACION = $D*100/C =$						4.56

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.70	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
10# finos	3.50	2.52	10.59	9.17	25.79	8.00	28.90	20.90	2.04	320.47

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min)	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3)	Acumulado (cm3)		
	T		E	D		
10:26	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
10:36	10	0:10	6.5	6.5	0.0203	0.0020
10:46	10	0:20	5.0	11.5	0.0156	0.0016
10:56	10	0:30	5.5	17.0	0.0172	0.0017
11:06	10	0:40	10.0	27.0	0.0312	0.0031
11:36	30	01:10	25.0	52.0	0.0780	0.0026
12:06	30	01:40	20.0	72.0	0.0624	0.0021
12:36	30	02:10	14.5	86.5	0.0452	0.0015
13:06	30	02:40	0.5	87.0	0.0016	0.0001
13:36	30	03:10	0.0	87.0	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 4.26$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.70	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm2)
14# finos	3.50	2.52	10.59	9.17	25.79	8.00	28.85	20.85	2.04	320.47

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación F=E/A	Velocidad de Exudación V=F/T
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm3) E	Acumulado (cm3) D		
12:13	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
12:23	10	0:10	2.1	2.1	0.0066	0.0007
12:33	10	0:20	5.3	7.4	0.0165	0.0017
12:43	10	0:30	6.7	14.1	0.0209	0.0021
12:53	10	0:40	11.6	25.7	0.0362	0.0036
13:23	30	01:10	10.2	35.9	0.0318	0.0011
13:53	30	01:40	15.3	51.2	0.0477	0.0016
14:23	30	02:10	14.0	65.2	0.0437	0.0015
14:53	30	02:40	9.3	74.5	0.0290	0.0010
15:23	30	03:10	7.2	81.7	0.0225	0.0007
16:03	30	03:40	0.0	81.7	0.0000	0.0000
$\% \text{ EXUDACION} = D \cdot 100 / C = 4.01$						

ENSAYO DE EXUDACION - NORMA N.T.P. 339,077

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

RELACION a/c=0.70	MATERIAL EMPLEADO				W total	W recipiente	Wr+ Wc	W concreto	Wagua (molde)	Area (molde)
	C (kg)	Ag (kg)	Ar (kg)	Pd (kg)	W (kg)	Wr (Kg)	(kg)	Wc (kg)	C=Ag/WxWc (kg)	A (cm ²)
18% finos	3.50	2.52	10.59	9.17	25.79	8.00	28.80	20.80	2.03	320.47

Hora de Ensayo	Tiempo		Volumen		Agua de Exudación	Velocidad de Exudación
	Parcial (min) T	Parcial (hora:min)	Parcial (cm ³) E	Acumulado (cm ³) D	F=E/A	V=F/T
10:21	0	0:00	0.0	0.0	0.0000	0.0000
10:31	10	0:10	4.2	4.2	0.0131	0.0013
10:41	10	0:20	4.8	9.0	0.0150	0.0015
10:51	10	0:30	8.4	17.4	0.0262	0.0026
11:01	10	0:40	13.4	30.8	0.0418	0.0042
11:31	30	01:10	8.6	39.4	0.0268	0.0009
12:01	30	01:40	12.9	52.3	0.0403	0.0013
12:31	30	02:10	9.0	61.3	0.0281	0.0009
13:01	30	02:40	2.0	63.3	0.0062	0.0002
13:31	30	03:10	3.0	66.3	0.0094	0.0003
% EXUDACION = D*100/C =						3.26

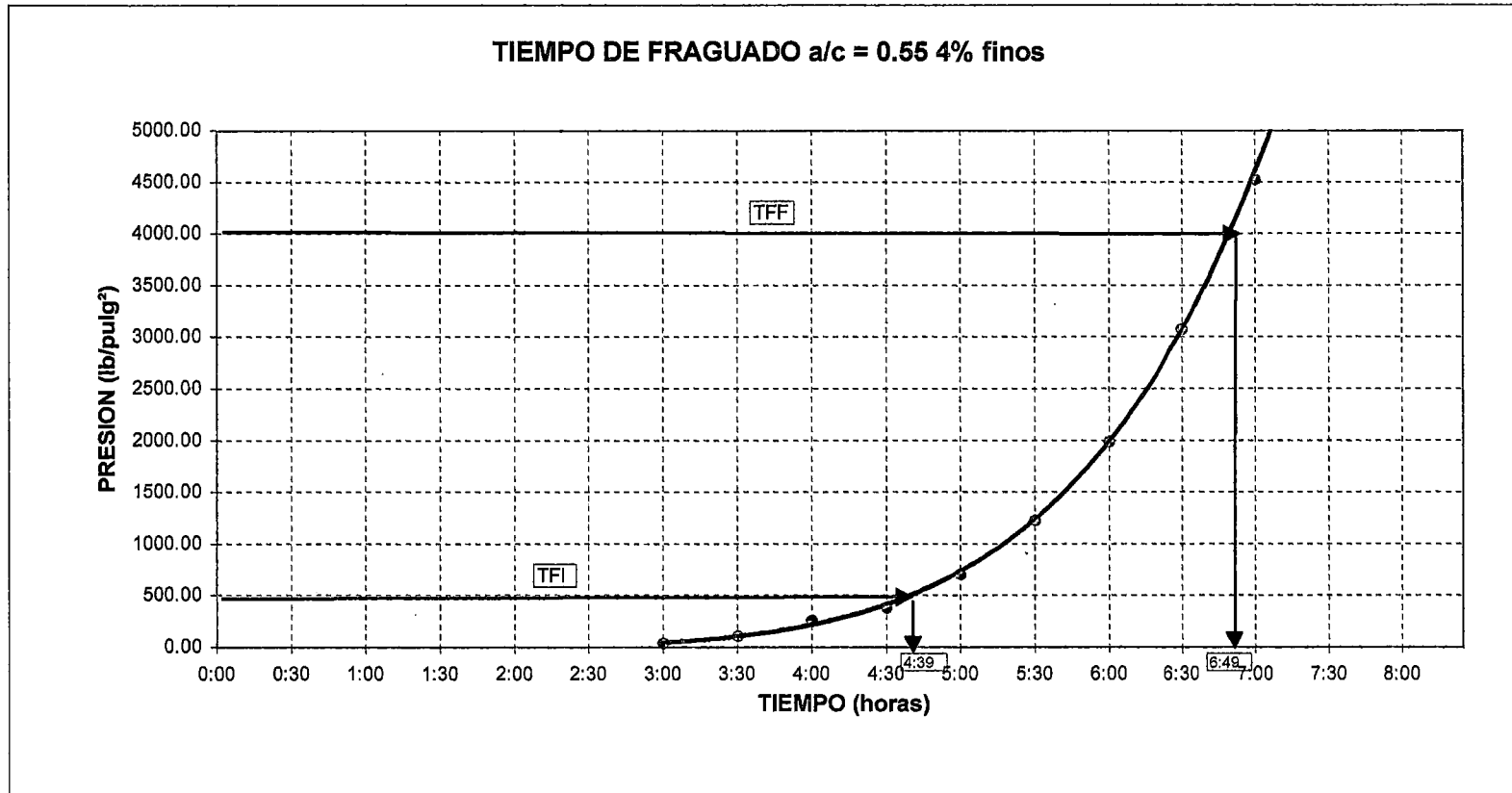
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.55 4% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul^2	Kg/cm^2
9:29	0:00	—	—	—	—	—
11:59	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
12:29	3:00	1 1/8	0.99	40	40.24	2.83
12:59	3:30	13/16	0.52	60	115.72	8.13
13:29	4:00	9/16	0.25	65	261.56	18.39
13:59	4:30	5/16	0.08	30	391.14	27.50
14:29	5:00	4/16	0.05	35	713.01	50.12
14:59	5:30	3/16	0.03	34	1231.36	86.56
15:29	6:00	3/16	0.03	55	1991.91	140.02
15:59	6:30	3/16	0.03	85	3078.41	216.40
16:29	7:00	3/16	0.03	125	4527.07	318.23
TFI = 4h 39min TFF= 6h 49min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



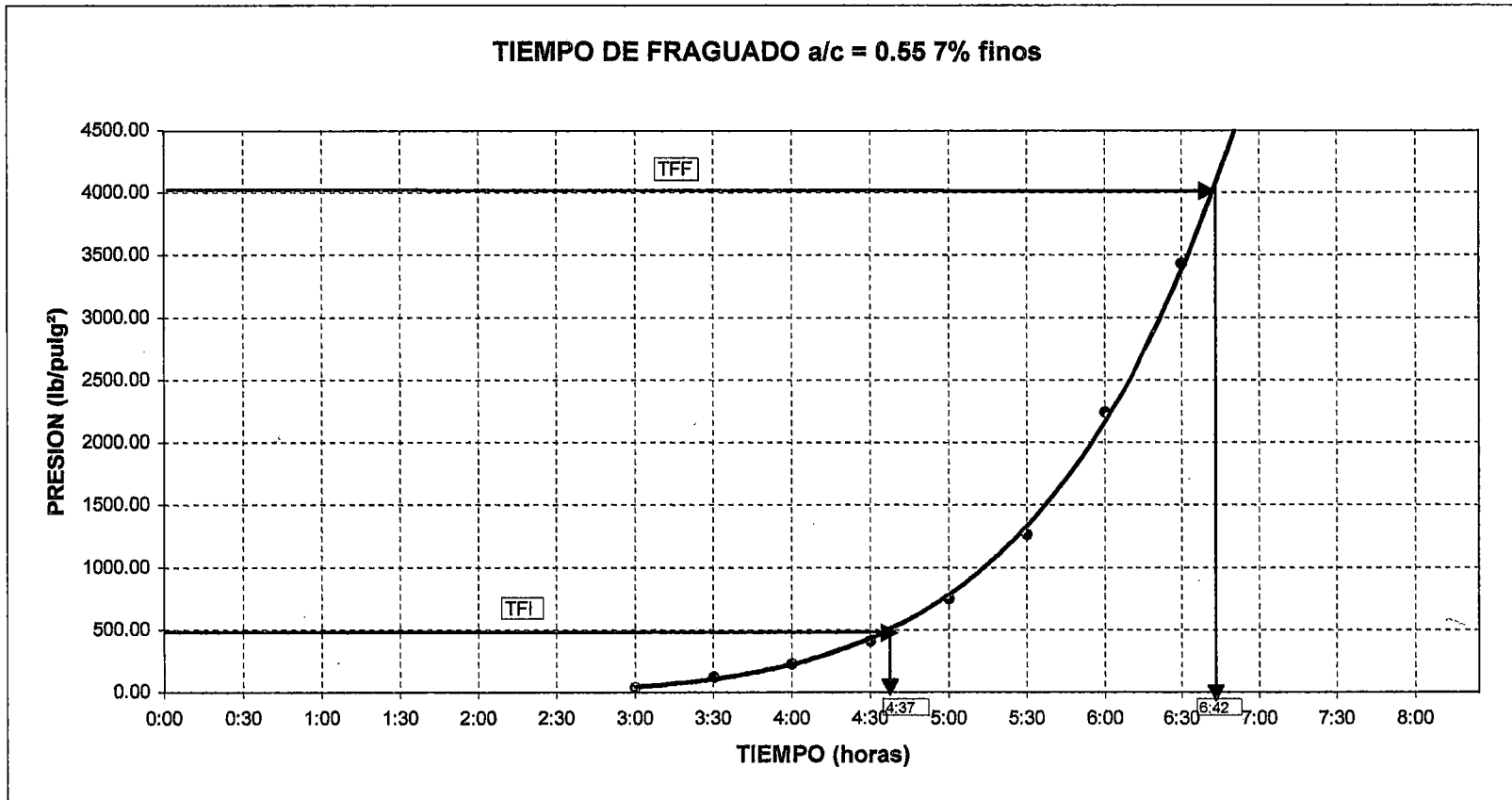
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.55 7% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul^2	Kg/cm^2
11:20	0:00	—	—	—	—	—
13:50	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
14:20	3:00	1 1/8	0.99	41	41.25	2.90
14:50	3:30	13/16	0.52	65	125.37	8.81
15:20	4:00	9/16	0.25	58	233.40	16.41
15:50	4:30	5/16	0.08	32	417.22	29.33
16:20	5:00	4/16	0.05	37	753.76	52.99
16:50	5:30	3/16	0.03	35	1267.58	89.10
17:20	6:00	3/16	0.03	62	2245.43	157.84
17:50	6:30	3/16	0.03	95	3440.58	241.86
TFI = 4h 37min TFF= 6h 42min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



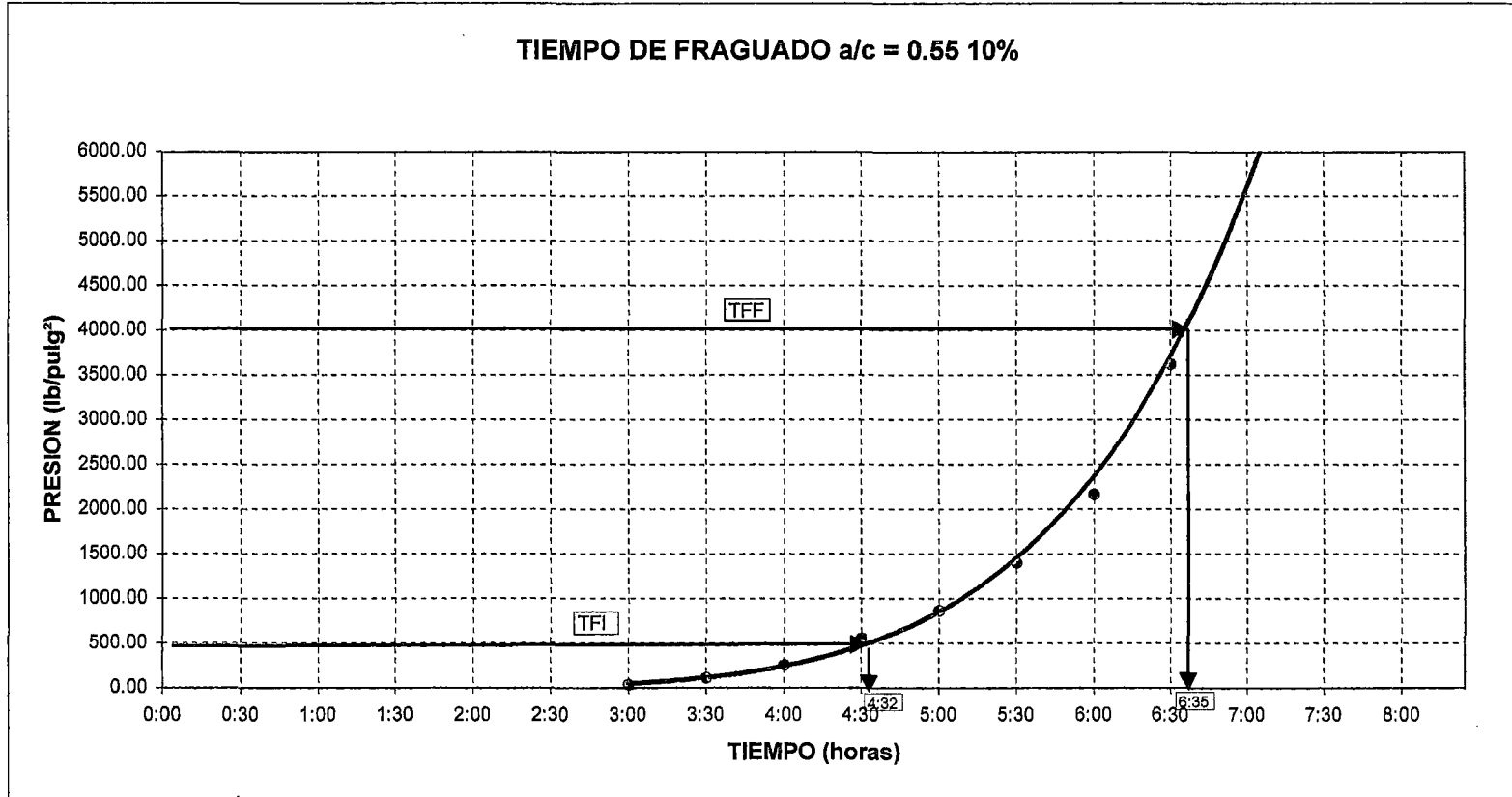
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c = 0.55 10% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pulg ²	Kg/cm ²
10:30	0:00	—	—	—	—	—
13:00	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
13:30	3:00	1 1/8	0.99	43	43.26	3.04
14:00	3:30	13/16	0.52	63	121.51	8.54
14:30	4:00	9/16	0.25	65	261.56	18.39
15:00	4:30	5/16	0.08	43	560.63	39.41
15:30	5:00	4/16	0.05	43	875.99	61.58
16:00	5:30	3/16	0.03	39	1412.45	99.29
16:30	6:00	3/16	0.03	60	2173.00	152.75
17:00	6:30	3/16	0.03	100	3621.66	254.58
TFI = 4h 32 min TFF= 6h 35 min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



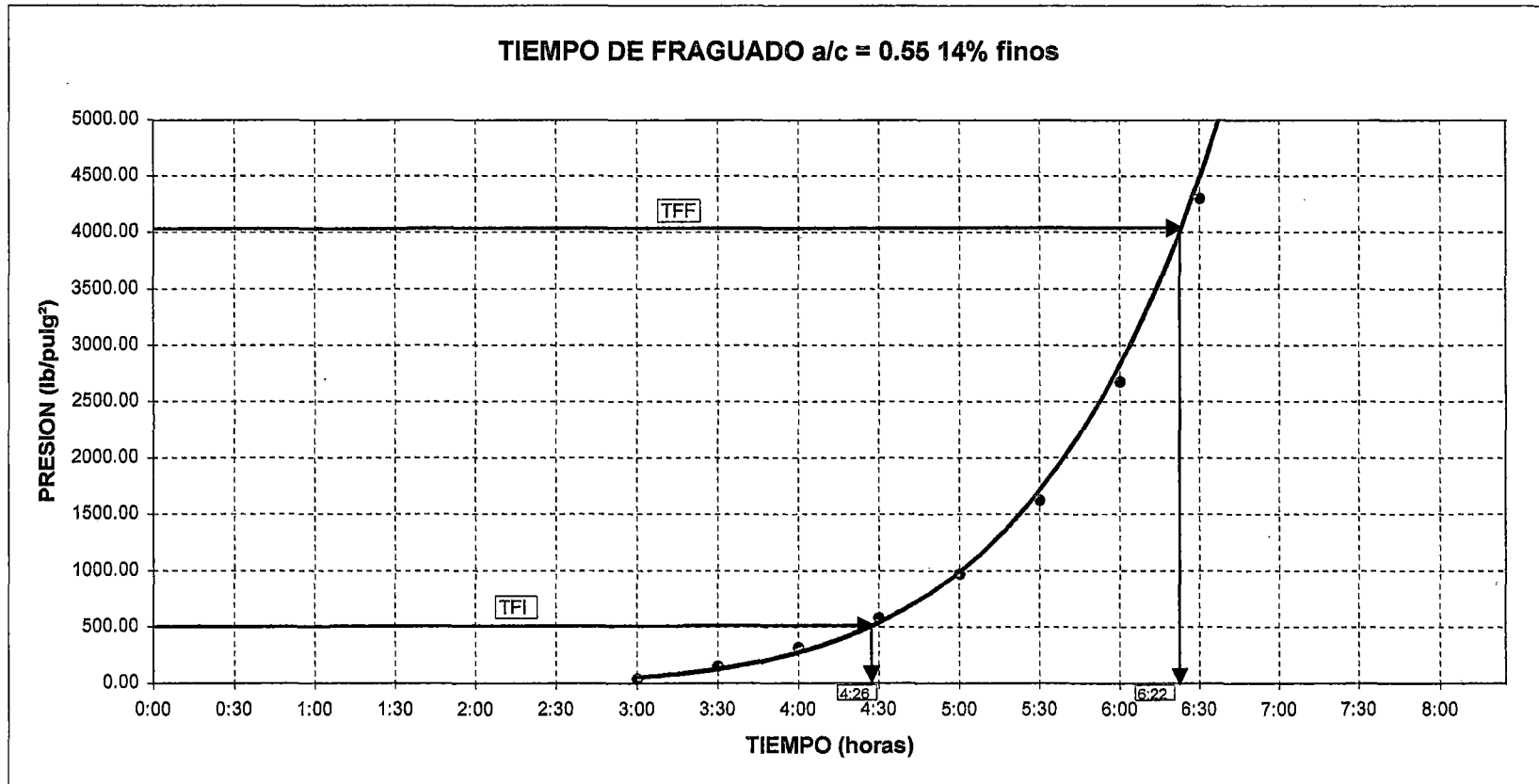
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.55 14% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. ²)	FUERZA (lb.)	PRESTION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
12:30	0:00	—	—	—	—	—
15:00	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
15:30	3:00	1 1/8	0.99	40	40.24	2.83
16:00	3:30	13/16	0.52	80	154.30	10.85
16:30	4:00	9/16	0.25	80	321.93	22.63
17:00	4:30	5/16	0.08	45	586.71	41.24
17:30	5:00	4/16	0.05	48	977.85	68.74
18:00	5:30	3/16	0.03	45	1629.75	114.56
18:30	6:00	3/16	0.03	74	2680.03	188.39
19:00	6:30	3/16	0.03	119	4309.77	302.96
TFI = 4h 26min TFF = 6h 22min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



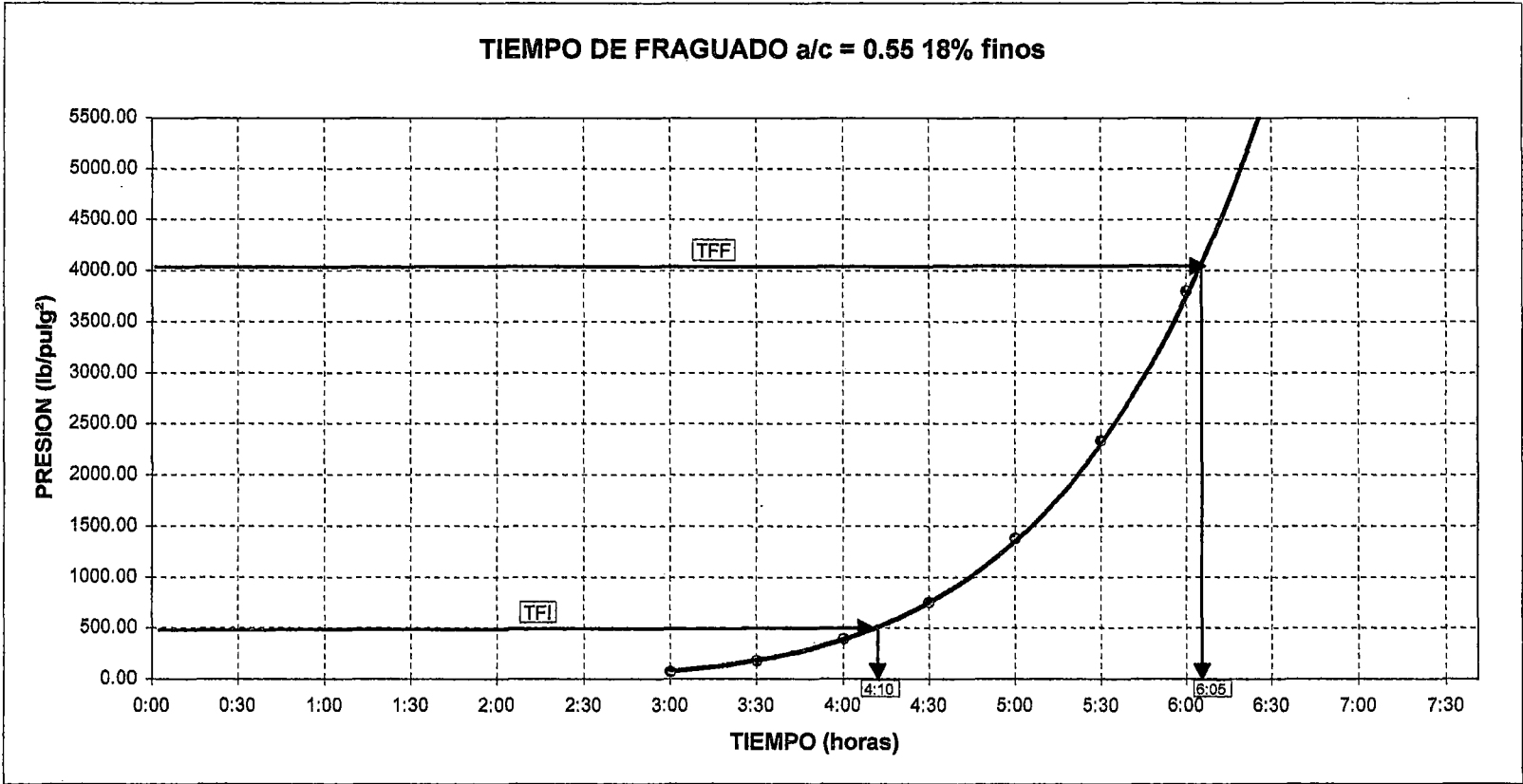
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.55 18% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
9:43	0:00	—	—	—	—	—
12:13	2:30	—	—	—	—	—
12:43	3:00	1 1/8	0.99	75	75.45	5.30
13:13	3:30	13/16	0.52	96	185.15	13.02
13:43	4:00	9/16	0.25	99	398.38	28.00
14:13	4:30	5/16	0.08	58	756.20	53.16
14:43	5:00	4/16	0.05	68	1385.28	97.38
15:13	5:30	4/16	0.05	115	2342.76	164.68
15:43	6:00	3/16	0.03	105	3802.74	267.31
16:13	6:30	3/16	0.03	153	5541.14	389.51
TFI = 4h 10 min TFF = 6h 05 min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

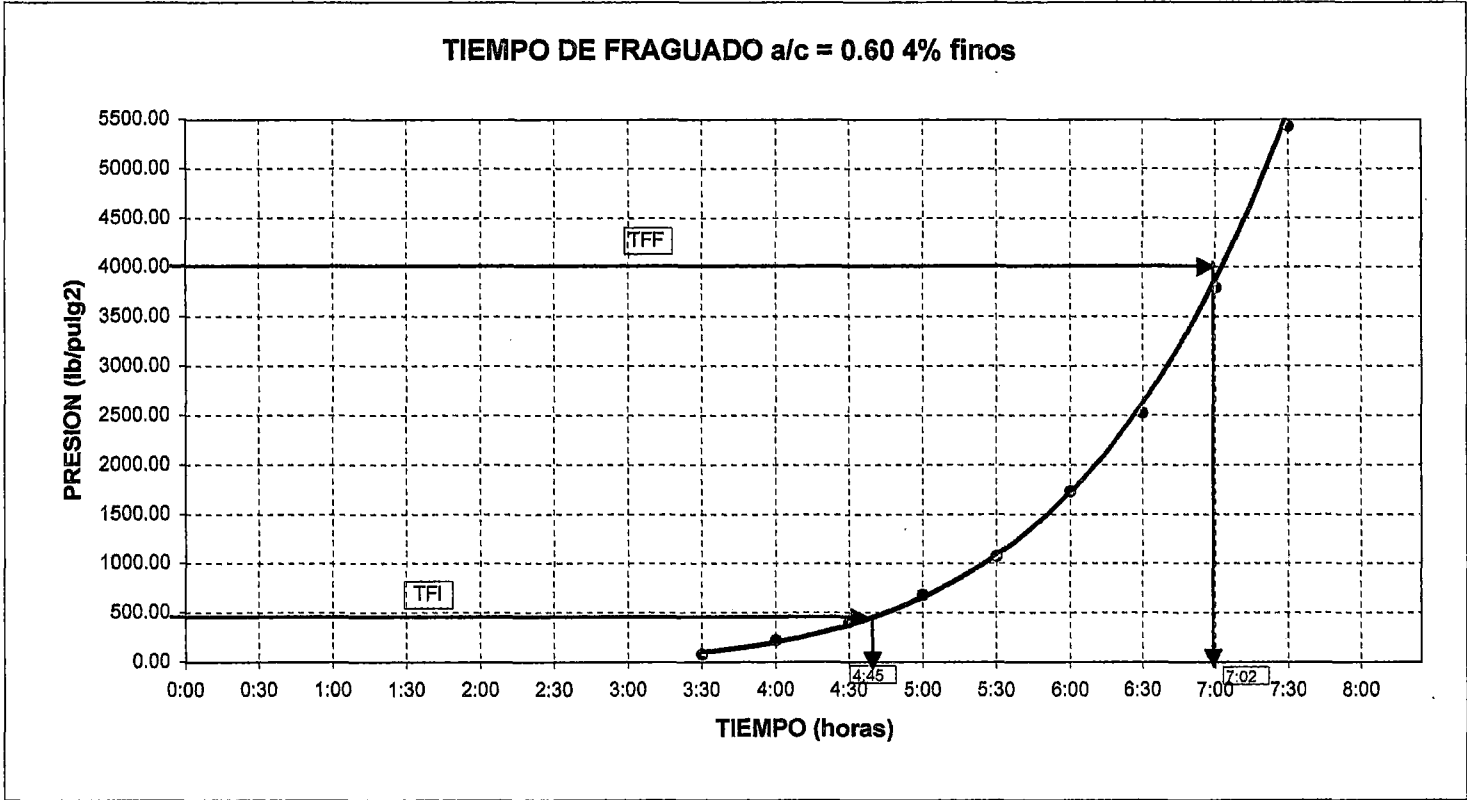


TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.60 4% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
13:10	0:00	—	—	—	—	—
16:10	3:00	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
16:40	3:30	1 1/8	0.99	84	84.51	5.94
17:10	4:00	13/16	0.52	118	227.59	16.00
17:40	4:30	9/16	0.25	104	418.50	29.42
18:10	5:00	5/16	0.08	53	691.01	48.57
18:40	5:30	4/16	0.05	53	1079.71	75.90
19:10	6:00	3/16	0.03	48	1738.40	122.20
19:40	6:30	3/16	0.03	70	2535.16	178.21
20:10	7:00	3/16	0.03	105	3802.74	267.31
20:40	7:30	3/16	0.03	150	5432.49	381.88
TFI = 4h 45 min TFF = 7h 02 min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



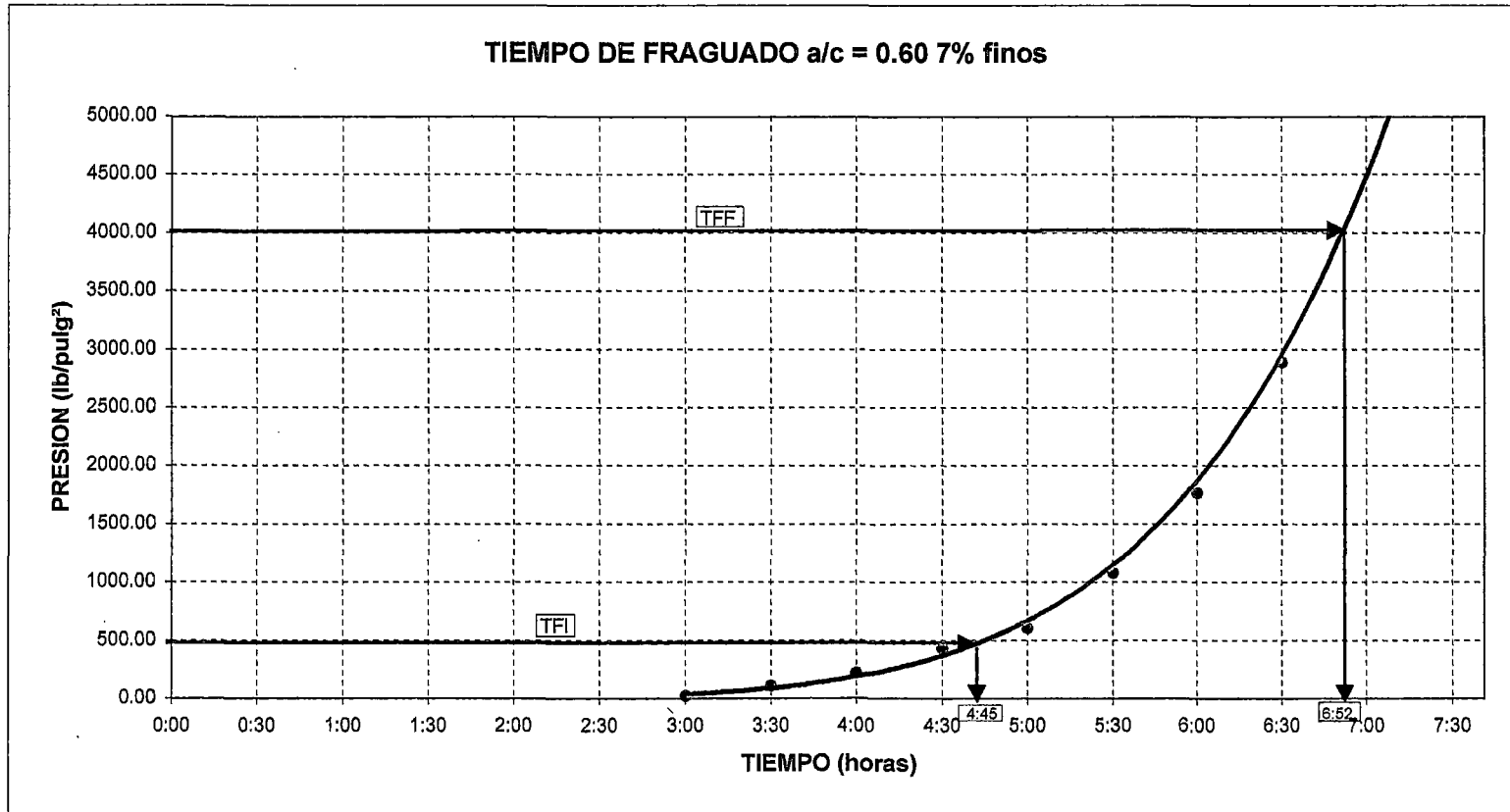
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.60 7% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul^2	Kg/cm^2
12:20	0:00	—	—	—	—	—
14:50	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
15:20	3:00	1 1/8	0.99	28	28.17	1.98
15:50	3:30	13/16	0.52	58	111.86	7.86
16:20	4:00	9/16	0.25	55	221.32	15.56
16:50	4:30	5/16	0.08	33	430.25	30.24
17:20	5:00	4/16	0.05	30	611.15	42.96
17:50	5:30	3/16	0.03	30	1086.50	76.38
18:20	6:00	3/16	0.03	49	1774.61	124.75
18:50	6:30	3/16	0.03	80	2897.33	203.67
TFI = 4h 45 min TFF= 6h 52 min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



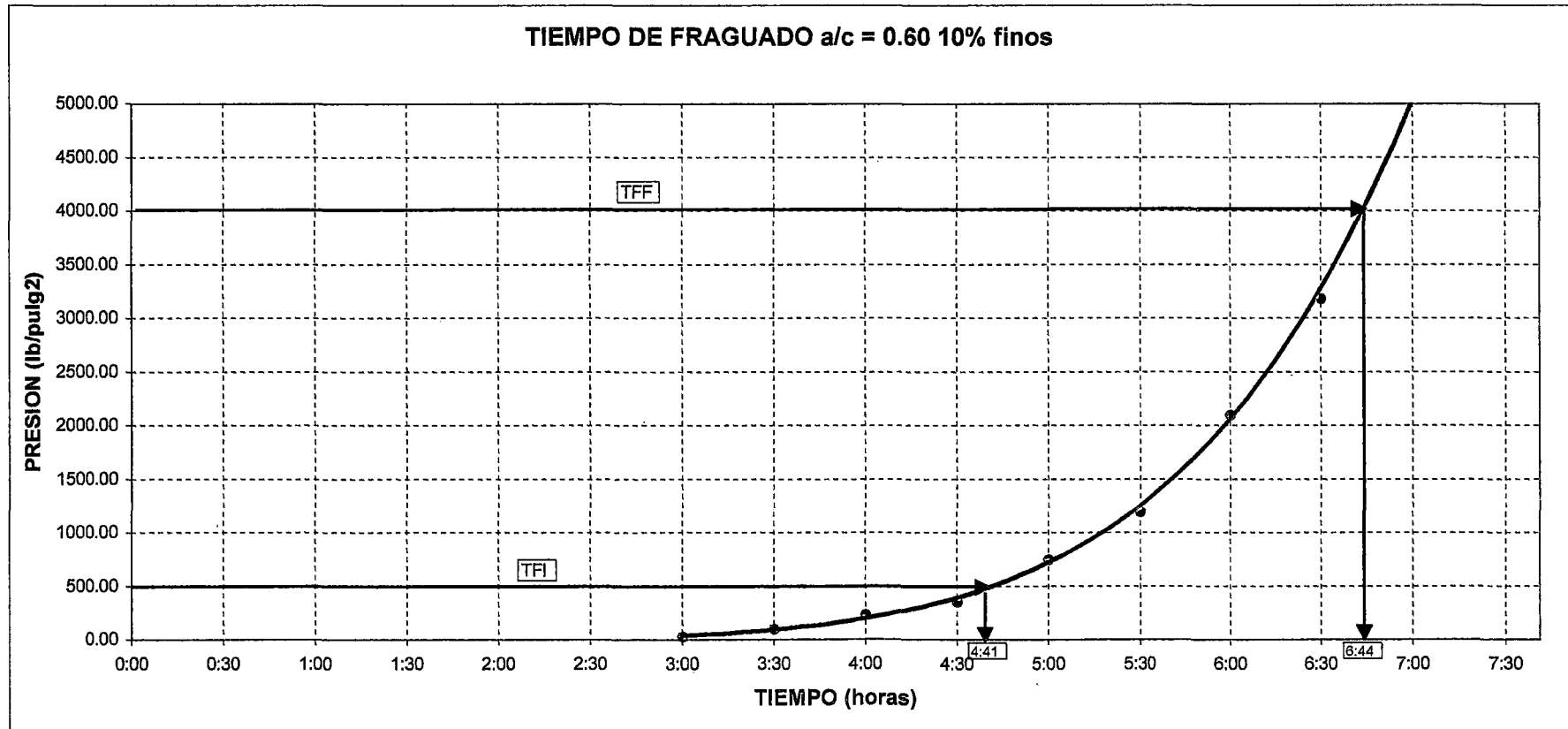
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.60 10% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul^2	Kg/cm^2
1:45	0:00	—	—	—	—	—
4:15	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
4:45	3:00	1 1/8	0.99	33	33.20	2.33
5:15	3:30	13/16	0.52	53	102.22	7.19
5:45	4:00	9/16	0.25	58	233.40	16.41
6:15	4:30	5/16	0.08	27	352.03	24.75
6:45	5:00	4/16	0.05	37	753.76	52.99
7:15	5:30	3/16	0.03	33	1195.15	84.01
7:45	6:00	3/16	0.03	58	2100.56	147.66
8:15	6:30	3/16	0.03	88	3187.06	224.03
TFI = 4h 41 min						
TFF = 6h 44 min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



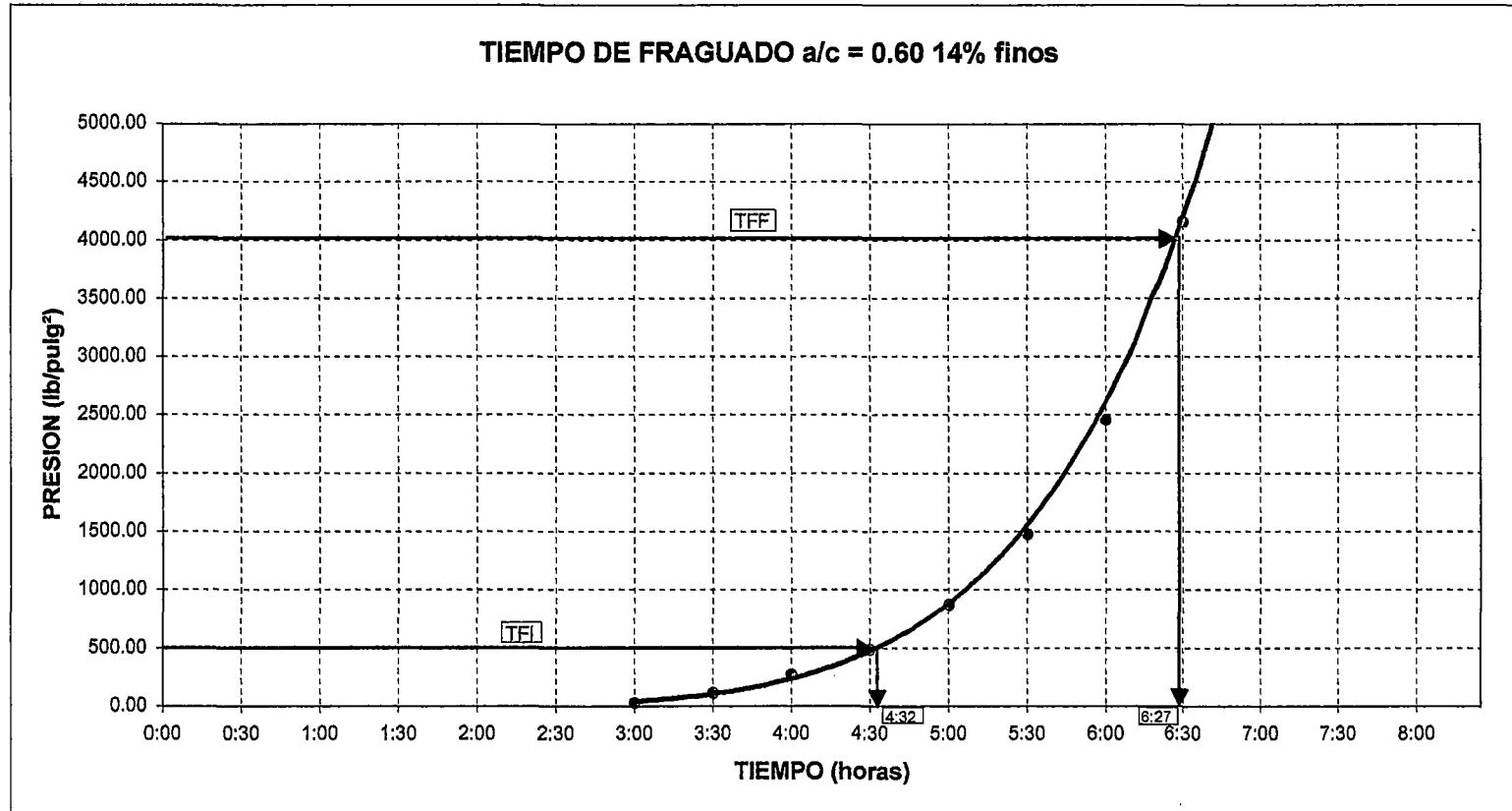
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.60 14% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (Lb.)	PRESION	
					lb./pul^2	Kg/cm^2
10:25	0:00	—	—	—	—	—
12:55	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
13:25	3:00	1 1/8	0.99	35	35.21	2.48
13:55	3:30	13/16	0.52	63	121.51	8.54
14:25	4:00	9/16	0.25	69	277.66	19.52
14:55	4:30	5/16	0.08	38	495.44	34.83
15:25	5:00	4/16	0.05	43	875.99	61.58
15:55	5:30	3/16	0.03	41	1484.88	104.38
16:25	6:00	3/16	0.03	68	2462.73	173.12
16:55	6:30	3/16	0.03	115	4164.91	292.77
TFI = 4h 32min TFF = 6h 27min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



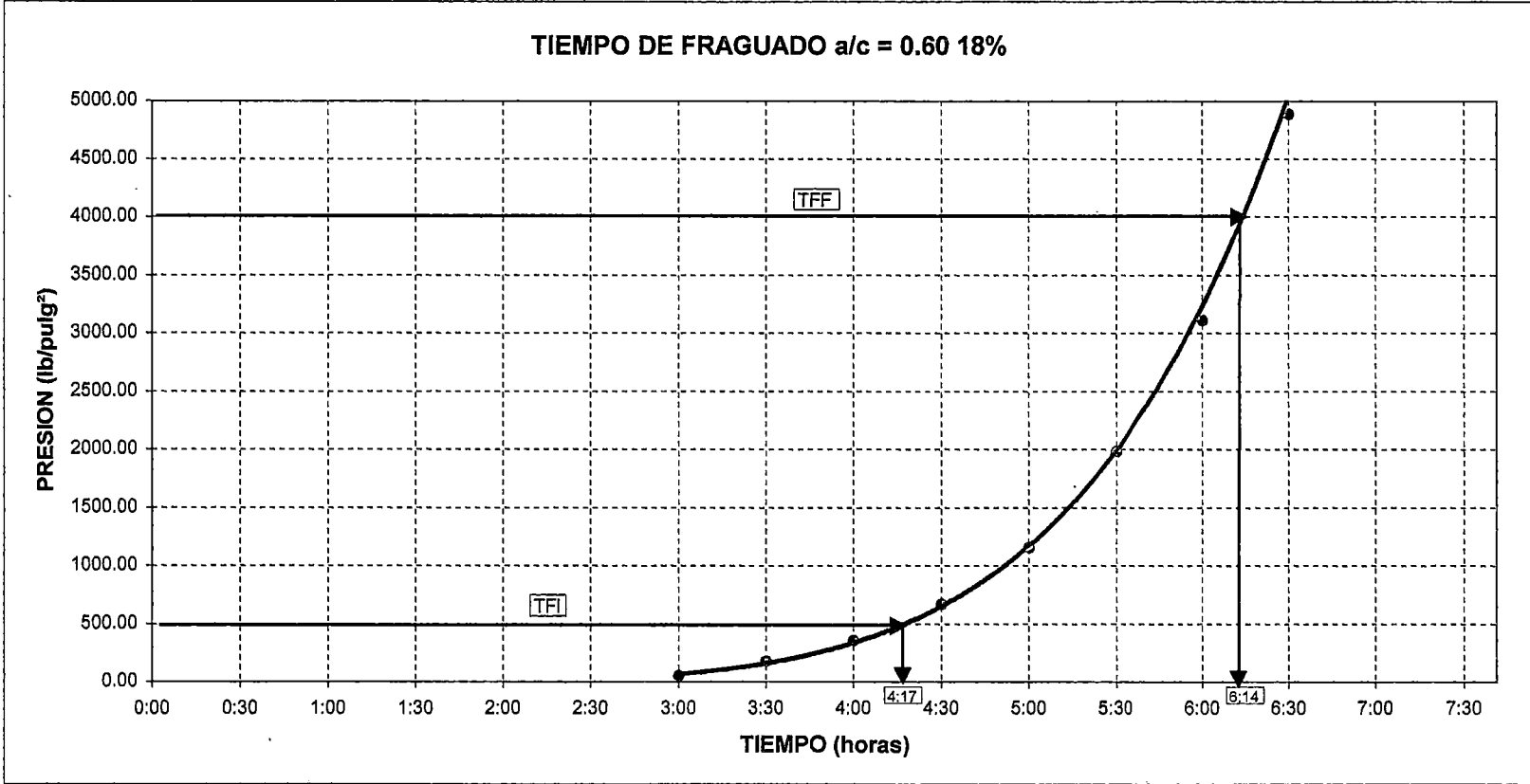
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.60 18% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
9:55	0:00	—	—	—	—	—
12:25	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
12:55	3:00	1 1/8	0.99	58	58.35	4.10
13:25	3:30	13/16	0.52	95	183.23	12.88
13:55	4:00	9/16	0.25	90	362.17	25.46
14:25	4:30	5/16	0.08	52	677.97	47.66
14:55	5:00	4/16	0.05	57	1161.19	81.63
15:25	5:30	3/16	0.03	55	1991.91	140.02
15:55	6:00	3/16	0.03	86	3114.63	218.94
16:25	6:30	3/16	0.03	135	4889.24	343.69
TFI = 4h 17min TFF = 6h 14min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

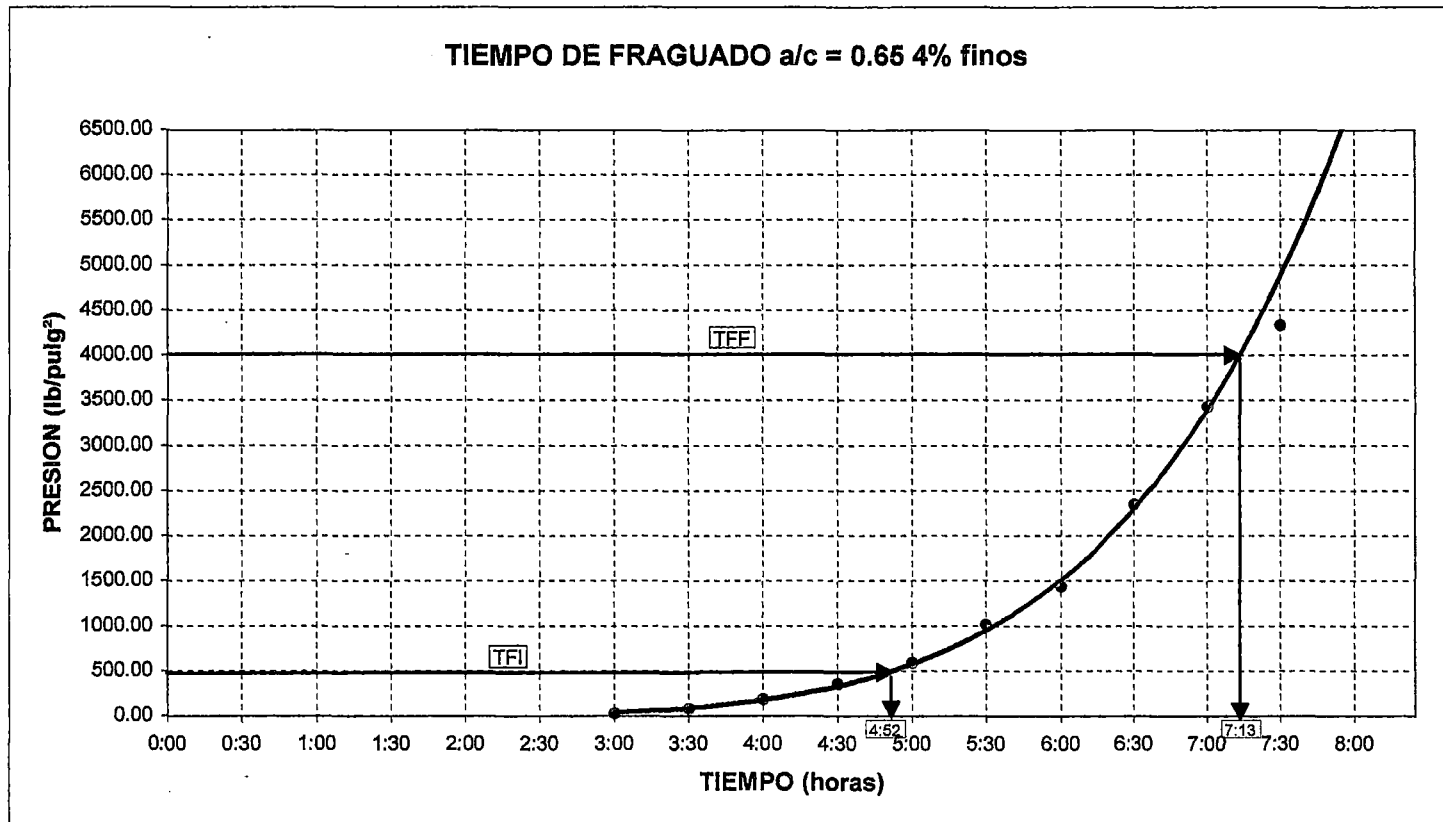
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.65 4% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					Lb. /pul ²	Kg/cm ²
1:32	0:00	-----	-----	-----	-----	-----
4:02	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
4:32	3:00	1 1/8	0.99	35	35.21	2.48
5:02	3:30	13/16	0.52	45	86.79	6.10
5:32	4:00	13/16	0.52	100	192.87	13.56
6:02	4:30	9/16	0.25	90	362.17	25.46
6:32	5:00	5/16	0.08	46	599.75	42.16
7:02	5:30	4/16	0.05	50	1018.59	71.60
7:32	6:00	3/16	0.03	40	1448.66	101.83
8:02	6:30	3/16	0.03	65	2354.08	165.48
8:32	7:00	3/16	0.03	95	3440.58	241.86
9:02	7:30	3/16	0.03	120	4345.99	305.50
TFI = 4h 52min						
TFF = 7h 13min						

TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGREGADO MAS FINO QUE PASA LA MALLA N° 100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



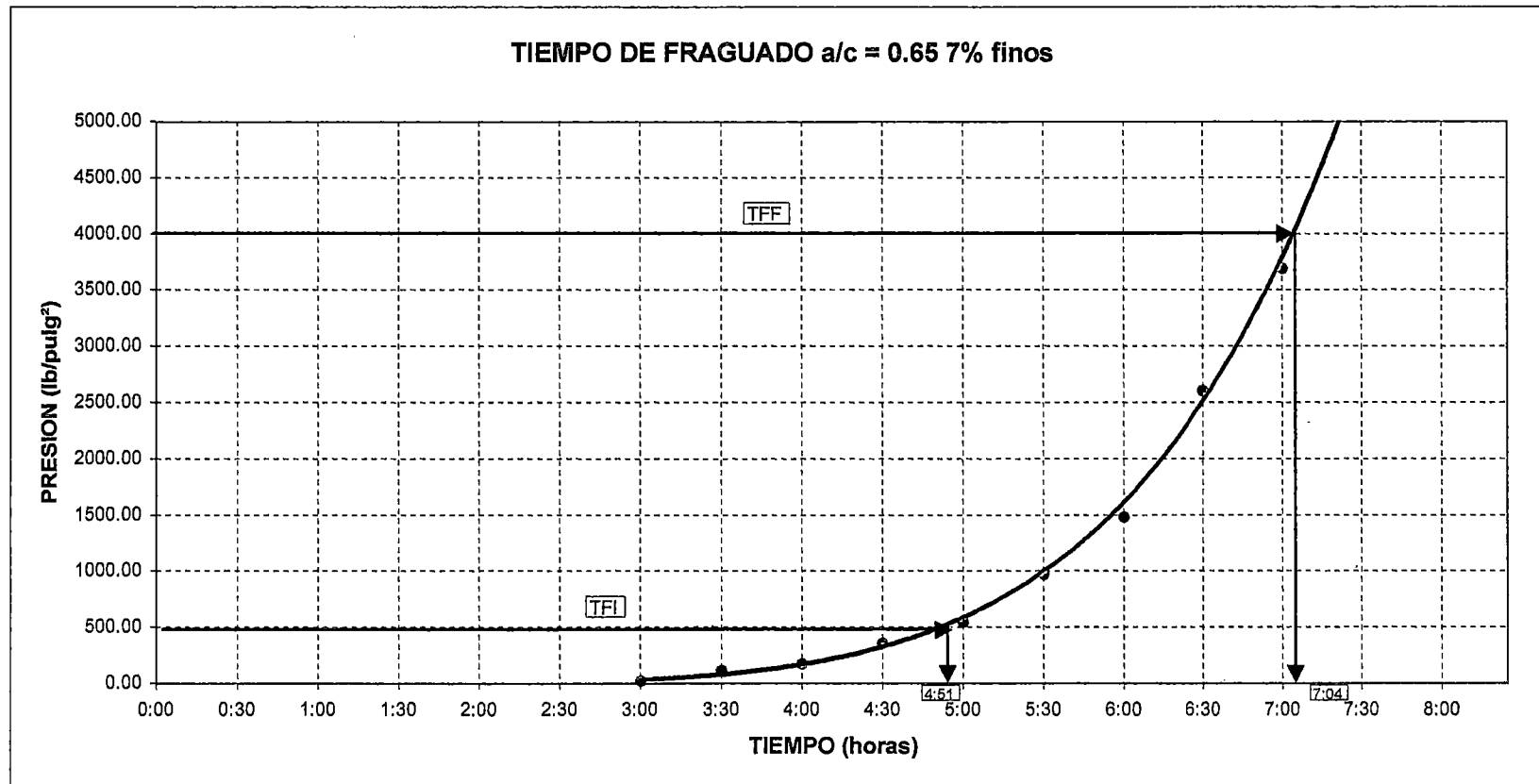
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.65 7% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
10:40	0:00	----	----	----	----	----
13:10	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
13:40	3:00	1 1/8	0.99	25	25.15	1.77
14:10	3:30	13/16	0.52	62	119.58	8.41
14:40	4:00	13/16	0.52	91	175.51	12.34
15:10	4:30	9/16	0.25	90	362.17	25.46
15:40	5:00	5/16	0.08	42	547.59	38.49
16:10	5:30	4/16	0.05	48	977.85	68.74
16:40	6:00	3/16	0.03	41	1484.88	104.38
17:10	6:30	3/16	0.03	72	2607.59	183.30
17:40	7:00	3/16	0.03	102	3694.09	259.68
TFI = 4h 51min TFF = 7h 04min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

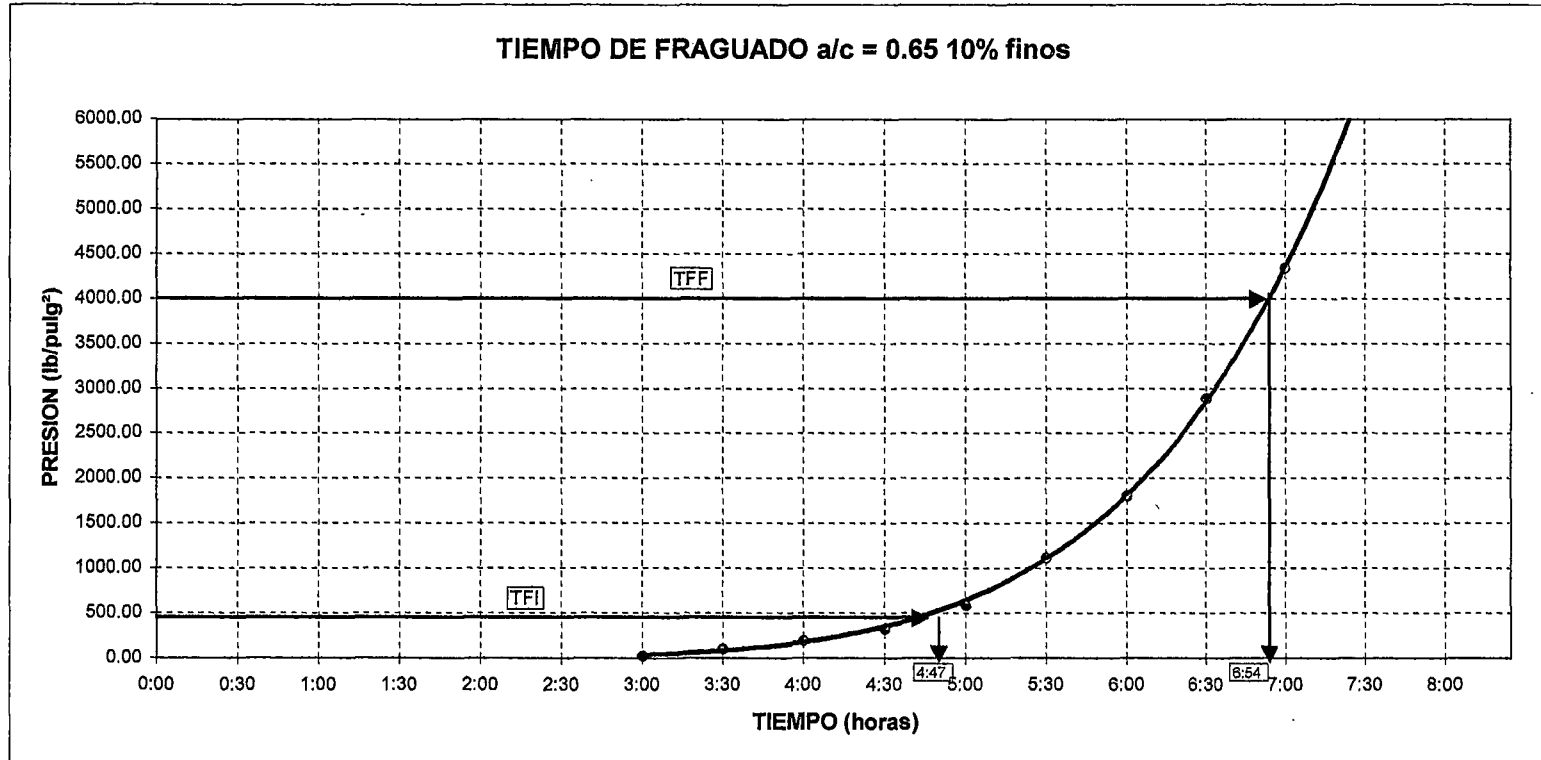
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.65 10% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. ²)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
3:05	0:00	----	----	----	----	----
5:35	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
6:05	3:00	1 1/8	0.99	30	30.18	2.12
6:35	3:30	13/16	0.52	54	104.15	7.32
7:05	4:00	9/16	0.25	50	201.20	14.14
7:35	4:30	5/16	0.08	25	325.95	22.91
8:05	5:00	4/16	0.05	29	590.78	41.53
8:35	5:30	3/16	0.03	31	1122.71	78.92
9:05	6:00	3/16	0.03	50	1810.83	127.29
9:35	6:30	3/16	0.03	80	2897.33	203.67
10:05	7:00	3/16	0.03	120	4345.99	305.50
10:35	7:30	3/16	0.03	150	5432.49	381.88
TFI = 4h 47min TFF = 6h 54min						

TESIS: "INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE AGREGADO MAS FINO QUE PASA LA MALLA N° 100 EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO DE BAJA Y MEDIANA RESISTENCIA FABRICADO CON CEMENTO TIPO I ANDINO"

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



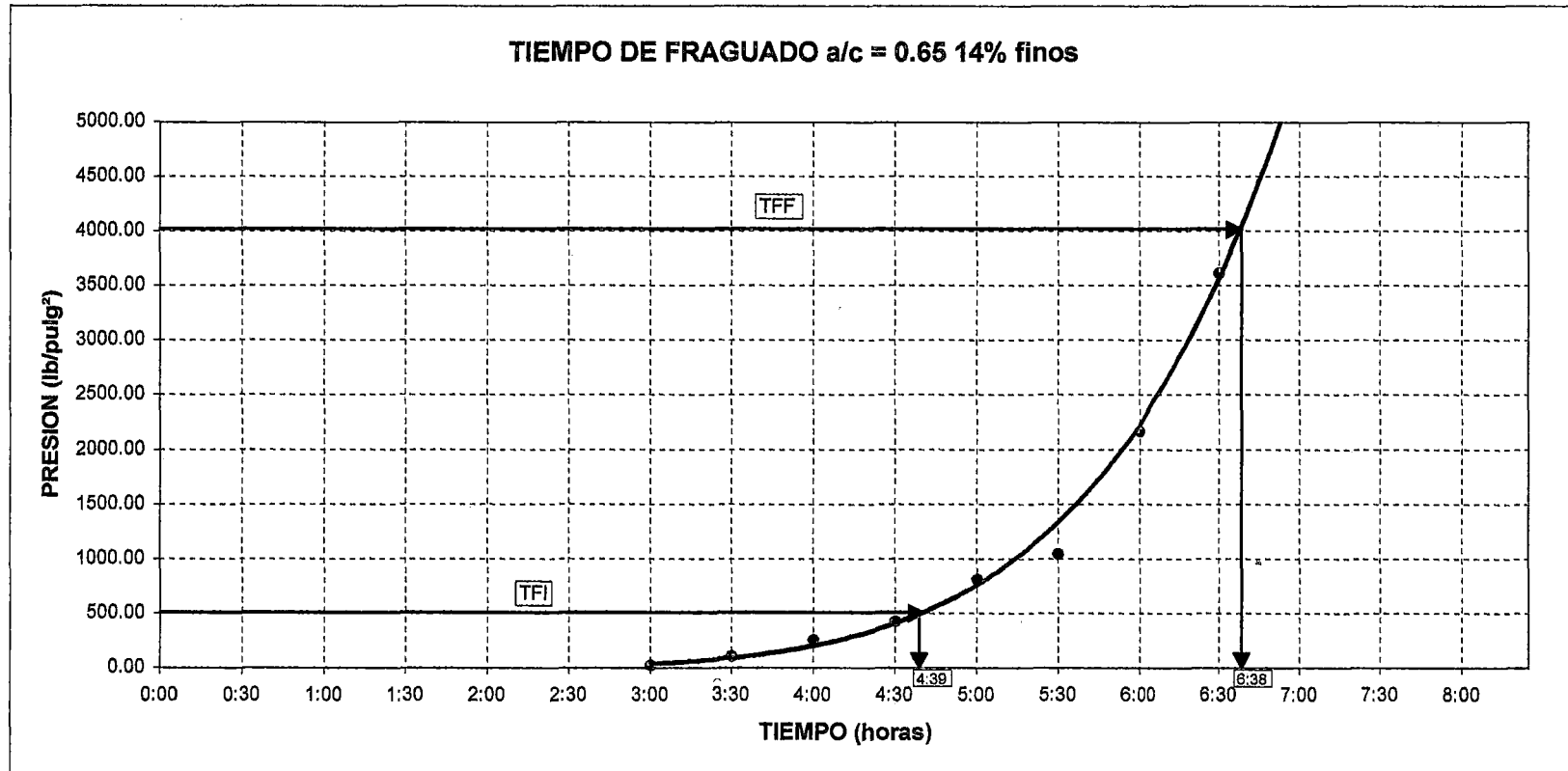
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.65 14% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
12:30	0:00	—	—	—	—	—
15:00	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
15:30	3:00	1 1/8	0.99	28	28.17	1.98
16:00	3:30	13/16	0.52	58	111.86	7.86
16:30	4:00	9/16	0.25	65	261.56	18.39
17:00	4:30	5/16	0.08	33	430.25	30.24
17:30	5:00	4/16	0.05	40	814.87	57.28
18:00	5:30	3/16	0.03	29	1050.28	73.83
18:30	6:00	3/16	0.03	60	2173.00	152.75
19:00	6:30	3/16	0.03	100	3621.66	254.58
TFI = 4h 39min TFF= 6h 38min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



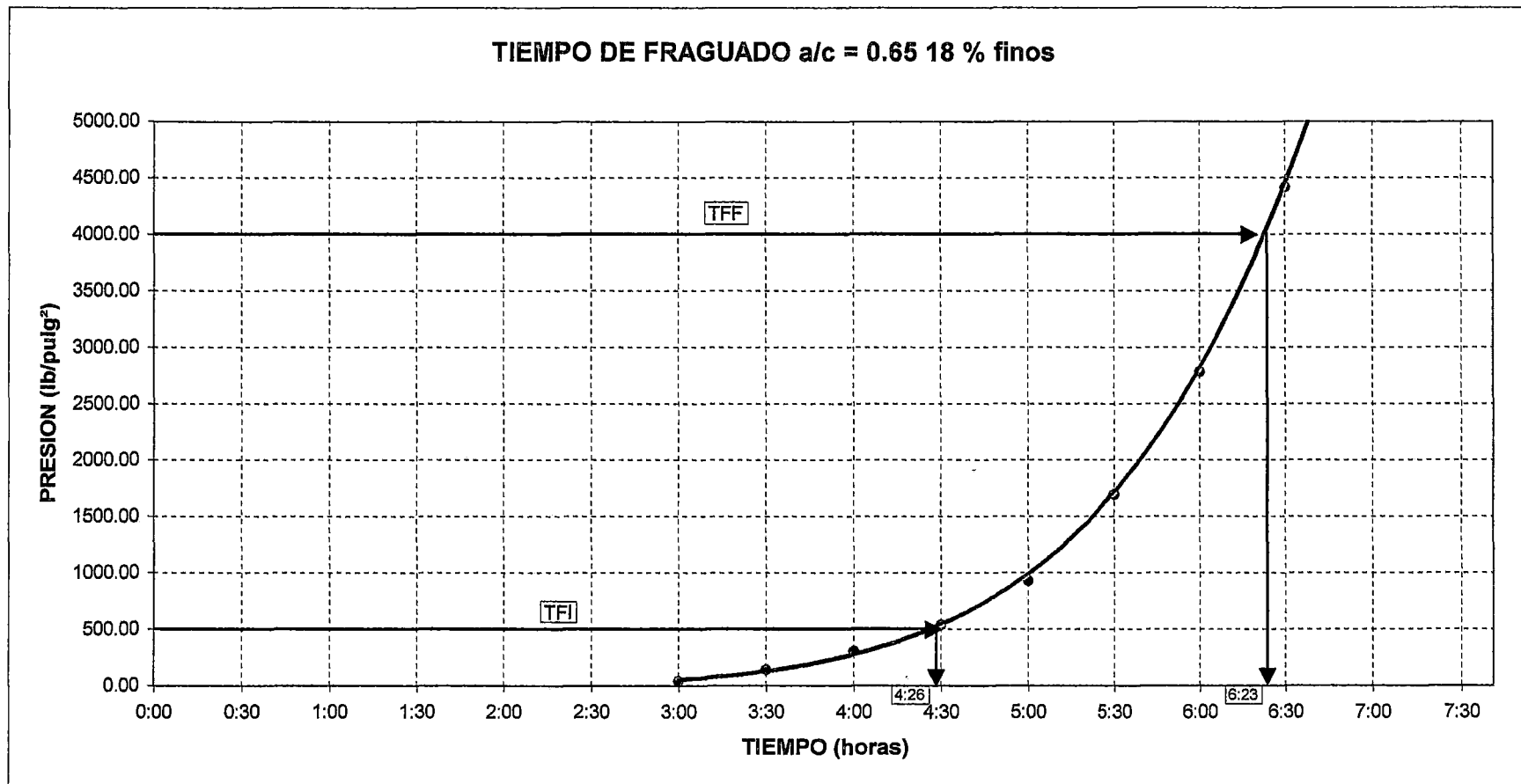
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.65 18% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
12:00	0:00	—	—	—	—	—
14:30	2:30	1 1/8	0.99	0	—	—
15:00	3:00	1 1/8	0.99	47	47.28	3.32
15:30	3:30	13/16	0.52	75	144.65	10.17
16:00	4:00	9/16	0.25	77	309.85	21.78
16:30	4:30	5/16	0.08	42	547.59	38.49
17:00	5:00	4/16	0.05	46	937.10	65.87
17:30	5:30	3/16	0.03	47	1702.18	119.65
18:00	6:00	3/16	0.03	77	2788.68	196.03
18:30	6:30	3/16	0.03	122	4418.42	310.59
<p align="center">TFI = 4h 26min TFF= 6h 23min</p>						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



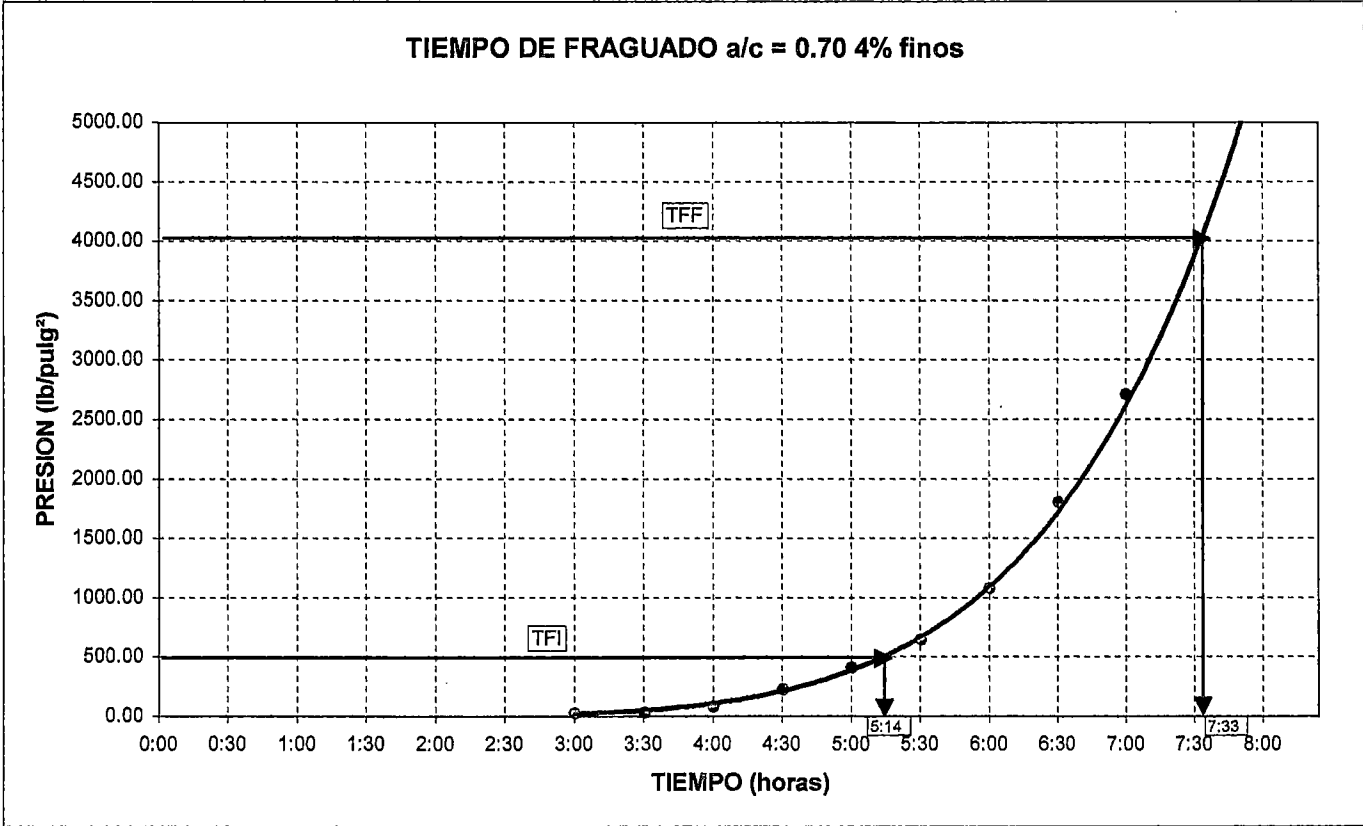
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.70 4% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
2:55	0:00	—	—	—	—	—
5:25	2:30	—	—	0	—	—
5:55	3:00	1 1/8	0.99	31	31.19	2.19
6:25	3:30	1 1/8	0.99	37	37.22	2.62
6:55	4:00	13/16	0.52	44	84.86	5.97
7:25	4:30	9/16	0.25	58	233.40	16.41
7:55	5:00	5/16	0.08	32	417.22	29.33
8:25	5:30	4/16	0.05	32	651.90	45.83
8:55	6:00	3/16	0.03	30	1086.50	76.38
9:25	6:30	3/16	0.03	50	1810.83	127.29
9:55	7:00	3/16	0.03	75	2716.24	190.94
TFI = 5h 14min						
TFF = 7h 33min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



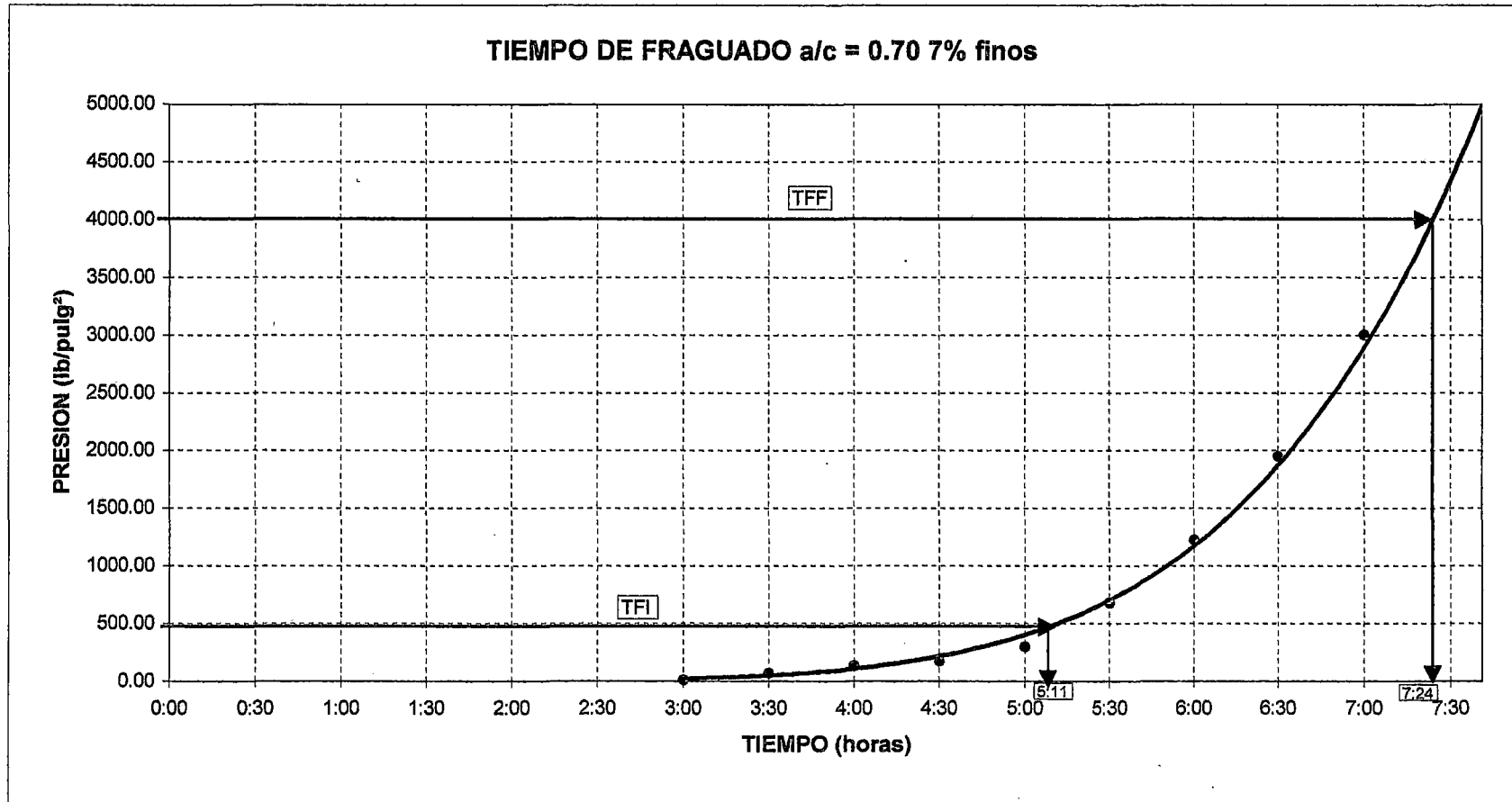
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.70 7% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
10:43	0:00	-----	-----	-----	-----	-----
13:13	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
13:43	3:00	1 1/8	0.99	15	15.09	1.06
14:13	3:30	13/16	0.52	40	77.15	5.42
14:43	4:00	9/16	0.25	35	140.84	9.90
15:13	4:30	5/16	0.08	14	182.53	12.83
15:43	5:00	4/16	0.05	15	305.58	21.48
16:13	5:30	3/16	0.03	19	688.12	48.37
16:43	6:00	3/16	0.03	34	1231.36	86.56
17:13	6:30	3/16	0.03	54	1955.70	137.48
17:43	7:00	3/16	0.03	83	3005.98	211.30
TFI = 5h 11min TFF = 7h 24min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



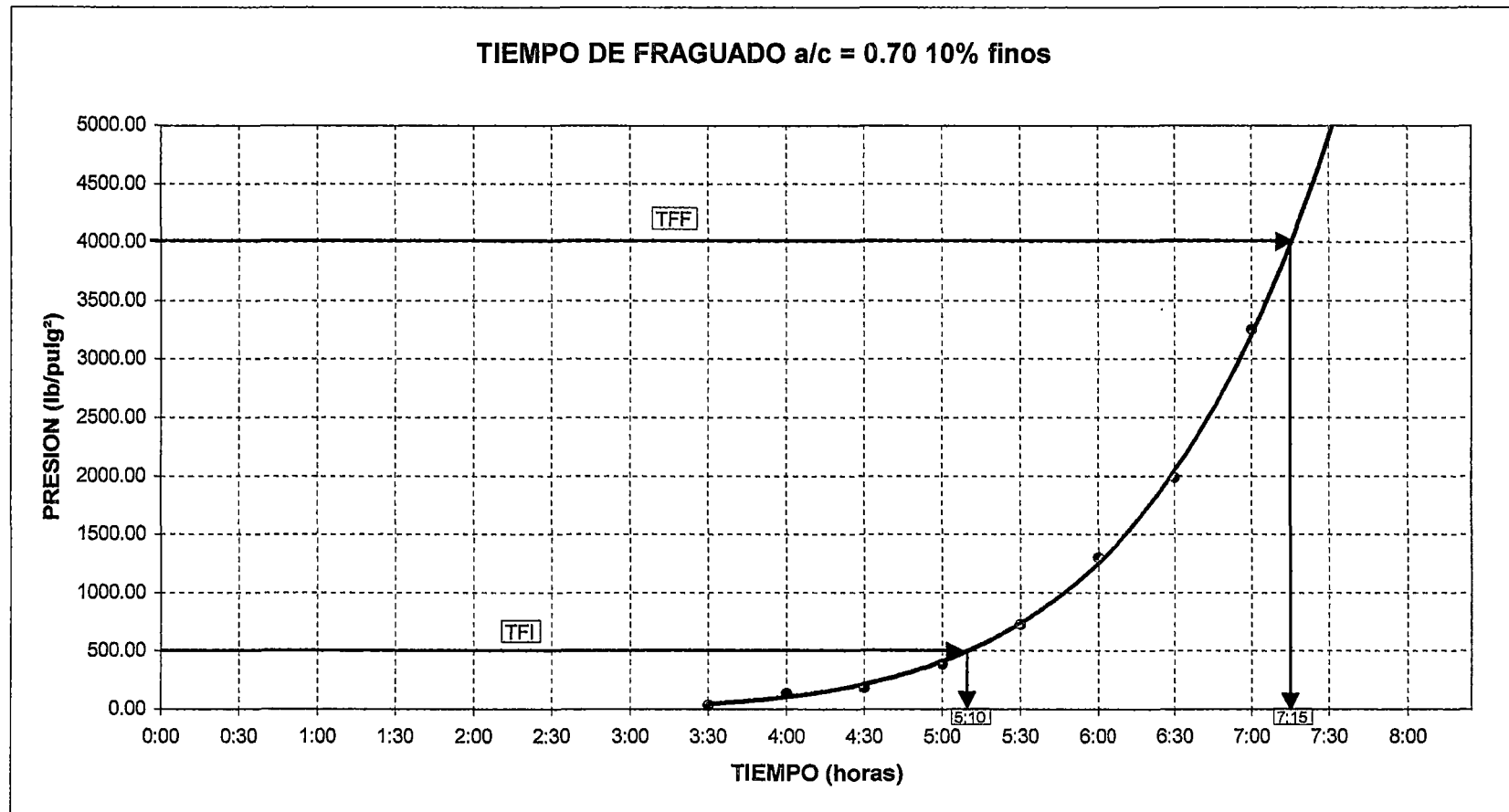
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.70 10% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg.2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					Lb./pul^2	Kg/cm^2
10:45	0:00	----	----	----	----	----
13:15	2:30	----	----	----	----	----
13:45	3:00	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
14:15	3:30	1 1/8	0.99	41	41.25	2.90
14:45	4:00	13/16	0.52	73	140.79	9.90
15:15	4:30	9/16	0.25	48	193.16	13.58
15:45	5:00	5/16	0.08	30	391.14	27.50
16:15	5:30	4/16	0.05	36	733.39	51.55
16:45	6:00	3/16	0.03	36	1303.80	91.85
17:15	6:30	3/16	0.03	55	1991.91	140.02
17:45	7:00	3/16	0.03	90	3259.49	229.13
TFI = 5h 10 min TFF = 7h 15 min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



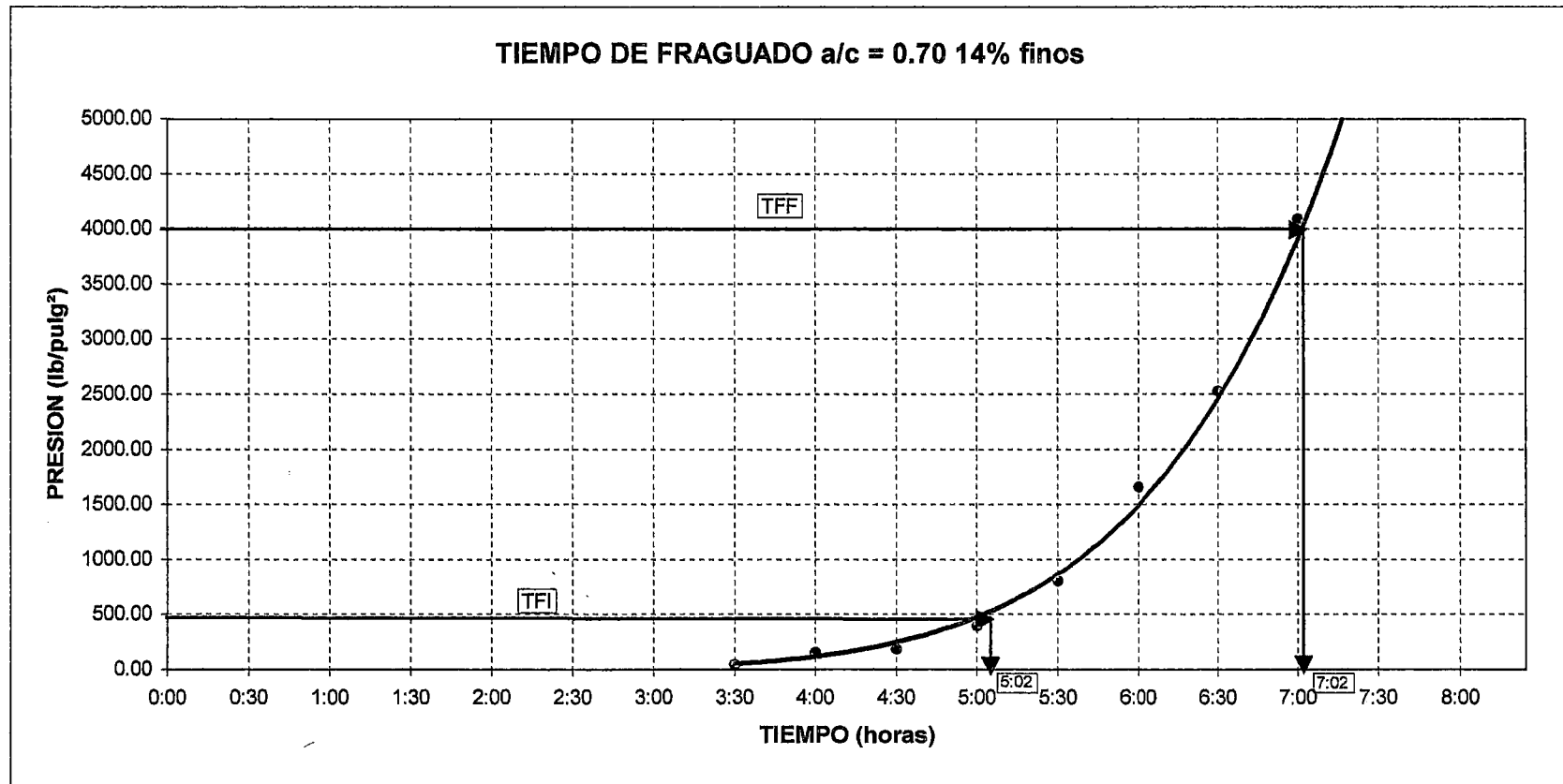
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.70 14% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
12:30	0:00	-----	-----	-----	-----	-----
15:00	2:30	1 1/8	0.99	.....	.....	.....
15:30	3:00	1 1/8	0.99	.....	.....	.....
16:00	3:30	1 1/8	0.99	51	51.31	3.61
16:30	4:00	13/16	0.52	83	160.08	11.25
17:00	4:30	9/16	0.25	48	193.16	13.58
17:30	5:00	5/16	0.08	31	404.18	28.41
18:00	5:30	4/16	0.05	40	814.87	57.28
18:30	6:00	3/16	0.03	46	1665.96	117.11
19:00	6:30	3/16	0.03	70	2535.16	178.21
19:30	7:00	3/16	0.03	113	4092.47	287.68
TFI = 5h 02min TFF = 7h 02min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



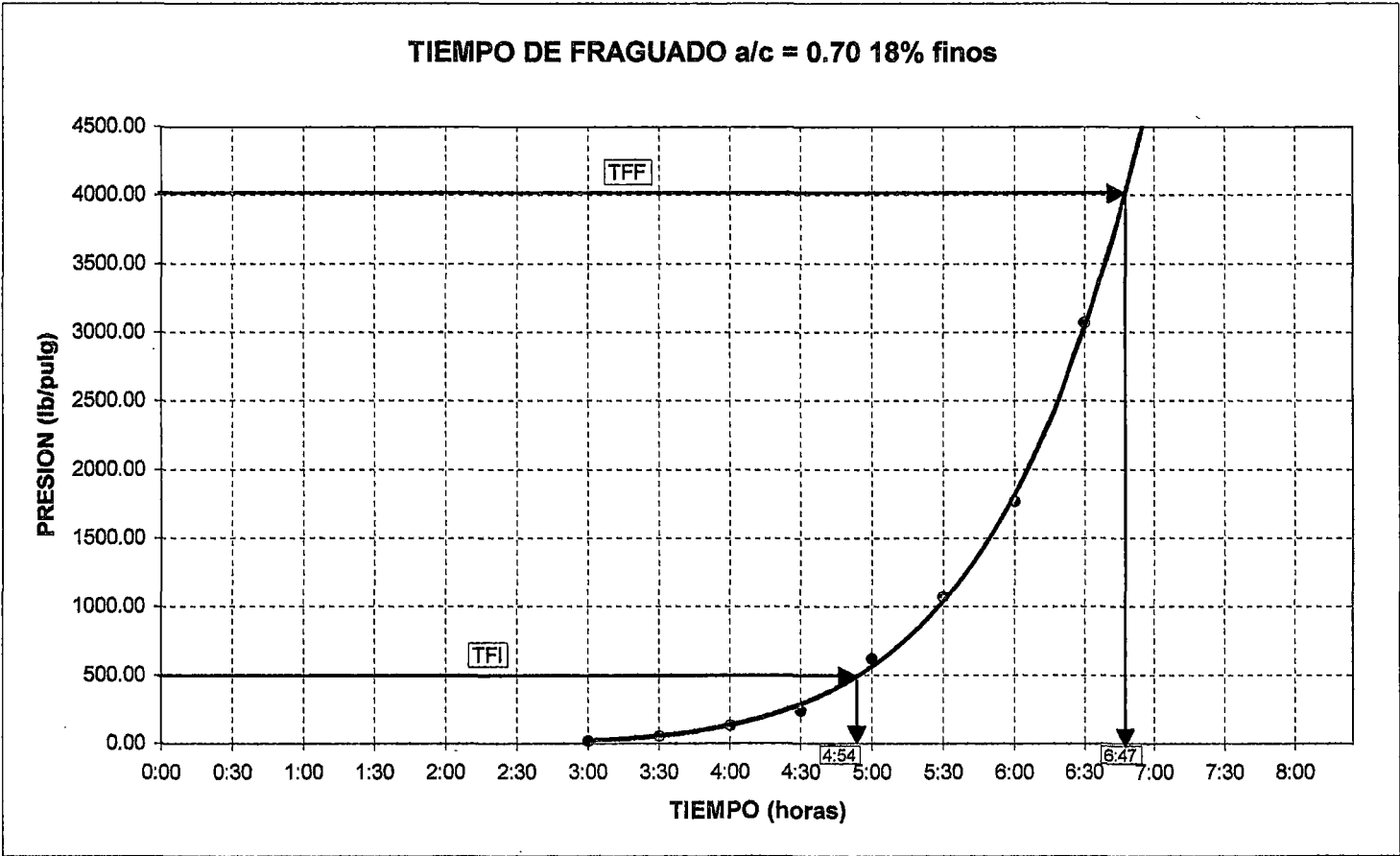
TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

Relación a/c=0.70 18% finos						
HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (h:m)	DIAMETRO AGUJA (pulg.)	AREA (pulg. 2)	FUERZA (lb.)	PRESION	
					lb./pul ²	Kg/cm ²
10:41	0:00	—	—	—	—	—
13:11	2:30	1 1/8	0.99	0	0.00	0.00
13:41	3:00	1 1/8	0.99	22	22.13	1.56
14:11	3:30	13/16	0.52	30	57.86	4.07
14:41	4:00	13/16	0.52	71	136.94	9.63
15:11	4:30	9/16	0.25	60	241.44	16.97
15:41	5:00	5/16	0.08	48	625.82	43.99
16:11	5:30	4/16	0.05	53	1079.71	75.90
16:41	6:00	3/16	0.03	49	1774.61	124.75
17:11	6:30	3/16	0.03	85	3078.41	216.40
TFI = 4h 54min TFF= 6h 47min						

TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA N.T.P. 339,082

ENSAYO DE CONCRETO FRESCO



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.2	515	52530	181.5	289.5	285.1
	15.3	505	51510	183.9	280.2	
	15.3	515	52530	183.9	285.7	
14	15.2	580	59160	181.5	326.0	325.6
	15.2	570	58140	181.5	320.4	
	15.1	580	59160	179.1	330.4	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.30	685	69870	183.9	380.0	366.8
	15.20	650	66300	181.5	365.4	
	15.20	665	67830	181.5	373.8	
	15.20	660	67320	181.5	371.0	
	15.15	630	64260	180.3	356.5	
	15.20	630	64260	181.5	354.1	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.1	495	50490	179.1	281.9	288.3
	15.0	510	52020	176.7	294.4	
	15.0	500	51000	176.7	288.6	
14	15.1	590	60180	179.1	336.1	334.2
	15.2	580	59160	181.5	326.0	
	15.0	590	60180	176.7	340.5	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.25	670	68340	182.7	374.1	372.7
	15.20	665	67830	181.5	373.8	
	15.20	660	67320	181.5	371.0	
	15.30	670	68340	183.9	371.7	
	15.20	665	67830	181.5	373.8	
	15.30	670	68340	183.9	371.7	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	f'c	f'c PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
07	15.2	515	52530	181.5	289.5	289.7
	15.3	520	53040	183.9	288.5	
	15.3	525	53550	183.9	291.3	
14	15.3	605	61710	183.9	335.6	338.1
	15.3	605	61710	183.9	335.6	
	15.2	610	62220	181.5	342.9	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	f'c	f'c PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
28	15.2	690	70380	181.5	387.9	375.8
	15.2	660	67320	181.5	371.0	
	15.2	670	68340	181.5	376.6	
	15.2	650	66300	181.5	365.4	
	15.3	700	71400	183.9	388.4	
	15.2	650	66300	181.5	365.4	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,55$ ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
07	15.3	510	52020	183.9	282.9	287.0
	15.0	505	51510	176.7	291.5	
	15.2	510	52020	181.5	286.7	
14	15.2	590	60180	181.5	331.6	332.1
	15.3	590	60180	183.9	327.3	
	15.2	600	61200	181.5	337.3	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,55$ ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
28	15.2	650	66300	181.5	365.4	370.1
	15.2	660	67320	181.5	371.0	
	15.2	670	68340	181.5	376.6	
	15.2	655	66810	181.5	368.2	
	15.2	660	67320	181.5	371.0	
	15.2	655	66810	181.5	368.2	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 18% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.3	510	52020	183.9	282.9	283.2
	15.1	495	50490	179.1	281.9	
	15.1	500	51000	179.1	284.8	
14	15.2	575	58650	181.5	323.2	320.4
	15.1	550	56100	179.1	313.3	
	15.1	570	58140	179.1	324.7	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,55 ARENA 18% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.20	620	63240	181.5	348.5	358.4
	15.20	645	65790	181.5	362.6	
	15.20	655	66810	181.5	368.2	
	15.25	685	69870	182.7	382.5	
	15.20	630	64260	181.5	354.1	
	15.20	595	60690	181.5	334.5	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,60 ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.30	445	45390	183.9	246.9	250.0
	15.20	450	45900	181.5	253.0	
	15.20	445	45390	181.5	250.1	
14	15.20	520	53040	181.5	292.3	293.9
	15.20	515	52530	181.5	289.5	
	15.15	530	54060	180.3	299.9	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,60 ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	610	62220	181.5	342.9	345.8
	15.2	615	62730	181.5	345.7	
	15.3	630	64260	183.9	349.5	
	15.3	610	62220	183.9	338.4	
	15.2	630	64260	181.5	354.1	
	15.3	620	63240	183.9	344.0	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,60$ ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
07	15.20	475	48450	181.5	267.0	266.1
	15.20	470	47940	181.5	264.2	
	15.20	475	48450	181.5	267.0	
14	15.25	550	56100	182.7	307.1	305.7
	15.20	555	56610	181.5	312.0	
	15.20	530	54060	181.5	297.9	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,60$ ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
28	15.2	650	66300	181.5	365.4	353.3
	15.3	645	65790	183.9	357.8	
	15.2	600	61200	181.5	337.3	
	15.2	600	61200	181.5	337.3	
	15.2	625	63750	181.5	351.3	
	15.2	660	67320	181.5	371.0	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,60$ ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	$f'c$	$f'c$ PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
07	15.20	480	48960	181.5	269.8	270.8
	15.20	485	49470	181.5	272.6	
	15.20	480	48960	181.5	269.8	
14	15.25	550	56100	182.7	307.1	310.4
	15.20	550	56100	181.5	309.2	
	15.20	560	57120	181.5	314.8	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,60$ ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	$f'c$	$f'c$ PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
28	15.2	605	61710	181.5	340.1	356.6
	15.3	625	63750	183.9	346.7	
	15.2	605	61710	181.5	340.1	
	15.2	695	70890	181.5	390.7	
	15.2	600	61200	181.5	337.3	
	15.2	685	69870	181.5	385.0	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,60 ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.20	480	48960	181.5	269.8	264.3
	15.50	475	48450	188.7	256.8	
	15.30	480	48960	183.9	266.3	
14	15.30	545	55590	183.9	302.4	304.2
	15.20	535	54570	181.5	300.7	
	15.05	540	55080	177.9	309.6	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,60 ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.3	615	62730	183.9	341.2	352.0
	15.2	595	60690	181.5	334.5	
	15.2	640	65280	181.5	359.8	
	15.2	655	66810	181.5	368.2	
	15.2	665	67830	181.5	373.8	
	15.2	595	60690	181.5	334.5	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)**(RELACION a/c = 0,60 ARENA 18% finos)**

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.0	440	44880	176.7	254.0	247.4
	15.2	430	43860	181.5	241.7	
	15.4	450	45900	186.3	246.4	
14	15.2	500	51000	181.5	281.1	287.0
	15.1	515	52530	179.1	293.3	
	15.2	510	52020	181.5	286.7	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)**(RELACION a/c = 0,60 ARENA 18% finos)**

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	690	70380	181.5	387.9	343.8
	15.2	565	57630	181.5	317.6	
	15.2	600	61200	181.5	337.3	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	
	15.2	565	57630	181.5	317.6	
	15.2	690	70380	181.5	387.9	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,65$ ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
07	15.20	335	34170	181.5	188.3	189.0
	15.25	340	34680	182.7	189.9	
	15.40	345	35190	186.3	188.9	
14	15.20	425	43350	181.5	238.9	238.0
	15.20	425	43350	181.5	238.9	
	15.20	420	42840	181.5	236.1	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,65$ ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
28	15.2	565	57630	181.5	317.6	309.4
	15.2	570	58140	181.5	320.4	
	15.2	535	54570	181.5	300.7	
	15.2	540	55080	181.5	303.5	
	15.3	555	56610	183.9	307.9	
	15.2	545	55590	181.5	306.4	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,65 ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.25	360	36720	182.7	201.0	196.8
	15.20	345	35190	181.5	193.9	
	15.25	350	35700	182.7	195.5	
14	15.05	440	44880	177.9	252.3	247.0
	15.30	445	45390	183.9	246.9	
	15.20	430	43860	181.5	241.7	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,65 ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	550	56100	181.5	309.2	313.2
	15.3	560	57120	183.9	310.7	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	
	15.2	565	57630	181.5	317.6	
	15.2	555	56610	181.5	312.0	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,65 ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
07	14.90	335	34170	174.4	196.0	199.6
	15.20	355	36210	181.5	199.5	
	14.95	350	35700	175.5	203.4	
14	15.20	440	44880	181.5	247.3	250.1
	15.20	455	46410	181.5	255.8	
	15.20	440	44880	181.5	247.3	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,65 ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
28	15.2	560	57120	181.5	314.8	315.5
	15.2	565	57630	181.5	317.6	
	15.3	565	57630	183.9	313.5	
	15.2	565	57630	181.5	317.6	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,65$ ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
07	15.20	355	36210	181.5	199.5	195.3
	15.15	335	34170	180.3	189.6	
	15.20	350	35700	181.5	196.7	
14	15.20	450	45900	181.5	253.0	245.5
	15.20	440	44880	181.5	247.3	
	15.20	420	42840	181.5	236.1	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,65$ ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm ²)
	(cm)					
28	15.2	555	56610	181.5	312.0	311.5
	15.2	550	56100	181.5	309.2	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	
	15.2	555	56610	181.5	312.0	
	15.2	550	56100	181.5	309.2	
	15.2	555	56610	181.5	312.0	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,65$ ARENA 18% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	$f'c$	$f'c$ PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
07	15.25	335	34170	182.7	187.1	187.0
	15.20	330	33660	181.5	185.5	
	15.20	335	34170	181.5	188.3	
14	15.20	425	43350	181.5	238.9	235.7
	15.30	430	43860	183.9	238.6	
	15.50	425	43350	188.7	229.7	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)

(RELACION $a/c = 0,65$ ARENA 18% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	$f'c$	$f'c$ PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
28	15.2	515	52530	181.5	289.5	304.0
	15.2	550	56100	181.5	309.2	
	15.2	515	52530	181.5	289.5	
	15.2	555	56610	181.5	312.0	
	15.2	550	56100	181.5	309.2	
	15.2	560	57120	181.5	314.8	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.25	290	29580	182.7	161.9	160.8
	15.25	285	29070	182.7	159.2	
	15.15	285	29070	180.3	161.3	
14	15.25	370	37740	182.7	206.6	209.9
	15.20	375	38250	181.5	210.8	
	15.15	375	38250	180.3	212.2	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 4% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	495	50490	181.5	278.2	278.2
	15.2	485	49470	181.5	272.6	
	15.2	495	50490	181.5	278.2	
	15.2	495	50490	181.5	278.2	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.15	305	31110	180.3	172.6	174.3
	15.20	315	32130	181.5	177.1	
	15.25	310	31620	182.7	173.1	
14	15.25	410	41820	182.7	229.0	222.9
	15.25	400	40800	182.7	223.4	
	15.20	385	39270	181.5	216.4	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 7% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	510	52020	181.5	286.7	285.3
	15.2	520	53040	181.5	292.3	
	15.2	505	51510	181.5	283.9	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	
	15.2	510	52020	181.5	286.7	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.3	325	33150	183.9	180.3	179.1
	15.2	320	32640	181.5	179.9	
	15.2	315	32130	181.5	177.1	
14	15.2	410	41820	181.5	230.5	226.5
	15.2	400	40800	181.5	224.8	
	15.5	415	42330	188.7	224.3	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 10% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	505	51510	181.5	283.9	287.1
	15.2	515	52530	181.5	289.5	
	15.2	510	52020	181.5	286.7	
	15.2	515	52530	181.5	289.5	
	15.2	510	52020	181.5	286.7	
	15.2	510	52020	181.5	286.7	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	f'c	f'c PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
07	15.20	305	31110	181.5	171.4	172.8
	15.15	310	31620	180.3	175.4	
	15.20	305	31110	181.5	171.4	
14	15.20	400	40800	181.5	224.8	221.5
	15.25	405	41310	182.7	226.2	
	15.30	385	39270	183.9	213.6	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 14% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima	CARGA Maxima	SECCION NORMAL	f'c	f'c PROMEDIO
	(cm)	(KN)	(Kg)	(cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
28	15.2	510	52020	181.5	286.7	283.4
	15.2	505	51510	181.5	283.9	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	
	15.2	505	51510	181.5	283.9	
	15.2	505	51510	181.5	283.9	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 18% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
07	15.20	280	28560	181.5	157.4	158.2
	15.00	285	29070	176.7	164.5	
	15.30	275	28050	183.9	152.6	
14	14.75	355	36210	170.9	211.9	207.0
	15.00	370	37740	176.7	213.6	
	15.25	350	35700	182.7	195.5	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c)

(RELACION a/c = 0,70 ARENA 18% finos)

EDAD (Dias)	DIAMETRO D	CARGA Maxima (KN)	CARGA Maxima (Kg)	SECCION NORMAL (cm2)	f'c (kg/cm2)	f'c PROMEDIO (kg/cm2)
	(cm)					
28	15.2	495	50490	181.5	278.2	276.4
	15.2	490	49980	181.5	275.4	
	15.2	485	49470	181.5	272.6	
	15.2	500	51000	181.5	281.1	
	15.2	490	49980	181.5	275.4	
	15.2	490	49980	181.5	275.4	

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL ($f't$)**

(EDAD 28 DIAS)

RELACION $a/c=0.55$	DIMENSIONES		CARGA Maxima	CARGA Maxima	RESISTENCIA $f't$	RESISTENCIA $f't$ PROMEDIO
	L (cm)	D (cm)	P (KN)	P (Kg)	$R=2P/(D.L)$ (Kg/cm ²)	R (Kg/cm ²)
4% finos	30.4	15.2	245	24990	34.43	33.17
	30.1	15.2	245	24990	34.77	
	30.3	15.2	215	21930	30.31	
7% finos	30.2	15.2	195	19890	27.58	29.13
	30.4	15.2	235	23970	33.02	
	30.3	15.2	190	19380	26.79	
10% finos	30.2	15.2	185	18870	26.17	27.52
	30.4	15.2	220	22440	30.92	
	30.2	15.2	180	18360	25.46	
14% finos	30.4	15.2	235	23970	33.02	29.40
	30.3	15.2	190	19380	26.79	
	30.1	15.2	200	20400	28.39	
18% finos	30.4	15.2	245	24990	34.43	35.29
	30.3	15.2	245	24990	34.54	
	30.1	15.2	260	26520	36.90	

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL ($f't$)**

(EDAD 28 DIAS)

RELACION $a/c=0.60$	DIMENSIONES		CARGA Maxima	CARGA Maxima	RESISTENCIA $f't$	RESISTENCIA $f't$ PROMEDIO
	L (cm)	D (cm)	P (KN)	P (Kg)	$R=2P/(T.D.L)$ (Kg/cm ²)	R (Kg/cm ²)
4% finos	30.1	15.2	240	24480	34.06	29.24
	30.3	15.2	190	19380	26.79	
	30.2	15.2	190	19380	26.88	
7% finos	30.1	15.2	180	18360	25.55	25.93
	30.3	15.2	180	18360	25.38	
	30.2	15.2	190	19380	26.88	
10% finos	30.1	15.2	170	17340	24.13	24.78
	30.2	15.2	175	17850	24.76	
	30.2	15.2	180	18360	25.46	
14% finos	30.4	15.2	180	18360	25.29	26.38
	30.1	15.2	195	19890	27.68	
	30.2	15.2	185	18870	26.17	
18% finos	30.1	15.2	210	21420	29.80	31.42
	30.2	15.2	245	24990	34.66	
	30.1	15.2	210	21420	29.80	

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL ($f't$)**

(EDAD 28 DIAS)

RELACION $a/c=0.65$	DIMENSIONES		CARGA Maxima	CARGA Maxima	RESISTENCIA $f't$	RESISTENCIA $f't$ PROMEDIO
	L (cm)	D (cm)	P (KN)	P (Kg)	$R=2P/(q.d.l)$ (Kg/cm ²)	R (Kg/cm ²)
4% finos	30.4	15.2	170	17340	23.89	25.65
	30.3	15.2	175	17850	24.67	
	30.1	15.2	200	20400	28.39	
7% finos	30.2	15.2	170	17340	24.05	23.34
	30.2	15.2	140	14280	19.80	
	30.2	15.2	185	18870	26.17	
10% finos	30.2	15.2	150	15300	21.22	22.63
	30.2	15.2	155	15810	21.93	
	30.2	15.2	175	17850	24.76	
14% finos	30.4	15.2	180	18360	25.29	23.99
	30.3	15.2	180	18360	25.38	
	30.1	15.2	150	15300	21.29	
18% finos	30.2	15.2	185	18870	26.17	27.82
	30.2	15.2	190	19380	26.88	
	30.2	15.2	215	21930	30.41	

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL ($f't$)**

(EDAD 28 DIAS)

RELACION $a/c=0.70$	DIMENSIONES		CARGA Maxima	CARGA Maxima	RESISTENCIA $f't$	RESISTENCIA $f't$
	L (cm)	D (cm)	P (KN)	P (Kg)	$R=2P/(Q.D.L)$ (Kg/cm ²)	PROMEDIO R (Kg/cm ²)
4% finos	30	15.2	195	19890	27.77	22.55
	30	15.2	130	13260	18.51	
	30	15.2	150	15300	21.36	
7% finos	30	15.2	155	15810	22.07	21.36
	30	15.2	160	16320	22.78	
	30	15.2	135	13770	19.22	
10% finos	30	15.2	175	17850	24.92	21.12
	30	15.2	130	13260	18.51	
	30	15.2	140	14280	19.94	
14% finos	30	15.2	150	15300	21.36	21.83
	30	15.2	150	15300	21.36	
	30	15.2	160	16320	22.78	
18% finos	30	15.2	165	16830	23.50	24.21
	30	15.2	170	17340	24.21	
	30	15.2	175	17850	24.92	

ANEXO H

FOTOGRAFIAS



FOTO N°1

Equipo para la granulometría del agregado fino con los tamices estandarizados.



FOTO N°2

Equipo para granulometría del agregado grueso.



FOTO Nº3

Equipo y procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso.

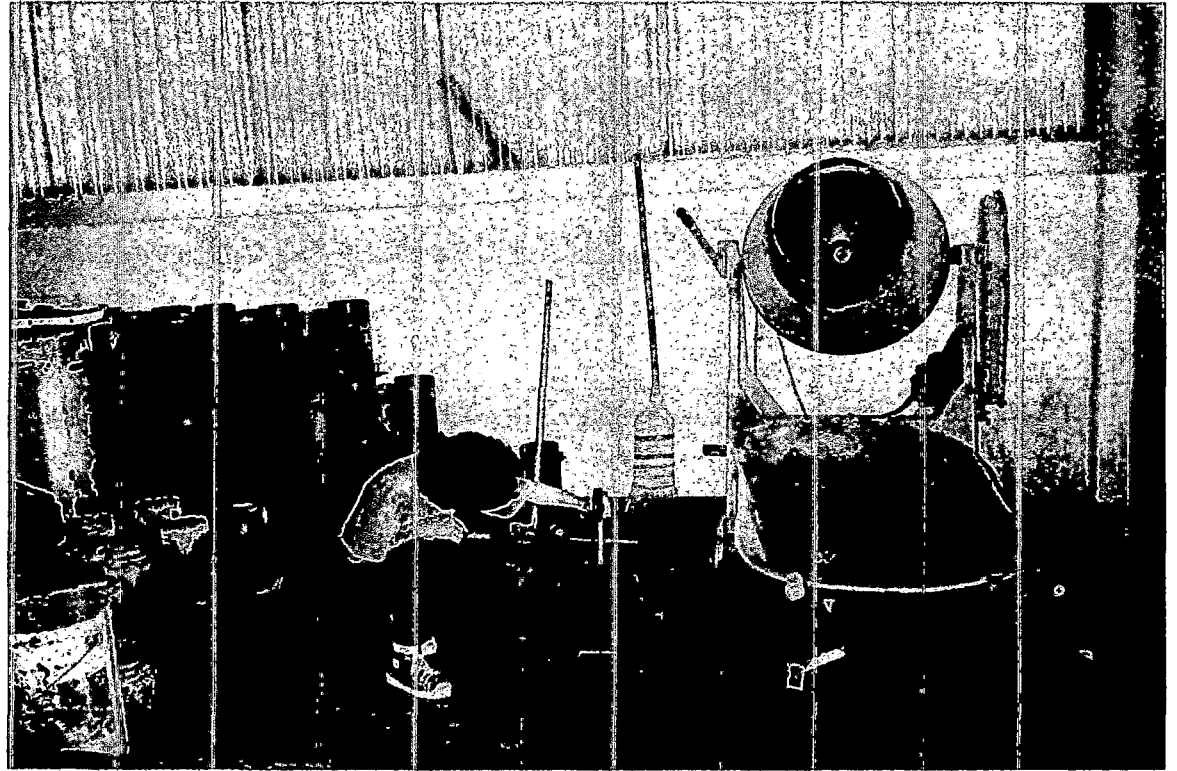


FOTO Nº4

Ensayo de asentamiento del concreto fresco por el método del cono de Abrams.

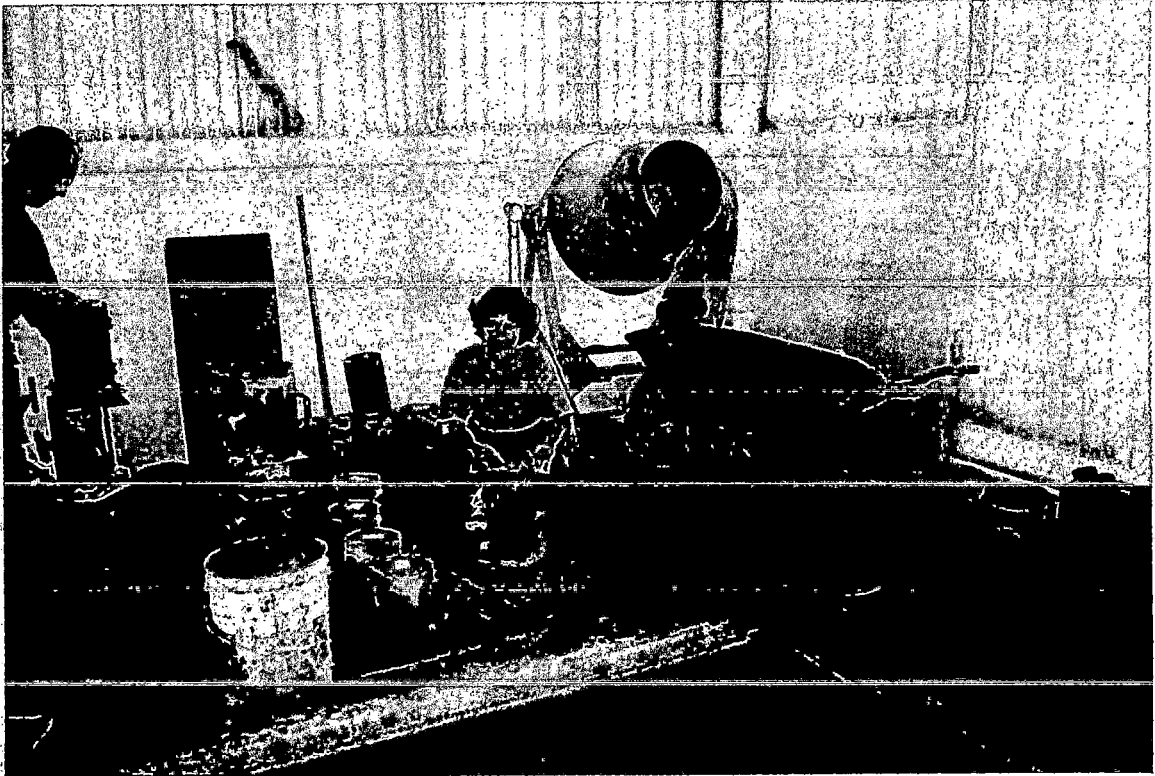


FOTO Nº5

Enrasado de la muestra de concreto y colocación de etiquetas de las muestras ya terminadas.

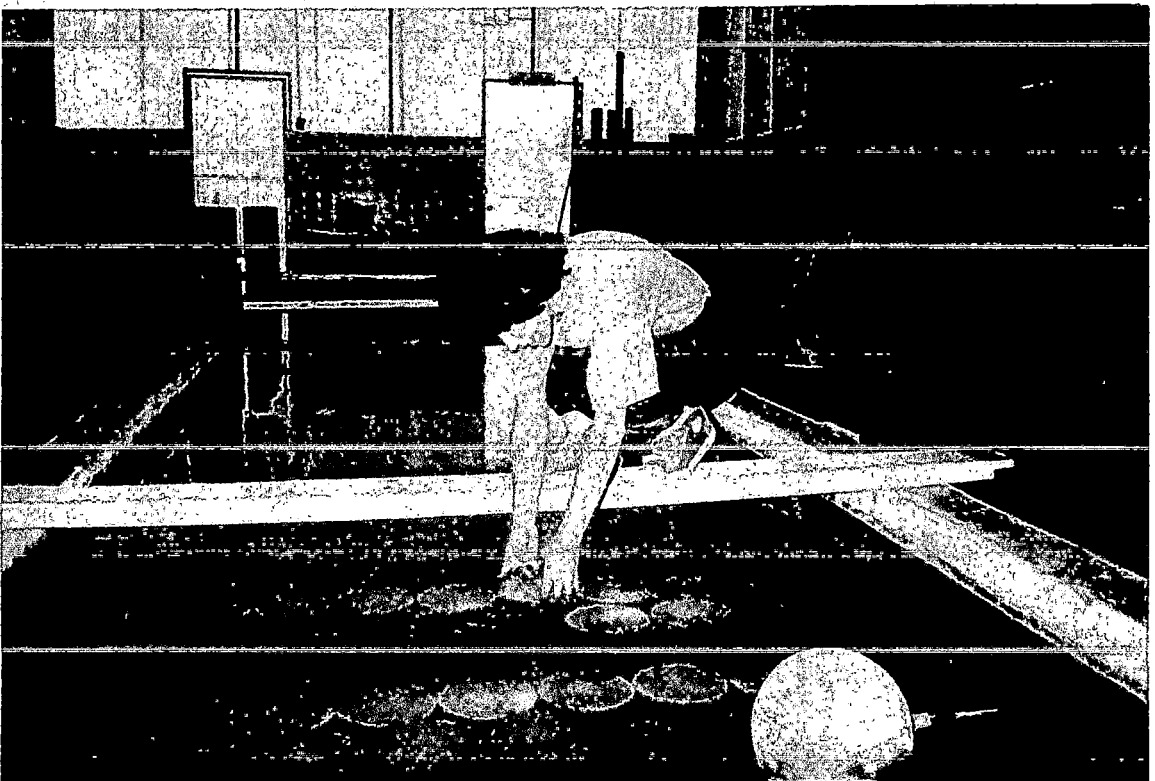


FOTO Nº6

Curado de las probetas de concreto por inmersión.

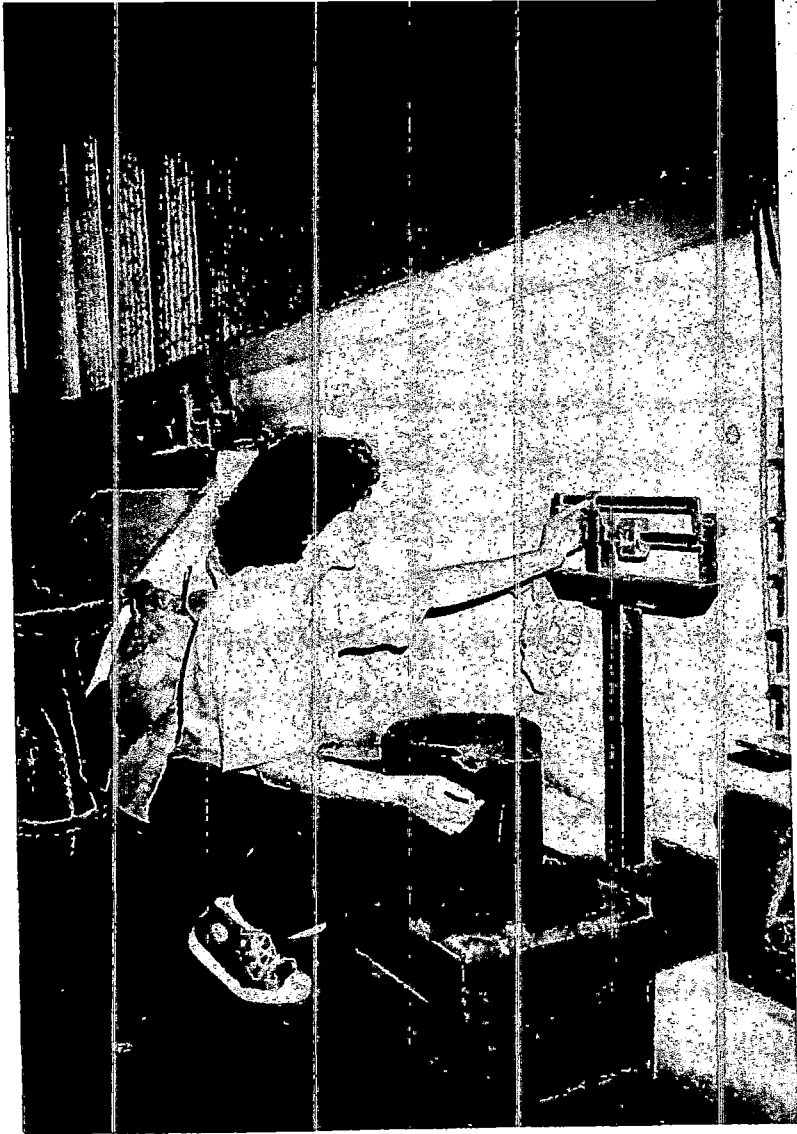


FOTO Nº7
Ensayo de peso unitario de concreto fresco.

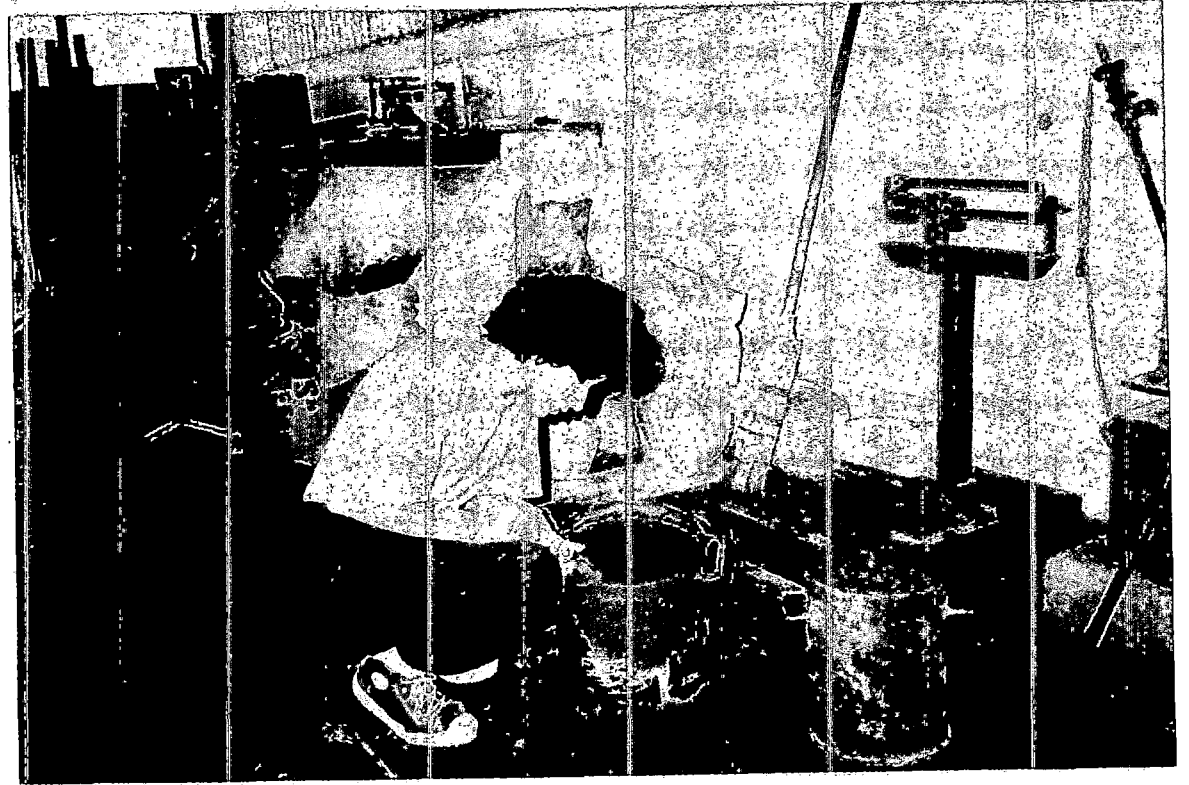


FOTO Nº8
Ensayo de exudación de concreto fresco.



FOTO Nº9

Ensayo de tiempo de fraguado por el método de Vicat.

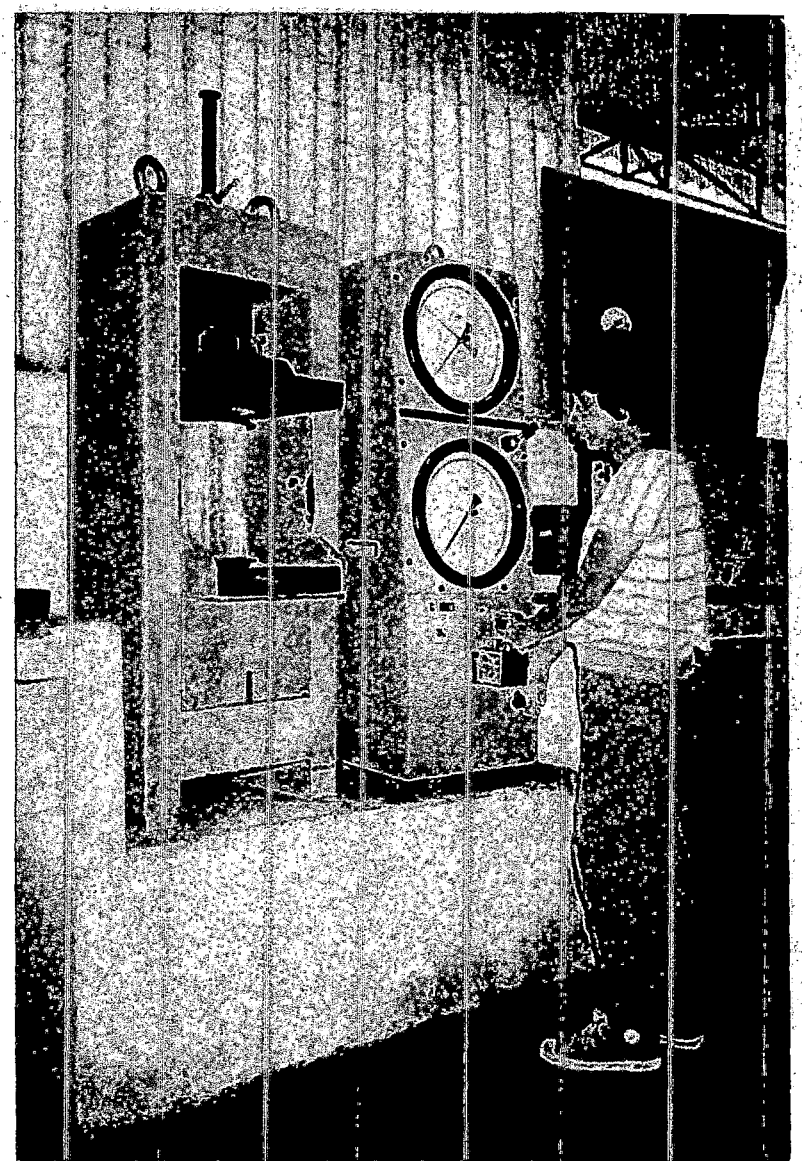


FOTO Nº10

Ensayo de compresión de la muestra de concreto.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|--|--|
| TITULO
BIBLIOTECA
CONTENIDO | NORMAS ASTM E ITINTEC UNI-LEM
UNI-FIC-LEM
Normas técnicas tanto para cemento, agregados, agua y concreto. |
| TITULO
AUTOR
BIBLIOTECA
CONTENIDO | SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO
Ing. Enrique Pasquel
Personal
Concreto: generalidades. |
| TITULO
AUTOR
BIBLIOTECA
CONTENIDO | Tesis: EL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, UN MATERIAL EN PROCESO DE DESARROLLO
Breña Cáceres, Jesús
UNI-FIC TG/2731
Agregados, granulometría, perfil, mineralogía, agua, generalidades. |
| TITULO
AUTOR
BIBLIOTECA
CONTENIDO | Tesis: DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO FABRICADO EN ALTURA Y CLIMA RIGUROSO CON CEMENTO TIPO I (PM) Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE
Minaya Rosario, Carlos
UNI-FIC TG/3286
Cemento: concepto, proceso de fabricación, tipos, composición. |
| TITULO
AUTOR
BIBLIOTECA
CONTENIDO | Tesis: DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
Torres Castro, Guillermo
UNI-FIC TG/3146
Propiedades físicas de los agregados. Procedimiento de ensayos. Agregado global. |

- TITULO Tesis: DISEÑO DE MEZCLAS, METODO DEL AGREGADO GLOBAL Y MODULO DE FINURA
 AUTOR Cachay Huamán, Rafael
 BIBLIOTECA UNI-FIC TG/3280
 CONTENIDO Propiedades físicas del agregado global. Conceptos.
- TITULO Tesis: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPER-PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO, SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
 AUTOR Reymando Gamarra, Richard
 BIBLIOTECA UNI-FIC TG/3283
 CONTENIDO Cemento: concepto, características físicas y químicas, condiciones de control y almacenaje. Agregados: concepto, requisitos. Agua: concepto, requisitos. Agregado global: generalidades.
- TITULO Tesis: CONCRETO FABRICADO INYECTANDO UN MORTERO FLUIDO EN UNA MASA DE AGREGADO GRUESO
 AUTOR Espinoza Villanueva, Olger
 BIBLIOTECA UNI-FIC TG/3275
 CONTENIDO Cemento: características generales. Agregados: características generales.
- TITULO Tesis: ESTUDIO DE LOS MORTEROS DE REVESTIMIENTO
 AUTOR Zorrilla Salazar, Rocío
 BIBLIOTECA UNI-FIC
 CONTENIDO Cemento: resumen de los compuestos principales del cemento. Características físicas y químicas de los cementos peruanos.
- TITULO Tesis: EFECTOS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POR EL USO DE DOS ADITIVOS, UN ACELERANTE DE FRAGUA Y UN PLASTIFICANTE.
 AUTOR Gomez Ari, Iber
 BIBLIOTECA UNI-FIC
 CONTENIDO Cemento: generalidades, clasificación, propiedades físicas de los cementos Portland.

TITULO Tesis: ESTUDIO DE MATERIALES
AUTOR Aldazábal Sosa, Pedro
BIBLIOTECA UNI-FIC TG/2682
CONTENIDO Cemento - Tipos - Características.

TITULO Tesis: ESTUDIO DE CONCRETOS DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA Y SU CORRELACION DE RESISTENCIAS-
A/C, UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO MS
AUTOR Montero Valenzuela, Rafael
BIBLIOTECA UNI-FIC
CONTENIDO Cemento: Tipos – Características. Agregados: tipos. Ensayos del
concreto: Concepto, procedimiento.