

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFECIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO TECNOLÓGICO DEL CONCRETO INFORMAL PRODUCIDO AL
PIE DE OBRA EN LA CIUDAD DE JAÉN, SECTOR "A"**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach: CUBA ESPINOZA GERMAN JHORDIN

ASESOR:

Mg. Ing. HÉCTOR PÉREZ LOAYZA

Cajamarca - Perú

2017

AGRADECIMIENTO

Un especial agradeciendo a mí asesor, Ing. Héctor Pérez Loayza, por el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis, ya que sin su aporte y experiencia esta investigación no hubiera sido posible.

A mis padres, por el apoyo incondicional brindado durante mis años de estudios. A mis amigos cercanos, quienes siempre me dieron ánimo. A todos los colaboradores, sin los cuales este trabajo no sería posible.

Muchas gracias.

DEDICATORIA

A Dios, por ser el principio creado de todas las cosas.

A mis padres, Isabel y German, por su confianza, sueños, sacrificios, apoyo constante e incondicional.

A mi abuela, quienes me han dado el cariño y los consejos para ser cada vez mejor.

A mis tíos y primos, por siempre promover la vida en familia y el apoyo mutuo.

A mis compañeros de clase, por ser mi familia durante los años dentro de la universidad.

A mis asesor, excelente Ingeniero y ejemplo a seguir.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS	2
II. MARCO TEORICO	4
2.1. ANTECEDENTES TEORICOS:	4
2.2. BASES TEORICAS.....	11
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	27
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE EJECUCION DE LA INVESTIGACIÓN:..	29
3.2. MATERIALES.....	30
3.3. HERRAMIENTAS:	30
3.4. EQUIPOS:	31
3.5. METODOLOGIA.....	32
3.6. TIPO DE INVESTIGACION.	33
3.7. ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO.	33
3.8. MUESTREO DE ESPECIMENES DE CONCRETO REALIZADOS AL PIE DE OBRA:	50
3.9. CURADO DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO.....	55
3.10. ENSAYOS DEL CONCRETO.....	55
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
4.1. RESUMEN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS:	64
4.2. DISEÑO DE MEZCLA EN LABORATORIO (DISEÑO PATRÓN).....	64
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS:	65

4.3.1. ANÁLISIS DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MEZCLA	65
4.3.2. ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ELABORADO EN LABORATORIO:.....	69
4.3.3. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	70
4.3.4. ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO.	75
4.3.5. ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DEL ESPECÍMEN ELABORADO AL PIE DE OBRA.	76
4.3.6. ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	78
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1. CONCLUSIONES	80
5.2. RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS	84
ANEXO I: CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO PORTLAND.	85
ANEXO II: TABLAS PARA ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.	86
ANEXO III: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	90
ANEXO IV: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO... ..	99
ANEXO V: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	101
ANEXO VI: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLA PATRÓN.	107
ANEXO VII: RESULTADOS DE RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO AL PIE DE OBRA EN LA CIUDAD DE JAÉN SECTOR A.	111
ANEXO IX: PANEL FOTOGRÁFICO.....	1411

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de laboratorio	19
Tabla 2 Clases de mezclas según su asentamiento.	24
Tabla 3 Tolerancia para asentamiento nominal	25
Tabla 4 Normas para ensayos de agregados y concreto.	32
Tabla 5 Resumen de las propiedades físicas mecánicas de los agregados. ...	64
Tabla 6 Dosificación en peso para $F'c=210$ kg/cm ²	65
Tabla 7 Control del trabajabilidad por medio del asentamiento (Mezcla Patrón)	65
Tabla 8 Asentamiento Promedio del concreto elaborado al pie de obra	67
Tabla 9 Peso unitario del concreto fresco	69
Tabla 10 Resistencia a compresión promedio a los 07 días	72
Tabla 11 Resistencia a compresión promedio a los 14 días	72
Tabla 12 Resistencia a compresión promedio a los 28 días	73
Tabla 13 Peso unitario del concreto endurecido a los 28 días del concreto colado al pie de obra.	75
Tabla 14 Tipos y porcentaje de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión.....	77
Tabla 15 Módulo de elasticidad ACI 363R	78
Tabla 16 Tipos de Cemento	85
Tabla 17 Propiedades físicas y químicas del cemento	85
Tabla 18 Medida de las muestras de campo requeridas para los ensayos de laboratorio.	86
Tabla 19 Límites Granulométricos recomendados para Agregado Fino.	86
Tabla 20 Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso.	87
Tabla 21 Cantidad Mínima de muestra para el ensayo.	88
Tabla 22 Carga Abrasiva según gradación del agregado grueso.	88
Tabla 23 Gradaciones de muestras de ensayo.....	88
Tabla 24 Número de capas requeridas por espécimen.	88
Tabla 25 Diámetro de varilla y número de varillados a ser usados al moldearse especímenes de prueba.....	89
Tabla 26 Capacidad de los recipientes de medición.	89
Tabla 27 Tiempo de prueba de los especímenes y tolerancia.	89
Tabla 28 Análisis granulométrico A.F. (M-01)	90
Tabla 29 Análisis Granulométrico A.F. (M-02)	91
Tabla 30 Modulo de Finura Promedio del A.F.....	92
Tabla 31 Análisis Granulométrico del A.G. (M-01)	93
Tabla 32 Análisis Granulométrico del A.G. (M-02)	94
Tabla 33 Modulo de Finura de Agregado Grueso	95
Tabla 34 Peso específico del agregado fino	95
Tabla 35 Absorción del A.F.	96
Tabla 36 Peso específico del agregado grueso	96
Tabla 37 Absorción del A.G.	97
Tabla 38 Contenido de humedad de los agregados.....	97
Tabla 39 Peso unitario suelto.....	98
Tabla 40 Peso unitario compactado.....	98

Tabla 41 Resistencia a la compresión promedio.....	99
Tabla 42 Consistencia, Asentamiento y Trabajabilidad del concreto.	99
Tabla 43 Requerimientos de agua en L/m ³ y contenido de aire del concreto para los tamaños nominales máximos del agregado grueso y consistencia indicada.	99
Tabla 44 Relación agua/cemento (a/c) del concreto por resistencia.....	100
Tabla 45 Módulo de finura de la combinación de agregados “mc”.....	100
Tabla 46 Mezcla para el 1 ^{er} ajuste del concreto	101
Tabla 47 Corrección por Contenido de Humedad de los Agregados para el ajuste de Mezcla.....	102
Tabla 48 Cantidad de materiales para mezcla de prueba.....	102
Tabla 49 Asentamiento de mezcla de prueba 01.....	103
Tabla 50 Ajuste de Mezcla por Apariencia, Asentamiento, Agua Adicional y Contenido de Aire para la elaboración del concreto.....	104
Tabla 51 Asentamiento de mezcla de prueba 2.....	105
Tabla 52 Resistencia a la compresión de segunda muestra de prueba.....	105
Tabla 53 Cantidad de materiales para la elaboración de Mezcla patrón.....	107
Tabla 54 Ensayo de Consistencia de mezcla Patrón.....	107
Tabla 55 Resistencia a la Compresión de Mezcla Patrón.....	108
Tabla 56 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 01.....	111
Tabla 57 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 02.....	114
Tabla 58 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 03.....	117
Tabla 59 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 04.....	120
Tabla 60 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 05.....	123
Tabla 61 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 06.....	126
Tabla 62 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 07.....	129
Tabla 63 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 08.....	132
Tabla 64 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 09.....	135
Tabla 65 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 10.....	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Viviendas particulares con ocupantes, según predominante en las paredes, 1993 y 2007	5
Fig. 2 Vivienda particulares, según material predominante en las paredes exteriores, 1993 y 2007	6
Fig. 3 Valor del mercado formal de viviendas vendidas en Lima	7
Fig. 4 El mercado potencial de la autoconstrucción	7
Fig. 5 Producción de cemento.....	8
Fig. 6 Consumo per-cápita de cemento en Perú.....	8
Fig. 7 Consumo percápita del mundo	9
Fig. 8 Distribución de producción anual de cemento en el Perú (01)	9
Fig. 9 Distribución de la producción anual de concreto en el Perú (02)	10
Fig. 10 Distribución aproximada de la producción de concreto en el Perú (03)	10
Fig. 11 Ubicación y localización del sector de estudio (sector A de la ciudad de Jaén).....	29
Fig. 12 Moldes cilíndricos para elaboración de probetas.	30
Fig. 13 Se muestra balanzas, tamices.	31
Fig. 14 Máquina de rotura de espécimen a compresión.	31
Fig. 15 Cuarteo de muestra.....	34
Fig. 16 Tamizado de agregado.	35
Fig. 17 Compactado muestra y Fig. 18 Enrasado de muestra	38
Fig. 19 Vaciado del agregado en el molde y Fig. 20 Enrasado de la superficie de la muestra	39
Fig. 21 Peso de la muestra sumergida en agua.....	41
Fig. 22 Secado de la muestra en horno	41
Fig. 23 Arena con superficie seca.....	43
Fig. 24 Medición del asentamiento.....	45
Fig. 25 Compactado de los especímenes de concreto.	47
Fig. 26 Eliminación de aire en el espécimen	48
Fig. 27 Equipo para rotura de especímenes de concreto.....	49
Fig. 28 Coordinaciones con maestros de obra.....	51
Fig. 29 Medición de asentamiento del concreto elaborado al pie de obra	53
Fig. 30 Forma y medición del mesclado al pie de obra	54
Fig. 31 Elaboración de especímenes del concreto elaborado al pie de obra... ..	54
Fig. 32 Esquema de los patrones de Fracturas.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Asentamiento del concreto (Mezcla Patrón)	66
Gráfico N° 2 Análisis de asentamiento del concreto elaborado al pie de obra.	68
Gráfico N° 3 Peso Unitario del concreto fresco de la mezcla Base.....	69
Gráfico N° 4 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 7 días.	70
Gráfico N° 5 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 14 días. ..	70
Gráfico N° 6 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 28 días ...	71
Gráfico N° 7 Resistencias promedios de concreto elaborado al pie de obra vs resistencias de mezcla patrón.....	74
Gráfico N° 8 Peso unitario del concreto endurecido a los 28 días del concreto elaborado al pie de obra.	76
Gráfico N° 9 Representación de los tipos de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión.....	77
Gráfico N° 10 Módulos de Elasticidad según Norma ACI 363R	79
Gráfico N° 11 Curva granulométrica A.F. (M-01)	91
Gráfico N° 12 Curva Granulometría A.F. (M-02)	92
Gráfico N° 13 Curva granulométrica del A.G. (M - 01).....	93
Gráfico N° 14 Curva granulométrica del A.G. (M - 02).....	94
Gráfico N° 15 Asentamiento de mezcla de prueba 01.	103
Gráfico N° 16 Análisis de Consistencia a segunda tanda de prueba corregida por apariencia.	105
Gráfico N° 17 Resistencia a la compresión de segunda mezcla de prueba corregida.	106
Gráfico N° 18 Análisis de consistencia de mezcla Patrón.....	107
Gráfico N° 19 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 7 días. .	109
Gráfico N° 20 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 14 días.	109
Gráfico N° 21 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 28 días.	110
Gráfico N° 22 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 01	112
Gráfico N° 23 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 01	113
Gráfico N° 24 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 01	113
Gráfico N° 25 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 02.....	115
Gráfico N° 26 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 02.....	116
Gráfico N° 27 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 02.....	116
Gráfico N° 28 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 03.....	118
Gráfico N° 29 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 03.....	119
Gráfico N° 30 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 03.....	119
Gráfico N° 31 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 04.....	121
Gráfico N° 32 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 04.....	122
Gráfico N° 33 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 04.....	122
Gráfico N° 34 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 05.....	124
Gráfico N° 35 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 05.....	125
Gráfico N° 36 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 05.....	125
Gráfico N° 37 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 06.....	127
Gráfico N° 38 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 06.....	128
Gráfico N° 39 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 06.....	128

Gráfico N° 40 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 07.....	130
Gráfico N° 41 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 07.....	131
Gráfico N° 42 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 07.....	131
Gráfico N° 43 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 08.....	133
Gráfico N° 44 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 08.....	134
Gráfico N° 45 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 08.....	134
Gráfico N° 46 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 09.....	136
Gráfico N° 47 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 09.....	137
Gráfico N° 48 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 09.....	137
Gráfico N° 49 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 10.....	139
Gráfico N° 50 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 10.....	140
Gráfico N° 51 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 10.....	140

RESUMEN

Con el presente trabajo de investigación se ha evaluado el comportamiento mecánico del concreto elaborado al pie de obra en el sector "A" de la ciudad de Jaén (sector comprendido al lado oeste de la ciudad, limitado por el sector B por la Av. Mesones Muro y la Av. Pakamuros., como se observa en la **Fig. 11 Ubicación y localización del sector de estudio (sector A de la ciudad de Jaén).**

La INVESTIGACIÓN, consistió lograr muestras de concreto elaborado al pie de obra en 10 estructuras de viviendas en sus diferentes etapas de construcción: cimentación, vigas, columnas, losa aligerada y losa maciza.

Se verificó que la resistencia con la que se construyen las viviendas al pie de obra sin asesoramiento técnico y sin uso de aditivo, fuera en todos los casos de 210 kg/cm^2 , y al realizar la toma de muestra de concreto fresco, y evaluar su consistencia se verificó que en ningún caso fue plástica ya que el slump medido in situ en promedio fue de $5 \frac{1}{2}$ " es decir el concreto tuvo en todos los casos una consistencia fluida.

En los especímenes estándar colados en obra y curados por inmersión total en agua durante 28 días, al ser sometidos a carga compresional se obtuvo una resistencia promedio de 142.98 kg/cm^2 , con una desviación estándar de 43.90 kg/cm^2 y un C.V. de 31%, lo que nos permite concluir que el concreto en ninguna de sus etapas ha tenido un control de calidad, mientras que las probetas de concreto colado en laboratorio lograron una resistencia promedio de 227 kg/cm^2 con una desviación estándar de 1.2 kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.52%.

El módulo de elasticidad teórico de las probetas coladas en obra fue de $195,736.1 \text{ kg/cm}^2$, 14.97% menor que el módulo de elasticidad del concreto producido en laboratorio igual $230,201.9 \text{ kg/cm}^2$. Este valor permite afirmar que estructuras de concreto con proceso informal no soportaran cargas de sismo y de viento, ni tampoco soportarán deformaciones elásticas que, se pueden presentar durante su vida útil.

En conclusión la resistencia mecánica del concreto producido al pie de obra en la zona expansión urbana de la ciudad de Jaén es tipo INFORMAL (sin dirección técnica de asesoramiento, sin control de calidad y sin aditivos), ya que tiene un rango de variación de 31%.

Palabras Claves: Concreto Informal; resistencia a la compresión, sector A de la ciudad de Jaén, consistencia, diseño de mezcla.

ABSTRACT

The present work of research has evaluated the mechanical behavior of the concrete made at the foot of work in the sector "A" of the city of Jaén (sector included to the west side of the city, limited by sector B by Av. Mesones Wall and Pakamuros Avenue, as shown in Fig. 11 Location and location of the study area (sector A of the city of Jaén).

The INVESTIGATION consisted of obtaining samples of concrete made at the foot of work in 10 structures of houses in its different stages of construction: foundation, beams, columns, lightened slab and solid slab.

It was verified that the resistance with which the houses are constructed at the foot of work without technical advice and without use of additive, in all cases of 210 kg / cm², and when taking the sample of fresh concrete, and evaluating its Consistency was verified that in no case was plastic as the slump measured in situ on average was 5 ½ " ie the concrete had in all cases a fluid consistency.

In standard specimens cast on site and cured by total immersion in water for 28 days, an average strength of 142.98 kg / cm², with a standard deviation of 43.90 kg / cm² and a C.V. Of 31%, which allows us to conclude that the concrete in any of its stages has had a quality control, while the test concrete cast in laboratory obtained an average resistance of 227 kg / cm² with a standard deviation of 1.2 kg / Cm² and a coefficient of variation of 0.52%.

The theoretical elasticity modulus of the cast samples at work was 195,736.1 kg / cm², 14.97% lower than the modulus of elasticity of the concrete produced in the laboratory equal to 230,201.9 kg / cm². This value allows to affirm that

structures of concrete with informal process do not support loads of earthquake and of wind, nor they will not support elastic deformations that, can be presented during its useful life.

In conclusion, the mechanical strength of the concrete produced at the foot of work in the urban expansion zone of the city of Jaén is type INFORMAL (without technical advisory direction, without quality control and without additives), since it has a variation range of 31 %.

Keywords: Informal Concrete; Resistance to compression, sector A of the city of Jaén, consistency, design of mixture.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se sabe que el proceso informal para la construcción de edificaciones en el Perú, como en la ciudad de Jaén, va en aumento debido al proceso auto-constructivo de la población que en la mayoría de los casos no puede pagar la dirección técnica de asesoramiento para su construcción. Es por esta razón que el presente trabajo de investigación evaluó las propiedades físicas–mecánicas del concreto fabricado al pie de obra (sin la dirección técnica de asesoramiento y sin aditivos) usado en el proceso constructivo en edificaciones que se ejecutan cotidianamente en el sector “A” de la ciudad de Jaén, para analizar y determinar la resistencia promedio con las que se están construyendo las viviendas donde se planea vivir. Por lo tanto no es difícil deducir que el comportamiento estructural de estas edificaciones frente a un evento sísmico será incierto o fatal, trayendo consigo a Jaén un alto riesgo para la gente que vive en ellos.

En las construcciones informales es donde se tiene mayor pérdida humana ante un posible evento sísmico de magnitud moderada a mayor y se ha visto que ante estos movimientos, las estructuras no resisten y tienden a colapsar, es por eso que se debe tomar conciencia al construir una edificación.

El sector construcción referente a las edificaciones familiares informales se puede notar que el agregado a usar en el concreto, no se evalúan las propiedades físicas mecánicas para posteriormente poder diseñar una mezcla acorde a las características del agregado, y por esta razón surgió la hipótesis de la investigación: *LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO AL PIE DE OBRA ES MENOR AL 10% DE LA RESISTENCIA ESPECIFICADO ($F'_{C}=210 \text{ KG/CM}^2$), ante este problema se formuló la siguiente interrogante de investigación: ¿CUÁL ES EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO ELABORADO AL PIE DE OBRA (SIN UN ESPECIALISTA PARA SU*

PRODUCCION, CONTROL Y SIN ADITIVO) EN EL SECTOR "A" DE LA CIUDAD DE JAÉN?

Teniendo como precedente lo antes descrito surge la idea de evaluar la calidad del concreto producido al pie de obra y determinar el nivel de resistencia mecánica del concreto para que sirvan como documento de información para que ésta tendencia no continúe sino cambie debido que estamos en la zona sísmica II.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

- Determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto producido al pie obra sin la dirección técnica de asesoramiento y sin aditivos que es usado en las edificaciones en construcción del sector "A" en la ciudad de Jaén.

Objetivo Especifico

- Diseñar una mezcla $F'c=210$ kg/cm² con los agregados de la cantera más utilizada para la construcción de edificaciones al pie de obra (Cantera Olano; grava 3/4")
- Determinar las propiedades mecánicas del concreto elaborado al pie de obra, sin un especialista para el asesoramiento técnico y sin adicionar aditivos.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS

El estudio está compuesto por 4 capítulos y anexos como se indica a continuación

En el Capítulo I, se presenta la introducción el cual se describe el contexto y el problema, la justificación, los alcances y los objetivos de la investigación.

En el Capítulo II, El marco teórico, que incluye los antecedentes teóricos de la investigación; además las bases teóricas que servirán como sustento y por último la definición de términos básicos los cuales constituyen términos relacionados con las variables de la investigación.

En el Capítulo III, se describen las metodologías y se muestran los resultados de: resistencia mecánica y asentamiento (slump).

En el Capítulo IV, Se hace el análisis y discusión de resultados en el cual se explica y discute los resultados obtenidos en la investigación siguiendo una secuencia de acuerdo a los objetivos planteados.

En el capítulo V, conclusiones y recomendaciones, en este capítulo se analiza y sintetiza en comentarios a fin de establecer las ventajas o desventajas del concreto elaborado al pie de obra.

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES TEORICOS:

Según estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), cerca del 70% de las viviendas que se construyen en el país son informales, es decir, que son edificadas por el propietario con la ayuda o por medio de un “maestro de obra”. Sin embargo, ojalá fuera incluso así, porque frecuentemente son oficiales o ayudantes, que les siguen en rango a los maestros de obra, los encargados de las construcciones.

Como consecuencia de ello, la mano de obra es deficiente en la mayoría de casos.

Para que el concreto logre la resistencia especificada, es necesario que se cumpla con la dosificación de sus componentes: cemento, arena, más piedra chancada. La cantidad de agua agregada a la mezcla es crítica, pues si se agrega en exceso – lo que a menudo se hace por “trabajabilidad”– reduce sustancialmente la resistencia del concreto.

Como resultado, se tienen viviendas vulnerables frente a sismos, situación que se agrava debido al crecimiento explosivo, ocupando terrenos con alto peligro natural, como pendientes. Resultado: viviendas con niveles de riesgo muy altos o altos para cientos de miles de familias que residen en las edificaciones.

Uno de los antecedentes más relevantes y del que aún quedan huellas es el terremoto de Chíncha – Pisco del 15 de agosto del 2007 (las causas de estas pérdidas se asocian a la construcción de edificaciones sin el apoyo técnico de un especialista), donde se registró un movimiento sísmico de magnitud 8.0 en la escala sismológica de magnitud de momento y una intensidad máxima de IX en la escala de Mercalli Modificada donde dejó 596 muertos, casi 2,291.00 heridos y 76,000.00 viviendas totalmente destruidas e inhabitables.

Así mismo para tener el porcentaje de viviendas que se vienen construyendo de concreto se tiene los resultados del Censo - 2007 donde el INEI recoge información sobre los materiales predominantes en las paredes exteriores de las edificaciones que a continuación presenta los resultados con los datos de las viviendas particulares con ocupantes presentes.

En el Censo del 2007 el material predominante en las paredes exteriores, de donde el total de viviendas particulares con ocupantes presentes que sumas 6 millones 400 mil 131 viviendas, se destaca que 2 millones 991 mil 627 tienen como material predominante en las paredes exteriores ladrillos o bloques de cemento, lo que representa el 46.7%. En comparación con el Censo de 1993, es importante destacar el incremento de las viviendas con ladrillo o bloques de cemento en las paredes exteriores, que representa un crecimiento del 89.2% y que en términos absolutos significa 1 millón 410 mil 272 de viviendas más con este material durante el periodo intercensal.

Material predominante en las paredes exteriores	1993		2007		Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	4 427 517	100,0	6 400 131	100,0	1 972 614	44,6	140 901	2,6
Ladrillo o bloque de cemento	1 581 355	35,7	2 991 627	46,7	1 410 272	89,2	100 734	4,6
Adobe o tapia	1 917 885	43,3	2 229 715	34,8	311 830	16,3	22 274	1,1
Madera	310 379	7,0	617 742	9,7	307 363	99,0	21 955	4,9
Quincha	207 543	4,7	183 862	2,9	- 23 681	-11,4	- 1 692	-0,8
Estera	148 029	3,3	144 511	2,3	- 3 518	-2,4	- 251	-0,2
Piedra con barro	136 964	3,1	106 823	1,7	- 30 141	-22,0	- 2 153	-1,7
Piedra , sillar con cal o cemento	54 247	1,2	33 939	0,5	- 20 308	-37,4	- 1 451	-3,2
Otro material	71 115	1,6	91 912	1,4	20 797	29,2	1 486	1,8

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Fig. 1 Viviendas particulares con ocupantes, según predominante en las paredes, 1993 y 2007

Fuente: INEI; Censo - 2007

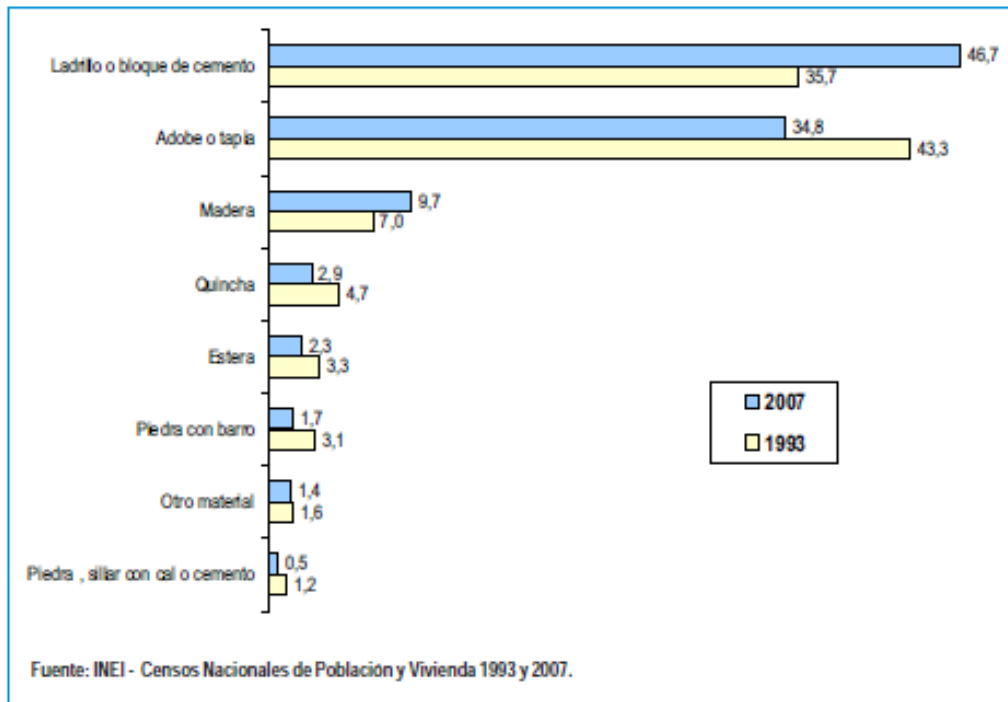


Fig. 2 Vivienda particulares, según material predominante en las paredes exteriores, 1993 y 2007

Fuente: INEI; Censo - 2007

Según área urbana y rural, el material predominante en las paredes de las viviendas del área urbana es el ladrillo o bloque de cemento, que representa el 61.1%.

En el diario el comercio con fecha 14 de junio del 2010 se presenta el valor de mercado formal de viviendas vendidas en Lima y el grado de aceptación de la construcción de la solución habitacional, también se muestra cual es el mercado de la construcción informal en el Perú.

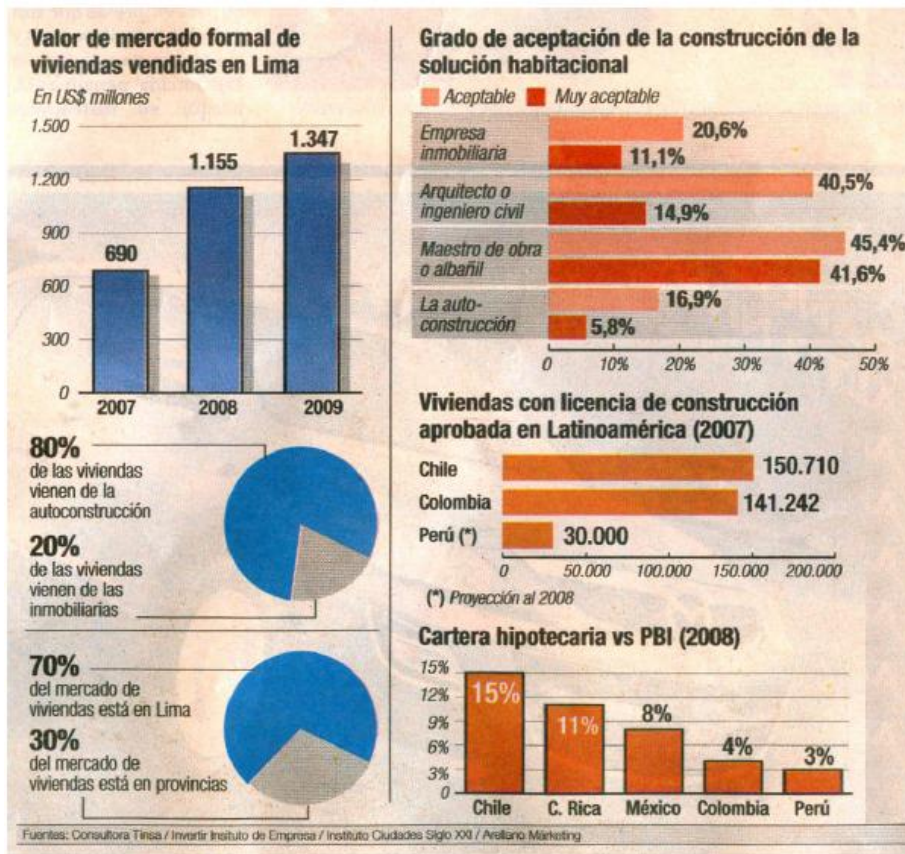


Fig. 3 Valor del mercado formal de viviendas vendidas en Lima

Fuente: Diario El Comercio; 14 de Junio 2010.

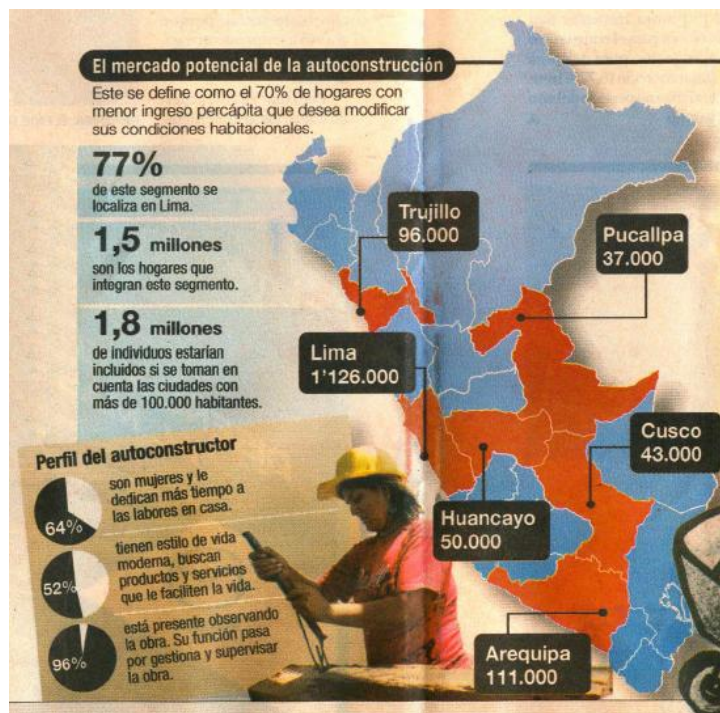


Fig. 4 El mercado potencial de la autoconstrucción

Fuente: Diario El Comercio; 14 de Junio 2010.

En nuestros tiempos existe un mito o realidad con referencia al concreto formal que dice, “El concreto formal en nuestro medio lidera la industria de la construcción en contraste con el concreto informal”. Y para confirmar lo antes dicho CAPECO ha recopilado la producción de cemento desde el año 1985 hasta el 2009 en millones de toneladas por año para determinar el consumo Percápita en el Perú para poder comparar con otros países y luego analizar la incidencia del concreto informal en el año 2009.

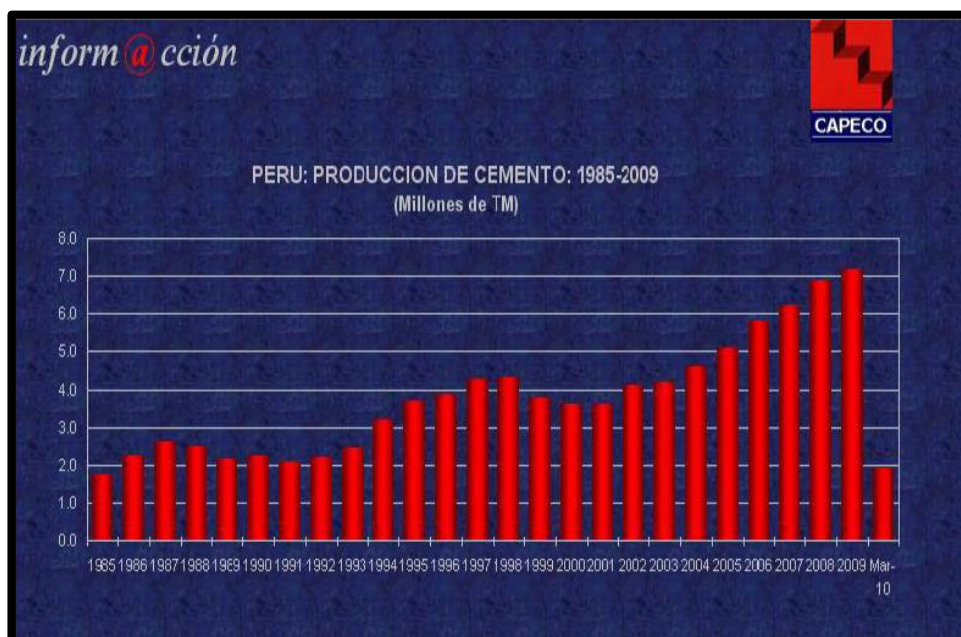


Fig. 5 Producción de cemento

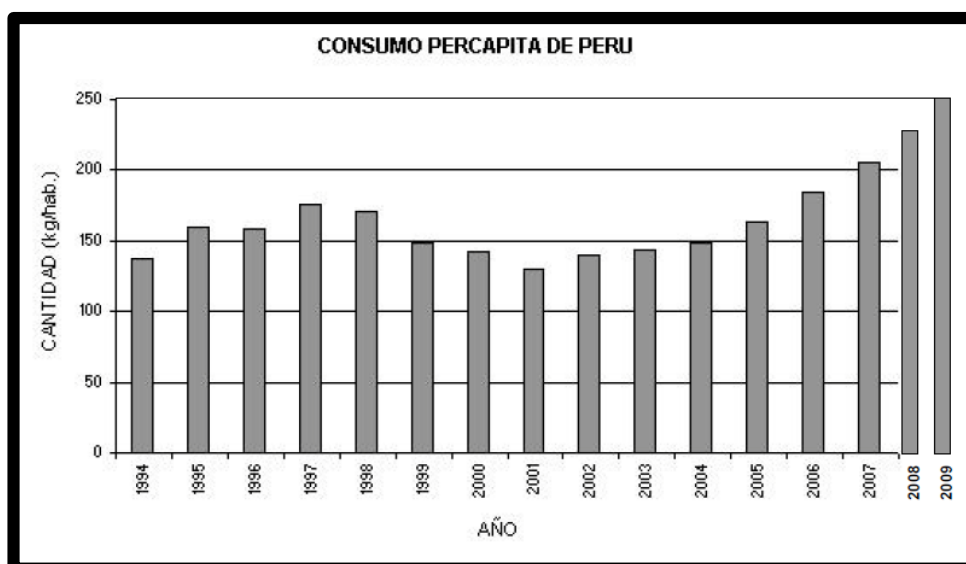


Fig. 6 Consumo per-cápita de cemento en Perú

En la figura se puede observar que para el año 2009 el consumo Percápita de cemento es 250 kg/hab.

MAYORES CONSUMIDORES PER CÁPITA DEL MUNDO (2006)	
PAÍS	Kg/hab
España	1,278
Grecia	1,049
Corea	998
China	902
Italia	804
Taiwan	630
Malaysia	590
Turquia	561
EU27	539
Iran	499
Egipto	461
Japon	456
USA	425
Tailandia	406
Francia	394
Polonia	376
Alemania	352
Mexico	334
Canada	290
Ucrania	265
Perú	220
Algeria	220
Brasil	219
Indonesia	144
India	136
Filipinas	120
Paquistán	110

Fuente: US Geological Survey

Fig. 7 Consumo per cápita del mundo

Haciendo una comparación del consumo per cápita de cemento con otros países, el Perú se encuentra por debajo de Ucrania pero por encima de Argelia.

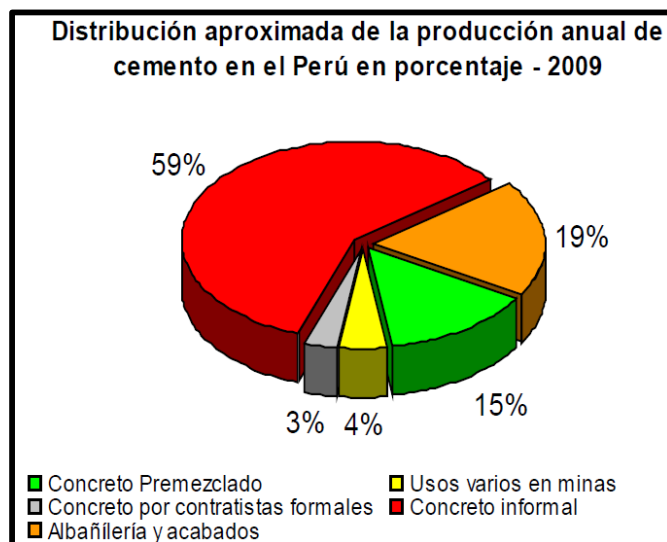


Fig. 8 Distribución de producción anual de cemento en el Perú (01)

Fuente: Mitos y realidades del concreto premezclado vs el concreto a pie de obra en el Perú; Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

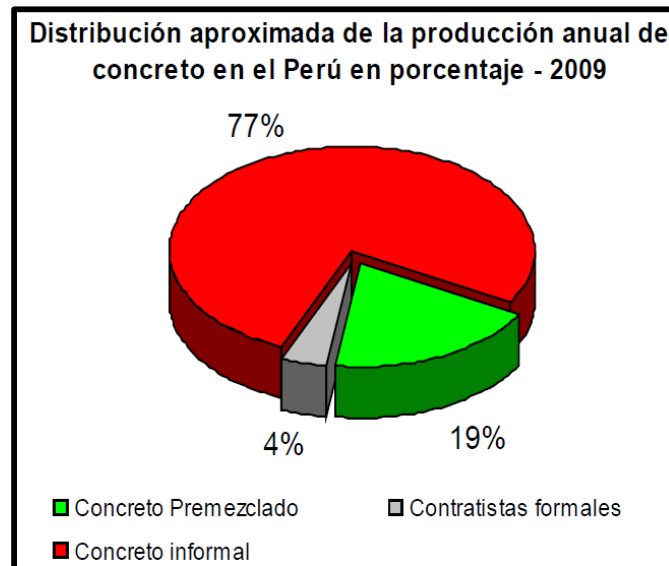


Fig. 9 Distribución de la producción anual de concreto en el Perú (02)

Fuente: Mitos y realidades del concreto premezclado vs el concreto a pie de obra en el Perú; Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

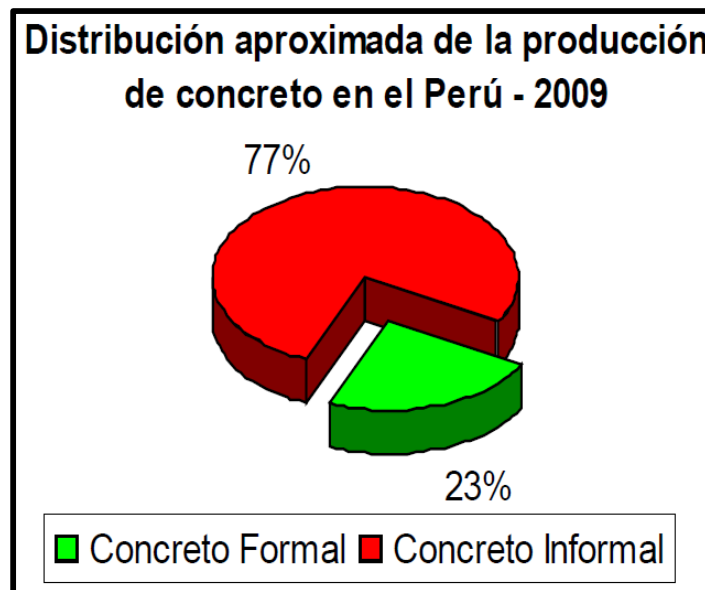


Fig. 10 Distribución aproximada de la producción de concreto en el Perú (03)

Fuente: Mitos y realidades del concreto premezclado vs el concreto a pie de obra en el Perú; Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

Mostrado los anteriores cuadros de análisis realizados por CAPECP se puede concluir que la industria de la construcción utiliza el concreto informal de manera mayoritaria como es el 77%.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Características del concreto convencional.

El concreto es un material pétreo artificial, no homogéneo, constituido por la mezcla apropiada de cemento, agregados finos (arena), agregado gruesos (piedra chancada) y agua, con la eventual incorporación de aditivos.

El concreto convencional debe cumplir con los requisitos de trabajabilidad, consistencia, resistencia, durabilidad y economía. Estas características no son independientes entre sí, sino están estrechamente ligadas, dependen fundamentalmente de la relación agua-cemento, de la calidad de los agregados, de sus proporciones y de la forma como se efectúa su preparación, colocación y curado. (Hernández Hernández J. 2011)

2.2.2. Concreto Informal.

En nuestro país los ingenieros, y todo tipo de persona observadora, han notado que en muchas construcciones se elabora concreto de manera no industrial, en la obra misma y sin un especialista encargado para la producción y control. A este concreto llamaremos Concreto Informal.

Dado que el concreto es uno de los materiales que más se usa en la construcción de edificaciones y otros tipos de obras de ingeniería, su calidad es de vital importancia en la industria de la construcción. Disponer de información relativa a la calidad de este material y los posibles motivos de los problemas que inciden en su elaboración, es por tanto muy importante.

2.2.3. Agregados.

Son materiales pétreos naturales, granulares sin forma y volumen definido, que por lo general son inertes. Por su tamaño los agregados pueden clasificarse en finos y gruesos, determinado por el tamaño de mayor predominio usando como referencia un tamiz como límite.

Son conocidos también como áridos, constituyen alrededor del 60 al 75% en volumen de una mezcla típica de concreto, razón por la cual sus características resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla.

Las características de los agregados empleados en el concreto deberán ser aquellas que beneficien el desarrollo de las propiedades del concreto.

Los agregados desarrollan propiedades tales como la trabajabilidad, la exigencia del contenido del cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de las resistencias mecánicas, entre otras. (Méndez silva. E A. 2012)

Propiedades principales de los agregados.

2.2.3.1. Granulometría:

Se define como la distribución del tamaño de las partículas, que se determina haciendo pasar una muestra representativa del material por una serie de tamices ordenados por abertura, de mayor a menor.

Se relaciona directamente con la trazabilidad del concreto, y así con todas las propiedades ligadas a esta. En esto radica la importancia de estudiar la granulometría de los agregados.

La granulometría de la arena tiene mayor influencia sobre la trabajabilidad que el agregado grueso en razón de su mayor valor de superficie específica. (Hernández Hernández J. 2011).

2.2.3.2. Tamaño Máximo:

Se entiende por tamaño máximo de un agregado a la abertura del tamiz o malla menor a través del cual debe pasar como mínimo el 95% o más del material cernido.

2.2.3.3. Peso Unitario:

Es el que toma como volumen de referencia. Existen dos clases: el suelto, el cual se determina al dejar caer libremente el agregado dentro del

recipiente, y el compactado: el material se compacta de modo similar como se hace con el concreto. (Hernández Hernández J. 2011).

2.2.3.4. Peso Específico:

Es el peso de un cuerpo dividido entre su volumen. Los materiales granulométricos tienen dos tipos de pesos específicos: el aparente, que es el peso de un conjunto de agregados dividido entre su volumen incluyendo los espacios vacíos entre granos, y el absoluto peso de un grano dividido entre su volumen.

2.2.3.5. Humedad y Absorción:

Es la diferencia entre el peso del material húmedo y el mismo, secado al horno. Se suele expresar como porcentaje en peso, preferido al material seco. Esta se encuentra en los agregados de dos maneras diferentes: uno es rellenado los poros y micro poros internos de los granos, y la otra es como una película envolvente más o menos gruesa. (Hernández Hernández J. 2011).

2.2.3.6. Segregación:

La segregación del concreto ocurre cuando el concreto es vaciado desde grandes alturas (ej. Desde la pluma de una bomba). Esto ocasiona que los materiales más gruesos (ej. Piedras mayores a 1/2") segreguen (las partículas más pesadas desciendan). Puede ocurrir también por un exceso de vibrado o mal chuseado, el cual generará la separación entre los agregados y el mortero. Por lo general, encontraremos segregaciones en la base de los muros disminuyendo el $f'c$ en estas zonas, generándose así una zona crítica que deberá resistir esfuerzos de compresión.

2.2.3.7. Impurezas:

Al agregado los puede acompañar algunas impurezas perjudiciales, la mayoría de origen natural y acompañando a la arena. Las

especificaciones normativas (NTP 400.018; ASTM C 117) establecen límites para estas impurezas.

La materia orgánica en descomposición puede producir trastornos en las reacciones del cemento. El fraguado puede ser alterado, e incluso impedido, como es el caso en presencia de abundantes azúcares.

Otras impurezas importantes son las sales naturales, entre las cuales, las más frecuentes son el cloruro de sodio y el sulfato de calcio, o yeso, o bien las sales procedentes de efluentes industriales, que pueden tener una composición muy variada. (Hernández Hernández J. 2011).

2.2.3.8. Forma de Partículas y Textura superficial:

La forma de partícula y la textura superficial de un agregado influyen más en las propiedades del concreto fresco, que en las propiedades del concreto endurecido. Para producir un concreto trabajable, las partículas alongadas, angulares, de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos.

Sin embargo, con una granulometría satisfactoria, los agregados triturados y no triturados generalmente dan la misma resistencia para el mismo factor de cemento, los agregados pobremente graduados o angulares pueden ser también más difíciles de bombear. La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambien de lisas y redondeadas a rugosas y angulares. (Hernández Hernández J. 2011).

2.2.3.9. Cemento:

Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinada que posteriormente son molidas, y tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua.

Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de

Sudamérica y el Caribe hispano) o concreto (en México y parte de Sudamérica). Dado que el concreto es uno de los materiales que más se usa en la construcción de edificaciones y otros tipos de obras de ingeniería.

El cemento es un Clinker finamente pulverizado, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contiene cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones, previamente establecidas, para lograr las propiedades deseadas. (Hernández Hernández J. 2011).

A. Proceso de fabricación:

El proceso de fabricación empleado en determinada planta productora de cemento varía de acuerdo con sus circunstancias particulares, pero en general todas realizan las siguientes 6 etapas:

- 1. Explotación de materias primas:** Este procesamiento se hace de acuerdo a las normas y parámetros convencionales. Dependiendo de la dureza de los materiales se usan explosivos y trituración posterior, en otros casos el simple arrastre es suficiente. Una vez extraídos los materiales de las respectivas canteras, se lleva a un proceso de trituración primaria para obtener tamaños máximos de 1". Los materiales que no requerían trituración se llevan a un lugar de almacenamiento. (Instituto del Concreto, 1997).
- 2. Dosificación, molienda y homogenización de materias primas:** Las materias primas seleccionadas se trituran, se muelen y dosifican de tal manera que la mezcla resultante tenga la composición química deseada. Se puede utilizar un proceso seco o húmedo. En el proceso seco, molienda y el mezclado se realizan con materiales secos. (Instituto del Concreto, 1997).
- 3. Clinkerización:** Luego del mezclado, la materia prima molida se alimenta por el extremo superior de un horno, pasa a una velocidad que se controla por medio de la pendiente y la velocidad rotacional del horno.

En el extremo inferior del horno el combustible para calcinar es inyectado; donde las temperaturas de 1420°C a 1850°C transforman químicamente a la materia prima en Clinker de cemento, que tiene la forma de pelotillas negro-grisáceas de 12mm de diámetro (Instituto del Concreto, 1997).

4. **Enfriamiento:** El material transformado en Clinker debe ser enfriado rápidamente a 70°C para garantizar que el cemento fabricado, después de fraguado, no presente cambio de volumen.
5. **Molienda de Clinker, adiciones de yeso:** En este proceso se transforma el Clinker en polvo y se agregan las adiciones (puzolanas o escoria de alto horno). Luego se introduce el yeso, se muele tan finamente que casi en su totalidad logra pasar la malla No. 200 y así se obtiene el cemento Portland propiamente dicho. El yeso es indispensable para controlar el endurecimiento del cemento una vez que entra en contacto con el agua, porque cuando su cantidad es muy baja el endurecimiento puede ocurrir de manera instantánea.

Empaque y distribución: El cemento resultante del molino se transporta en forma mecánica o neumática a silos de almacenamiento y posteriormente se empaca en bultos. También se puede descargar directamente en carros cisterna para su distribución a granel. (Instituto del Concreto, 1997).

B. Clasificación: La clasificación de los diferentes tipos de cemento se muestran en la **Tabla 16**.

C. Propiedades físicas y química.

Los cementos perteneces a la clase de materiales denominados aglomerantes en construcción, como la cal aérea y el yeso (no hidráulico), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas; esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal - sílice. (Méndez silva. E A. 2012)

Las propiedades del cemento se presentan en la **Tabla 17**.

D. Peso Especifico

Un saco de cemento portland pesa 42.5 kg y tiene un volumen de aproximadamente 1 pie cubico (28.32 lt) cuando acaba de ser empacado.

Un cemento portland demasiado suelto puede pesar únicamente 833 kg/m, mientras que su se compacta por vibración, el mismo cemento puede llegar a pesar 1,650 kg/m. por este motivo, la práctica correcta consiste en pesar el cemento a granel para cada mezcla de concreto que se vaya a producir.

El peso específico del cemento Pacasmayo es de 3.15 gr/cm³. El peso específico de un cemento, determinado con la norma ASTM C – 188 “método de ensayo estándar para densidad del cemento hidráulico” no es un indicador de la calidad del cemento; su uso principal se tiene en los cálculos de proporciones de mezclas.

El peso específico también se puede determinar por la NTP 334.005: 1968 – cementos, “método de determinación del peso específico”. (Méndez silva. E A. 2012)

E. Cemento Pacasmayo Tipo I:

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requería propiedades especiales. El cemento Portland Tipo I se fabrica, mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado. (Méndez silva. E A. 2012).

Propiedades:

- Mayores resistencias iniciales.
- Menores tiempos de fraguado.

Aplicaciones:

- Obras de concreto y concreto armado en general.
- Estructuras que requieran un rápido desencofrado.
- Concreto en clima frío.
- Productos prefabricados.
- Pavimentos y cimentaciones.

2.2.4. El agua:

El agua es otro elemento importante en la elaboración del concreto, empleándose en su amasado y curado, así como en el lavado de los agregados.

Como componente del concreto convencional, el agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que utilice.

El agua que se añade junto a distintos materiales al elaborar el concreto, tiene las siguientes funciones: es el elemento por medio del cual el cemento desarrolla sus propiedades aglutinantes, experimentando reacciones químicas y dándoles a la vez las características principales de hidratación, fraguado y endurecimiento, actuar como lubricante, haciendo posible que la masa fresca sea trabajable, crear espacios en la pasta para los productos resultantes de la hidratación del cemento. (Méndez silva. E A. 2012).

2.2.5. Diseño de Mezcla (Método Modulo de fineza)

El Método de Diseño del Comité 211 del American Concrete Institute, se determina en primer lugar los contenidos de cemento, agua, aire y agregado grueso y, por diferencia de la suma de volúmenes absolutos en relación con la unidad, el volumen absoluto y peso seco del agregado fino. De esta manera, sea cual fuere la resistencia deseada, en tanto se mantengan constantes el tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino, el contenido total de agregado grueso

en la mezcla será el mismo, independientemente del contenido de pasta.
(Rivva Lopez, E. 2013).

A. Recaudar la siguiente información para el Diseño de Mezcla

Tabla 1 Datos de laboratorio

Agregados	Cemento
Peso Específico	Peso Específico
Absorción	
Contenido de Humedad	
Peso Unitario	
Granulometría	
Módulo de Finura	

B. Determinar la resistencia requerida

Esta resistencia va estar en función a la experiencia del diseñador o la disponibilidad de información que tenga el mismo, pero siempre vamos a tener que diseñar para algo más que resistencia de tal manera que solo un pequeño de las muestras normalmente el 1%, según el ACI puedan tener resistencias inferiores a la especificada, como se muestra en la **Tabla 41**:

C. Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo.

El TMN del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de pre-esfuerzo.
- 1/3 del peralte de las losas

Estas limitaciones a menudo evitan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar zonas o vacíos en forma de panal.

D. Selección del Asentamiento.

El asentamiento se determina utilizando la **Tabla 42**.

E. Determinación del contenido de aire.

En el caso del contenido de aire atrapado se presenta la **Tabla 43** indicando valores aproximados.

F. Determinación del volumen del agua

La cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido. **Tabla 43**

G. Seleccionar la relación agua/cemento.

La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. **Tabla 44**

H. Determinación de Factor Cemento

Determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto en función de la relación agua - cemento seleccionada y del volumen unitario de agua, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{El factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario de agua}}{\text{relacion A/C}} \dots\dots\dots(01)$$

I. Determinación del volumen absoluto de cemento

El volumen absoluto está en función del factor cemento y del peso específico del cemento.

J. Determinación del Volumen de la pasta:

El volumen de la pasta se encontró al sumar el volumen absoluto de cemento más el agua de mezclado dividida entre su peso específico más el porcentaje de aire atrapado.

K. Determinación del Volumen de los agregados:

El volumen absoluto de los agregados se encontró de restar de la unidad cúbica de concreto el volumen de la pasta.

L. Calculo de la incidencia del agregado fino y grueso respecto del agregado global:

En este paso es donde interviene el **Método Del Módulo De Finura De La Combinación De Agregados**, se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} * 100 \dots\dots\dots(02)$$

Donde:

mg : Módulo de finura del agregado grueso.

mf : Módulo de finura del agregado fino.

mc : Módulo de la combinación de agregados.

rf : Porcentaje de agregado fino con respecto al agregado global.

Para hallar el valor de “**mc**”, ingresamos a la **Tabla 45**, con el número de bolsas de cemento por metro cúbico y el tamaño máximo nominal del agregado (TMN) y encontramos “**mc**”. Luego se encontró el porcentaje del agregado grueso por simple diferencia y posteriormente los volúmenes de los agregados multiplicando el porcentaje por el volumen absoluto de los agregados.

M. Cálculo de los pesos secos de los agregados:

Se encontró multiplicando el volumen de cada uno de los agregados por su respectivo peso específico.

N. Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco

Se partió encontrando los pesos húmedos de los agregados, multiplicando su peso por su respectivo contenido de humedad, luego se encontró la humedad superficial de los agregados sumando algebraicamente su contenido de humedad más su absorción, luego se determinó el aporte de humedad de los agregados multiplicando su peso seco por el porcentaje de humedad superficial de los agregados, se encontró el aporte total de los agregados sumando algebraicamente los aportes independientes de los mismos, finalmente se encontró el agua efectiva, para ello se toma en cuenta el aporte de los agregados, si es negativo significa que hay que sumarle agua de no ser así se hace lo contrario.

O. Proporciones en peso de los materiales:

Ya corregidos por humedad del agregado, se determinó el peso de los demás componentes con respecto al peso de una bolsa de cemento (42.5 Kg.).

P. Realizar los ajustes a las mezclas de pruebas

Para obtener las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con las características deseadas, con los materiales disponibles.

Se prepara una primera mezcla de prueba con unas proporciones iniciales que se determinan siguiendo los pasos que a continuación se indican.

A esta mezcla de prueba se le mide su consistencia y se compara con la deseada: si difieren, se ajustan las proporciones.

Se prepara, luego, una segunda mezcla de prueba con las proporciones ajustadas, que ya garantiza la consistencia deseada; se toman muestras de cilindro de ella y se determina su resistencia a la compresión; se compara con la resistencia deseada y si difieren, se reajustan las proporciones.

Se prepara una tercera mezcla de prueba con las proporciones reajustadas que debe cumplir con la consistencia y la resistencia deseada; en el caso de que no cumpla alguna de las condiciones por algún error cometido o debido a la aleatoriedad misma de los ensayos, pueden ser ajustes semejantes a los indicados hasta obtener los resultados esperados

2.2.6. Propiedades y Características del concreto:

El concreto posee dos estados: el estado fresco y el estado sólido.

2.2.6.1. Concreto Fresco:

El concreto presenta las siguientes propiedades

a) Trabajabilidad

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

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia (Abanto Castillo, 2009).

b) Consistencia

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada (Abanto Castillo, F. 2009).

Los norteamericanos clasifican al concreto por el asentamiento de la mezcla fresca. El método de determinación empleado es conocido como método del cono de Asentamiento, método del cono de Abrams, o método de slump, y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, clasificada en la **Tabla 2**, medido en pulgadas o en milímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactado en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica (Rivva Lopez, E. 2013).

Tabla 2 Clases de mezclas según su asentamiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera, Varillado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Varillado.

Fuente Tecnología del Concreto- Abanto Castillo

Cuando las especificaciones del asentamiento no se dan como requisito máximo la NTP 339.114 – Concreto premezclado, da algunas tolerancias, cuyos valores se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3 Tolerancia para asentamiento nominal

Asentamiento especificado (cm)	Tolerancia (cm)
0 – 5	(+-) 1,3
5 -10	(+-) 2,5
>10	(+-) 3,8

Fuente NTP 339.114

c) Exudación o Sangrado:

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

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

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos, y de la temperatura, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación. (Abanto Castillo, F. 2009)

2.2.6.2. Concreto endurecido:

a. Resistencia:

La resistencia del concreto endurecido es la propiedad más importante para cumplir con la exigencia estructural, por lo que usualmente es considerada como la propiedad más valiosa del concreto; sin embargo no debemos olvidar que en muchas ocasiones otras características como la durabilidad y la permeabilidad, resultan ser más importantes. (Estrada, CG; Páez, R. 2014)

La resistencia del concreto no puede probarse en condiciones plásticas, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se somete a pruebas de compresión

La resistencia a la compresión es la carga máxima por unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto Castillo, F. 2009)

Este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 6" (15cm) de diámetro y 12" (30cm) de altura. El espécimen debe permanecer en el molde 24 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo. El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo este periodo puede alterarse si se especifica. (Harmsen, E. T. 2005).

b. Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto puede atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación (Abanto Castillo, F. 2009).

c. Impermeabilidad

Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse con frecuencia reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y si están interconectadas, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. La inclusión de aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad (Abanto Castillo, F. 2009)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Agregado fino:** Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Aire atrapado:** Es el aire atrapado de manera natural en el concreto que puede incrementarse a consecuencia de una deficiente colocación o compactación. (Instituto del Concreto de 1997)
- **Asentamiento del Concreto:** Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirve de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en pulgadas. (Absalón, VM; Salas, RA. 2008)
- **Cemento:** Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua y el aire. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivo. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Consistencia:** Habilidad del concreto fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen. (Instituto del Concreto de 1997)
- **Diseños de mezcla:** Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalón, VM; Salas, RA. 2008)
- **Dosificación:** Es la proporción en peso o en volumen de los distintos elementos integrantes de una mezcla. (Absalón, VM; Salas, RA. 2008)

- **Plasticidad:** es la condición del concreto o mortero fresco que le permite deformarse continuamente sin romperse. (Instituto del Concreto de 1997)
- **Porosidad:** Es el cociente entre el volumen de los poros y el volumen aparente del cuerpo. (Absalón, VM; Salas, RA. 2008)
- **Relación agua/cemento:** Es el cociente entre el peso del contenido de agua libre de mezclado y el de cemento en una mezcla dada. (Absalón, VM; Salas, RA. 2008)
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto ($f'c$):** Resistencia a la compresión del concreto empleada en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Trabajabilidad:** Es la mayor o menor facilidad que presenta un concreto o mortero de ser mezclado, transportado y colocado. (Absalón, VM; Salas, RA. 2008)
- **Concreto endurecido:** Después de que el concreto ha fraguado, empieza a ganar resistencia y endurece. Las propiedades del concreto endurecido son la resistencia y durabilidad (Méndez silva. E A. 2012).
- **Concreto fresco:** Es aquel recién preparado cuyo estado es plástico y moldeable en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado (Méndez silva. E A. 2012).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE EJECUCION DE LA INVESTIGACIÓN:

La ejecución de esta investigación se realizó en el sector A de la ciudad de Jaén, lado Oeste de la ciudad, limitado del sector B por la Av. Mesones Muro y Av. Pakamuros; lado izquierdo de la ciudad con en dirección Norte. Su temperatura promedio de la ciudad de Jaén es de 25.9 °C. y una máxima de 34.2 °C.

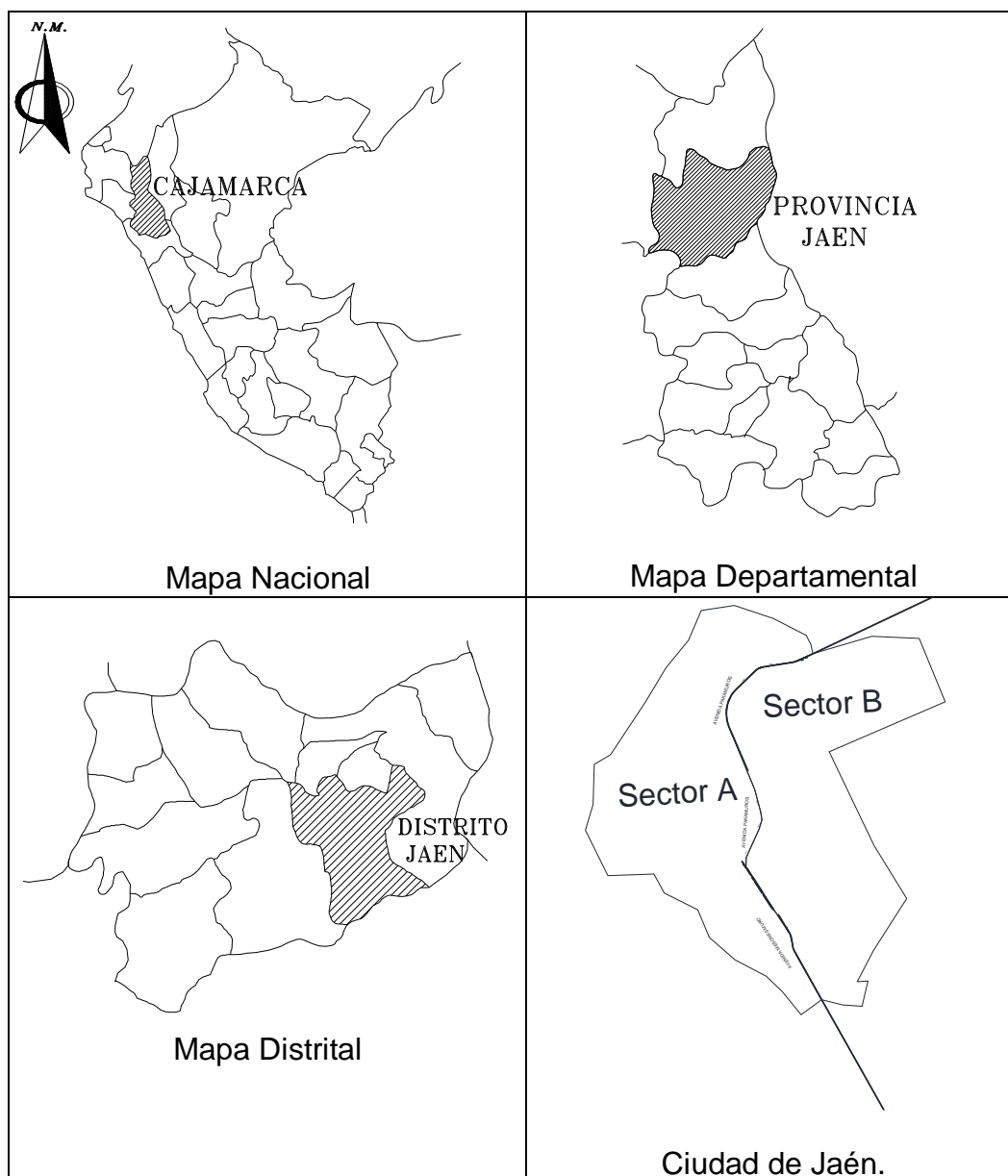


Fig. 11 Ubicación y localización del sector de estudio (sector A de la ciudad de Jaén).

3.2. MATERIALES

3.2.1. Cemento

El cemento utilizado es del Pacasmayo Tipo I, denominado también portland normal, con peso específico relativo de 3,15.

3.2.2. Agua:

El agua utilizada provino de la red de abastecimiento de agua potable de la EPS Marañón S.R.L. de la ciudad de Jaén. El agua se utilizó a temperatura ambiente (20,5°C) y sin alteración alguna para la elaboración de mezclas.

3.2.3. Agregados:

El agregado fino y los dos perfiles de agregado grueso se extrajeron de la Cantera Olano. La arena y la piedra chancada se extrajeron del acopio de materiales, después del proceso de trituración de las rocas de la mencionada cantera. Se escogió el tamaño de ½” porque este tamaño del agregado grueso es el más utilizado en las construcciones de concreto en el distrito de Jaén.

3.3. HERRAMIENTAS:

3.3.1. Probetas Cilíndricas:

Se utilizara moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura utilizados para la elaboración de los especímenes de concreto. NTP 339.034:2008.



Fig. 12 Moldes cilíndricos para elaboración de probetas.

3.3.2. Herramientas de laboratorio:

Se utilizó diversas herramientas empleadas en la elaboración de muestras de concreto y ensayos de materiales (Tamices, palana, taras, etc.)



Fig. 13 Se muestra balanzas, tamices.

3.4. EQUIPOS:

En la figura se muestra la máquina de rotura de espécimen de concreto a compresión.



Fig. 14 Máquina de rotura de espécimen a compresión.

3.5. METODOLOGIA

3.5.1. Normativa de ensayos para agregados y concreto

Los ensayos de las propiedades de los agregados y el concreto se realizaron de acuerdo a la norma nacional NTP e internacional ASTM.

A continuación se muestra la normativa de cada ensayo realizado.

Tabla 4 Normas para ensayos de agregados y concreto.

Ensayo	Norma Peruana	ASTM
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso.	NTP 400.012; 2013	ASTM C 136
Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185; 2002	ASTM C 566
Método de ensayo para determinar pesos volumétricos secos, sueltos y compactados	NTP 400.017; 2011	ASTM C 29
Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	NTP 400.021; 2002	ASTM C 127
Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje absorción del agregado fino	NTP 400.022; 2013	ASTM C 128
Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland	NTP 339.035; 2009	ASTM C 143
Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio	NTP 339.183; 2009	ASTM C 192
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas	NTP 339.034; 2008	ASTM C 39
Diseño de mezclas	Método del Módulo de Fineza	

3.6. TIPO DE INVESTIGACION.

En el presente estudio se realizó una investigación experimental, ya que se hizo uso de un laboratorio particular y el laboratorio de la UNC-Jaén para luego describir los resultados, se evaluó la Resistencia a la Compresión del concreto informal que se elabora al pie de obra.

La investigación se centró en moldear especímenes de 10 viviendas de la ciudad de Jaén para obtener su peso unitario endurecido y posteriormente someterlos a compresión para obtener la resistencia promedio; así mismo también se evaluó la consistencia con la que se viene trabajando en las edificaciones en la ciudad de Jaén.

La cantidad de muestras ensayadas fueron de 120 especímenes del concreto elaborado al pie de obra, se evaluó los parámetros físicos del concreto fresco como su consistencia mediante la medida de su slump en cada elemento y de cada estructura y su resistencia a la compresión del concreto endurecido como también su módulo de elasticidad.

El análisis comparativo de las propiedades del concreto obtenido al pie de obra se realizó con una muestra patrón con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, usando un espacio muestral de nueve (09) especímenes, estos resultados sirvieron como línea de base para el presente estudio.

3.7. ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO.

A. Análisis granulométrico, NTP 400.012 – 2013 y ASTM C 136.

Equipos

- Balanzas: Electrónicas con aproximación 0,1gramos.
- Tamices: 3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.
- Horno: Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ° C.

Muestreo

Se tomó la muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010 y se redujo a la cantidad necesaria. En la **Fig. 15**, se aprecia la reducción de la muestra a tamaño de prueba usando el procedimiento de cuarteo.



Fig. 15 Cuarteo de muestra.

Se escogió aproximadamente 6 Kg para que sea la muestra de prueba para agregado grueso y 500 g para el agregado fino.

Procedimiento

- a) Se secó la muestra hasta que su masa sea constante a una temperatura de 110 °C.
- b) Se colocaron los tamices en orden decreciente de tamaño. Luego se puso la muestra desde la parte superior de los tamices y se agitaron manualmente.(**Fig. 16**)
- c) Después del cribado general se dio un cribado individual (por tamiz). La operación terminó cuando en el transcurso de un minuto no pasaba más del 1% en peso del material retenido en cada tamiz.
- d) Finalmente se determinó y registró la masa retenida en cada tamiz en gramos.



Fig. 16 Tamizado de agregado.

Cálculos

- a. Se realizó una tabla con cinco columnas, en la primera se escribió los números de los tamices en orden decreciente.
- b. En la segunda columna se anotaron las masas retenidas en los respectivos tamices.
- c. En la tercera columna se anotaron los porcentajes del material retenido en cada malla, respecto a la masa total de la muestra, mediante la fórmula 3.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_N}{\sum W_T} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

% Retenido = Porcentaje retenido en la malla N respecto a la masa original, en %.

W_N = Masa del material retenido en la malla N, en gramos.

$\sum W_T$ = Suma de las masas retenidas de la columna 2, en gramos.

- d. En la cuarta columna se anotaron los porcentajes retenidos acumulados de la siguiente manera:
 % Retenido Acumulado = % Retenido en la malla N + % Retenido Acumulado en la malla anterior

- e. En la columna cinco se anotaron los porcentajes que pasa de la siguiente manera:

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado en la malla N}$$

- f. El módulo de fineza de la arena se calculó dividiendo la sumatoria de los % retenidos acumulados de la cuarta columna, de los tamices N°100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8 y N° 4 entre 100.

B. Contenido de humedad por secado NTP 339.185 – 2002 y ASTM C 566

Equipos

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gramos.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de 110 °C.

Procedimiento

- a) Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito y se determinó dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda).
- b) Se colocó el recipiente con la muestra a una estufa y se secó durante 24 horas a una temperatura de 110°C.
- c) Luego se pesó el recipiente con la muestra seca (peso del recipiente + muestra seca) y se determinó la cantidad del agua evaporada y peso de la muestra seca.

$$H = (\text{peso del recipiente} + \text{muestra húmeda}) - (\text{peso del recipiente} + \text{muestra seca})$$

$$MS = (\text{peso del recipiente} + \text{muestra seca}) - (\text{Peso del recipiente})$$

Cálculos

$$\%W = \frac{H}{MS} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

H= Peso del agua evaporada o contenido de agua

MS = Peso de la muestra seca

%W= porcentaje de humedad

C. Método de ensayo para determinar pesos volumétricos secos, sueltos y compactados según la NTP 400.017 – 2011 y ASTM C29.

Equipos

- Balanza: Con aproximación de 1gramo.
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Cilíndricos metálicos con precisión en sus medidas interiores y de volumen conocido.
- Cuchara de Mano: Para verter el agregado en el molde.

Procedimiento para peso compactado

- a) Se tomó el agregado y se cuarteó para obtener una muestra representativa.
- b) Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano.
- c) Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compactó con 25 golpes como antes. (**Fig. 17**)

- d) Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando una regla metálica, como se muestra en la **Fig. 17**.



Fig. 17 Compactado muestra y Fig. 18 Enrasado de muestra

- e. Al compactar la primera capa, se procuró que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se empleó la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.
- f. Se determinó el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registraron los pesos con una aproximación 1 gramo.

Determinación del Peso Suelto

- a) El recipiente de medida se llenó con una cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 2" por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se eliminó y luego se niveló la superficie usando la barra lisa.
- b) Luego se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y también el peso del recipiente solo y se registraron los pesos con una aproximación de 1g.



Fig. 19 Vaciado del agregado en el molde y Fig. 20 Enrasado de la superficie de la muestra

Cálculos

El peso unitario compactado o suelto, se calcula como sigue:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en g/cm³.

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en g.

T = Peso del recipiente de medida en g.

V = Volumen de la medida en cm³.

D. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso según la NTP 400.021-2002 y ASTM C 127

Equipo

- Balanza: Sensible a 0,1 g y con capacidad de 5000 gramos y Equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre.
- Cesta con malla de alambre: Con abertura de tamiz N° 6.
- Depósito de agua: Para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Horno: De tamaño apropiado capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C.
- Una franela

Procedimiento

- a) Se colocó aproximadamente 3 a 4 Kg de material en un depósito. Seguidamente se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente por un lapso de 24 h.
 - b) Después de transcurrido el tiempo de reposo, se decantó el depósito y se escurrió el agua, quedando el material húmedo y saturado. Luego se sacó la muestra del agua y se hizo rodar sobre una franela, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible de la superficie del agregado.
 - c) Se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca y con una aproximación de 0,1 g.
 - d) Después de pesar, se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determinó su peso en agua (a una temperatura de 23°C), densidad 1 g/cm³. Mientras se sumergía se sacudió la malla para remover todo el aire atrapado.
- (Fig. 21)**



Fig. 21 *Peso de la muestra sumergida en agua.*

e) Finalmente se secó la muestra hasta peso constante, a una temperatura de 110°C (**Fig. 22**) y se dejó enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 h, hasta que la temperatura era cómoda al tacto (aproximadamente 50°C) y luego se pesó.



Fig. 22 *Secado de la muestra en horno*

Cálculos

- Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots(6)$$

- Absorción (Ab)

$$Ab.(%) = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire en gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire en gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada en gramos.

E. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino según la NTP 400.022 - 2013 y ASTM C 128.

Equipo

- Balanza: Sensible a 0,1g del peso medio y con capacidad de 1000 g.
- Frasco: Picnómetro volumétrico de 500 cm³ de capacidad.
- Molde Cónico: Metálico de 40 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm de altura.
- Barra Compactadora de metal: De 340g de peso con un extremo de superficie plano circular de 25 mm de diámetro.
- Horno: Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C.

Preparación de muestra

- a) Se colocó en un depósito aproximadamente 500g del agregado fino, obtenido por método del cuarteo.
- b) Se cubrió la muestra con agua y se dejó reposar durante 24 horas.
- c) Luego se extendió sobre un recipiente plano y amplio y se puso a secar a temperatura ambiente. Se removió la muestra con frecuencia para garantizar un secado uniforme.

- d) Se siguió con esta operación hasta que los granos de agregado no se adherían marcadamente entre sí.
- e) Luego se colocó el agregado fino en el molde cónico, se golpeó la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levantó el molde verticalmente. Como el cono del agregado fino mantenía su forma dio a entender que aun la muestra estaba húmeda, entonces se siguió con el secado, revolviendo constantemente y se probó a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbó al quitar el molde. Esto significó que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca. (Fig. 23)



Fig. 23 Arena con superficie seca.

Procedimiento de ensayo

- a) Se introdujo de inmediato en el frasco una muestra de 500g del material preparado, se llenó de agua cerca de la marca de 500 cm³ a una temperatura aproximada de 23°C.
- b) En seguida se agitó el frasco hasta eliminar todas las burbujas de aire, después se colocó en un baño de agua a temperatura aproximada de 23°C.
- c) Después de una hora se llenó con agua hasta los 500 cm³ y se determinó el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0,1gramos
- d) Se sacó el agregado fino del frasco, se secó en el horno a una temperatura de 110°C, luego se enfrió a temperatura ambiente durante una hora y se pesó.

Cálculos:

- Peso específico de masa (Pem).

$$Pem = \frac{K}{L + N - M} \dots\dots\dots(8)$$

- Absorción (Ab).

$$Ab = \frac{N - K}{K} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

Dónde:

K=Peso de la muestra secada al horno, en gramos.

L=Peso del picnómetro y agua al ras, en gramos.

M=Peso del picnómetro, muestra y agua al ras en gramos.

N=Peso de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

F. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland según la NTP 339.035 - 2009 y ASTM C 143.

Equipos

- Cono de Abrams: Molde de forma tronco cónica de 20 cm de diámetro en la base inferior y 10 cm en la base superior, con altura de 30 cm.
- Barra compactadora: De acero lisa de 5/8" (16 mm) de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm de longitud.
- Wincha: Para medir el asentamiento.

Procedimiento

- a) Se humedeció el molde y se colocó sobre una placa de acero liso, no absorbente.

- b) Se apoyó firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Se evitó mover los pies durante el llenado del molde, para no fallar el ensayo.
- c) Luego se llenó el molde en tres capas, de modo que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde.
- d) Se compactó cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa.
- e) En la compactación de la segunda y tercera capa se buscó penetrar la capa anterior una pulgada y varillar desde cerca del perímetro y continuar progresivamente en forma espiral hacia el centro del molde.
- f) Cuando se compactó la última capa, se adicionó un excedente de concreto sobre el molde antes de comenzar el varillado.
- g) Luego se enrasó el concreto fresco, rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- h) Después se levantó el molde cuidadosamente en dirección vertical de un solo movimiento y sin giros. En un tiempo de 5 a 10 segundos.
- i) Finalmente se midió el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono de mezcla deformado. (**Fig. 24**).



Fig. 24 *Medición del asentamiento*

- j) Esta prueba se desarrolló sin interrupciones en no más de 2,5 minutos y cuando al levantar el cono se produjo una falla por corte, se descartó la prueba y realizó el ensayo con una nueva porción de mezcla.

G. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en Laboratorio según la NTP 339.183 – 2009 y ASTM C 192.

Equipos, materiales y herramientas

- Recipiente de muestreo: No absorbente con suficiente capacidad para mezclar.
- Molde cilíndrico: De 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.
- Varilla compactadora: De acero lisa de 5/8" (16 mm) de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm de longitud.
- Martillo: Con cabeza de goma de 0,6 Kg de masa.
- Herramientas: Pala, cucharón, espátula, plancha y paleta de albañil.
- Aceite: Para evitar la adherencia entre el molde y la mezcla de concreto.

Procedimiento del mezclado manual del concreto

- a) Se realizó el mezclado en un depósito resistente, utilizando una paleta despuntada de albañil.
- b) Se mezcló el cemento y el agregado fino sin adicionar agua hasta que estuvieron completamente mezclados.
- c) Luego se adicionó el agregado grueso y se mezcló la amasada completa, sin adición de agua hasta que el agregado grueso estuvo uniformemente distribuido en toda la amasada.
- d) Al final se agregó agua, y se mezcló la amasada hasta obtener un concreto homogéneo en apariencia y de la consistencia deseada.

Procedimiento para moldeo de especímenes

- a) Se limpiaron las probetas y se untó ligeramente el interior con aceite quemado para que el concreto no se adhiriera a las paredes del molde, luego se colocó en una superficie limpia, nivelada y firme.
- b) Luego con la ayuda de un cucharón se coló el concreto en los moldes. Se cuidó en distribuir el material uniformemente alrededor del perímetro del molde.
- c) Se llenaron las probetas en tres capas y cada una de estas con $1/3$ de volumen, se compactó 25 veces en todo su espesor en la primera capa, mientras que en la segunda y tercera capa se varilló el tercio correspondiente más una pulgada de la capa subyacente. Cabe señalar que en cada capa se distribuyó uniformemente el varillado en toda la sección transversal del molde. (**Fig. 25**)



Fig. 25 Compactado de los especímenes de concreto.

- d) Una vez llenadas las probetas fueron golpeados ligeramente el exterior del molde de 10 a 15 veces con el mazo de hule para cerrar los huecos dejados por la varilla de compactación. (**Fig. 26**)



Fig. 26 Eliminación de aire en el espécimen

- e) Se retiró el exceso de concreto con la varilla de compactar y se enrasó la parte superior con una plancha de albañil para producir una superficie plana.
- f) Luego se realizó el acabado final de la superficie expuesta del espécimen con la mínima manipulación necesaria a fin de lograr una superficie plana y a nivel con el borde del molde.
- g) **Desencofrado de testigos:** El desencofrado se realizó a las 24 horas después de la elaboración de testigos y luego se procedió a colocar su identificación, considerando fecha de elaboración.
- h) **Curado de testigos:** Los testigos de esta investigación se curaron con agua potable hasta un día antes de su ruptura. El curado fue bajo sombra y se mantuvo en una temperatura promedio del agua de 20,5 °C.

H. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas según la NTP 339.034 - 2008 y ASTM C 39.

Máquina de ensayo

La máquina compresora para determinar la carga de ruptura de los especímenes de concreto de esta investigación, se realizó en el equipo que dispone el laboratorio de la empresa GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



Fig. 27 Equipo para rotura de especímenes de concreto.

Procedimiento

- a) Todos los testigos de concreto para una determinada edad de ensayo fueron puestos a prueba dentro del tiempo permisible de tolerancias.
- b) Antes de ensayarlos se realizó la medición del diámetro de los especímenes de concreto en dos direcciones perpendiculares y en ambas cabezas, y luego se sacó un diámetro promedio.
- c) **Colocación:** Para realizar las pruebas se utilizaron dos placas. Se limpiaron las superficies de las placas tanto superior como inferior y las cabezas del espécimen de prueba, luego se colocó en el eje de aplicación de carga de la compresora y sobre éste el testigo de prueba, y se aplicó la carga axial.
- d) **Verificación del cero:** Antes de ensayar la probeta, se verificó que el indicador de carga esté en cero.
- e) **Velocidad de carga:** Luego se aplicó la carga con una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0,25 MPa/s.
- f) Se aplicó la carga hasta que se produjo la falla de ruptura del testigo de concreto. No se tuvo en cuenta en cuenta la deformación de los mismos.

- g) Se registró la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo.

Cálculos

- Se calculó la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección del cilindro. (Fórmula 10)
- Para efectos de esta investigación las pruebas se rompieron a edades de 7, 14 y 28 días, para los diseños de mezclas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{AG}{\pi D^2} \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

$F'c$ = Resistencia de ruptura a la compresión, en Kg/cm².

P = Carga máxima axial aplicada al espécimen en el momento de la falla, en Kg.

A = Área de la sección transversal del espécimen, en cm².

D= Diámetro promedio del espécimen, en cm.

3.8. MUESTREO DE ESPECIMENES DE CONCRETO REALIZADOS AL PIE DE OBRA:

Procedimiento de recopilación de información y muestreo:

- Para la recopilación de información y muestreo lo primero que se realiza es la identificación de la zona de estudio y localizar las viviendas para poder obtener la autorización y apoyo de los maestros de obra para poder realizar el muestro de especímenes de concreto.
- Teniendo las 10 viviendas identificadas se procedió a tomar las coordenadas UTM donde se están ejecutando dichas estructuras.

- Para la elaboración del concreto utilizado en las obras los encargados utilizan la dosificación de un concreto cuya resistencia es $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en volumen la siguiente: 1 bolsa de cemento por 4 latas de piedra y 4 latas de arena o 1 bolsa de cemento por 5 latas de piedra y 4 latas de arena. El agua a usar no es medida, esta se agrega hasta que la mezcla este “trabajable” (32 litros por bolsa aproximado).
- Posteriormente a la mezcla de los agregados se procedió a medir el asentamiento para posteriormente la elaboración de especímenes.



Fig. 28 Coordinaciones con maestros de obra.

A. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland según la NTP 339.035 - 2009 y ASTM C 143.

Equipos

- Cono de Abrams: Molde de forma tronco cónica de 20 cm de diámetro en la base inferior y 10 cm en la base superior, con altura de 30 cm.
- Barra compactadora: De acero lisa de 5/8” (16 mm) de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm de longitud.
- Wincha: Para medir el asentamiento.

Procedimiento

- a) Se humedeció el molde y se colocó sobre una placa de acero liso, no absorbente.
- b) Se apoyó firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Se evitó mover los pies durante el llenado del molde, para no fallar el ensayo.
- c) Luego se llenó el molde en tres capas, de modo que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde.
- d) Se compactó cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa.
- e) En la compactación de la segunda y tercera capa se buscó penetrar la capa anterior una pulgada y varillar desde cerca del perímetro y continuar progresivamente en forma espiral hacia el centro del molde.
- f) Cuando se compactó la última capa, se adicionó un excedente de concreto sobre el molde antes de comenzar el varillado.
- g) Luego se enrasó el concreto fresco, rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- h) Después se levantó el molde cuidadosamente en dirección vertical de un solo movimiento y sin giros. En un tiempo de 5 a 10 segundos.
- i) Finalmente se midió el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono de mezcla deformado. (**Fig. 29**).



Fig. 29 Medición de asentamiento del concreto elaborado al pie de obra

B. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en Laboratorio según la NTP 339.183 – 2009 y ASTM C 192.

Equipos, materiales y herramientas

- Molde cilíndrico: De 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.
- Varilla compactadora de acero
- Herramientas: Pala, balde, plancha y paleta de albañil.

Procedimiento del mezclado manual del concreto

- a) Se realizó el mezclado en trompo y en algunos casos de manera manual.
- b) Se mezcló el cemento, el agregado fino, agua y agregado grueso hasta que estuvieron completamente mezclado uniformemente distribuido en toda la amasada.



Fig. 30 Forma y medición del mesclado al pie de obra

Procedimiento para moldeo de especímenes

- a) Se limpiaron las probetas y se humedeció con agua para que el concreto no se adhiriera a las paredes del molde, luego se colocó en una superficie limpia, nivelada y firme.
- b) Luego se coló el concreto en los moldes.



Fig. 31 Elaboración de especímenes del concreto elaborado al pie de obra.

3.9. CURADO DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO.

El curado de todos los especímenes de concreto se realizó siguiendo los procedimientos indicados en la NTP 339.183.

3.9.1. Curado inicial y desmolde de las probetas.

Una vez concluido el proceso de llenado de los moldes, se cubrió la superficie de éstos con plástico para evitar la evaporación del agua superficial y la contaminación de estos.

Las probetas cilíndricas fueron desmoldadas a las 24 horas de haberlas confeccionadas. El traslado de estas en el laboratorio se hizo de manera tal que las superficies y aristas de las probetas no fueran alteradas.

3.9.2. Curado estándar.

Al terminar el curado inicial y entre los 30 minutos y 1 hora después de haber sacado los especímenes de los moldes, estos se almacenaron en cilindros de plástico para el curado de concreto cubiertos con agua a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Dependiendo de la edad de los especímenes de concreto requerida para los ensayos, las probetas estuvieron 7, 14 y 28 días sumergidos.

3.10. ENSAYOS DEL CONCRETO.

3.10.1. Ensayos del concreto fresco.

3.10.1.1. Asentamiento o slump.

El ensayo se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la NTP 339.035.

El método de determinación empleado, es el ensayo del "Cono de Abrams" o "Slump" (Norma NTP 339.035 ó ASTM C143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. Por consiguiente, se puede definir el asentamiento, como la medida de la diferencia de

altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio. Se puede clasificar al concreto de acuerdo a su consistencia en tres grupos:

- Concretos consistentes o secos, con asentamiento de 0" a 2" (0 a 5 cm).
- Concretos plásticos, con asentamiento de 3" a 4" (7,5 a 10 cm).
- Concretos fluidos, con asentamientos con más de 5" (12,5 cm).

3.10.1.2. Peso volumétrico [NTP 339.046, ASTM C138]

Esta prueba se realizó de acuerdo a la norma "Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of concrete. Este método nos ayuda a calcular la densidad del hormigón fresco, y dar a conocer las fórmulas para calcular el rendimiento del hormigón, y su contenido de aire. El rendimiento es conocido como el volumen del hormigón producido de una mezcla de cantidades y materiales conocidos. El peso volumétrico del hormigón se expresa en Kg/m^3 . Se realizó esta prueba usando la Olla de Washington en donde se coloca el hormigón después de haber realizado la prueba de revenimiento y antes de colocarlo en los moldes. El procedimiento para calcular el peso volumétrico es: Primero pesamos la Olla de Washington seca y vacía anotamos ese valor. P_0 en Kg. Luego, colocamos dentro de la olla el hormigón en tres partes o capas, dando en cada capa 25 punzadas con una varilla lisa de hierro para eliminar cualquier contenido de aire existente. Una vez colocada la última capa hasta la parte superior de la olla, esta es pesada y anotamos ese otro valor P_1 .

3.10.1.3. Peso unitario del concreto.

El ensayo se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la NTP 339.046 – Revisada el 2013.

Según Norma específica que este ensayo consiste en determinar el volumen del concreto producido, con el fin de verificar la correcta dosificación y rendimiento de los materiales. Es una base para determinar el rendimiento de la mezcla, el contenido de cemento, así como el contenido de aire.

El peso unitario del concreto fresco nos permite formar un juicio inmediato de la calidad de la composición granulométrica y de la compactación del concreto, siendo un importante medio de control del rendimiento de los componentes del concreto. El peso unitario se calcula de la siguiente manera:

- **Densidad (Peso Unitario):** Se calculó este parámetro como sigue:

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

D = Densidad de masa (peso unitario) del concreto (kg/m³).

M_c = Masa del recipiente de medida lleno de concreto (kg).

M_m = Masa del recipiente vacío (kg).

V_m = Volumen del recipiente (m³).

- **Densidad Teórica:** Este parámetro es calculado sobre una base libre de aire, se calculó como sigue:

$$T = \frac{M}{V} \dots \dots \dots (12)$$

Dónde:

T = Densidad teórica del concreto (kg/m³).

M = Masa total de todos los materiales en la tanda (kg).

V = Volumen absoluto de los componentes de la mezcla (m³).

- **Rendimiento:** Se calculó este parámetro como sigue:

$$Y = \frac{M}{D} \dots\dots\dots (13)$$

Dónde:

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda (m³).

M = Masa total de todos los materiales en la tanda (kg).

D = Densidad de masa (Peso Unitario) del concreto (kg/m³).

- **Rendimiento relativo:** Se calculó este parámetro como sigue:

$$R_y = \frac{Y}{Y_d} \dots\dots\dots (14)$$

Dónde:

R_y = Rendimiento relativo, un exceso de este valor mayor a 1 indica un exceso de concreto que se produce, un valor menor indica que el volumen de la mezcla será corto con relación al volumen diseñado.

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda (m³).

Y_d = Volumen de diseño de concreto producido por tanda (m³).

- **Contenido de cemento:** Se calculó este parámetro como sigue:

$$C = \frac{C_b}{Y} \dots\dots\dots (15)$$

Dónde:

C = Contenido actual del cemento (kg/m³)

C_b = Masa del cemento en un metro cúbico (kg)

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda (m³).

3.10.1.4. Contenido de aire.

En la prueba de contenido de aire del hormigón fresco se utilizó el Método de Presión aquí se determina la cantidad de aire a partir de la variación del volumen del concreto por una aplicación de una presión conocida. Para determinar los valores del Contenido de aire se utilizó la misma Olla de Washington, la cual su tapa está formada por un medidor en forma de manómetro (dial) que indica la cantidad de aire que existe dentro de la olla, y dos llaves pequeñas para aire y agua.

3.10.2. Ensayos del concreto endurecido.

3.10.2.1. Peso unitario del concreto endurecido.

El ensayo se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la NTP 339.034 - Revisada el 2013, la presente norma establece la fórmula para determinar la densidad de los especímenes de concreto con aproximación de 10 Kg/cm³ como sigue:

$$\text{Peso específico concreto endurecido} = \frac{W}{V} \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

W= Peso del espécimen (Kg).

V = Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua (m³).

3.10.2.2. Resistencia a compresión.

El ensayo se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la NTP 339.034 - Revisada el 2013, la presente norma establece un procedimiento para determinar la resistencia del concreto sometido a compresión.

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto. En la presente tesis se realizó a los 7, 14 y 28 días para obtener el comportamiento del concreto en el tiempo. También se consiguió tener las tolerancias de una probeta de acuerdo a las

edades de las muestras, para esto se tiene la **Tabla 27**, que nos indicara la tolerancias que debemos tener.

Para la realización del ensayo se siguió los siguientes pasos:

3.10.2.2.1. Medición de la probeta

La medición de las probetas se llevara a cabo siguiendo el protocolo que a continuación se detalla:

- Se coloca las probetas cilíndricas con la cara de llenado en un plano vertical lo más cerca posible a donde se efectuara el ensayo.
- Se miden los diámetros de las dos caras laterales de la probeta (a_1 , a_2 , b_1 y b_2) aproximadamente en el eje horizontal de cada diámetro.
- Se mide las alturas de los dos lados de la probeta cilíndrica (h_1 y h_2) aproximadamente en el eje vertical de cada lado.
- Estas medias se realizan con un vernier que expresan las medidas con aproximación a 0.01mm.
- Se determina la masa de la probeta aproximando a 0.5 Kg. en balanza electrónica de capacidad de 30 Kg.

3.10.2.2.2. Identificación y colocado de la información.

Para la identificación y colocación de la información de las probetas se colocó en la parte lateral de estas con un plumón indeleble los identificadores: CB (Concreto Base), y resistencia esperada, mientras que para el caso de las muestras recolectadas al pie de obra se colocó la fecha de fabricación, V - # (Vivienda – “Número”), M - # (Muestra – “Número”) y la expectativa de resistencia, en ese mismo orden.

3.10.2.2.3. Ensayo.

Previo al ensayo, se debe observar que las placas de carga y caras de ensayo se encuentren absolutamente limpias, y que la probeta se encuentre correctamente centrada entre las placas y zona de carga.

a) Posición de las probetas.

Se coloca la probeta con su cara de llenado en un paralelo a la placa inferior de la máquina compresora.

b) Aplicación de la carga.

La carga se deberá aplicar en forma continua y sin choques, a una velocidad de movimiento correspondiente a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 ± 0.05 Mpa/s (2.5 kg/cm^2). La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la primera mitad final de la fase de carga anticipada.

Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga será permitida. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada. No se debe hacer ajustes durante la velocidad de movimiento cuando la carga final está siendo aplicada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen. Al aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente, el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido el cual debe ser observado, anotado así como debe también registrarse la carga máxima "P" expresada en toneladas.

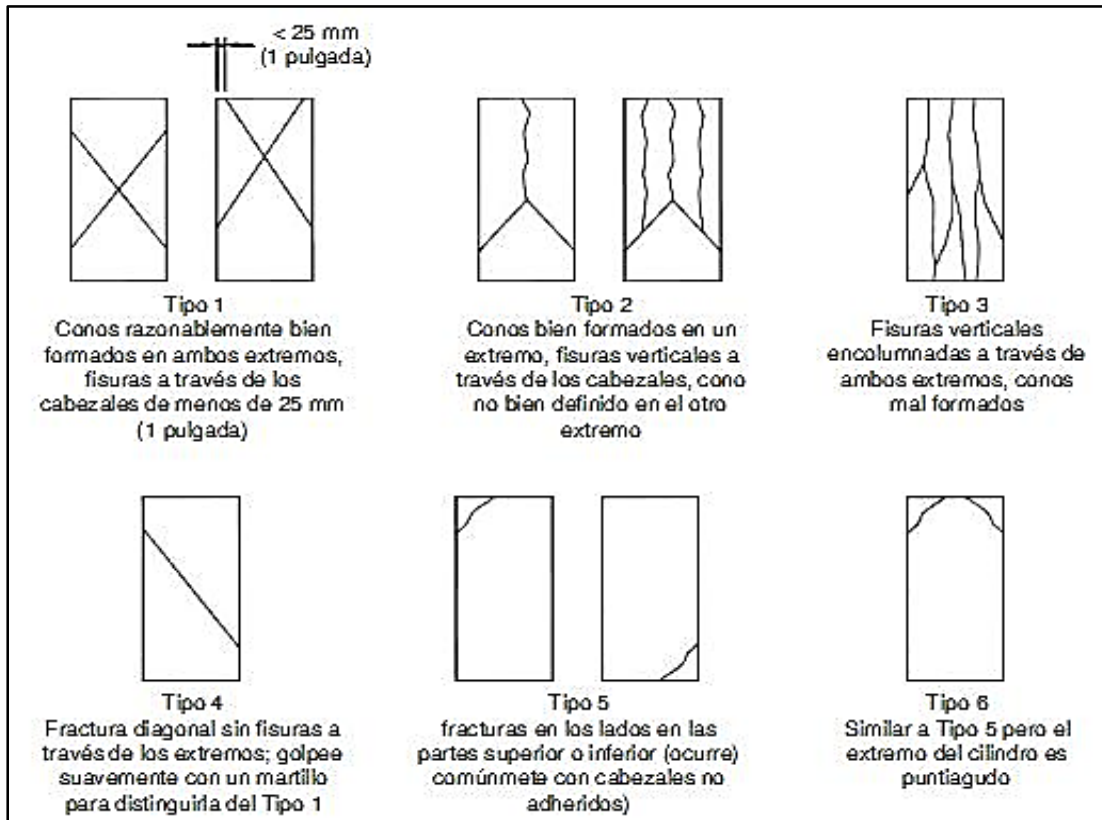


Fig. 32 Esquema de los patrones de Fracturas.

Fuente: Norma NTP 339.034 - 2013. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, INDECOPI

3.10.2.2.4. Expresión de resultados.

Se calculó la resistencia a la compresión del concreto mediante la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{P}{S} \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

R_c = Resistencia a compresión (Kg/cm²).

S = Superficie de carga (cm²).

P = Carga máxima (Kg).

3.10.2.3. Módulo de Elasticidad.

El módulo de elasticidad del concreto se determinó de la teóricamente con la fórmula del comité ACI 363R-92

- **Comité ACI 363R-92.**

El Comité ACI 363R-92 en el capítulo 5, para el cálculo del Módulo Estático de Elasticidad, enuncia en la página 23, lo siguiente:

Para el cálculo del módulo de elasticidad se puede usar la siguiente expresión:

$$E_c = 3320 \sqrt{f'_c} + 6900 \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (18)$$

Esta última expresión fue propuesta por: Russell, Sausier y Pfeiffer, siendo una ecuación empírica, por lo cual no se le considera como una estricta norma, más bien como un parámetro de comparación con la expresión del ACI 318S-05 (coincide con la NTE E0.60 para hallar E_c).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación se abordó a través de la recopilación de datos por medio de ensayos de laboratorio (09 especímenes de concreto) para obtener una mezcla patrón y el apoyo de los maestros de obra para la obtención de especímenes de concreto que ellos elaboran al pie de obra en la ciudad de Jaén (120 testigos) para poder hacer la comparación de resistencias.

La finalidad del estudio es que los dueños de las viviendas que se vienen ejecutando en la ciudad tomen conciencia sobre los posibles daños que puede causar al colocar una mezcla de concreto no diseñado, así mismo se les brindo las proporciones del diseño base obtenido en laboratorio para que puedan ejecutar una edificación con las concreto de resistencia adecuada.

4.1. RESUMEN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS:

A continuación se presenta los resultados obtenidos en laboratorio de los agregados a usar para el concreto patrón. (Tabla 5).

Tabla 5 Resumen de las propiedades físicas mecánicas de los agregados.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	: 1586	Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	: 1377.00
Peso unitario seco compactado (kg/m ³)	: 1643	Peso unitario seco compactado (kg/m ³)	: 1507.00
Peso específico de masa (gr/cm ³)	: 2.66	Peso específico de masa (gr/cm ³)	: 2.64
Absorción (%)	: 3.39	Absorción (%)	: 1.04
Contenido de Humedad (%)	: 3.82	Contenido de Humedad (%)	: 0.17
Módulo de Finura	: 2.67	Módulo de Finura	: 7.07
CEMENTO		Tamaño máximo Nominal (Pulg.)	: 3/4"
Norma	: NTP 334.009-2013	Perfil del Agregado	: Angular
Tipo de Cemento	: Pacasmayo Tipo I		
Peso Específico (gr/cm ³)	: 3.15		
AGUA			
Norma	: NTP 334.009-2013		
Peso Específico (gr/cm ³)	: 1.00		

4.2. DISEÑO DE MEZCLA EN LABORATORIO (DISEÑO PATRÓN).

Para producir un concreto que satisfaga con los requerimientos de comportamiento bajo las condiciones particulares de uso, ese deberá poseer las siguientes propiedades:

La trabajabilidad aceptable en el concreto fresco.

Resistencia, durabilidad, densidad y apariencia en el concreto endurecido.

Gastos económicos acorde a la estructura y no se sobrevalore.

A continuación se muestra el resumen del cálculo para un concreto de resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 6 Dosificación en peso para $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Resumen: Peso de materiales para 1 m^3 de concreto

CEMENTO	=	341.15	kg
AGUA (total de mezclado)	=	211.50	lt
AGREGADO FINO (Húmedo)	=	837.90	kg
AGREGADO GRUESO (Húmedo)	=	911.33	kg

Proporción recomendada en peso			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1.0	2.46	2.67	26.3 lt/bls

Para la mezcla Patrón se consideró el moldeo de nueve (09) especímenes cilíndricos de concreto para ser probados a compresión.

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

4.3.1. ANÁLISIS DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MEZCLA

De determinó la trabajabilidad de la *mezcla patrón* y de la *mezcla al pie de obra* se realizó por medio de la medida del asentamiento a través del ensayo de consistencia. En la **Tabla 7** se muestra el resultado obtenido de la mezcla patrón y su representación gráfica se puede apreciar en la **Gráfico N° 1** y en la **Tabla 8** se tienen los resultados obtenidos al pie de obra y su representación gráfica se muestra en el **Gráfico N° 2**.

Tabla 7 Control del trabajabilidad por medio del asentamiento (Mezcla Patrón)

Edad a romper (Días)	# de Testigos	Fecha de elaboración	Fecha de Rotura	Hora de elaboración	Asentamiento (pulg)
7	3	21-sep-16	28-sep-16	9:30am	3 1/2 "

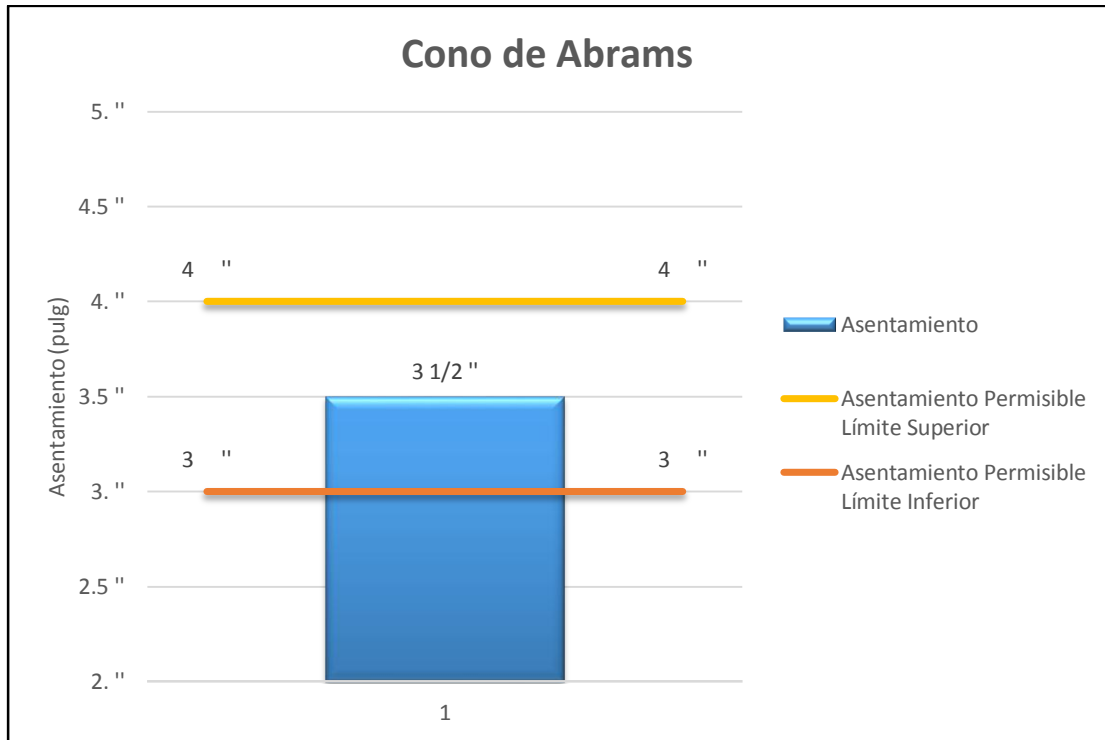


Gráfico N° 1 Asentamiento del concreto (Mezcla Patrón)

En el **Gráfico N° 1** se puede observar que la trabajabilidad del concreto Patrón posteriormente a ser ajustada la mezcla a tenido una consistencia plástica.

Posteriormente a la comprobación de la trabajabilidad del concreto patrón se procedió a moldear los nueve (09) especímenes de concreto para someterlos a compresión a los 07, 14 y 28 días para poder comparar la resistencia del diseño patrón con las resistencias obtenidas con los especímenes colados al pie de obra.

En la **Tabla 8** se puede observar el asentamiento en pulgadas y su equivalencia en centímetros de la mezcla que se viene colocando en las construcciones de la ciudad de Jaén.

Tabla 8 Asentamiento Promedio del concreto elaborado al pie de obra

Vivienda N°	Edad a romper en días	Número de testigo	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Hora de elaboración	Asentamiento (pulg)	Asentamiento Promedio (pulg)
1	28	12	14/09/2016	12/10/2016	3:40pm	6 1/2 "	5 1/2 "
2	28	12	19/09/2016	17/10/2016	4:00pm	5 "	
3	28	12	20/09/2016	18/10/2016	4:30pm	4 1/2 "	
4	28	12	21/09/2016	19/10/2016	3:50pm	7 "	
5	28	12	23/09/2016	21/10/2016	4:30pm	6 1/2 "	Asentamiento (cm)
6	28	12	28/09/2016	26/10/2016	5:00pm	5 1/2 "	13.97 cm
7	28	12	29/09/2016	27/10/2016	5:00pm	4 1/4 "	
8	28	12	30/09/2016	28/10/2016	4:20pm	4 3/4 "	
9	28	12	30/09/2016	28/10/2016	4:00pm	7 "	
10	28	12	30/09/2016	28/10/2016	5:00pm	4 1/4 "	
						Desv. Estándar		1 1/8 "
						Coef. Varia.	20%

En la **Tabla 8** se puede notar claramente que el asentamiento de la mezcla de concreto que se viene colando en las construcción de la ciudad de Jaén son elevadas, sacrificando así la calidad del concreto y por lo tanto obteniendo concretos de muy baja resistencia.

El asentamiento promedio del concreto al pie de obra es de 5 1/2" equivalente a 13.07 cm con una desviación estándar de 1 1/2" y un coeficiente de variación de 20%.

El asentamiento del concreto informar es superior en un 57.14% al asentamiento del concreto patrón.

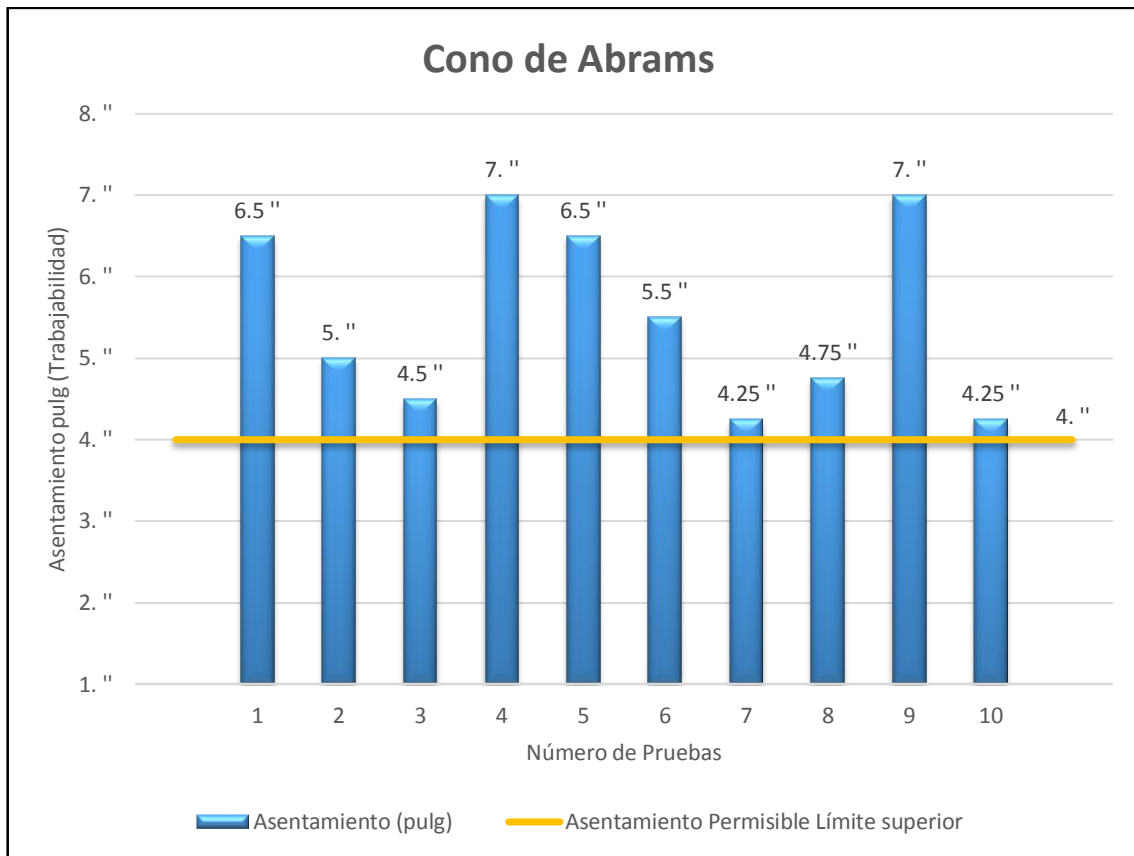


Gráfico N° 2 Análisis de asentamiento del concreto elaborado al pie de obra.

En la **Gráfico N° 2** se puede apreciar el asentamiento promedio del concreto que se elabora al pie de obra donde se busca obtener mayor trabajabilidad de la mezcla para la facilidad del vaciado en las estructuras ya sea vigas, columnas, losas, sacrificando calidad.

4.3.2. ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ELABORADO EN LABORATORIO:

En la **Tabla 9** se muestra el cálculo para la obtención del peso unitario del concreto patrón fresco.

Tabla 9 *Peso unitario del concreto fresco*

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO	(Kg/ m³)
Peso del recipiente (Kg)	6.615
Peso del recipiente + Material (Kg)	28.676
Peso del Material (Kg)	22.061
Volumen del Recipiente (m3)	0.0094
PESO UNITARIO CONCRETO (kg/m3)	2337.23

Se puede notar que el peso unitario del concreto patrón es 2337.23 Kg/m³ siendo menor a la especificación para la primera estimación del concreto fresco (con tamaño máximo nominal de ¾" y sin aire incorporado) igual a 2345 Kg/m³, notándose entre estos dos valores una variación de 7.77 Kg/m³.

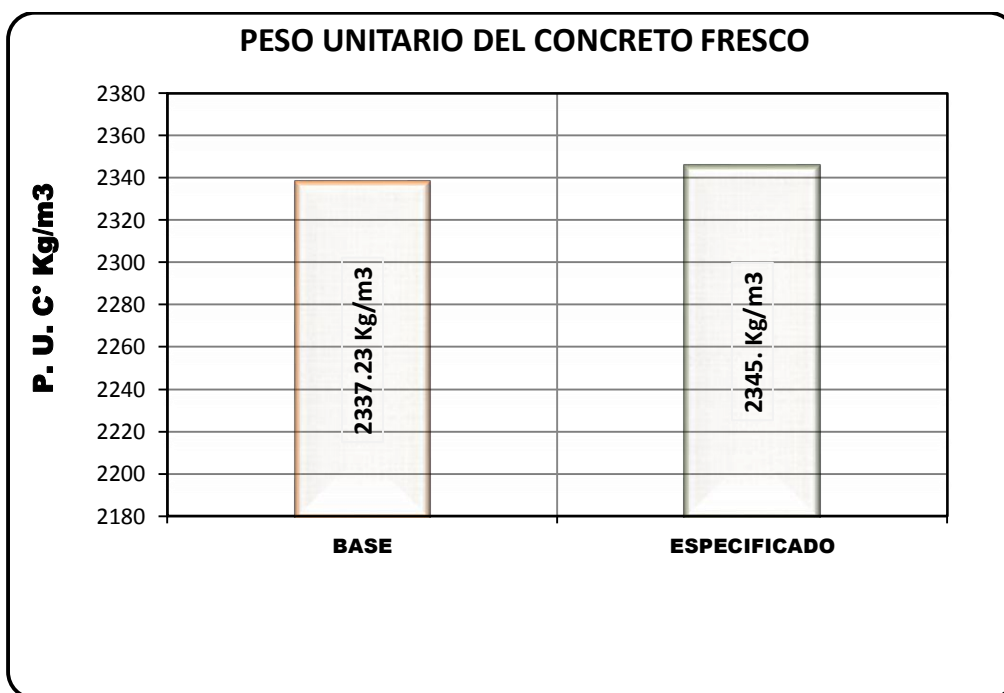


Gráfico N° 3 *Peso Unitario del concreto fresco de la mezcla Base*

4.3.3. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos con los especímenes de concreto elaborados y corregidos por apariencia, asentamiento y contenido de aire del concreto patrón.

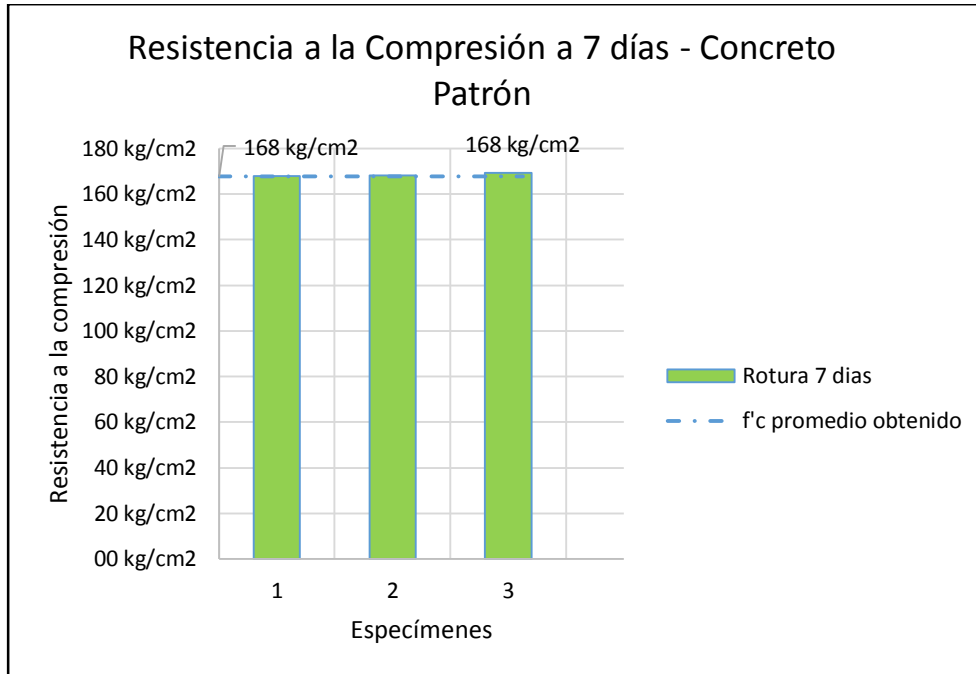


Gráfico N° 4 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 7 días.

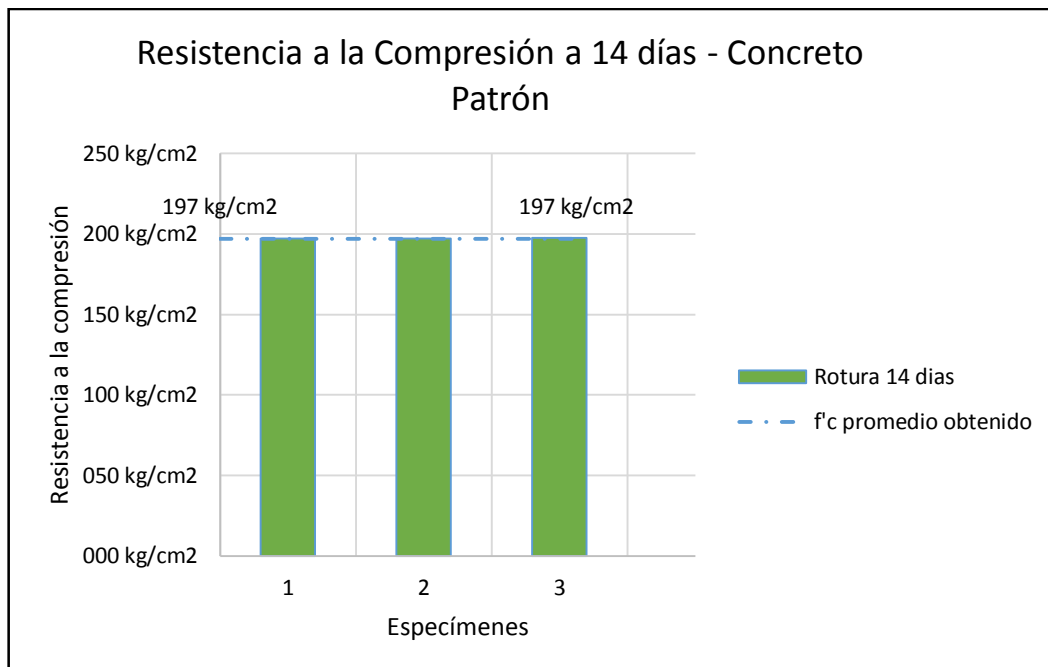


Gráfico N° 5 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 14 días.

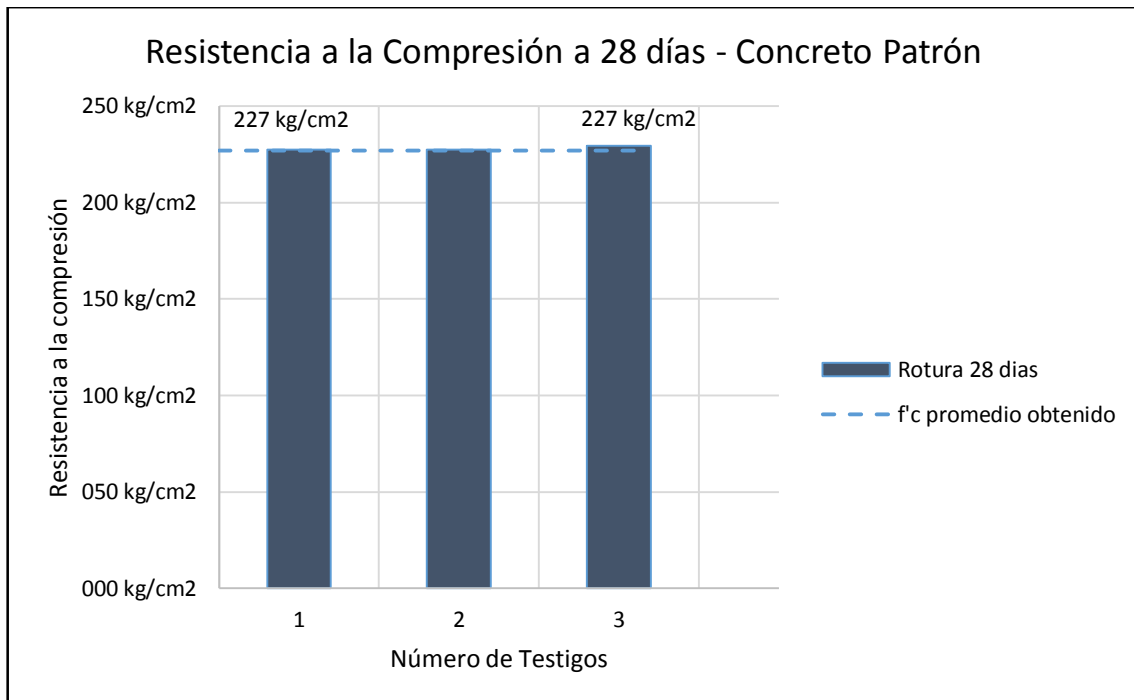


Gráfico N° 6 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 28 días

En la **Gráfico N° 4** Se muestra la resistencia obtenida a la edad de 07 días del concreto patrón obteniendo un $F'c=168 \text{ kg/cm}^2$.

En la **Gráfico N° 5** Se muestra la resistencia obtenida a la edad de 14 días del concreto patrón, obteniéndose un $F'c=197 \text{ kg/cm}^2$.

En la **Gráfico N° 6** se muestra la resistencia obtenida a la edad de 28 días del concreto patrón, obteniéndose un $F'c=227 \text{ kg/cm}^2$.

Al realizar el ensayo de compresión de los 120 especímenes de concreto recolectados al pie de obra de 10 viviendas en ejecución en la ciudad de Jaén y ensayadas a las diferentes edades (07, 14 y 28 días) se obtienen los valores que se indica en la **Tabla 10**, **Tabla 11** y **Tabla 12**.

Tabla 10 Resistencia a compresión promedio a los 07 días

N°	Rotura Días	Resistencia Característica kg/cm ²	Expectativa de Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio de concreto al pie de obra (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida al pie de obra (%)
1	7	32.87	210	89.53	43%
2		99.57			
3		139.44			
4		32.37			
5		67.63	Resistencia Mezcla Patrón a los 07 días (%)		
6		86.27	80%		
7		133.56			
8		112.10	168 kg/cm ²		
9		70.21			
10		121.29			

PROMEDIO	89.53 Kg/cm²
DESV. ESTANDAR	38.57kg/cm²
COEF. VAR.	43%

En la **Tabla 10** se aprecia que la mayor resistencia a los 07 días alcanzó los 139.44 kg/cm², y en promedio se alcanzó los 89.53 kg/cm² con una desviación estándar de 38.57 kg/cm² y un coeficiente de variación de 43%; que es una resistencia inferior a la obtenida con los especímenes colados en laboratorio correspondiente a 168 kg/cm² a la edad de 07 días.

Tabla 11 Resistencia a compresión promedio a los 14 días

N°	Rotura Días	Resistencia Característica kg/cm ²	Expectativa de Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio de concreto al pie de obra (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida al pie de obra (%)
1	14	40.78	210	114.53	55%
2		155.00			
3		154.92			
4		50.62			
5		95.84	Resistencia Mezcla Patrón a los 14 días (%)		
6		119.55	94%		
7		153.29			
8		140.40	197 kg/cm ²		
9		81.64			
10		153.29			

PROMEDIO	114.53
DESV. ESTANDAR	44.63
COEF. VAR.	39%

En la **Tabla 11** se aprecia que la resistencia promedio a los 14 días alcanzó los 114.53 kg/cm² con una desviación estándar de 44.63 kg/cm² y un coeficiente de variación de 39%; que es una resistencia inferior a la obtenida con los especímenes colados en laboratorio correspondiente a 197 kg/cm² a la edad de 14 días.

Tabla 12 Resistencia a compresión promedio a los 28 días

N°	Rotura Días	Resistencia Característica kg/cm ²	Expectativa de Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio de concreto al pie de obra (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida al pie de obra (%)
1	28	90.55	210	142.98	68%
2		171.26			
3		196.46			
4		72.65			
5		112.37	Resistencia Mezcla Patrón a los 28 días (%)		
6		152.17	108%		
7		192.81			
8		166.28	227 kg/cm ²		
9		106.95			
10		168.30			

PROMEDIO	142.98
DESV. ESTANDAR	43.90
COEF. VAR.	31%

En la **Tabla 12** se aprecia que la resistencia promedio a los 28 días alcanzó los 142.98 kg/cm² con una desviación estándar de 43.90 kg/cm² y un coeficiente de variación de 31%; que es una resistencia inferior a la obtenida con los especímenes colados en laboratorio correspondiente a 227 kg/cm² a la edad de 28 días.

Con los cuadros detallados anteriormente se puede notar que las resistencias del concreto que se elabora al pie de obra tanto a los 07, 14 y 28 días son inferiores en 53%, 58% y 62.5% respectivamente a los resultados de los especímenes colados en laboratorio.

A continuación se puede apreciar el gráfico de las resistencias obtenidas promedias a las edades de 07,14 y 28 días del concreto que se viene elaborando al pie de obra; comparados con las resistencias obtenidas del concreto patrón.

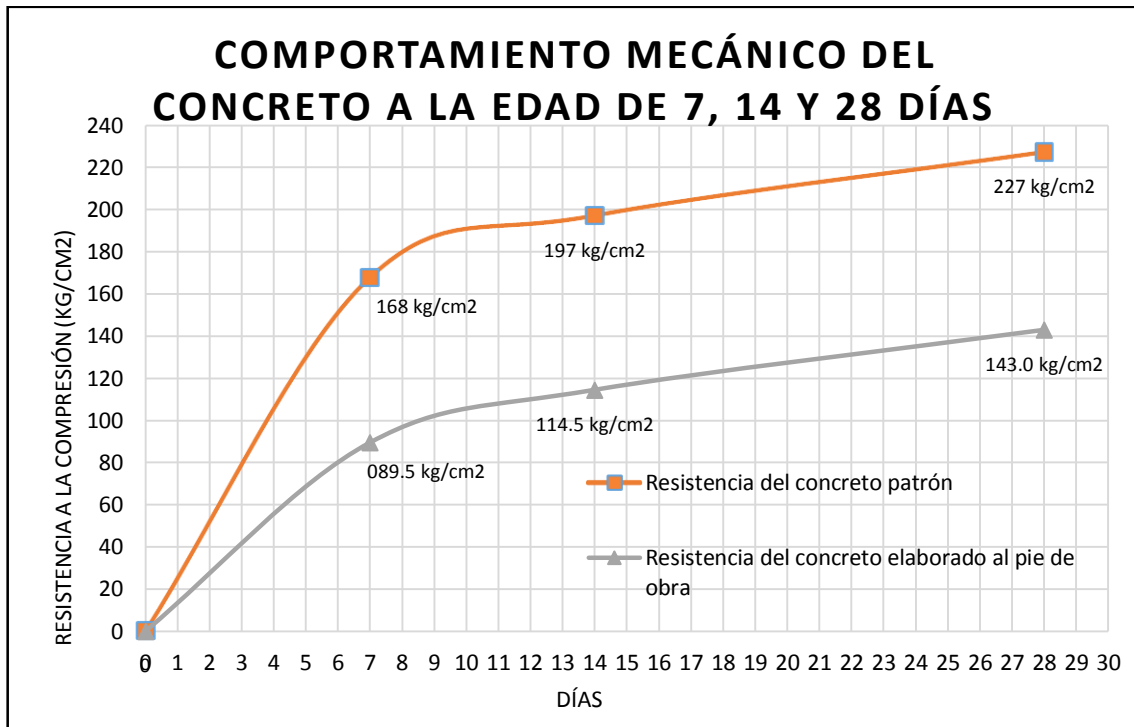


Gráfico N° 7 Resistencias promedios de concreto elaborado al pie de obra vs resistencias de mezcla patrón.

En la **Gráfico N° 7** se aprecia que la resistencia de concreto muestreado al pie de obra a la edad 28 días alcanzó 143 kg/cm², mientras que en la mezcla patrón fue de 227 kg/cm² obteniéndose una deficiencia de 62.5% con respecto a la mezcla patrón.

En el ANEXO VII: RESULTADOS DE RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO AL PIE DE OBRA EN LA CIUDAD DE JAÉN SECTOR A. se presentan los resultados obtenidos al someter a compresión los testigos colados al pie de obra.

4.3.4. ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

Para determinar el peso unitario del concreto endurecido, se tomó el promedio de los pesos unitarios de cada vivienda de concreto realizados al pie de obra, a los 28 días de su fabricación.

Los resultados del ensayo se muestran en las **Tabla 13**, y su representación se aprecia en el **Gráfico N° 8**.

Tabla 13 *Peso unitario del concreto endurecido a los 28 días del concreto colado al pie de obra.*

ENSAYO	PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO EN "Kg/m ³ "	
	# Vivienda	Peso Unitario C° Endurecido
COMPRESIÓN	N° 01	2,115.3
	N° 02	2,294.9
	N° 03	2,135.6
	N° 04	2,097.7
	N° 05	2,129.8
	N° 06	2,136.8
	N° 07	2,323.0
	N° 08	2,282.8
	N° 09	2,158.7
	N° 10	2,291.7
PROMEDIO		2,196.63
DESVIACIÓN ESTANDAR		89.26
COEF. VARIACIÓN		4.06%

En la **Tabla 13** se observa los pesos unitarios del concreto endurecido de las diferentes viviendas del concreto muestreado, teniendo un peso unitario promedio de 2196.63 Kg/m³, con una desviación estándar de 89.29 Kg/m³ y un coeficiente de variación del 4.06%.

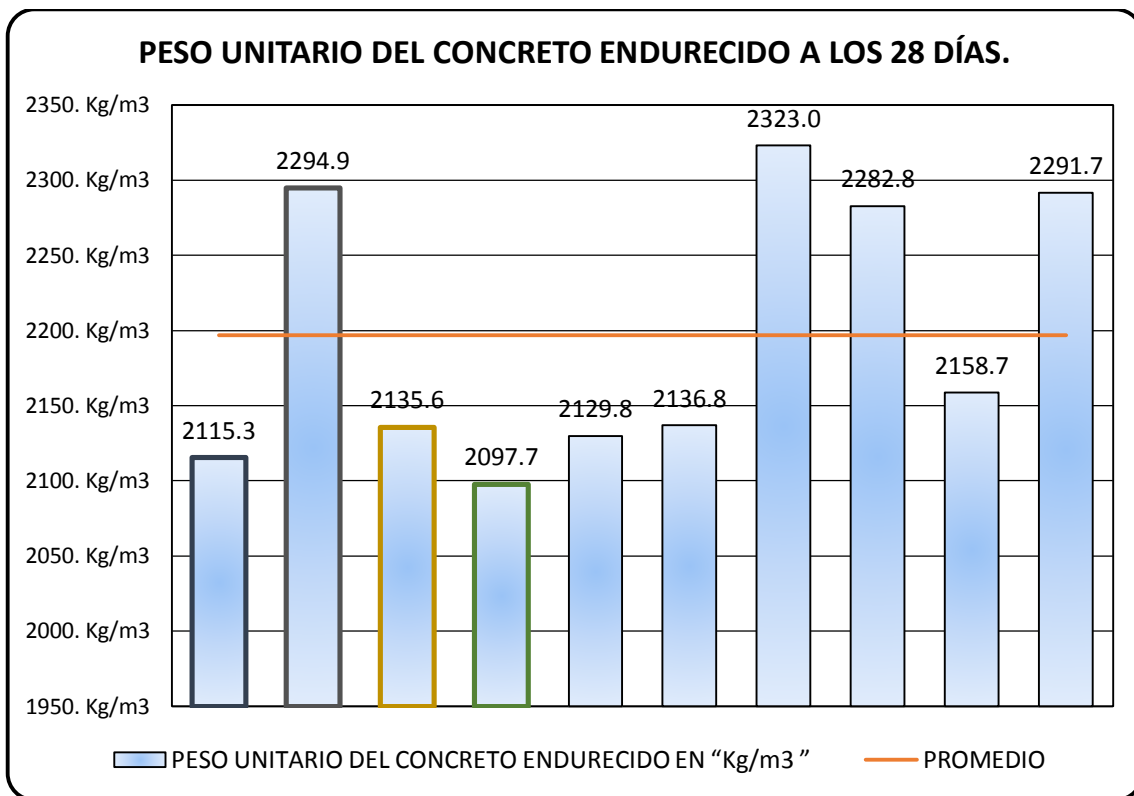


Gráfico N° 8 *Peso unitario del concreto endurecido a los 28 días del concreto elaborado al pie de obra.*

En el **Gráfico N° 8** se muestra el peso unitario del concreto en estado endurecido, se puede notar que los concretos elaborados al pie de obra en promedio son concretos ligeramente livianos.

4.3.5. ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DEL ESPECÍMEN ELABORADO AL PIE DE OBRA.

En el ensayo a la compresión se observaron y registraron diferentes tipos de fallas típicas definidas en la NTP 339.034 (**Ver Fig. 32**).

El análisis se ha realizado para todos los testigos a las tres edades de ensayo (07,14 y 28 días) para los 120 especímenes ensayados a compresión, los resultados son los mostrados en la **Tabla 14**.

Tabla 14 Tipos y porcentaje de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión.

TIPO DE FALLA	CANTIDAD	PORCENTAJE
tipo 1	0	-
tipo 2	0	-
tipo 3	0	-
tipo 4	0	-
tipo 5	90	75.00%
tipo 6	30	25.00%
TOTAL	120	100%

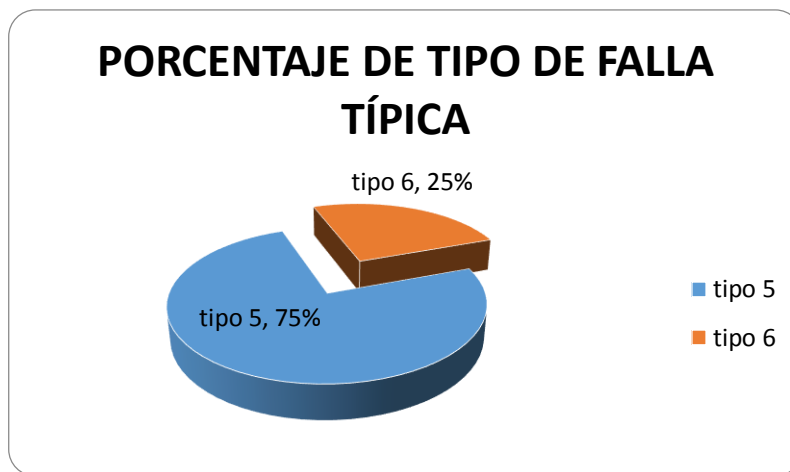


Gráfico N° 9 Representación de los tipos de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión.

Se obtuvieron dos tipos de fallas de los testigos elaborados al pie de obra; el tipo de falla más común registrado, fue el tipo 5 con un porcentaje del 75% (debido al acabado superficial de los cilindros y el estado de los cabezales de neopreno), en el cuál la fractura se da en la parte superior o inferior solamente en una esquina de la probeta. El segundo es el tipo de falla 6 con un porcentaje de 25%.

En un ensayo a la compresión se espera que la carga sea distribuida uniformemente sobre las caras de apoyo, y de esta manera hacer que todo el espécimen trabaje para resistir la carga. Para esta investigación el tipo de falla indica que la carga no se distribuía de manera uniformemente sobre las bases de apoyo de neopreno.

4.3.6. ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD.

EL módulo de elasticidad fue determinado a la edad de 28 días, los resultados fueron obtenidos a través del ACI 363R. Los resultados del módulo de elasticidad se muestran en la **Tabla 15**.

Tabla 15 Módulo de elasticidad ACI 363R

Descripción	Vivienda #	Peso Unitario	F'c Rotura	ACI 363R (kg/cm ²)
F'c del C° colado al pie de obra	1	2115.28	091 kg/cm ²	171,325.30
	2	2294.88	171 kg/cm ²	209,196.91
	3	2135.64	196 kg/cm ²	219,059.25
	4	2097.74	073 kg/cm ²	160,805.36
	5	2129.75	112 kg/cm ²	182,828.95
	6	2136.80	152 kg/cm ²	201,234.98
	7	2323.02	193 kg/cm ²	217,670.92
	8	2282.81	166 kg/cm ²	207,162.96
	9	2158.66	107 kg/cm ²	180,083.06
	10	2291.73	168 kg/cm ²	207,993.66
Promedio				195,736.1 kg/cm²
Desv. Estándar				20,398.8 kg/cm²
Coef. Variac.				10.42%
F'c del C° colado en laboratorio			227 kg/cm ²	230,201.94

En el **Gráfico N° 10** se muestran los módulos de elasticidad a los 28 días de ensayo, se observa que para el ACI se tiene un módulo de elasticidad promedio de 195,736.1 Kg/cm², con una desviación estándar de 20,398.8 kg/cm² y un coeficiente de variación de 10.42%. Los módulos de elasticidad obtenidos con las probetas coladas en laboratorio dieron un módulo de elasticidad según el ACI 230,201.94 kg/cm².

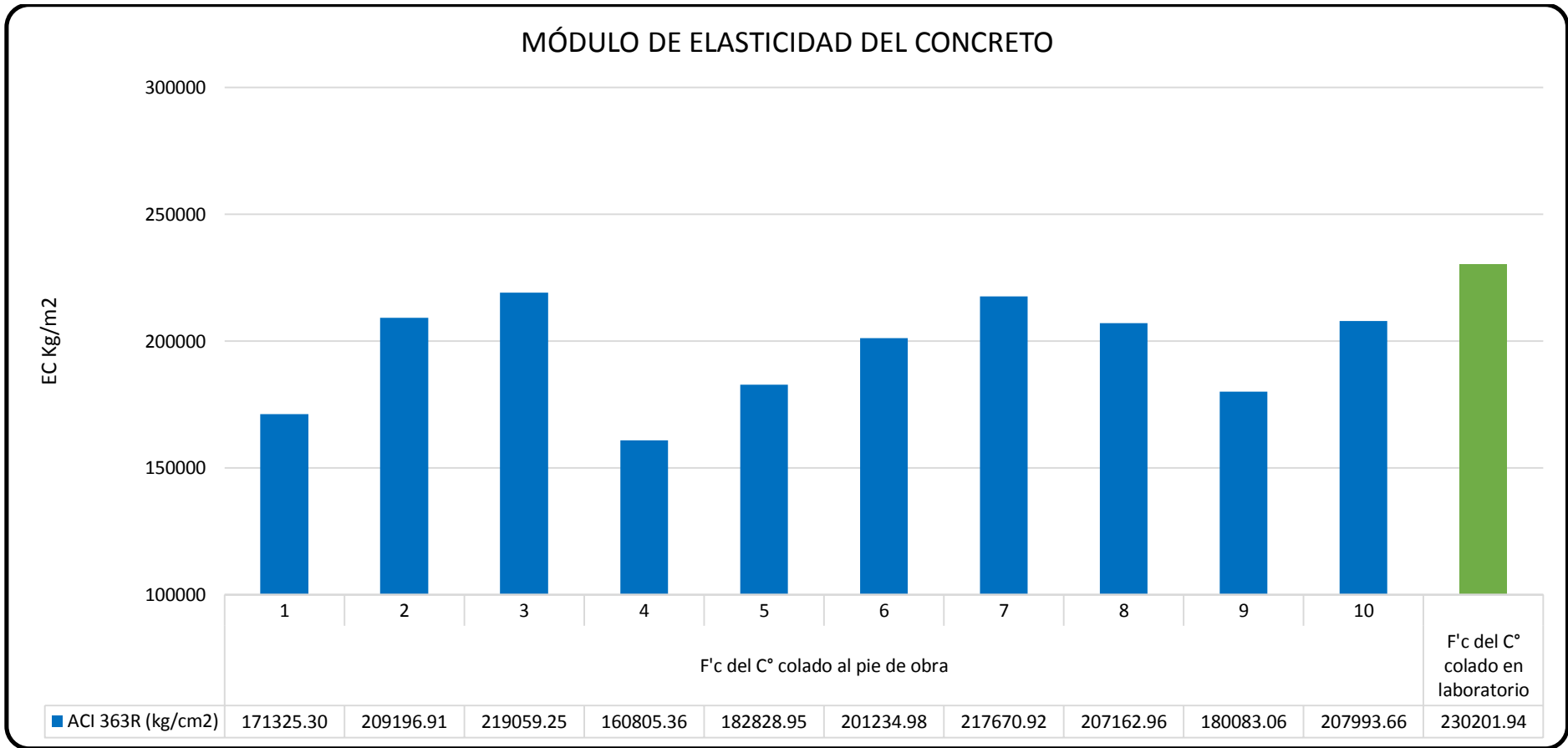


Gráfico N° 10 Módulos de Elasticidad según Norma ACI 363R

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- a. El concreto informal (concreto producido al pie de obra sin la dirección técnica de asesoramiento y sin uso de aditivo) no respeta en general los estándares de calidad, por tanto la resistencia promedio obtenida con las estas probetas fue de 142.98 kg/cm^2 a los 28 días, con una desviación estándar de 43.9 kg/cm^2 y un Coeficiente de Variación del 31%; siendo 37% menor a la resistencia obtenida con probetas de concreto diseñado y colado en laboratorio, obteniendo 227 kg/cm^2 a los 28 días.
- b. El valor promedio del módulo de elasticidad teórico obtenido de las probetas coladas al pie de obra según el ACI 363R fue de $195,736.1 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de $20,398.8 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de variación de 10.42%, siendo este 15% menor a la obtenida con concreto colado en laboratorio, siendo este último $230,201.9 \text{ kg/cm}^2$.
- c. El SLUMP obtenido con la mezcla de concreto elaborado al pie de obra es de $5 \frac{1}{2}''$, con desviación estándar de $1 \frac{1}{2}''$ y su coeficiente de variación es de 20% teniendo concretos muy fluidos. El SLUMP medido con la mezcla realizado en laboratorio es de $3 \frac{1}{2}''$.
- d. El peso unitario del concreto endurecido (muestreado al pie de obra), se obtuvo concretos ligeramente livianos igual a $2,196.63 \text{ Kg/m}^3$.
- e. En el ensayo de resistencia a la compresión bajo la Norma NTP 339.034, el tipo de falla más común observado fue el tipo 5 con un 75%, (debido al acabado superficial de los cilindros y el estado de los cabezales de neopreno), seguido del 6 con un 25%. Se puede concluir que gran parte de las cargas no han sido distribuidas uniformemente.
- f. Las causas asociadas a la deficiente resistencia a la compresión del concreto producido al pie de obra que se pudieron observar en las estructuras evaluadas son:
 - No existe un especialista encargado del control, tanto técnico como de calidad de obra.
 - No existe un diseño de mezcla acorde a las características de los materiales.

- No se miden los materiales para ser mezclados.
 - La cantidad de agua es excesiva, los encargados buscan mayor trabajabilidad sacrificando la calidad.
- g. La dosificación en peso para un concreto diseñado de resistencia $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con material de la cantera Olano y piedra de tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " es:

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1.0	2.46	2.67	26.3 lt/bls

5.2. RECOMENDACIONES

- a. Para superar el déficit de resistencia mecánica del concreto colado en obra, se recomienda usar aditivos superplastificante para reducir la cantidad de agua añadida y así poder obtener mezclas fluidas con mayor facilidad del colocado de la mezcla en las estructuras.
- b. Se recomienda que todas las construcciones que se vienen ejecutando en la ciudad de Jaén, deben tener una persona con conocimientos técnicos adquiridos en centros de estudios superiores para poder controlar la calidad de la obra.
- c. Para obtener una resistencia IGUAL a 210 kg/cm^2 se recomienda usar la proporción de materiales que se indican en la conclusión (g), si el material a usar es de la cantera Olano y con un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ".
- d. Se recomienda medir los materiales del concreto al pie de obra para garantizar su calidad y así no tener la mezcla con alto contenido de agua. A esto, en obra se recomendó bajar la cantidad usada y así poder llegar la expectativa de resistencia.
- e. Se recomienda diseñar dosificaciones con agregados de las canteras Josecito, Arenera Jaén y otras que se encuentran en el área de estudio y que las instituciones involucradas en la industria de la construcción difundan de la mejor forma estos resultados para ser usados como guía para la elaboración de mezclas de concreto.
- f. Se recomienda que se continúen ejecutando trabajos de investigación de naturaleza similar en Jaén.

REFERENCIAS

Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del Concreto (segunda ed.). Lima, Perú: San Marcos.

Absalón, VM; Salas, RA. 2008. Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el estado Mérida. Tesis Ing. Civil. Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. 115 p.

Estrada, CG; Páez, R. 2014. Influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto. Tesis Ing. Civil. México, Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería. 201 p.

Hernández Hernández J.(2011).Estudio comparativo de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto elaboradas con materiales de reciclaje: plásticos.PE:87

Harmsen, E. T. (2005). Diseño de Estructuras de Concreto Armado (4ta ed.). Lima,, Perú.

Lezama Leiva, J. (2013). Tecnología del concreto. Cajamarca, Perú.

Rivva López, E. 1992. Tecnología del concreto: Diseño de mezclas.

Instituto del Concreto, 1997. Manual Tecnología y Propiedades, Asociación colombiana de productores de concreto - ASOCRETO. D Sánchez. 2 ed. Sexta impresión, Colombia. 215 p

Méndez silva. E A. (2012).Propuesta para la sustitución de agregados pétreos por agregados Pet, en diseño de mezclas de concreto con resistencia de 210kg/cm² usado en banquetas, guarniciones y firmes.

RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones). 2014. Norma E.060: Concreto Armado. p. 408-425

NTP 400.012. 2013. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, INDECOPI.

NTP 400.022. 2013. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje absorción del agregado fino. Lima, INDECOPI.

NTP 400.017. 2011. Método de ensayo para determinar pesos volumétricos secos, sueltos y compactados. Lima, INDECOPI.

NTP 339.185. 2002. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, INDECOPI.

NTP 400.021. 2002. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso. Lima, INDECOPI.

NTP 339.035. 2009. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima, INDECOPI.

NTP 339.183. 2009. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio. Lima, INDECOPI.

NTP 339.034. 2008. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, INDECOPI.

Mitos y realidades del concreto premezclado vs el concreto a pie de obra en el Perú; Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

INEI: Censo 2007.

ANEXOS

ANEXO I: CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO PORTLAND.

Tabla 16 Tipos de Cemento

Tipo de cemento Características

Tipo I	Portland normal
Tipo II	Portland moderada resistencia a los sulfatos
Tipo III	Portland fraguado rápido, alta resistencia inicial
Tipo IV	Portland bajo calor de hidratación
Tipo V	Portland alta resistencia a los sulfatos.

Fuente: Según Norma ASTM C - 150

Tabla 17 Propiedades físicas y químicas del cemento

Químicas	Físicas
Modulo Fundente	Superficie Especifica
Compuestos Secundarios	Tiempo de Fraguado
Perdida de Calcinación	Falso Fraguado
Residuo Insoluble	Estabilidad de Volumen
	Resistencia Mecánica
	Contenido de Aire
	Color de Hidratación

Fuente: (Instituto del Concreto, 1997)

ANEXO II: TABLAS PARA ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.

Tabla 18 Medida de las muestras de campo requeridas para los ensayos de laboratorio.

TAMAÑO DEL AGREGADO	MASA DE LA MUESTRA DE CAMPO, min Kg. (lbs)	MUESTRA DE CAMPO VOLUMEN, min L (Gal)
Agregado Fino		
2.36 mm [N° 8]	10 [22]	8 [2]
4.75 mm [N° 4]	10 [22]	8 [2]
Agregado Grueso		
09.5 mm [3/8 in.]	10 [22]	8 [2]
12.5 mm [1/2 in.]	15 [35]	12 [3]
19.0 mm [3/4 in.]	25 [55]	20 [5]
25.0 mm [1 in.]	50 [110]	40 [10]
37.5 mm [1 1/2 in.]	75 [165]	60 [15]
50.0 mm [2 in.]	110 [220]	80 [21]
63.0 mm [2 1/2 in.]	125 [275]	100 [26]
75.0 mm [3 in.]	150 [330]	120 [32]
90.0 mm [3 1/2 in.]	175 [385]	140 [37]

Fuente: Normas NTP 400.010 - 2011.

Tabla 19 Límites Granulométricos recomendados para Agregado Fino.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA (%) LÍMITES TOTALES
9.50 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 micrones (N° 30)	25 a 60
300 micrones (N° 50)	05 a 30
150 micrones (N° 100)	0 a 10

Fuente: Normas NTP [400.037 – 2002](#).

Tabla 20 Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso.

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm. a 37.5 mm (3½ pulg a 1½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...	...	...
2	63 mm. a 37.5 mm (2½ pulg a 1½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm. a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm. a 4.75 mm (2 pulg a N° 4)	...	...	...	100	90 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 mm. a 4.75 mm (1½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 mm. a 4.75 mm (1½ pulg a N° 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 mm. a 12.5 mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 mm. a 9.5 mm (1 pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 mm. a 4.75 mm (1 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19.0 mm. a 9.5 mm (¾ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	...	...
67	19.0 mm. a 4.75 mm (¾ pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 mm. a 4.75 mm (½ pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 mm. a 2.36 mm (¾ pulg a N° 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	9.5 mm. a 1.18 mm (¾ pulg a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9	4.75 mm. a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

- Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida.

Fuente: Norma NTP 400.037 – 2002.

Tabla 21 Cantidad Mínima de muestra para el ensayo.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	CANTIDAD MÍNIMA (gr.)
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
Mayor que 4.75 mm (N° 4) a 9.5 mm (3/8 pulg)	1000
Mayor que 9.5 mm (3/8 pulg) a 19 mm (3/4 pulg)	2500
Mayor a 19 mm (3/4 pulg)	5000

Fuente: Norma NTP [400.018 – 2013.](#)

Tabla 22 Carga Abrasiva según gradación del agregado grueso.

GRADACIÓN	N° DE ESFERAS	PESO DE LA CARGA (gr.)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	08	3330 ± 20
D	06	2500 ± 15

Fuente: Norma NTP [400.019 – 2002.](#)

Tabla 23 Gradaciones de muestras de ensayo.

TAMICES (Abertura Cuadradas)		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (gr.)			
PASA	RETENIDO EN	A	B	C	D
37.5 mm (1 ½")	25.4 mm (1")	1250 ± 25	---	---	---
25.4 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250 ± 25	---	---	---
19.0 mm (¾")	12.7 mm (½")	1250 ± 10	2500 ± 10	---	---
12.7 mm (½")	9.51 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	---	---
9.51 mm (3/8")	6.35 mm (¼")	---	---	2500 ± 10	---
6.35 mm (¼")	4.76 mm (N° 4)	---	---	2500 ± 10	---
4.76 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	---	---	---	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Norma NTP [400.019 – 2002.](#)

Tabla 24 Número de capas requeridas por espécimen.

TIPO Y TAMAÑO DE ESPECÍMENES mm (pulg.)	MODO DE CONSOLIDACIÓN	N° DE CAPAS DE APROX. IGUAL PROFUNDIDAD
CILINDROS DIÁMETROS EN mm (pulg.)		
75 a 100 (3 a 4)	Varillado	2
150 (6)	Varillado	3
225 (9)	Varillado	4
Hasta de 225 (9)	vibración	2
PRISMAS Y CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTOS PLÁSTICOS Profundidad en mm (pulg.)		
Hasta 200 (8)	Varillado	2
Más de 200 (8)	Varillado	3 o más
Hasta 200 (8)	vibración	1
Más de 200 (8)	vibración	2 o más

Fuente: Norma NTP 339.183 - 2013.

Tabla 25 Diámetro de varilla y número de varillados a ser usados al moldearse especímenes de prueba.

CILINDRO		
DIÁMETRO DEL CILINDRO mm (pulg.)	DIÁMETRO DE LA VARILLA mm (pulg.)	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
ÁREA SUPERFICIAL SUPERIOR DEL ESPECÍMEN Cm ² (pulg ² .)	DIÁMETRO DE LA VARILLA mm (pulg.)	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	1 por cada 7 cm ² (1 pulg ²) de Superficie.
320 (50) a más	16 (5/8)	1 por cada 14 cm ² (2 pulg ²) de Superficie.
CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTO PLÁSTICO		
DIÁMETRO DEL CILINDRO mm (pulg.)	DIÁMETRO DE LA VARILLA mm (pulg.)	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA
150 (6)	16 (5/8)	50 total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

Fuente: Normas NTP 339.183 - 2013.

Tabla 26 Capacidad de los recipientes de medición.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO		CAPACIDAD DEL RECIPIENTE DE MEDICIÓN	
Pulg.	mm.	Pie ³	L
1	25.0	0.2	6
1 1/2	37.5	0.4	11
2	50	0.5	14
3	75	1.0	28
4 1/2	112	2.5	70
6	150	3.5	100

Tamaños indicados de recipientes de medición que se usarán para ensayar el concreto que contiene agregados de tamaño máximo nominal igual o más pequeños que los listados. El volumen real del recipiente será por lo menos 95 % del volumen nominal listado.

Fuente: Normas NTP 339.046 - 2013.

Tabla 27 Tiempo de prueba de los especímenes y tolerancia.

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	± 0.5 h ó 2.1 %
03 días	± 2.0 h ó 2.8 %
07 días	± 6.0 h ó 3.6 %
28 días	± 20 h ó 3.0 %
90 días	± 48 h ó 2.2 %

Fuente: Normas NTP 339.034 - 2013.

ANEXO III: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

Para comenzar a diseñar la mezcla base es importante analizar las características físicas de los agregados para evaluar cuáles son los probables comportamientos en el concreto.

- **Análisis Granulométrico:**

Agregado Fino

Cálculo y resultados:

En la **Tabla 28**, se presenta los pesos retenidos parciales, porcentajes retenido parciales, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa los tamices N° 04, N° 08, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200 para el ensayo de granulometría del agregado fino; a continuación se muestran los resultados de dos muestras ensayadas:

Tabla 28 Análisis granulométrico A.F. (M-01)

MUESTRA - 01							
Abertura de malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites ASTM C-33	Descripción de la muestra
Pulg.	mm						
3/8"	9.53				100	100	
N°04	4.76	16.97	3.39	3.39	96.61	95 - 100	Agregado fino para elaboración de concreto
N°08	2.38	21.78	4.36	7.75	92.25	80 - 100	
N°16	1.19	113.49	22.70	30.45	69.55	50 - 85	Módulo de fineza: 2.66 %
N°30	0.59	126.47	25.29	55.74	44.26	25 - 60	
N°50	0.3	102.45	20.49	76.23	23.77	10 - 30	Arena procedente de la
N°100	0.15	82.43	16.49	92.72	7.28	2 - 10	Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
N°200	0.07	28.01	5.60	98.32	1.68		
<N°200		8.40	1.68	100.00	0.00		
Peso Inicial (g)		500.00					

La **Gráfico N° 11** muestra la curva granulométrica del agregado fino (M-01) de la Cantera Olano, donde se puede apreciar que tiene una buena distribución de sus partículas, es decir, es una arena bien graduada, puesto que se encuentra en su totalidad dentro de los límites granulométricos dispuestos por la ASTM C 33

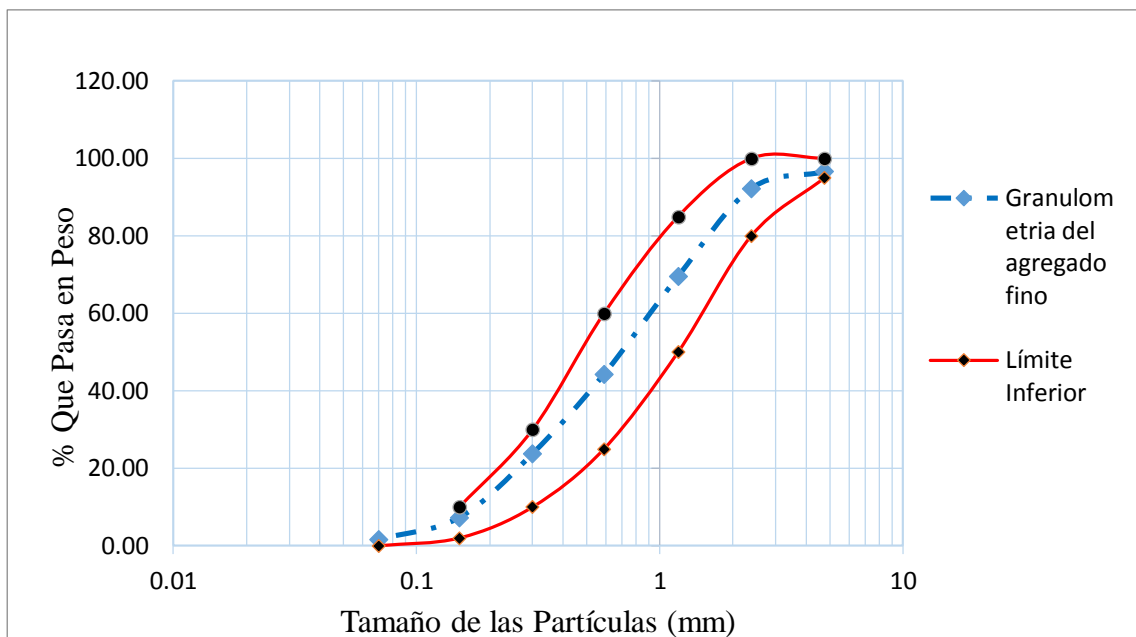


Gráfico N° 11 Curva granulométrica A.F. (M-01)

Tabla 29 Análisis Granulométrico A.F. (M-02)

MUESTRA - 02							
Abertura de malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites ASTM C-33	Descripción de la muestra
Pulg.	mm						
3/8"	9.53				100	100	
N°04	4.76	21.69	4.34	4.34	95.66	95 - 100	Agregado fino para elaboración de concreto
N°08	2.38	20.78	4.16	8.49	91.51	80 - 100	
N°16	1.19	110.50	22.10	30.59	69.41	50 - 85	Módulo de fineza: 2.68 %
N°30	0.59	127.47	25.49	56.09	43.91	25 - 60	
N°50	0.3	100.45	20.09	76.18	23.82	10 - 30	Arena procedente de la
N°100	0.15	82.43	16.49	92.66	7.34	2 - 10	Concreto f'c= 210kg/cm ²
N°200	0.07	28.01	5.60	98.27	1.73		
<N°200		8.67	1.73	100.00	0.00		
Peso Inicial (g)		500.00					

La **Tabla 29** se muestra los resultados obtenidos con una segunda muestra y en la **Gráfico N° 12** muestra la curva granulométrica del agregado fino (M-02) de la Cantera Olano, donde se puede apreciar que tiene una buena distribución de sus partículas, es decir, es una arena bien graduada, puesto que se encuentra en su totalidad dentro de los límites granulométricos dispuestos por la ASTM C 33

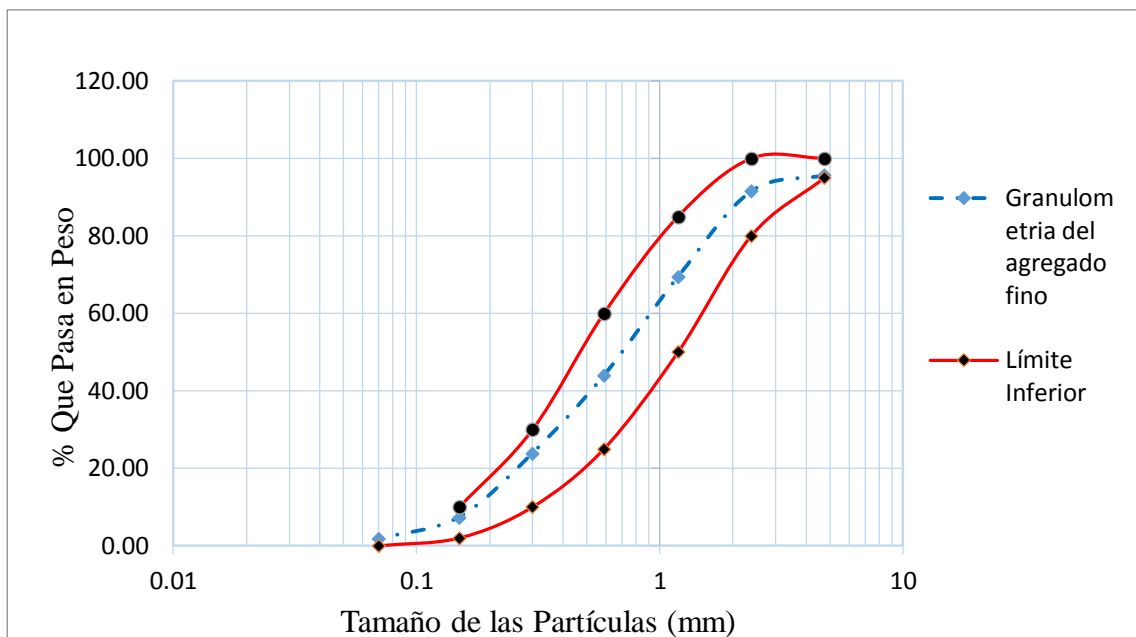


Gráfico N° 12 Curva Granulometría A.F. (M-02)

Calculando el Modulo de Finura

$$M.F = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado}(N^{\circ}4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100} \dots\dots(19)$$

Tabla 30 Modulo de Finura Promedio del A.F.

MODULO DE FINURA PROMEDIO		
N° ENSAYO	M-01	M-02
MODULO DE FINURA PROMEDIO	2.66 %	2.68 %
MODULO DE FINURA PROMEDIO	2.67 %	

Agregado Grueso

La **Tabla 31** muestra los datos, su procesamiento y resultados de la granulometría del agregado grueso y también el tamaño máximo nominal de los agregados (3/4”), el cual permite determinar el agua y aire atrapado en los dos diseños de mezcla de referencia utilizando el método Módulo de Fineza; a continuación se muestran los resultados de dos muestras ensayadas:

Tabla 31 Análisis Granulométrico del A.G. (M-01)

MUESTRA - 01						Descripción de la muestra
Abertura de malla		Peso Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso Granulométrico 6	
Pulg.	mm					
1"	25.40			100	100	Agregado grueso para elaboración de concreto
3/4"	19.05	546	9.10	90.90	90 -100	
1/2"	12.70	4002	75.80	24.20	20 -55	
3/8"	9.53	1447	99.92	0.08	0 - 15	Humedad Natural: 0.25 %
N°04	4.76	0	99.92	0.08	0 -5	OBSERVACIONES:
N°08	2.38	0	99.92	0.08		Piedra Chancada procedente de la Cantera Olano para
						Módulo Fineza: 7.09 %
Fondo		5.00				Concreto f'c= 210kg/cm ²
Peso Inicial (g)		6000.00				

En la **Tabla 31**, se observa la distribución granulométrica del agregado grueso comparado con los requisitos granulométricos del huso 6, establecido por la norma ASTM C 33. Esta granulometría tiene una distribución ideal.

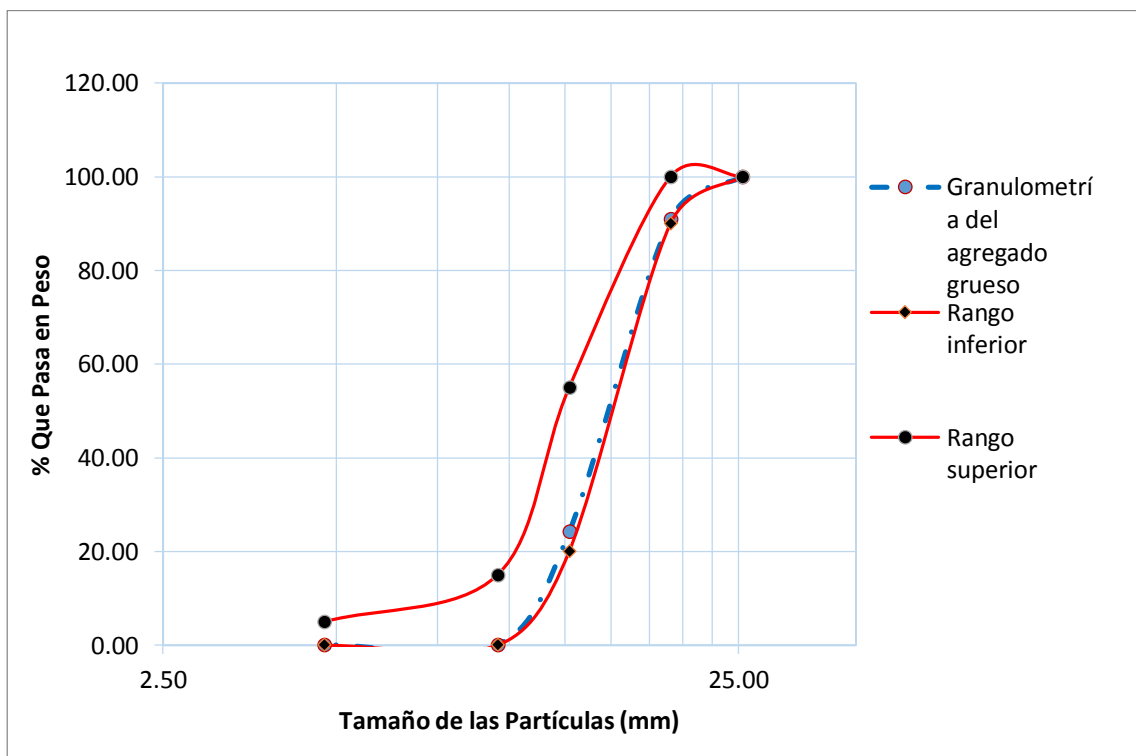


Gráfico N° 13 Curva granulométrica del A.G. (M - 01)

La **Gráfico N° 13** se muestra la curva granulométrica del agregado grueso, resultados obtenidos de la **Tabla 31**.

Tabla 32 Análisis Granulométrico del A.G. (M-02)

MUESTRA - 02						Descripción de la muestra
Abertura de malla	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Huso Granulométrico 6		
Pulg.	mm					
1"	25.40			100	100	Agregado grueso para elaboración de concreto
3/4"	19.05	894	14.90	85.10	90 -100	
1/2"	12.70	3600	74.90	25.10	20 -55	Humedad Natural: 0.25 %
3/8"	9.53	942	90.60	9.40	0 - 15	OBSERVACIONES:
N°04	4.76	562	99.97	0.03	0 -5		Piedra Chancada procedente de la Cantera Olano para
N°08	2.38		99.97	0.03		Módulo Fineza: 7.05 %
Fondo		2.00				Concreto f'c= 210kg/cm ²
Peso Inicial (g)		6000.00				

En la Tabla 32, se observa la distribución granulométrica del agregado grueso comparado con los requisitos granulométricos del huso 6, establecido por la norma ASTM C 33. Esta granulometría no tiene una distribución ideal pero si es apta para la elaboración de mezclas de concreto porque la mayor parte de su curva se encuentra dentro de los rangos normados.

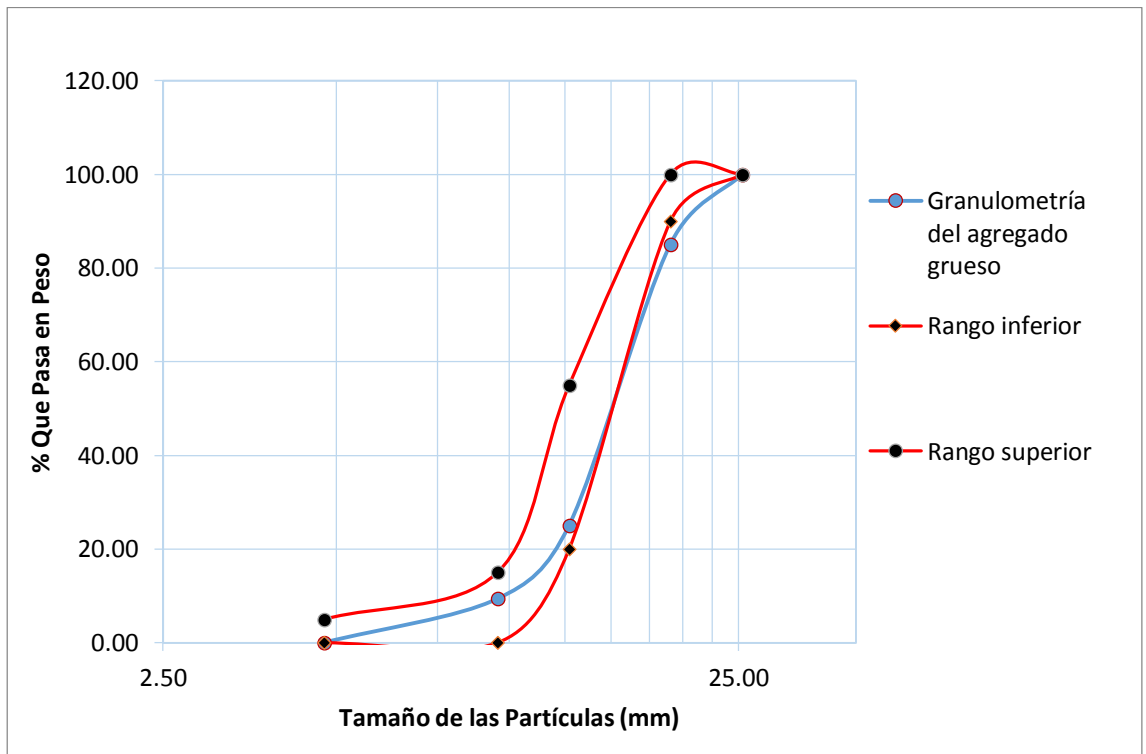


Gráfico N° 14 Curva granulométrica del A.G. (M - 02)

Calculando el Modulo de Finura

$$M.F = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado (3/4", 3/8", N° 04, N° 08)} * 10^4}{100} \dots\dots(20)$$

100

Tabla 33 Modulo de Finura de Agregado Grueso

MODULO DE FINURA PROMEDIO		
N° ENSAYO	1	2
MODULO DE FINURA PROMEDIO	7.09 %	7.05 %
MODULO DE FINURA PROMEDIO	7.07 %	

- **Peso específico y Absorción**

Cálculo y Resultados

En la **Tabla 34**, se presentan los resultados del peso específico que se obtiene en el laboratorio del agregado fino:

Tabla 34 Peso específico del agregado fino

Peso Específico del Agregado Fino		
Material	Arena	
	1	2
N° Ensayo		
Peso de la muestra secada al horno (g)	483.42	483.78
Peso del picnómetro y agua al ras (g)	842.9	846.1
Peso del picnómetro, muestra y agua al ras (g)	1160.5	1164.9
Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500	500
Peso específico de masa	2.65	2.67
Peso específico de masa promedio	2.66	
Peso específico masivo S:S:S.	2.74	2.76
Peso específico masivo S:S:S. promedio	2.75	
Peso específico aparente	2.92	2.93
Peso específico aparente promedio	2.925	

En la **Tabla 35**, se presentan los resultados de absorción que se obtiene en el laboratorio del agregado fino:

Tabla 35 Absorción del A.F.

Absorción de Agregado Fino		
Material	Arena	
N° Ensayo	1	2
Peso de la muestra secada al horno (g)	483.42	483.78
Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500	500
% Absorción	3.43	3.35
% Absorción promedio	3.39	

En la **Tabla 36**, se presentan los resultados del peso específico que se obtiene en el laboratorio del agregado Grueso:

Tabla 36 Peso específico del agregado grueso

Peso Específico del Agregado Grueso		
Material		
N° Ensayo	1	2
Peso de la muestra secada al horno (g)	3763.0	3785.0
Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	3801.6	3824.8
Peso de la muestra sumergida en agua (g)	2369.0	2399.0
Peso específico de masa	2.63	2.65
Peso específico de masa promedio	2.64	
Peso específico masivo S:S:S.	2.65	2.68
Peso específico masivo S:S:S. promedio	2.665	
Peso específico aparente	2.7	2.73
Peso específico aparente promedio	2.715	

En la **Tabla 37**, se presentan los resultados de absorción que se obtiene en el laboratorio del agregado Grueso:

Tabla 37 Absorción del A.G.

Absorción de Agregado Grueso		
Material	Piedra chancada	
N° Ensayo	1	2
Peso de la muestra secada al horno (g)	3763.0	3785.0
Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	3801.6	3824.8
% Absorción	1.03	1.05
% Absorción promedio	1.04	

- **Contenido de Humedad**

Cálculo y Resultados

Si Denotamos como:

H : Peso del agua evaporada = [(Peso recipiente + M. Húmeda) - (Peso recipiente +M. seca)]

MS : Peso de la muestra seca

Entonces:

El contenido de humedad (%) estará dado por:

$$w(\%) = \frac{H}{MS} * 100 \dots\dots(21)$$

w(%): Porcentaje de humedad.

En la **Tabla 38** se muestran los datos, el procesamiento del mismo y los resultados finales de la humedad de los agregados, obtenidos del promedio de la elaboración de dos ensayos por muestra de agregado.

Tabla 38 Contenido de humedad de los agregados

% De Humedad Actual				
Material	Arena		Piedra chancada	
N° Ensayo	1	2	1	2
Peso Total Muestra Húmeda (gr)	2000.00	2000.00	3000.00	3000.00
Peso Total Muestra Seca (gr)	1923.30	1924.01	2994.79	2995.23
Humedad %	3.84	3.80	0.17	0.16
Humedad promedio %	3.82		0.17	

- **Pesos Volumétricos Suelos y Compactados.**

Cálculo y Resultados.

En la **Tabla 39** se muestra los resultados obtenidos en laboratorio de los agregados sueltos y en la **Tabla 40** los pesos volumétricos compactados:

Tabla 39 Peso unitario suelto

Peso Unitario Suelto				
Material	Arena		Piedra chancada	
N° Ensayo	1	2	1	2
Peso del molde + Peso de la muestra (g)	28750	28850	25650	26100
Peso del molde (g)	6600	6600	6600	6600
Peso de la muestra (g)	22150	22250	19050	19500
Volumen del molde (cm ³)	14000	14000	14000	14000
Peso unitario suelto (g/cm ³)	1.582	1.589	1.361	1.393
Peso Unitario suelto Promedio (g/cm ³)	1.586		1.377	

Tabla 40 Peso unitario compactado

Peso Unitario Compactado				
Material	Arena		Piedra chancada	
N° Ensayo	1	2	1	2
Peso del molde + Peso de la muestra (g)	29550	29650	27850	27550
Peso del molde (g)	6600	6600	6600	6600
Peso de la muestra (g)	22950	23050	21250	20950
Volumen del molde (cm ³)	14000	14000	14000	14000
Peso unitario compactado (g/cm ³)	1.639	1.646	1.518	1.496
Peso unitario compactado promedio (g/cm ³)	1.643		1.507	

ANEXO IV: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

Tabla 41 Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)
Menor de 214.20	$f'c + 71.4$
214.20 a 357.00	$f'c + 86.7$
Mayor de 357.00	$1.1f'c + 51$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-060

Tabla 42 Consistencia, Asentamiento y Trabajabilidad del concreto.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Húmeda	≥ 5"	Muy Trabajable

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla 43 Requerimientos de agua en L/m³ y contenido de aire del concreto para los tamaños nominales máximos del agregado grueso y consistencia indicada.

Tipo de concreto	Asentamiento	TMN del agregado grueso							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Sin aire incorporado	0" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
	3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
	> 5"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Contenido de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Con aire incorporado	0" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
	3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
	> 5"	216	205	197	184	174	166	154	-
	Contenido de aire total	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla 44 Relación agua/cemento (a/c) del concreto por resistencia.

Relación Agua/Cemento	RESISTENCIA PROBABLE A LOS 28 DÍAS	
	Sin Aire incorporado	Con Aire incorporado
0.35	420	335
0.45	350	280
0.54	280	225
0.63	225	180
0.71	175	140
0.80	140	110

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla 45 Módulo de finura de la combinación de agregados “mc”.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN Saco / m3 INDICADOS.			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3 / 8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.89
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.38

Nota: Estos valores de la tabla están referidos al agregado grueso, adecuadamente graduado con un contenido de vacíos del orden del 35% .Los valores deben incrementarse o disminuirse en porcentaje de vacíos 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos. Los valores de la tabla anterior pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas pavimentos e estructuras ciclópeas si las condiciones de colocación son favorables estos valores pueden ser incrementados en 0.2.

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

ANEXO V: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Tabla 46 Mezcla para el 1^{er} ajuste del concreto

TESIS		ESTUDIO TECNOLÓGICO DEL CONCRETO INFORMAL PRODUCIDO AL PIE DE OBRA EN LA CIUDAD	
		: DE JAÉN SECTOR "A"	
TESISTA		: BACH. ING. CIVIL GERMAN JHORDIN CUBA ESPINOZA	
DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Fecha de Diseño		: 15 DE SETIEMBRE DEL 2016	
Realizado por		: BACH. ING. CIVIL GERMAN J. CUBA ESPINOZA	
UBICACION DEL LUGAR DE EXTRACCION DE LOS AGREGADOS			
Cantera de donde se extraen los materiales : OLANO-Sect. Mochenta			
DATUM WGS-84	USO 17	FRANJA M	
COORDENADAS UTM	ESTE	: 0746138.36	
	NORTE	: 9358152.89	
	COTA	: 780.00 m.s.n.m	
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)		210.00 kg / cm2	
Teniendo en cuenta el Grado de Control de Calidad:			
Incremento		1.20 f'c	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)		252.00 kg / cm2	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto seco (kg/m3)	: 1586	Peso unitario suelto seco (kg/m3)	: 1377.00
Peso unitario seco compactado (kg/m3)	: 1643	Peso unitario seco compactado (kg/m3)	: 1507.00
Peso específico de masa (gr/cm3)	: 2.66	Peso específico de masa (gr/cm3)	: 2.64
Absorción (%)	: 3.39	Absorción (%)	: 1.04
Contenido de Humedad (%)	: 3.82	Contenido de Humedad (%)	: 0.17
Módulo de Finura	: 2.67	Módulo de Finura	: 7.07
CEMENTO		Tamaño máximo Nominal (Pulg.)	
Norma	: NTP 334.009-2013	Perfil del Agregado	: Angular
Tipo de Cemento	: Pacasmayo Tipo I		
Peso Específico (gr/cm3):	3.15		
AGUA			
Norma	: NTP 334.009-2013		
Peso Específico (gr/cm3):	1.00		
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Asentamiento		Tipo de consistencia : Plástica	
		Asentamiento : 3" - 4"	
Tipo de Concreto a diseñar		Concreto sin Aire Incorporado	
Volumen unitario de Agua		205.00 lt/m3	
Contenido de aire total		2.00 %	
Relación Agua / Cemento		0.62	
Factor cemento		Cantidad de Cemento	: 330.60 Kg/m3
		Factor Cemento	: 7.8 Bolsas/m3
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta :		Cemento	: 0.105 m3
		Agua	: 0.205 m3
		Aire	: 0.020 m3
		Suma de Volúmenes	: 0.330 m3
		Volumen absoluto	: 0.670 m3
Volumen absolutos de los Agregados.		Contenido de Cemento	: 7.78 Bolsas/m3
Módulo de finura de la Combinación de Agregados		TMN	: 3/4"
		MFCA	: 5.09
		% de Agregado Fino	: 44.96 %
Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado.		Agregado Fino	: 0.301 m3
Volúmenes absolutos de los Agregados.		Agregado Grueso	: 0.369 m3
		Agregado Fino	: 801.30 Kg/m3
Peso Seco de los Agregados.		Agregado Grueso	: 973.60 Kg/m3
		Cemento	: 330.60 Kg/m3
Cantidad de materiales calculados por el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados a ser empleados como valores de Diseño.		Agua de diseño	: 205.00 lt/m3
		Agregado Fino seco	: 801.30 Kg/m3
		A. Grueso seco	: 973.60 Kg/m3
		Cemento	: 42.50 Kg/bls
		Agua de diseño	: 26.35 lt/bls
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.		Agregado Fino seco	: 103.01 Kg/bls
		Agregado Grueso seco	: 125.16 Kg/bls
		Cemento	: 1
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por humedad del agregado		Agregado fino seco	: 2.42
		Agregado grueso seco	: 2.94
		Agua de Diseño	: 26.4 lt/bls

Tabla 47 Corrección por Contenido de Humedad de los Agregados para el ajuste de Mezcla.

TESIS : ESTUDIO TECNOLÓGICO DEL CONCRETO INFORMAL PRODUCIDO AL PIE DE OBRA EN LA CIUDAD DE JAEN : SECTOR "A"	
TESISTA : BACH. ING. CIVIL GERMAN JHORDIN CUBA ESPINOZA	
DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS	
Fecha de Corrección : 15 DE SETIEMBRE DEL 2016 Realizado por : BACH. ING. CIVIL GERMAN J. CUBA ESPINOZA	
CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO (CONCRETO PATRON)	
Cantera de donde se extraen los materiales : OLANO-Sect. Mochenta	
Materiales de Diseño	Cemento : 330.60 Kg/m ³
	Agua de diseño : 205.00 lt/m ³
	Agregado Fino seco : 801.30 Kg/m ³
	Agregado Grueso seco : 973.60 Kg/m ³
Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino : 3.82 %
	Agregado Grueso : 0.17 %
Absorción de los Componentes	Agregado Fino : 3.39 %
	Agregado Grueso : 1.04 %
Peso Húmedo de los Componentes	Agregado Fino : 831.90 Kg/m ³
	Agregado Grueso : 975.30 Kg/m ³
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Fino : 0.43 %
	Agregado Grueso : -0.87 %
Aporte de Humedad de los Componentes	Agregado Fino : 3.40 lt/m ³
	Agregado Grueso : -8.50 lt/m ³
	Aporte Total : -5.10 lt/m ³
Agua Efectiva	Agua Efectiva : 210.10 lt/m ³
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m ³	Cemento : 330.60 Kg/m ³
	Agua Efectiva : 210.10 lt/m ³
	Agregado Fino Húmedo : 831.90 Kg/m ³
	Agregado Grueso Húmedo : 975.30 Kg/m ³
Relación Agua / Cemento Efectiva	: 0.64
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento : 42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva : 27.0 lt/bls
	Agregado fino húmedo : 106.9 Kg/bls
	Agregado grueso húmedo : 125.4 Kg/bls
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento : 1
	Agregado fino húmedo : 2.52
	Agregado grueso húmedo : 2.95
	Agua Efectiva : 27.0 lt / saco

Proporción recomendada en peso			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1.0	2.52	2.95	27.0 lt/bls

Tabla 48 Cantidad de materiales para mezcla de prueba.

Volumen de concreto por tanda			
Cantidad de testigos por tanda	=	3	Und
N° Pruebas Slump por tanda	=	1	und
Volumen de concreto por testigo	=	0.005	m ³
Volumen del cono de Abrams	=	0.005	m ³
Volumen de concreto para testigos	=	0.015	m ³
Volumen de concreto para Slump	=	0.005	m ³
VOLUMEN TOTAL DE C° POR TANDA	=	0.020	m ³
Proporcionamiento tentativo de materiales por tanda			
Agua	=	6.61	lt
Cemento	=	4.20	kg
Agregado fino	=	19.51	kg
Agregado grueso	=	16.64	kg
Total		<u>46.96</u>	

Tabla 49 Asentamiento de mezcla de prueba 01.

Edad a romper (Días)	# de Testigos	Fecha de elaboración	Fecha de Rotura	Hora de elaboración	Asentamiento (pulg)
7	3	17-sep-16	24-sep-16	3:00pm	2 1/5 "

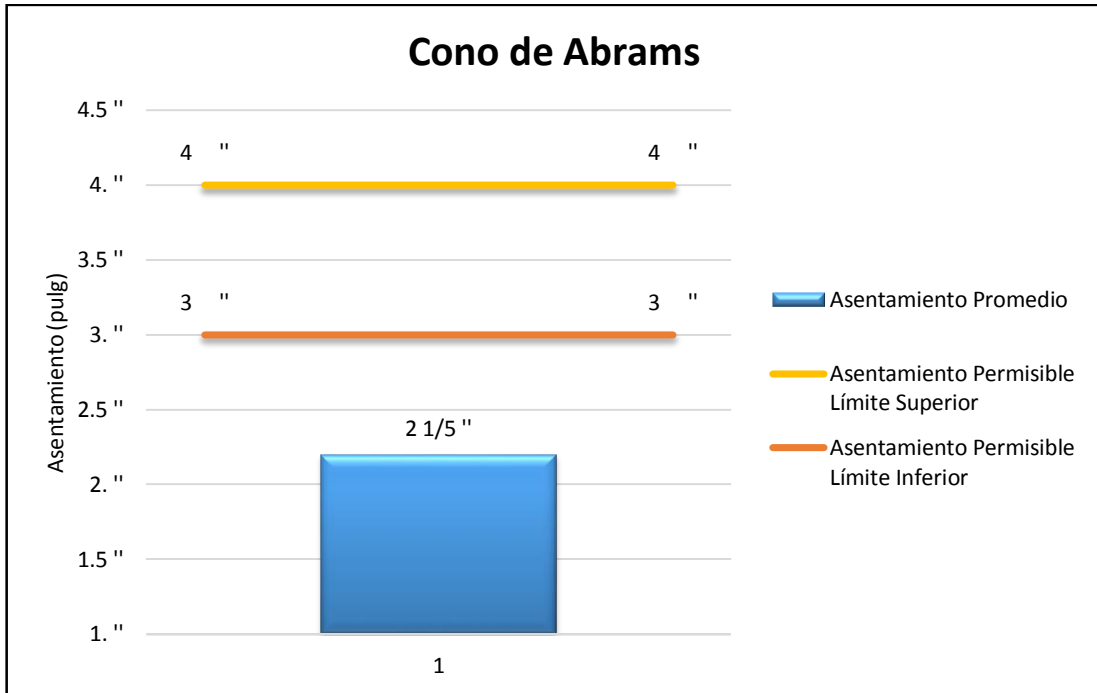


Gráfico N° 15 Asentamiento de mezcla de prueba 01.

Tabla 50 Ajuste de Mezcla por Apariencia, Asentamiento, Agua Adicional y Contenido de Aire para la elaboración del concreto.

TESIS : ESTUDIO TECNOLÓGICO DEL CONCRETO INFORMAL PRODUCIDO AL PIE DE OBRA EN LA CIUDAD DE JAÉN SE	
TESISTA : BACH. ING. CIVIL GERMAN JHORDIN CUBA ESPINOZA	
CORRECCIÓN POR APARIENCIA, ASENTAMIENTO, AGUA ADICIONAL Y CONTENIDO DE AIRE	
Fecha de Corrección: 15 DE SETIEMBRE DEL 2016	
Realizado por : BACH. ING. CIVIL GERMAN J. CUBA ESPINOZA	
Cantera de donde se extraen los materiales : OLANO-Sect. Mochenta (VER DISEÑO)	
Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino : 3.78 %
	Agregado Grueso : 0.16 %
Absorción de los Componentes	Agregado Fino : 3.39 %
	Agregado Grueso : 1.04 %
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Fino : 0.39 %
	Agregado Grueso : -0.88 %
Materiales de diseño por tanda (0.02 m3)	Cemento : 6.61 Kg/tanda
	Agua de diseño : 4.10 lt/tanda
	Agregado Fino seco : 16.03 Kg/tanda
	Agregado Grueso seco : 19.47 Kg/tanda
Materiales corregidos por humedad por tanda (0.02 m3)	Cemento : 6.61 Kg/tanda
	Agua Efectiva : 4.20 lt/tanda
	Agregado fino húmedo : 16.64 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo : 19.51 Kg/tanda
Datos obtenidos en laboratorio	Apariencia : Ligeramente gravosa
	Asentamiento : 5.59 cm
	Agua adicional : 0.00 cm3
	Contenido de Aire : 2.50 %
	Peso Unitario del Concreto : 2337.2 Kg/m3
Tanda de mezclado	Cemento : 6.61 Kg/tanda
	Agua Añadida : 4.20 lt/tanda
	Agregado fino húmedo : 16.64 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo : 19.51 Kg/tanda
	Peso de la Colada : 46.96 Kg/tanda
Rendimiento	Rendimiento de la tanda : 0.0200913 m3/tanda
Agua de mezclado por tanda	Aporte del Agregado Fino : 0.06 lt/tanda
	Aporte del Agregado Grueso : -0.17 lt/tanda
	Agua Añadida : 4.20 lt/tanda
	Agua de mezclado por tanda : 4.09 lt/tanda
Agua de mezclado por m3, corrección por agua adicional	Agua de mezclado por m3 : 203.67 lt/m3
Corrección por asentamiento (Incremento de 2 lt por cada incremento de 1 cm en asentamiento)	Asentamiento deseado : 9.00 cm
	Asentamiento obtenido : 5.59 cm
	Incrementar asentamiento en : 3.41 cm
	Incrementar agua de mezcla en : 6.82 lt/m3
Agua de mezclado por m3, corrección por asentamiento	Agua de mezclado por m3 : 210.49 lt/m3
Corrección por contenido de aire (Incremento de 2 lt por cada disminución de 1 % en el contenido de aire)	Contenido de aire deseado : 2.00 %
	Contenido de aire obtenido : 2.50 %
	Disminuir el aire en : -0.50 %
	Incrementar agua de mezcla en : 1.00 lt/m3
Agua de mezclado por m3, corrección por contenido de aire	Agua de mezclado por m3 : 211.49 lt/m3
Corrección por apariencia de la mezcla (Método de los volúmenes absolutos)	Agua de diseño : 0.2115 m3
	Cemento : 0.1083 m3
	Aire atrapado : 0.0200 m3
	Agregado grueso : 0.3452 m3
	Agregado fino : 0.3150 m3
Nuevos Materiales de Diseño	Agua de diseño : 211.50 lt/m3
	Cemento : 341.15 Kg/m3
	Agregado grueso : 911.33 Kg/m3
	Agregado fino : 837.90 Kg/m3
	Aire atrapado : 2.00 %
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento : 1
	Agregado fino húmedo : 2.46
	Agregado grueso húmedo : 2.67
	Agua Efectiva : 26.3 lt / sacco

Proporción recomendada en peso			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1.0	2.46	2.67	26.3 lt/bls

Tabla 51 Asentamiento de mezcla de prueba 2

Edad a romper (Días)	# de Testigos	Fecha de elaboración	Fecha de Rotura	Hora de elaboración	Asentamiento (pulg)
7	3	21-sep-16	28-sep-16	9:30am	3 1/2 "

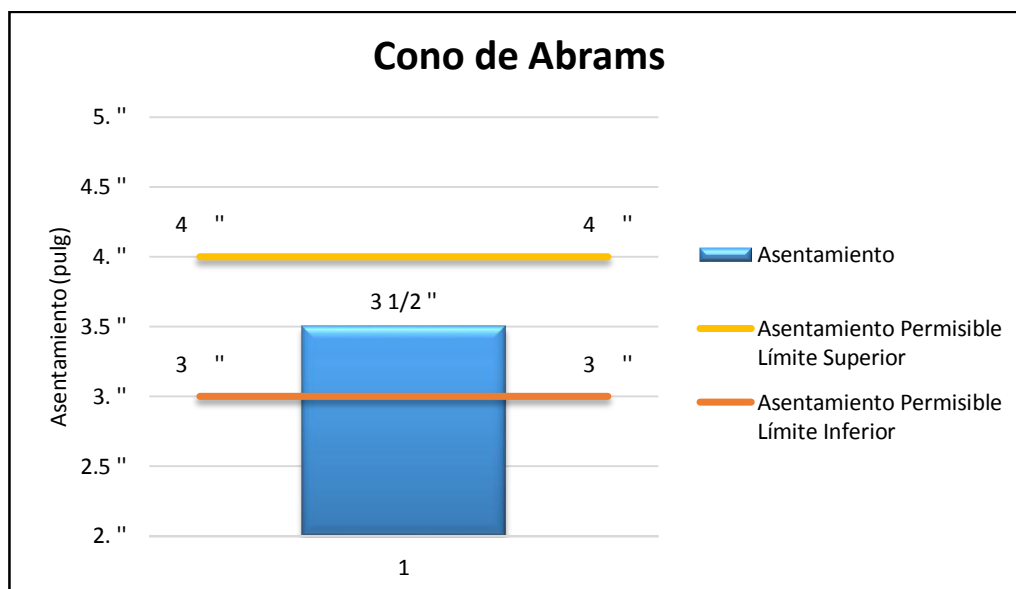


Gráfico N° 16 Análisis de Consistencia a segunda tanda de prueba corregida por apariencia.

Tabla 52 Resistencia a la compresión de segunda muestra de prueba.

N°	Lectura Prensa KN	Lect. Ajusta. (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia Testigo (kg/cm ²)	Resistencia Promedio 3 Testigos edad 7 días (kg/cm ²)	F'c promedio (%)
1	301.03	30696	15.10	179.1	171.41	170.85	81%
2	302.53	30849	15.18	181.0	170.45		
3	300.97	30690	15.13	179.8	170.70		

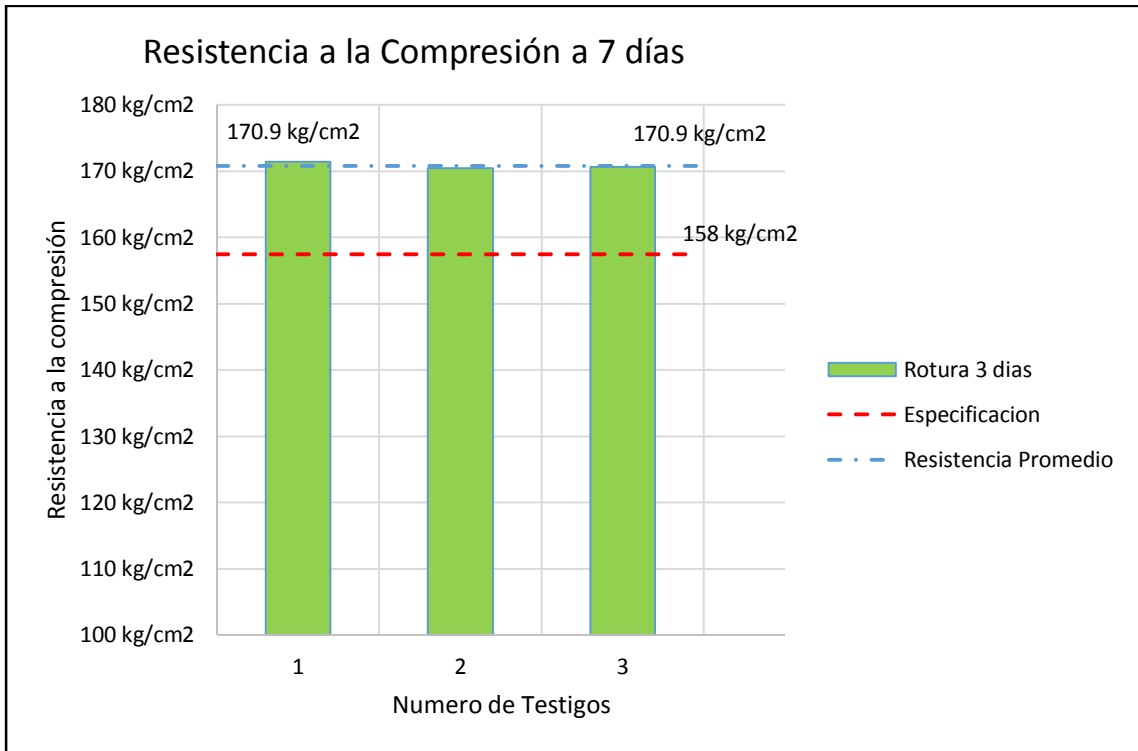


Gráfico N° 17 Resistencia a la compresión de segunda mezcla de prueba corregida.

ANEXO VI: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLA PATRÓN.

Tabla 53 Cantidad de materiales para la elaboración de Mezcla patrón.

Cantidad de concreto para 9 probetas de $f'c=210\text{kg/cm}^2$			
Agua	=	13.78	lt
Cemento	=	22.23	kg
Agregado fino	=	54.60	kg
Agregado grueso	=	59.39	kg
Total		150.00	kg

Tabla 54 Ensayo de Consistencia de mezcla Patrón.

Edad a romper (Días)	# de Testigos	Fecha de elaboración	Fecha de Rotura	Hora de elaboración	Asentamiento (pulg)
28	9	30-sep-16	28-oct-16	2:00pm	3 2/7 "

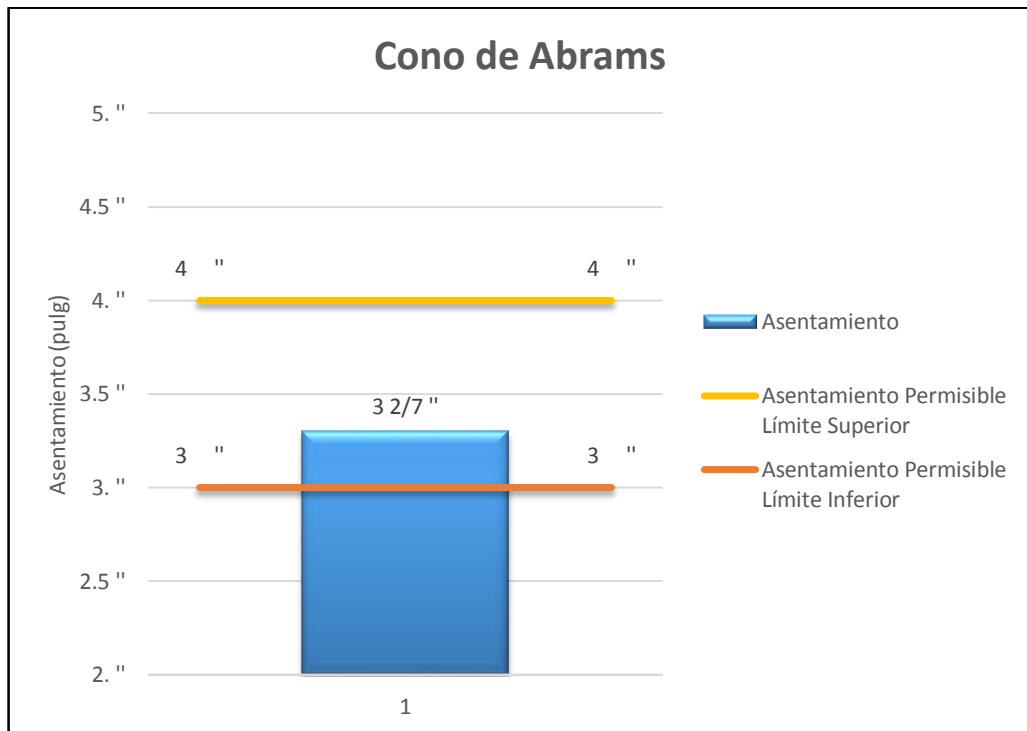


Gráfico N° 18 Análisis de consistencia de mezcla Patrón.

Tabla 55 Resistencia a la Compresión de Mezcla Patrón

CUADRO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN (DISEÑADO EN LABORATORIO)															
Nº	Tipo de Concreto	Dosificación en peso	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	Resistencia Característica (kg/cm ²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
			Moldeo	Días	Rotura										
1	Concreto Patrón	Cemento:	30-sep-16	7	07-oct-16	300.13	30604	15.24	182.4	168	3 2/7	210			
2		1.0	30-sep-16	7	07-oct-16	299.67	30557	15.21	181.7	168	3 2/7	210	168	79.82%	67%
3		Arena:	30-sep-16	7	07-oct-16	301.27	30721	15.20	181.5	169	3 2/7	210			
4		2.5	30-sep-16	14	14-oct-16	350.23	35713	15.19	181.2	197	3 2/7	210			
5		Piedra:	30-sep-16	14	14-oct-16	349.82	35671	15.18	181.0	197	3 2/7	210	197	93.80%	80%
6		2.7	30-sep-16	14	14-oct-16	351.01	35792	15.19	181.2	198	3 2/7	210			
7		Agua:	30-sep-16	28	28-oct-16	405.23	41321	15.21	181.7	227	3 2/7	210			
8		26.3 lt/bls	30-sep-16	28	28-oct-16	404.55	41252	15.19	181.2	228	3 2/7	210	227	108.11%	100%
9			30-sep-16	28	28-oct-16	404.78	41275	15.13	179.8	230	3 2/7	210			

Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estandar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)
7	168	0.8	0.47%
14	197	0.2	0.12%
28	228	1.2	0.52%

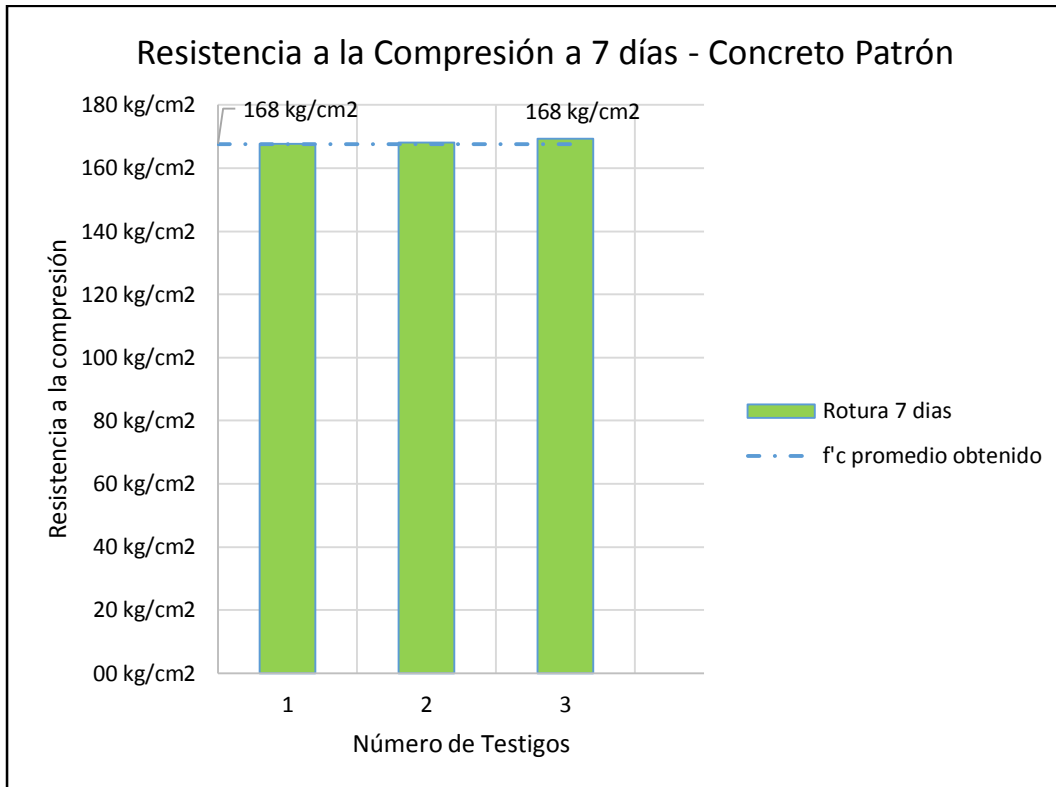


Gráfico N° 19 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 7 días.

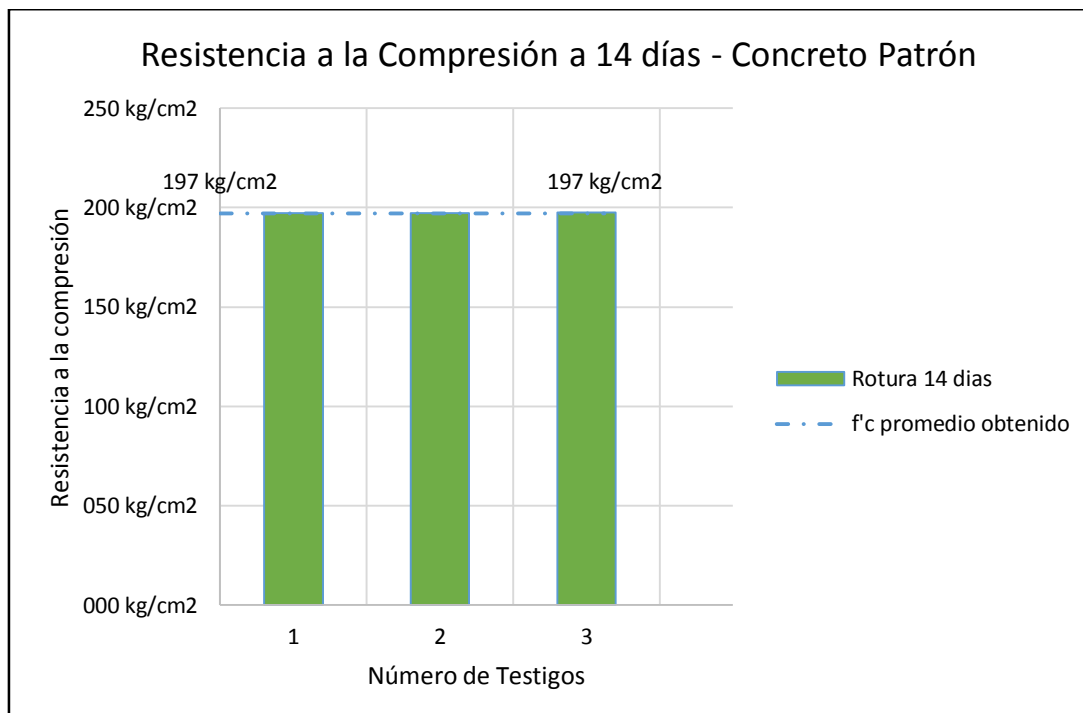


Gráfico N° 20 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 14 días.

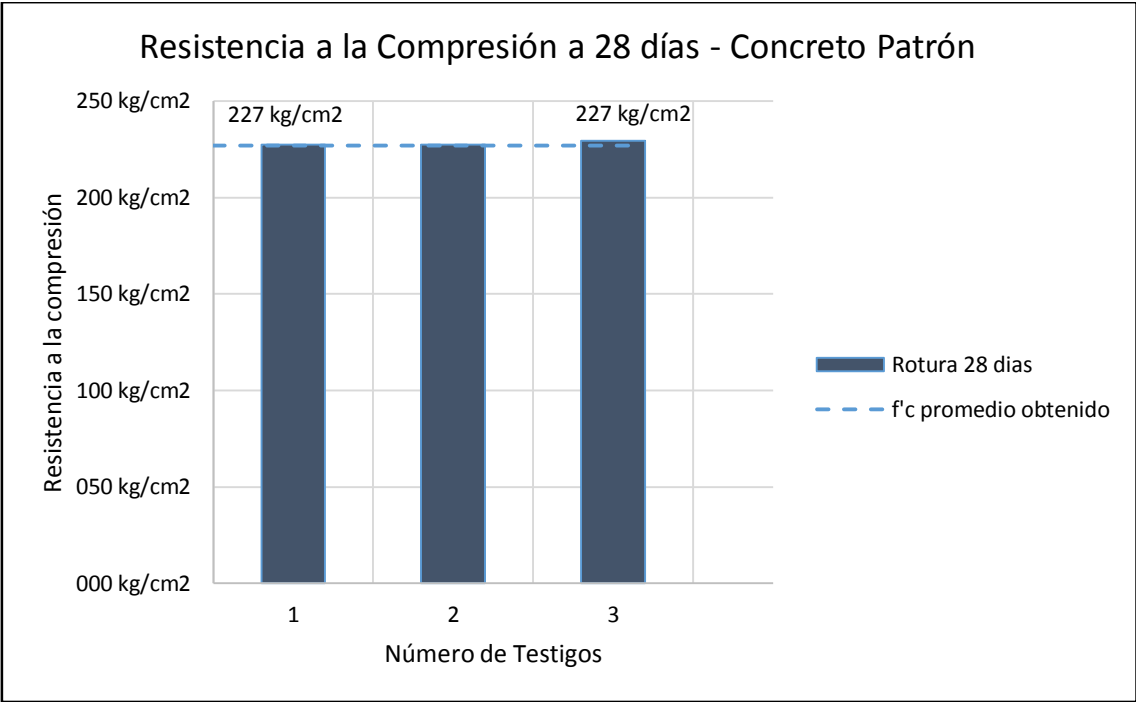


Gráfico N° 21 Resistencia a la compresión de Mezcla Patrón, edad 28 días.

ANEXO VII: RESULTADOS DE RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO AL PIE DE OBRA EN LA CIUDAD DE JAÉN SECTOR A.

VIVIENDA N° 01

Tabla 56 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 01

N°	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Resistencia Diseño (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
1	Vivienda N° 01:	14-sep-16	7	21-sep-16	65.60	6689	15.22	29.90	1.96	11.52	2117.69	181.9	37	6 1/2	210	5			
2		14-sep-16	7	21-sep-16	58.52	5967	15.19	30.10	1.98	11.45	2099.10	181.2	33	6 1/2	210	5			
3	# Pisos	14-sep-16	7	21-sep-16	60.23	6142	15.17	29.80	1.96	11.54	2142.54	180.7	34	6 1/2	210	5	32.87	16%	67%
4	02	14-sep-16	7	21-sep-16	61.54	6275	15.26	29.80	1.95	11.20	2054.96	182.9	34	6 1/2	210	5			
5		14-sep-16	14	28-sep-16	102.39	10441	15.20	30.00	1.97	11.24	2064.75	181.5	58	6 1/2	210	5			
6	Este	14-sep-16	14	28-sep-16	72.92	7436	15.20	30.00	1.97	11.63	2136.39	181.5	41	6 1/2	210	5			
7	742651	14-sep-16	14	28-sep-16	76.56	7807	15.20	30.00	1.97	11.52	2116.19	181.5	43	6 1/2	210	5	40.78	19%	80%
8	Norte:	14-sep-16	14	28-sep-16	101.29	10329	15.20	29.90	1.97	11.34	2090.09	181.5	57	6 1/2	210	5			
9	9370209	14-sep-16	28	12-oct-16	167.02	17031	15.19	29.90	1.97	11.75	2168.51	181.2	94	6 1/2	210	5			
10	Calle:	14-sep-16	28	12-oct-16	160.42	16358	15.20	30.10	1.98	11.36	2079.86	181.5	90	6 1/2	210	6			
11	C. Abancay cuadra # 03	14-sep-16	28	12-oct-16	180.62	18418	15.15	29.80	1.97	11.37	2116.55	180.3	102	6 1/2	210	5	90.55	43%	100%
12		14-sep-16	28	12-oct-16	171.02	17439	15.21	29.80	1.96	11.35	2096.19	181.7	96	6 1/2	210	5			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	34	1.6	4.71%	2103.57
	14	50	8.8	17.81%	2101.86
	28	96	5.0	5.25%	2115.28

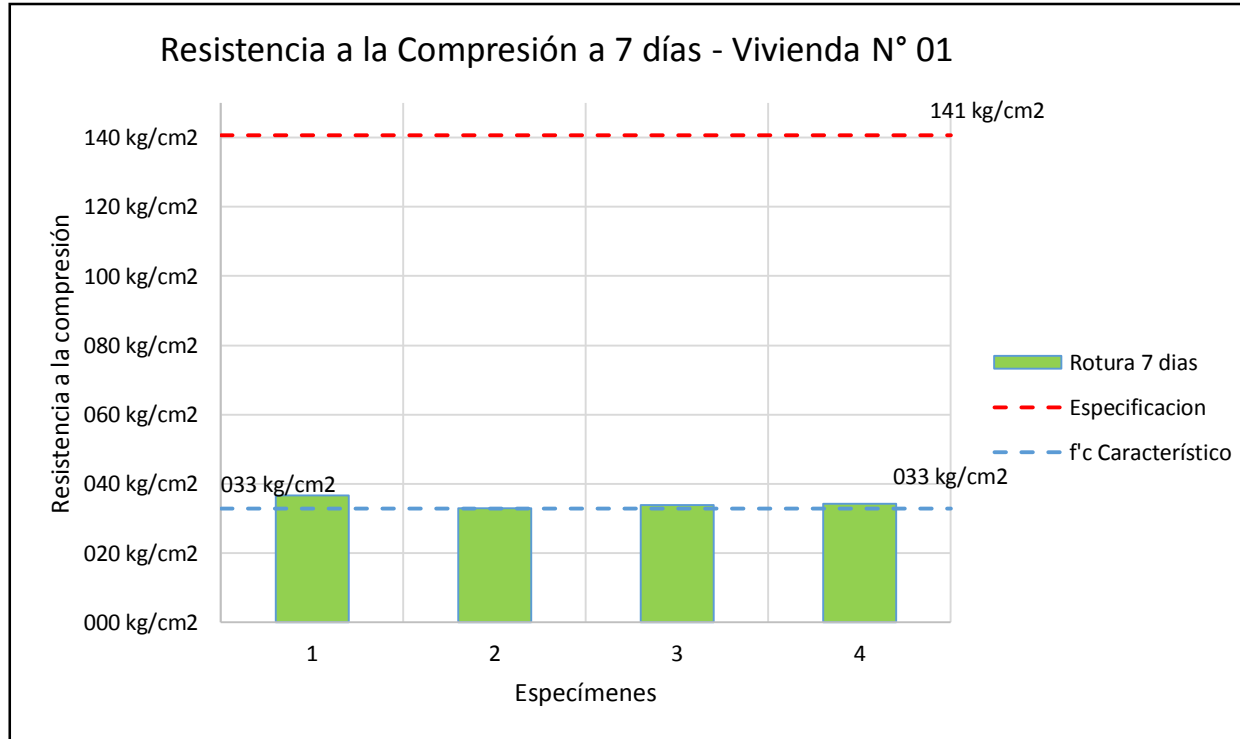


Gráfico N° 22 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 01

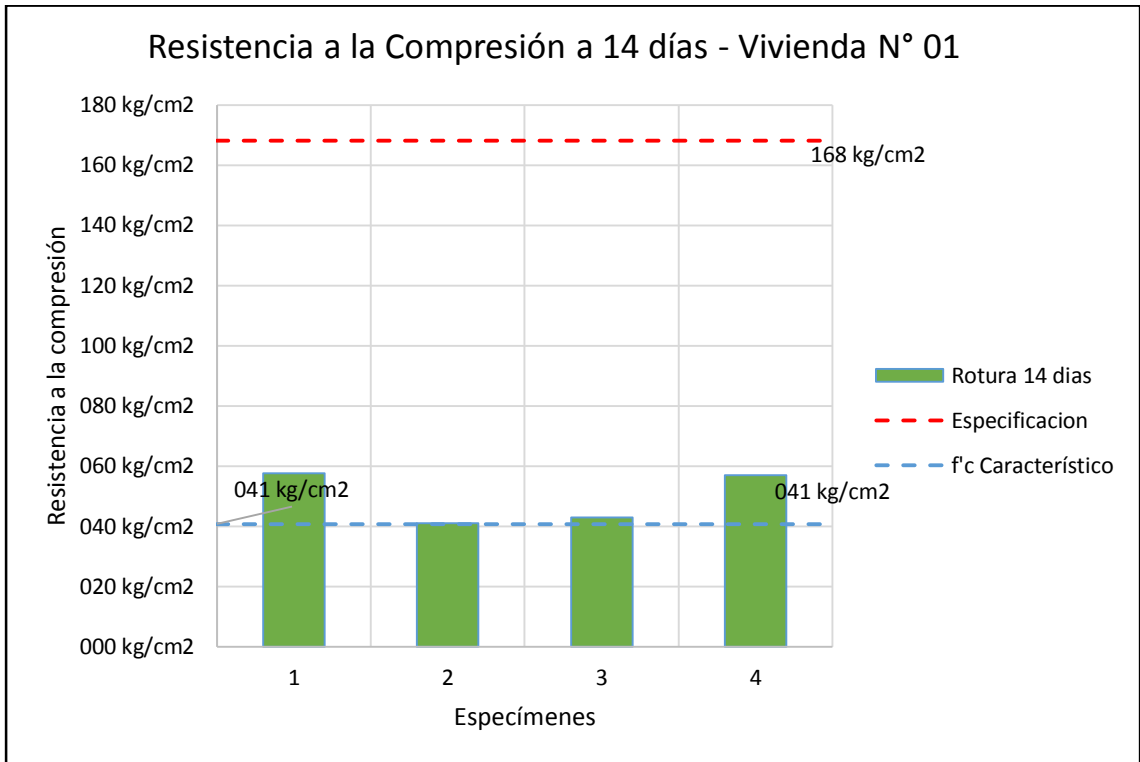


Gráfico N° 23 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 01

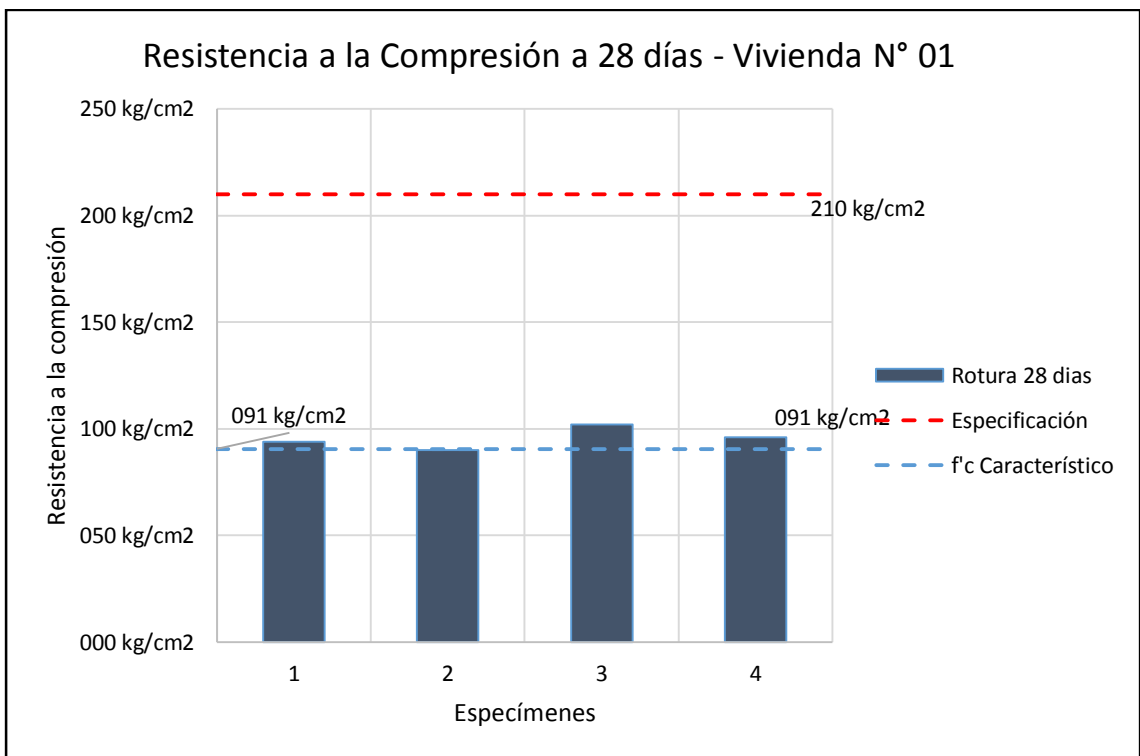


Gráfico N° 24 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 01

VIVIENDA N° 02

Tabla 57 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 02

Nº	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R/L/D	Peso C° Endur (kg)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m³)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
13	Vivienda N° 02:	19-sep-16	7	26-sep-16	180.34	18389	15.16	29.80	1.97	12.23	2273.64	180.5	102	5	210	5			
14		19-sep-16	7	26-sep-16	176.34	17981	15.18	30.10	1.98	12.42	2279.93	181.0	99	5	210	5			
15	# Pisos	19-sep-16	7	26-sep-16	178.34	18185	15.19	30.00	1.97	12.12	2229.34	181.2	100	5	210	5	99.57	47%	67%
16	03	19-sep-16	7	26-sep-16	179.34	18287	15.19	30.00	1.97	12.52	2302.91	181.2	101	5	210	5			
17	Con aditivo	19-sep-16	14	03-oct-16	280.00	28552	15.20	30.10	1.98	12.41	2272.10	181.5	157	5	210	6			
18	Norte:	19-sep-16	14	03-oct-16	284.34	28994	15.18	29.90	1.97	12.34	2280.40	181.0	160	5	210	5			
19	742495	19-sep-16	14	03-oct-16	275.38	28080	15.18	29.80	1.96	12.42	2302.88	181.0	155	5	210	5	155.00	74%	80%
20	Este:	19-sep-16	14	03-oct-16	294.50	30030	15.18	29.90	1.97	12.42	2295.18	181.0	166	5	210	6			
21	9370264	19-sep-16	28	17-oct-16	315.56	32178	15.19	29.80	1.96	12.40	2296.15	181.2	178	5	210	6			
22	Calle:	19-sep-16	28	17-oct-16	300.76	30668	15.17	30.10	1.98	12.53	2303.16	180.7	170	5	210	5			
23	Ca. A. Salazar Bondy / Ca.Los Chasquis	19-sep-16	28	17-oct-16	310.49	31661	15.17	29.80	1.96	12.35	2292.92	180.7	175	5	210	6	171.26	82%	100%
24		19-sep-16	28	17-oct-16	314.29	32048	15.18	30.10	1.98	12.46	2287.27	181.0	177	5	210	6			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas	7	101	1.1	1.05%	2271.46
	14	160	4.7	2.92%	2287.64
	28	175	3.6	2.07%	2294.88

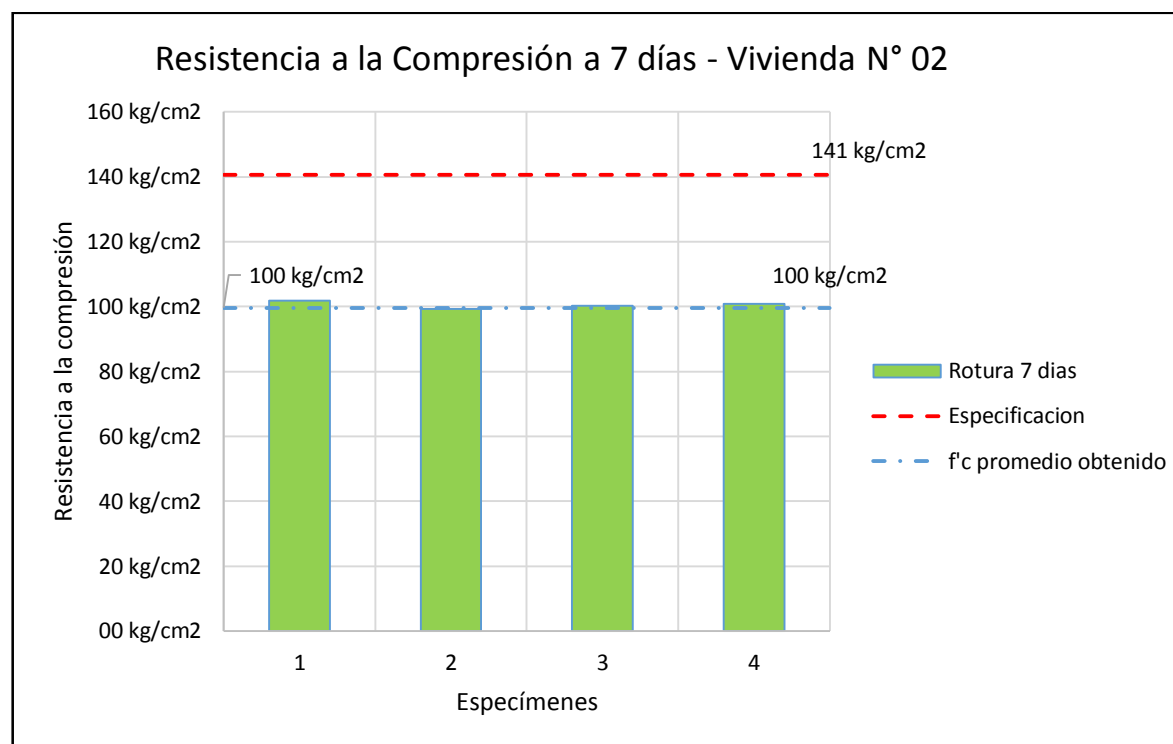


Gráfico N° 25 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 02

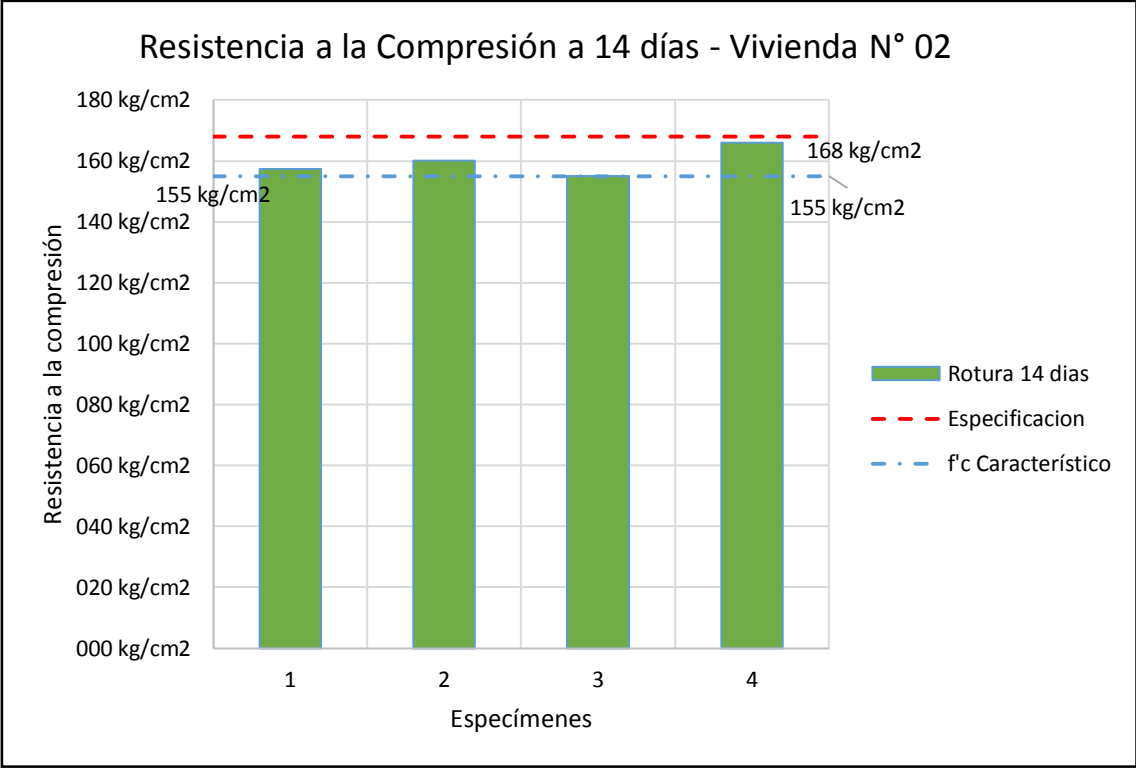


Gráfico N° 26 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 02

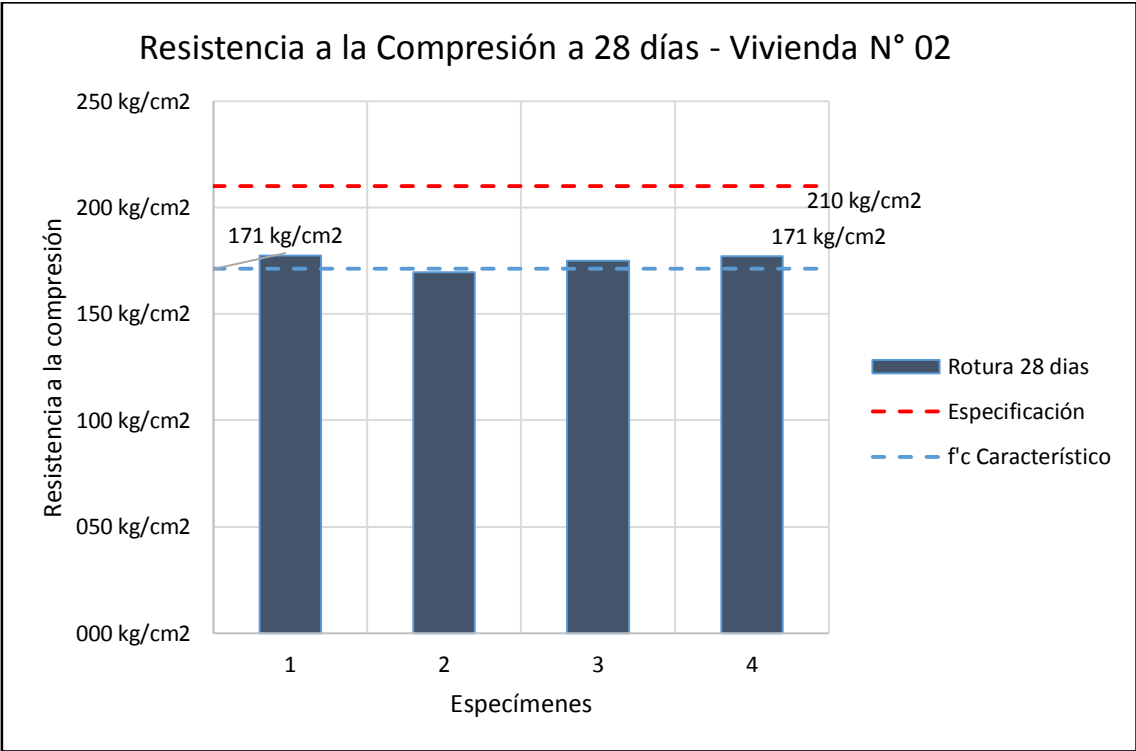


Gráfico N° 27 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 02

VIVIENDA N° 03

Tabla 58 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 03

Nº	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R/L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur (kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
25	Vivienda N° 03:	20-sep-16	7	27-sep-16	253.63	25863	15.18	30.10	1.98	11.76	2158.78	181.0	143	4 1/2	210	6			
26		20-sep-16	7	27-sep-16	252.42	25739	15.17	30.00	1.98	11.75	2166.98	180.7	142	4 1/2	210	5			
27	# Pisos	20-sep-16	7	27-sep-16	245.46	25030	15.16	30.00	1.98	11.83	2184.62	180.5	139	4 1/2	210	5	139.44	66%	67%
28	01	20-sep-16	7	27-sep-16	250.25	25518	15.16	29.90	1.97	11.26	2086.31	180.5	141	4 1/2	210	6			
29		20-sep-16	14	04-oct-16	291.53	29727	15.20	29.80	1.96	11.43	2113.75	181.5	164	4 1/2	210	6			
30	Este:	20-sep-16	14	04-oct-16	280.46	28599	15.18	30.00	1.98	11.53	2123.61	181.0	158	4 1/2	210	5			
31	742968	20-sep-16	14	04-oct-16	275.24	28066	15.17	29.80	1.96	11.48	2131.40	180.7	155	4 1/2	210	6	154.92	74%	80%
32	Norte:	20-sep-16	14	04-oct-16	278.73	28422	15.17	30.10	1.98	11.78	2165.30	180.7	157	4 1/2	210	6			
33	9368943	20-sep-16	28	18-oct-16	365.25	37245	15.18	30.10	1.98	11.35	2083.51	181.0	206	4 1/2	210	5			
34	Calle:	20-sep-16	28	18-oct-16	349.26	35614	15.20	29.90	1.97	11.57	2132.48	181.5	196	4 1/2	210	6			
35	Ca. Raymondi / Pasje. Hospital.	20-sep-16	28	18-oct-16	352.52	35946	15.20	29.80	1.96	11.68	2159.98	181.5	198	4 1/2	210	5	196.46	94%	
36		20-sep-16	28	18-oct-16	363.56	37072	15.21	30.00	1.97	11.81	2166.61	181.7	204	4 1/2	210	5			100%

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Vigas	7	141	1.9	1.34%	2149.17
	14	159	3.7	2.32%	2133.51
	28	201	4.6	2.28%	2135.64

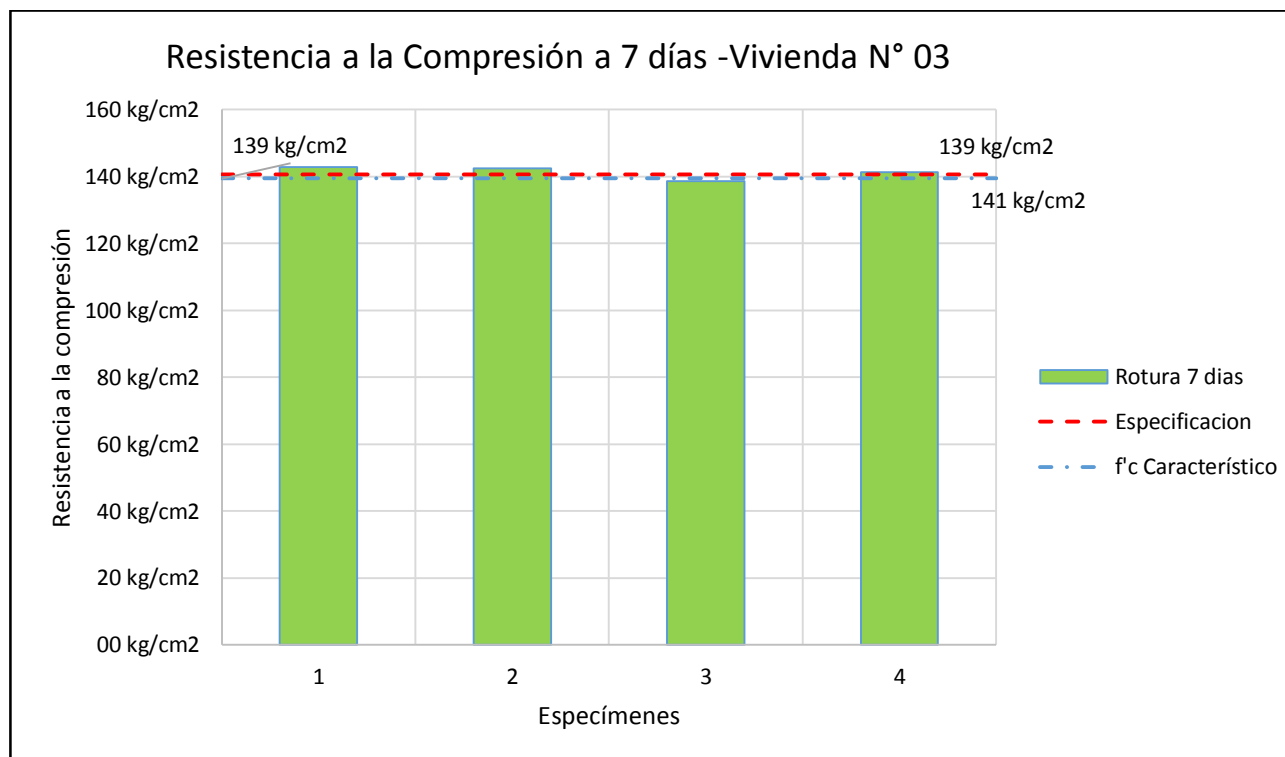


Gráfico N° 28 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 03

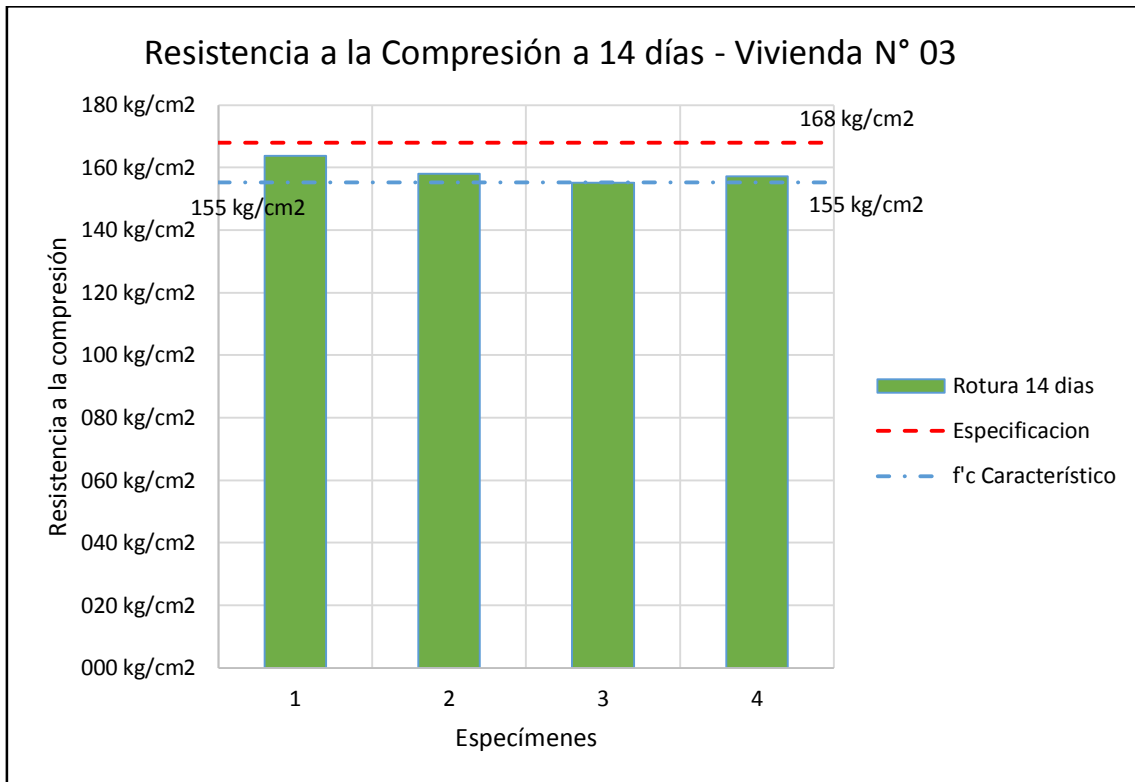


Gráfico N° 29 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 03

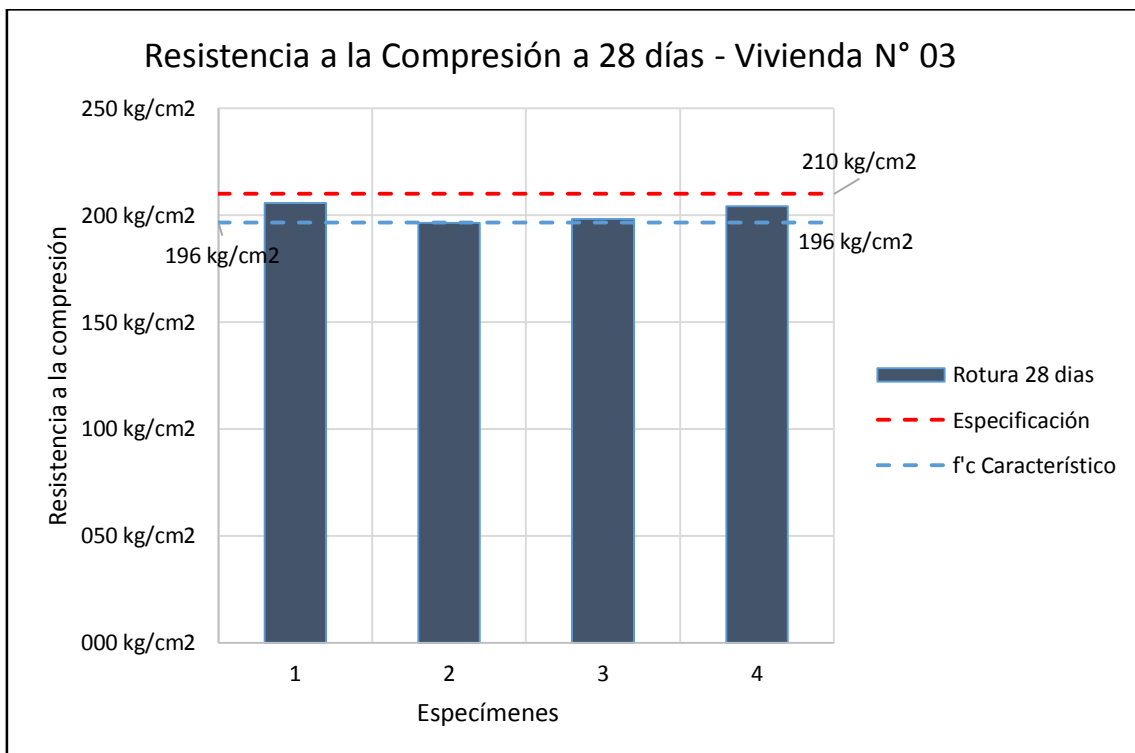


Gráfico N° 30 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 03

VIVIENDA N° 04

Tabla 59 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 04

Nº	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R/L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
37	Vivienda N° 04:	21-sep-16	7	28-sep-16	59.00	6016	15.21	29.90	1.97	11.27	2074.46	181.7	33	7	210	5			
38		21-sep-16	7	28-sep-16	62.53	6376	15.20	30.00	1.97	11.47	2107.00	181.5	35	7	210	5			
39	# Pisos	21-sep-16	7	28-sep-16	67.34	6867	15.18	30.10	1.98	11.35	2083.51	181.0	38	7	210	5	32.37	15%	67%
40	01	21-sep-16	7	28-sep-16	58.35	5950	15.20	29.90	1.97	11.37	2095.62	181.5	33	7	210	5			
41		21-sep-16	14	05-oct-16	95.26	9714	15.18	30.10	1.98	11.25	2065.15	181.0	54	7	210	5			
42	Este	21-sep-16	14	05-oct-16	90.52	9230	15.19	29.80	1.96	11.37	2105.42	181.2	51	7	210	5			
43	742597	21-sep-16	14	05-oct-16	93.15	9499	15.21	29.80	1.96	11.25	2077.72	181.7	52	7	210	5	50.62	24%	80%
44	Norte:	21-sep-16	14	05-oct-16	90.42	9220	15.19	30.00	1.97	11.38	2093.22	181.2	51	7	210	5			
45	9369372	21-sep-16	28	19-oct-16	128.64	13117	15.17	29.80	1.96	11.53	2140.68	180.7	73	7	210	5			
46	Calle:	21-sep-16	28	19-oct-16	130.64	13321	15.18	30.10	1.98	11.37	2087.18	181.0	74	7	210	5			
47	Ca. Antisuyo / Ca. El Cuzco	21-sep-16	28	19-oct-16	131.59	13418	15.19	29.90	1.97	11.30	2085.46	181.2	74	7	210	5	72.65	35%	100%
48		21-sep-16	28	19-oct-16	134.78	13744	15.19	29.80	1.96	11.22	2077.64	181.2	76	7	210	5			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	35	2.4	6.82%	2090.15
	14	52	1.3	2.55%	2085.38
	28	74	1.4	1.84%	2097.74

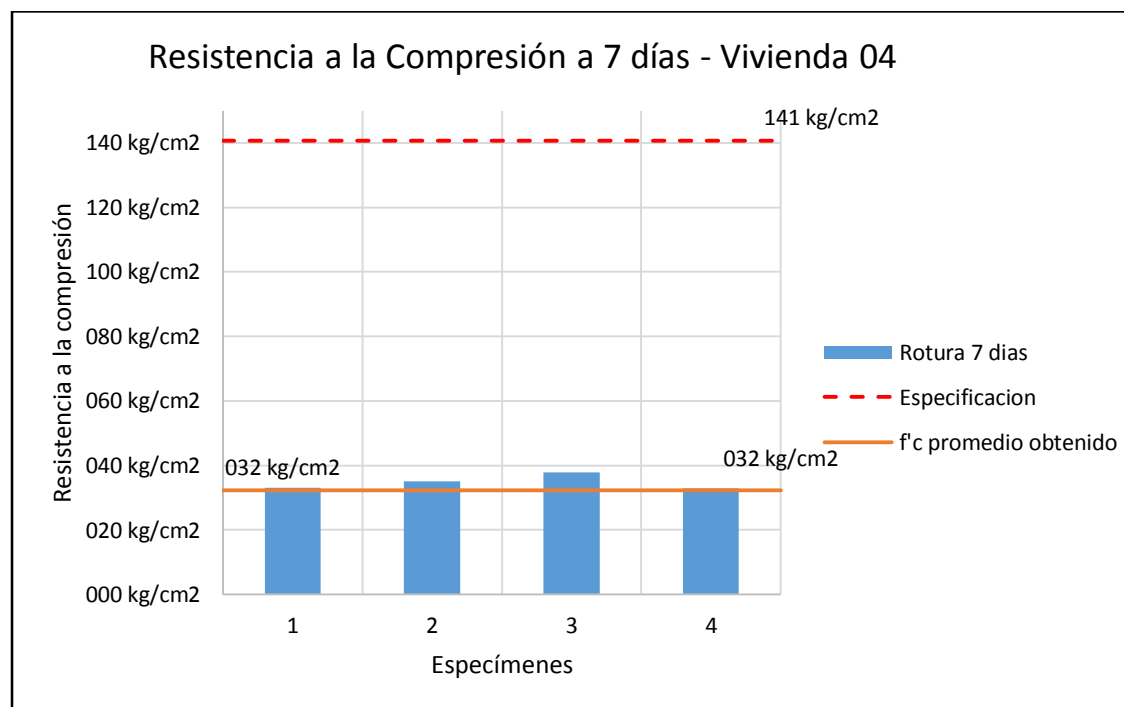


Gráfico N° 31 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 04

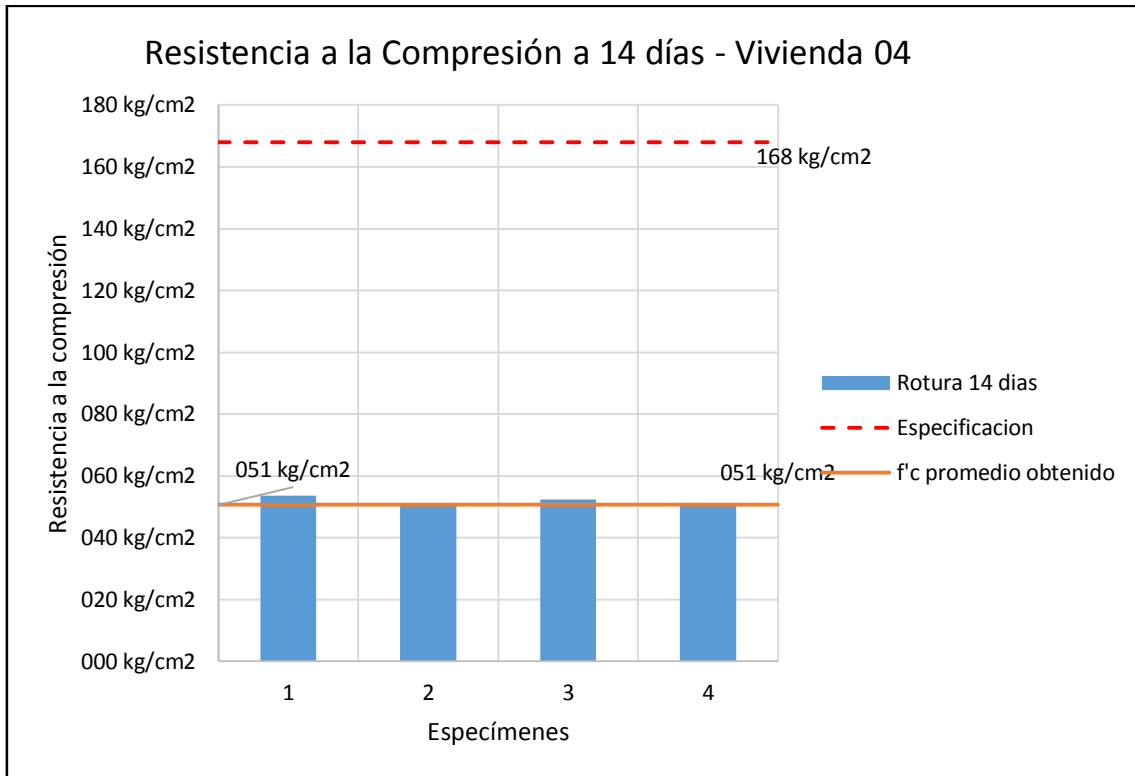


Gráfico N° 32 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 04

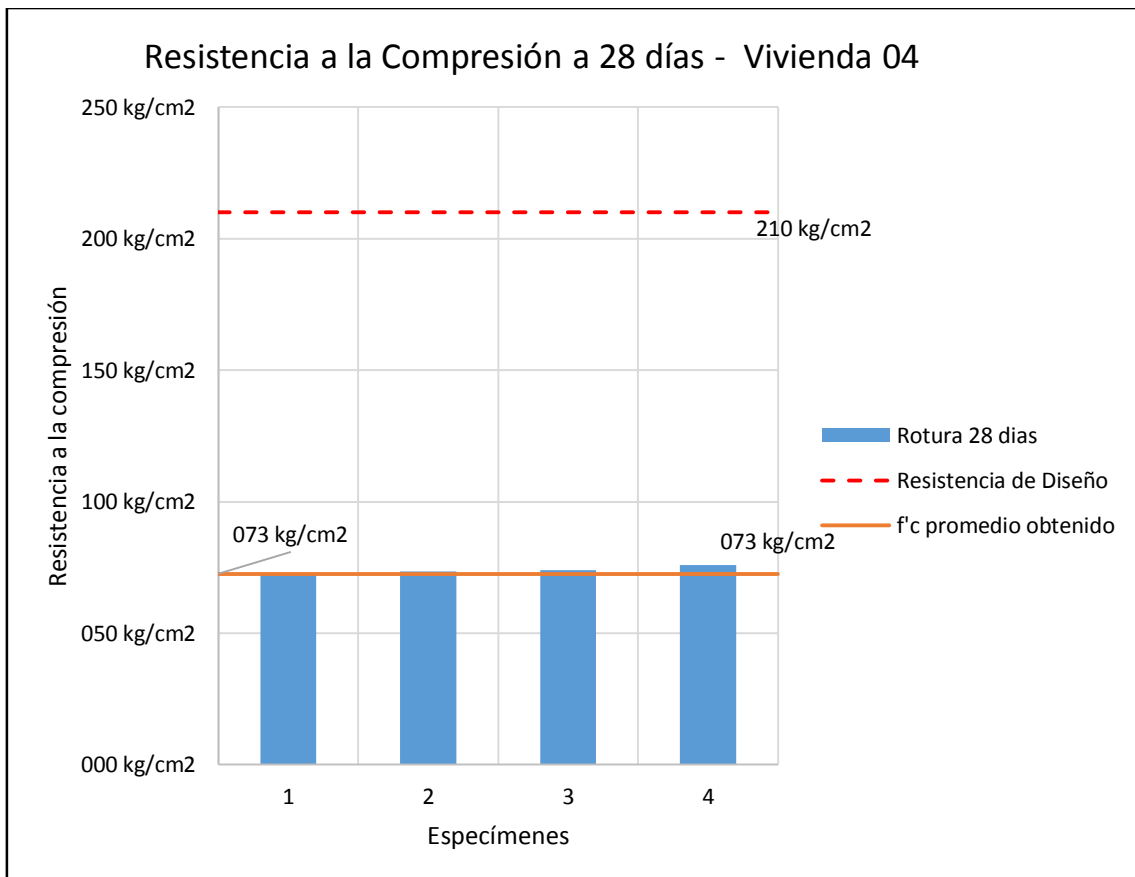


Gráfico N° 33 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 04

VIVIENDA N° 05

Tabla 60 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 05

N°	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R/L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
49	Vivienda N° 05:	23-sep-16	7	30-sep-16	120.30	12267	15.17	29.90	1.97	11.46	2120.57	180.7	68	6 1/2	210	5			
50		23-sep-16	7	30-sep-16	126.35	12884	15.19	29.80	1.96	11.47	2123.94	181.2	71	6 1/2	210	5			
51	# Pisos	23-sep-16	7	30-sep-16	121.94	12434	15.20	30.20	1.99	11.52	2102.17	181.5	69	6 1/2	210	5	67.63	32%	67%
52	02	23-sep-16	8	01-oct-16	130.54	13311	15.16	29.80	1.97	11.34	2108.18	180.5	74	6 1/2	210	5			
53		23-sep-16	14	07-oct-16	180.53	18409	15.18	30.00	1.98	11.42	2103.35	181.0	102	6 1/2	210	5			
54	Norte:	23-sep-16	14	07-oct-16	173.84	17726	15.18	29.80	1.96	11.52	2136.01	181.0	98	6 1/2	210	5			
55	742695	23-sep-16	14	07-oct-16	175.34	17879	15.19	30.10	1.98	11.38	2086.27	181.2	99	6 1/2	210	5	95.84	46%	80%
56	Este:	23-sep-16	14	07-oct-16	170.23	17358	15.22	30.00	1.97	11.42	2092.31	181.9	95	6 1/2	210	5			
57	9368539	23-sep-16	28	21-oct-16	201.42	20539	15.21	29.90	1.97	11.45	2107.59	181.7	113	6 1/2	210	5			
58	Calle:	23-sep-16	28	21-oct-16	206.24	21030	15.17	30.00	1.98	11.64	2146.70	180.7	116	6 1/2	210	6			
59	Ca. Simón Bolivar / Ca.	23-sep-16	28	21-oct-16	210.87	21502	15.17	30.10	1.98	11.47	2108.32	180.7	119	6 1/2	210	6	112.37	54%	100%
60	Pardo Miguel	23-sep-16	28	21-oct-16	200.26	20421	15.18	29.80	1.96	11.63	2156.40	181.0	113	6 1/2	210	5			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	70	2.7	3.81%	2113.72
	14	98	2.6	2.64%	2104.48
	28	115	2.9	2.54%	2129.75

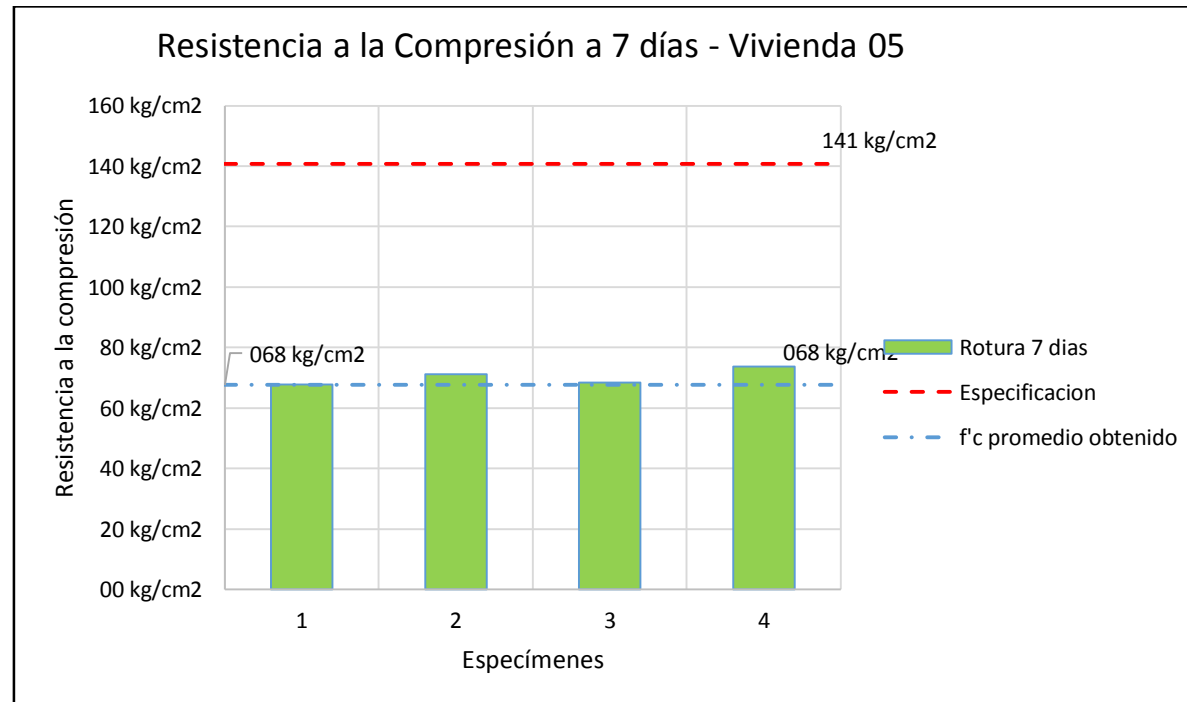


Gráfico N° 34 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 05

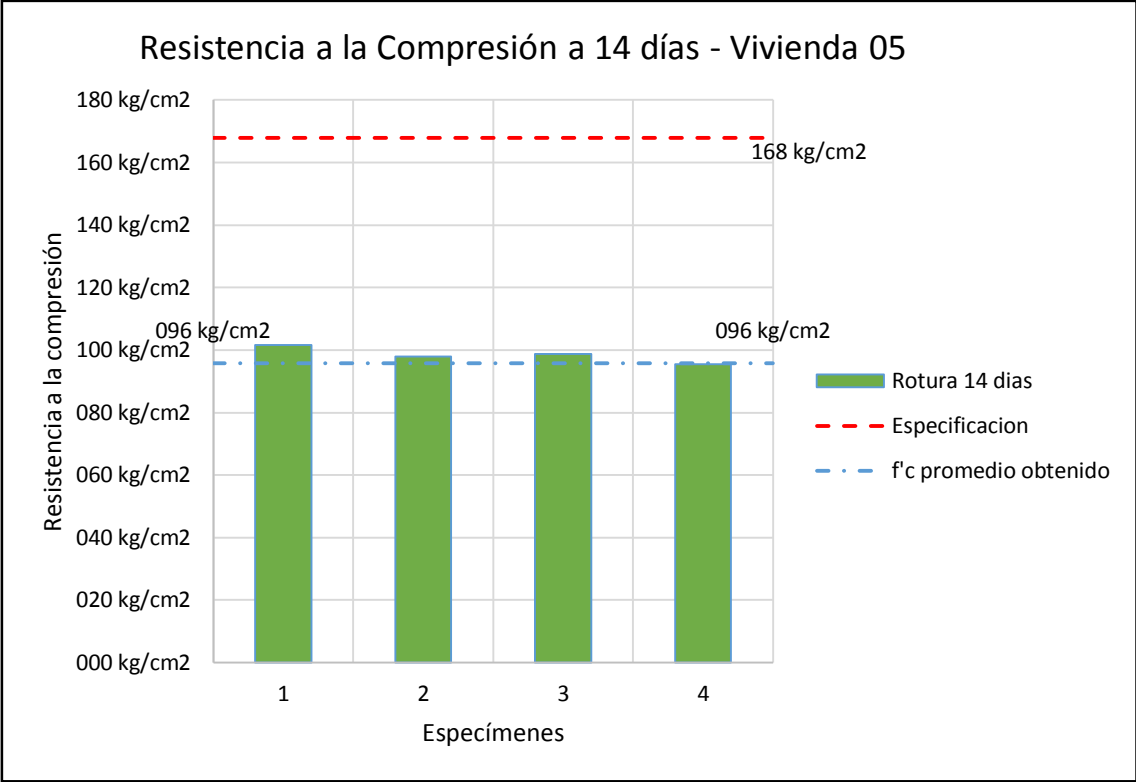


Gráfico N° 35 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 05

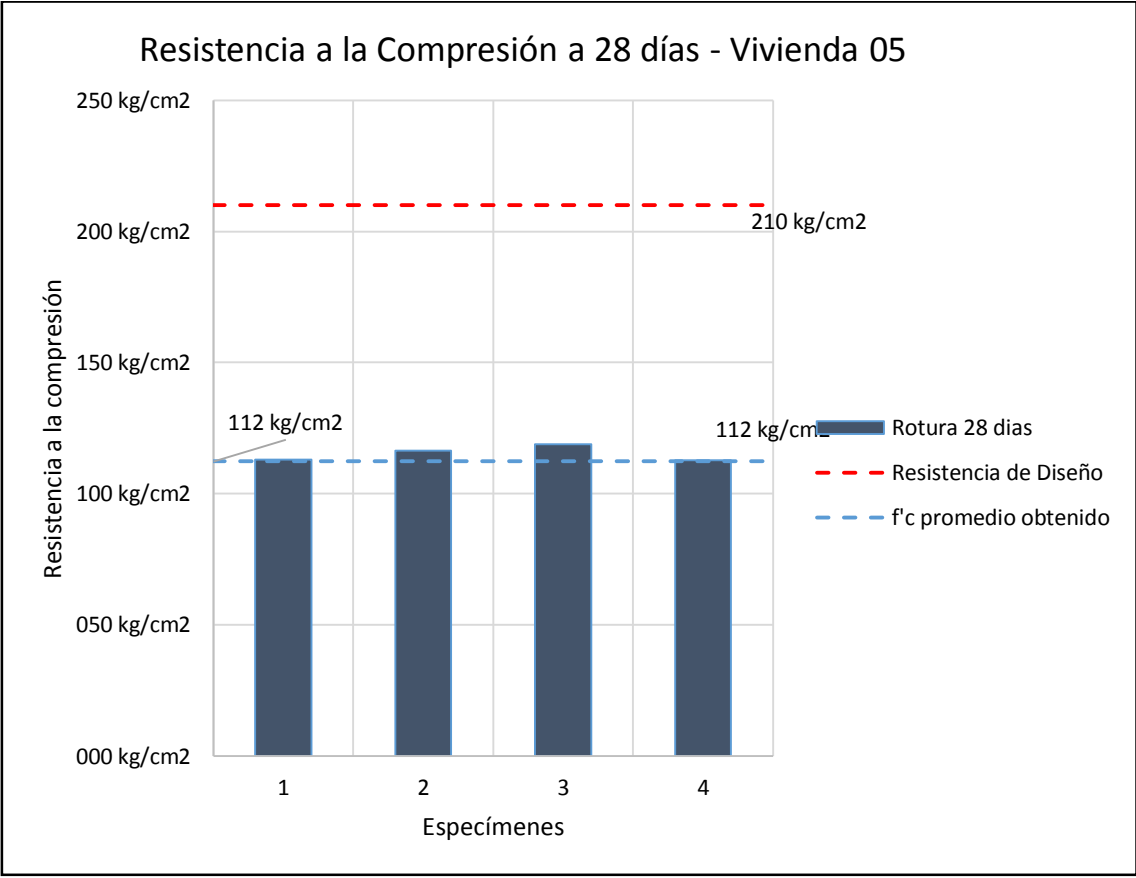


Gráfico N° 36 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 05

VIVIENDA N° 06

Tabla 61 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 06

Nº	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R/L/D	Peso C° Endur (kg)	Peso Unitario C° Endur (kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
61	Vivienda N° 06:	28-sep-16	7	05-oct-16	160.46	16362	15.18	30.00	1.98	11.67	2149.39	181.0	90	5 1/2	210	5			
62		28-sep-16	7	05-oct-16	167.35	17065	15.17	30.10	1.98	11.74	2157.95	180.7	94	5 1/2	210	5			
63	# Pisos	28-sep-16	7	05-oct-16	163.74	16697	15.16	29.90	1.97	11.68	2163.94	180.5	92	5 1/2	210	5	86.27	41%	67%
64	02	28-sep-16	7	05-oct-16	170.26	17361	16.16	29.80	1.84	11.79	1928.97	205.1	85	5 1/2	210	5			
65		28-sep-16	14	12-oct-16	220.35	22469	15.20	30.00	1.97	11.94	2193.34	181.5	124	5 1/2	210	5			
66	Este:	28-sep-16	14	12-oct-16	215.25	21949	15.18	30.00	1.98	11.91	2193.60	181.0	121	5 1/2	210	6			
67	741524	28-sep-16	14	12-oct-16	220.64	22499	15.17	30.00	1.98	11.86	2187.27	180.7	124	5 1/2	210	5	119.55	57%	80%
68	Norte:	28-sep-16	14	12-oct-16	239.40	24412	16.17	30.10	1.86	12.01	1942.97	205.4	119	5 1/2	210	6			
69	9368717	28-sep-16	28	26-oct-16	297.35	30321	15.18	30.00	1.98	12.12	2232.28	181.0	168	5 1/2	210	6			
70	Calle:	28-sep-16	28	26-oct-16	286.36	29200	15.20	30.00	1.97	11.94	2193.34	181.5	161	5 1/2	210	5			
71	Ca. Pedro Ruiz / Ca. Ricardo Palma	28-sep-16	28	26-oct-16	300.24	30615	16.20	30.10	1.86	11.89	1916.44	206.1	149	5 1/2	210	6	152.17	72%	100%
72		28-sep-16	28	26-oct-16	299.68	30558	15.21	29.90	1.97	11.98	2205.15	181.7	168	5 1/2	210	6			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	90	4.2	4.67%	2100.06
	14	122	2.6	2.10%	2129.30
	28	161	9.1	5.65%	2136.80

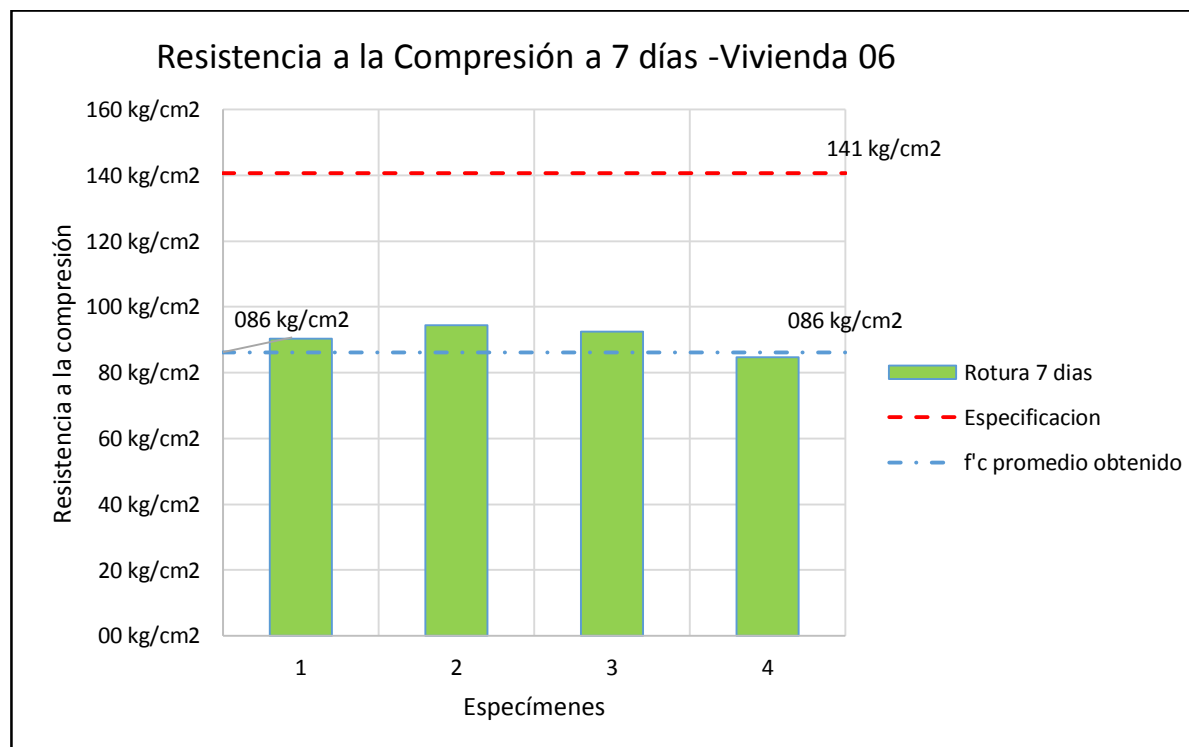


Gráfico N° 37 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 06

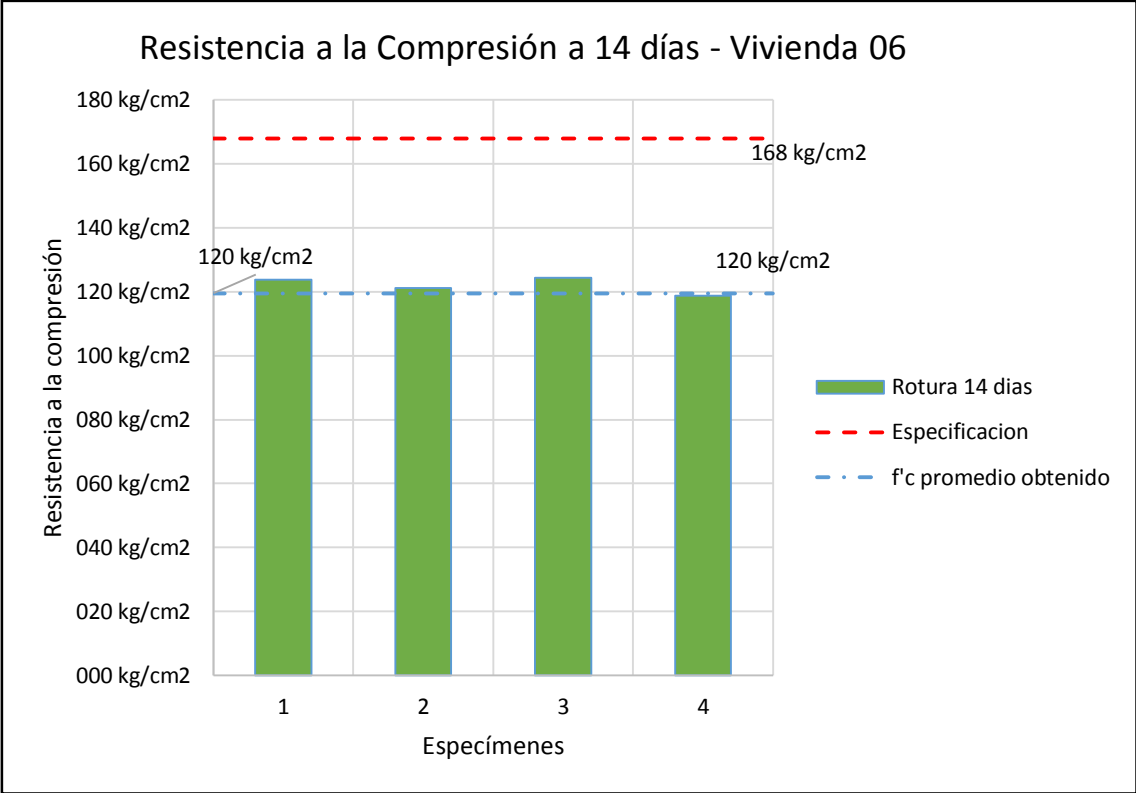


Gráfico N° 38 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 06

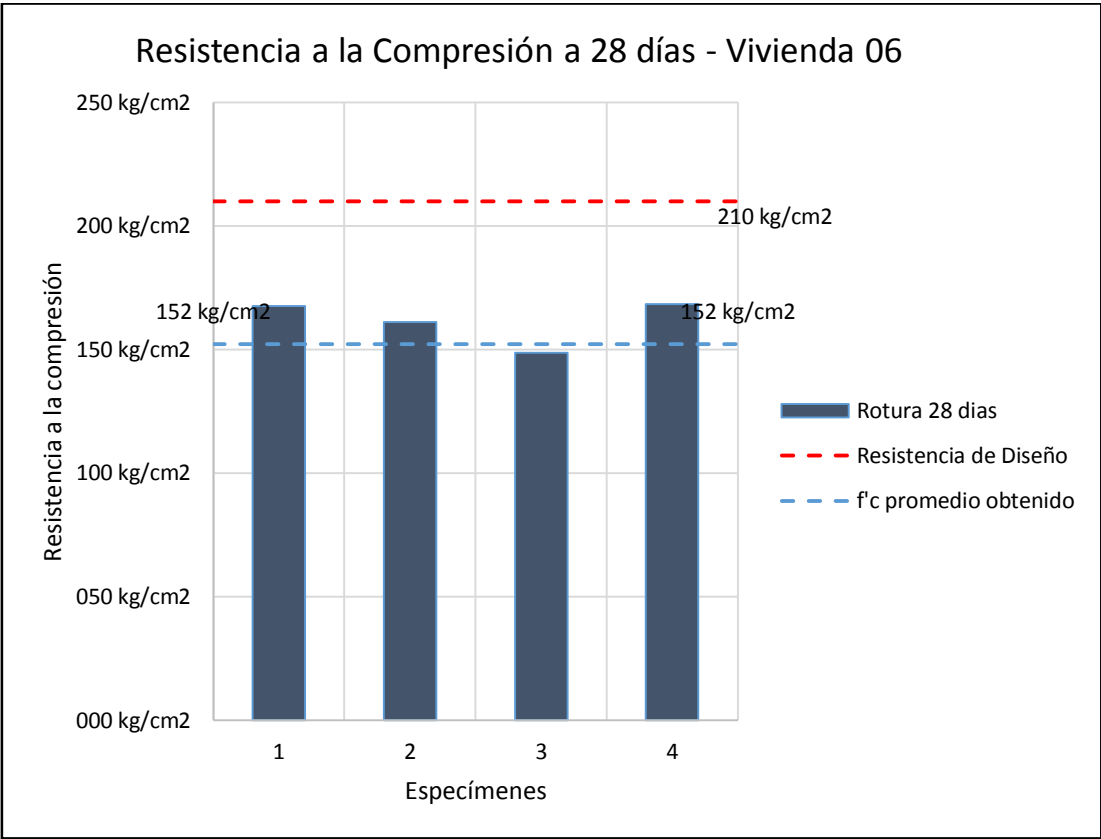


Gráfico N° 39 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 06

VIVIENDA N° 07

Tabla 62 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 07

N°	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
73	Vivienda N° 07:	29-sep-16	7	06-oct-16	240.54	24528	15.26	29.80	1.95	12.63	2317.33	182.9	134	4 1/4	210	5			
74		29-sep-16	7	06-oct-16	245.60	25044	15.16	30.00	1.98	12.45	2299.11	180.5	139	4 1/4	210	6			
75	# Pisos	29-sep-16	7	06-oct-16	239.46	24418	15.16	29.80	1.97	12.53	2329.41	180.5	135	4 1/4	210	5	133.56	64%	67%
76	02	29-sep-16	7	06-oct-16	242.56	24734	15.30	30.10	1.97	12.58	2273.22	183.9	135	4 1/4	210	5			
77		29-sep-16	14	13-oct-16	285.00	29061	15.18	30.00	1.98	12.42	2287.53	181.0	161	4 1/4	210	5			
78	Este	29-sep-16	14	13-oct-16	278.96	28446	15.19	29.90	1.97	12.53	2312.46	181.2	157	4 1/4	210	5			
79	741861	29-sep-16	14	13-oct-16	271.78	27713	15.18	30.10	1.98	12.48	2290.95	181.0	153	4 1/4	210	5	153.29	73%	80%
80	Norte:	29-sep-16	14	13-oct-16	275.72	28115	15.19	29.80	1.96	12.51	2316.52	181.2	155	4 1/4	210	6			
81	9368379	29-sep-16	28	27-oct-16	343.65	35042	15.21	29.80	1.96	12.60	2327.05	181.7	193	4 1/4	210	6			
82	Calle:	29-sep-16	28	27-oct-16	346.25	35307	15.18	30.00	1.98	12.53	2307.79	181.0	195	4 1/4	210	5			
83	Pasje. Los Pinos / Ca. Mariscal Ureta.	29-sep-16	28	27-oct-16	344.25	35103	15.19	29.80	1.96	12.63	2338.74	181.2	194	4 1/4	210	6	192.81	92%	100%
84		29-sep-16	28	27-oct-16	343.25	35001	15.18	30.10	1.98	12.63	2318.48	181.0	193	4 1/4	210	5			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	136	2.1	1.55%	2304.77
	14	156	3.2	2.02%	2301.86
	28	194	1.0	0.49%	2323.02

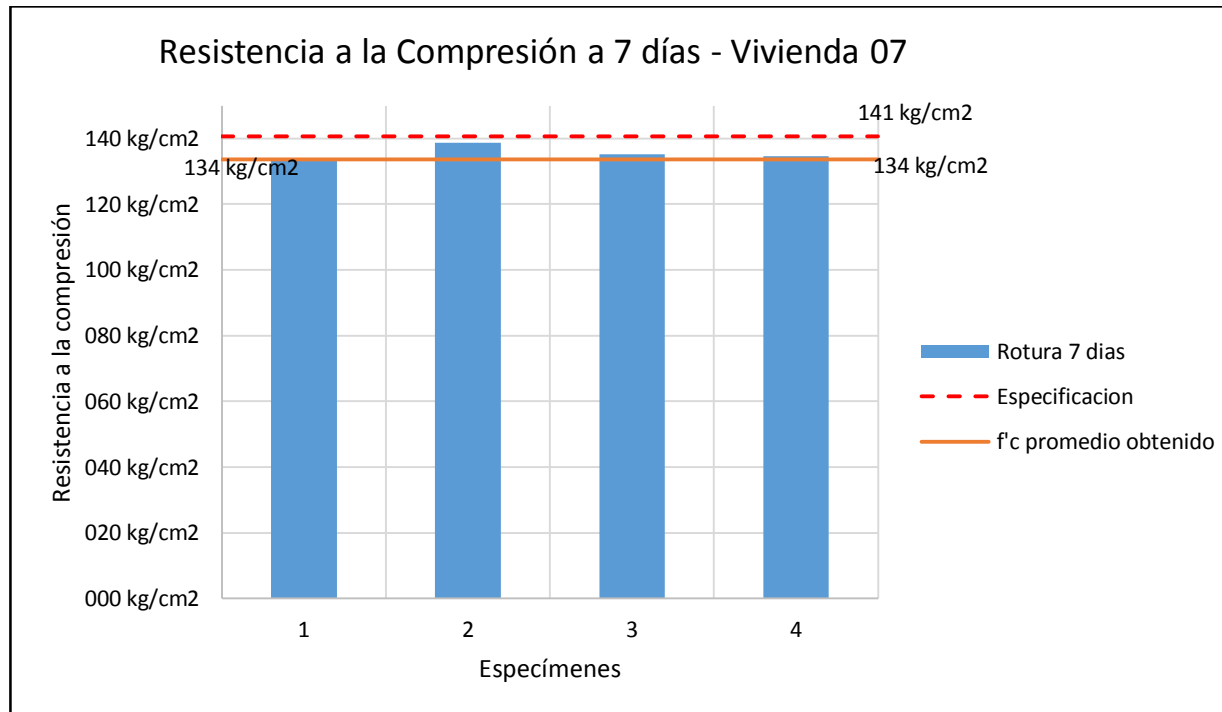


Gráfico N° 40 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 07

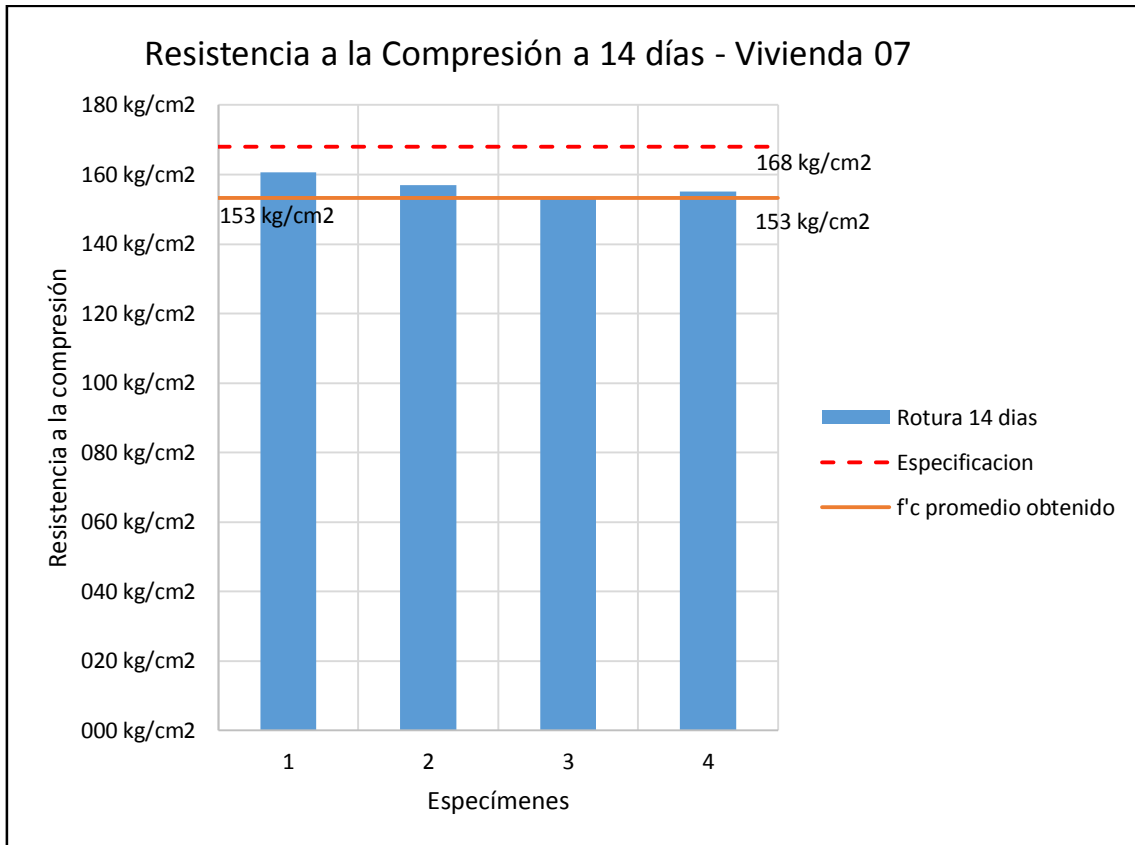


Gráfico N° 41 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 07

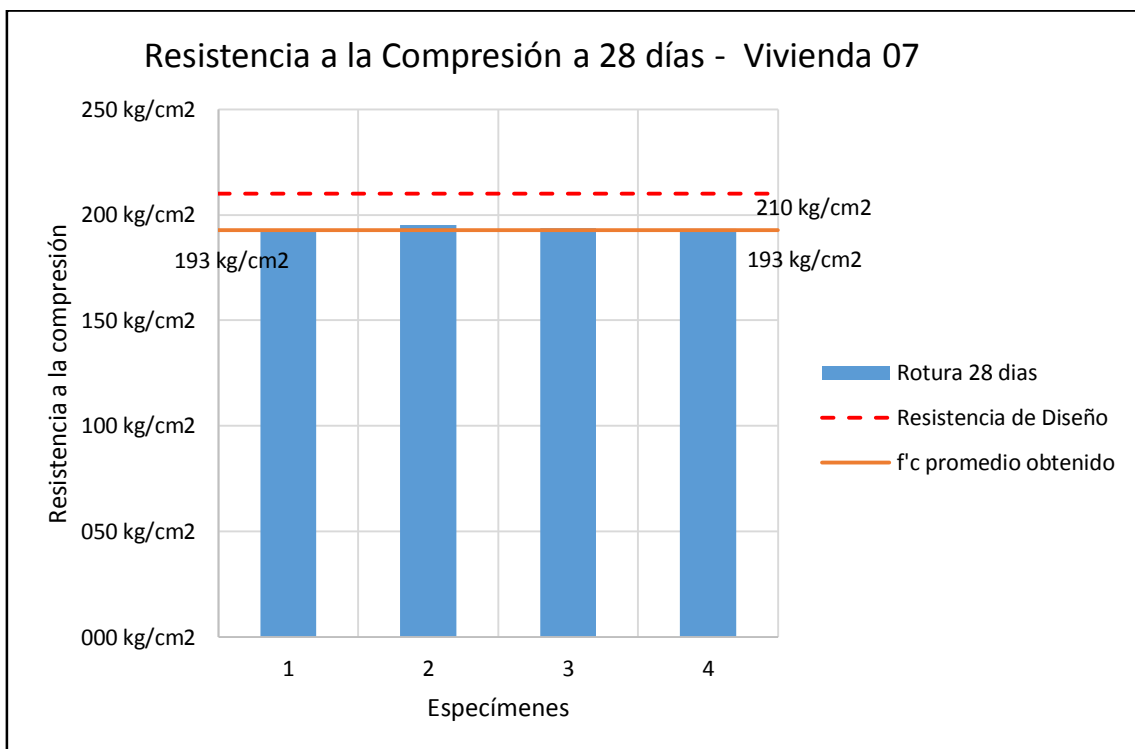


Gráfico N° 42 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 07

VIVIENDA N° 08

Tabla 63 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 08

N°	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R/L/D	Peso C° Endur (kg)	Peso Unitario C° Endur (kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
85	Vivienda N° 08:	30-sep-16	7	07-oct-16	201.36	20533	15.24	29.80	1.96	12.24	2251.67	182.4	113	4 3/4	210	5			
86		30-sep-16	7	07-oct-16	200.43	20438	15.21	29.90	1.97	12.32	2267.73	181.7	112	4 3/4	210	5			
87	# Pisos	30-sep-16	7	07-oct-16	199.25	20318	15.20	29.80	1.96	12.24	2263.54	181.5	112	4 3/4	210	5	112.10	53%	67%
88	02	30-sep-16	8	08-oct-16	200.83	20479	15.20	30.10	1.98	12.10	2215.35	181.5	113	4 3/4	210	5			
89		30-sep-16	14	14-oct-16	250.64	25558	15.19	29.80	1.96	12.37	2290.59	181.2	141	4 3/4	210	5			
90	Norte:	30-sep-16	14	14-oct-16	256.35	26140	15.18	30.00	1.98	12.29	2263.59	181.0	144	4 3/4	210	5			
91	743643	30-sep-16	14	14-oct-16	250.26	25519	15.19	30.00	1.97	12.35	2271.64	181.2	141	4 3/4	210	6	140.40	67%	80%
92	Este:	30-sep-16	14	14-oct-16	254.28	25929	15.25	30.00	1.97	12.24	2233.73	182.7	142	4 3/4	210	5			
93	936648	30-sep-16	28	28-oct-16	297.36	30322	15.21	30.10	1.98	12.42	2270.95	181.7	167	4 3/4	210	5			
94	Calle:	30-sep-16	28	28-oct-16	295.63	30145	15.19	30.00	1.97	12.36	2273.48	181.2	166	4 3/4	210	5			
95	Ca. Mariscal Bastidas / Ca.	30-sep-16	28	28-oct-16	300.25	30616	15.13	30.10	1.99	12.40	2291.33	179.8	170	4 3/4	210	6	166.28	79%	100%
96	Eduardo Bravo.	30-sep-16	28	28-oct-16	299.74	30564	15.18	29.80	1.96	12.38	2295.47	181.0	169	4 3/4	210	6			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	112	0.4	0.33%	2249.57
	14	142	1.7	1.17%	2264.89
	28	168	1.8	1.08%	2282.81

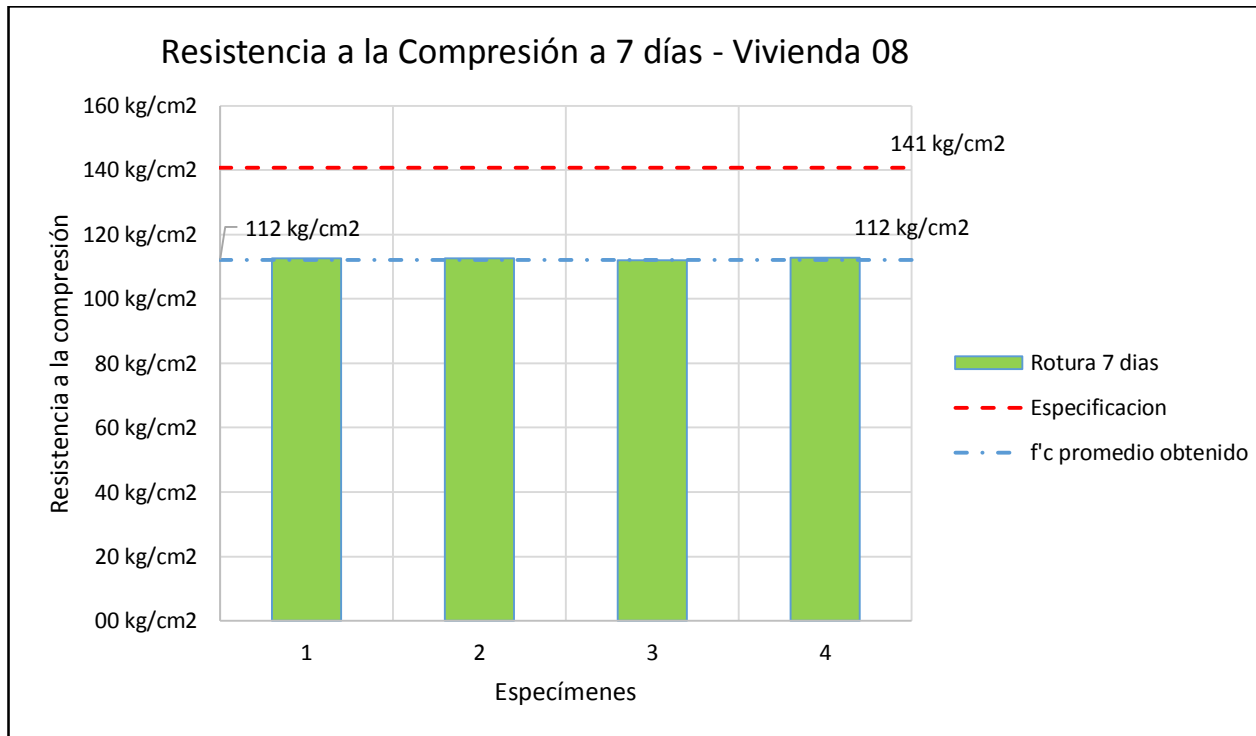


Gráfico N° 43 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 08

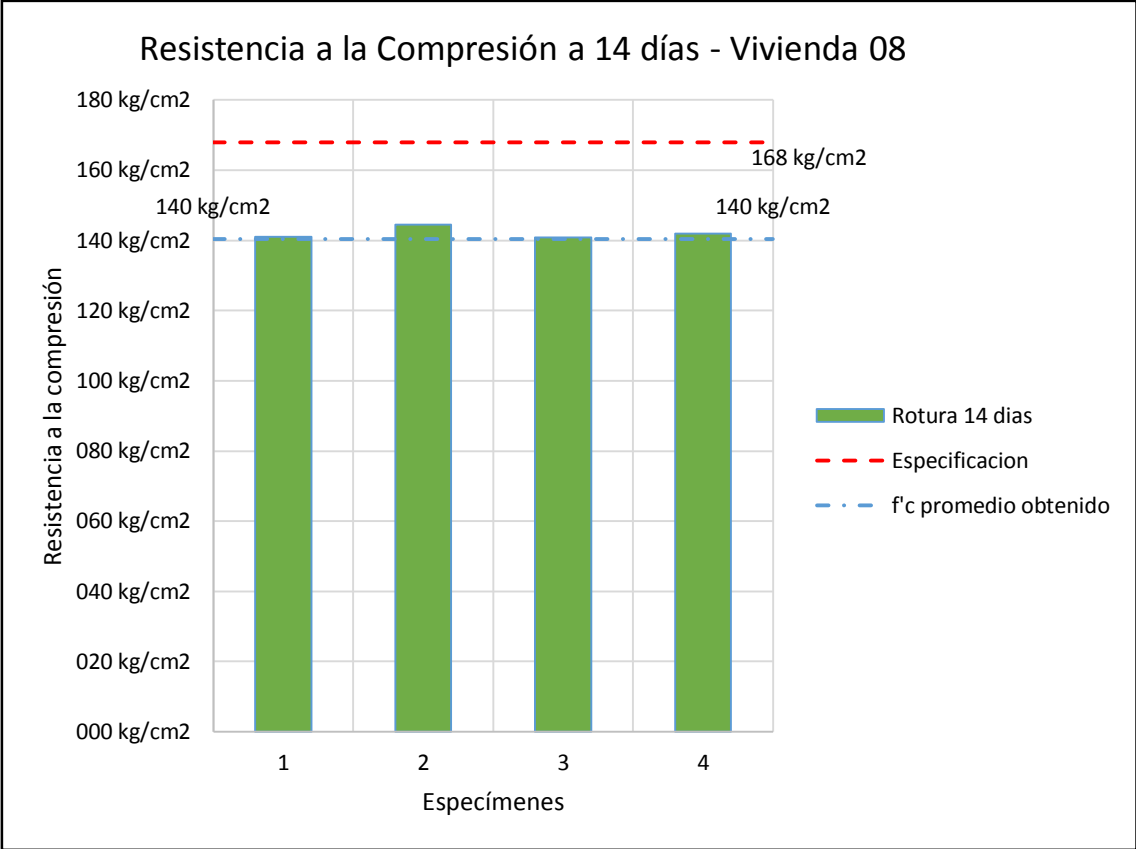


Gráfico N° 44 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 08

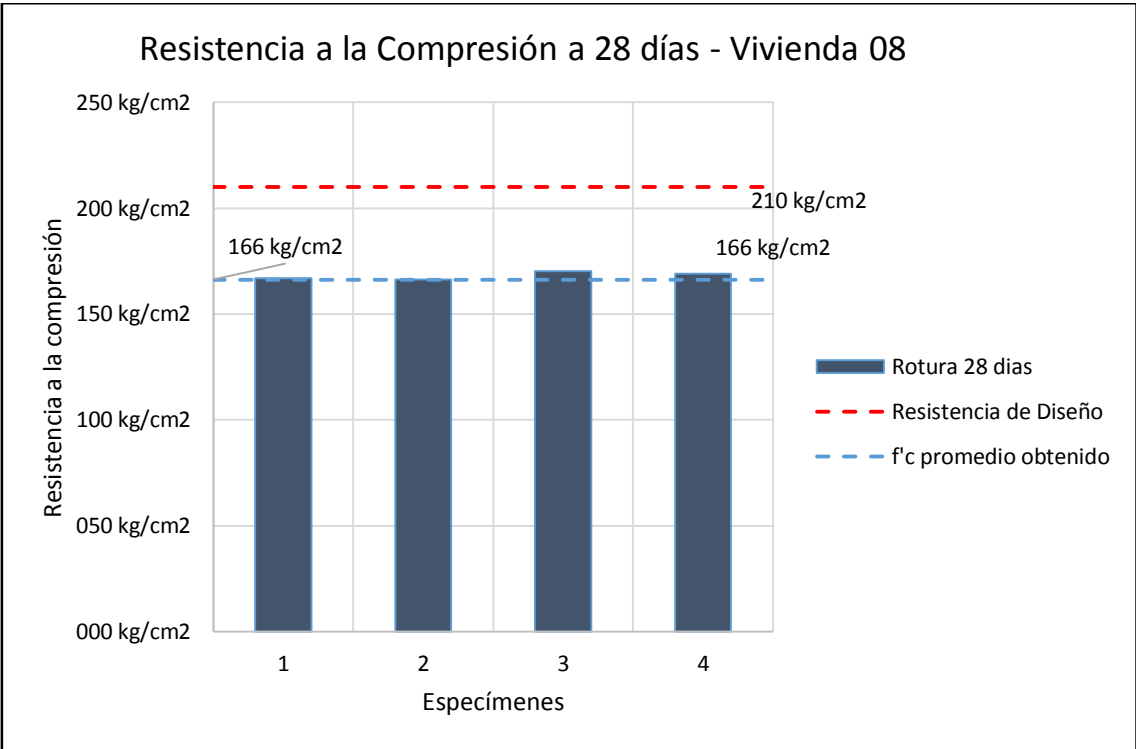


Gráfico N° 45 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 08

VIVIENDA N° 09

Tabla 64 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 09

N°	Ubicación Coordenada Calle:	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur (kg/m3)	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
		Moldeo	Días	Rotura															
97	Vivienda N° 09:	05-oct-16	7	12-oct-16	129.53	13208	15.14	29.80	1.97	11.56	2154.77	180.0	73	7	210	5			
98		05-oct-16	7	12-oct-16	131.53	13412	15.17	30.00	1.98	11.60	2139.32	180.7	74	7	210	5			
99	# Pisos	05-oct-16	7	12-oct-16	130.73	13331	15.64	30.00	1.92	11.64	2019.61	192.1	69	7	210	5	70.21	33%	67%
100	02	05-oct-16	7	12-oct-16	128.63	13116	15.20	30.00	1.97	11.55	2121.70	181.5	72	7	210	5			
101		05-oct-16	14	19-oct-16	157.00	16009	15.20	30.10	1.98	11.68	2138.45	181.5	88	7	210	5			
102	Este:	05-oct-16	14	19-oct-16	160.35	16351	15.18	30.00	1.98	11.53	2123.61	181.0	90	7	210	5			
103	743129	05-oct-16	14	19-oct-16	160.82	16399	15.17	29.80	1.96	12.04	2235.37	180.7	91	7	210	5	81.64	39%	80%
104	Norte:	05-oct-16	14	19-oct-16	159.26	16240	16.17	30.10	1.86	11.63	1881.50	205.4	79	7	210	5			
105	9367069	05-oct-16	28	02-nov-16	194.42	19825	15.18	29.80	1.96	11.70	2169.38	181.0	110	7	210	5			
106	Calle:	05-oct-16	28	02-nov-16	192.64	19644	15.20	29.80	1.96	11.72	2167.38	181.5	108	7	210	5			
107	Ca. San Luis / Ca. Jorge Chávez	05-oct-16	28	02-nov-16	192.52	19631	15.25	29.80	1.95	11.62	2134.82	182.7	107	7	210	6	106.95	51%	100%
108		05-oct-16	28	02-nov-16	190.62	19438	15.21	30.10	1.98	11.83	2163.07	181.7	107	7	210	5			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	72	2.1	2.91%	2108.85
	14	87	5.5	6.26%	2094.73
	28	108	1.1	1.03%	2158.66

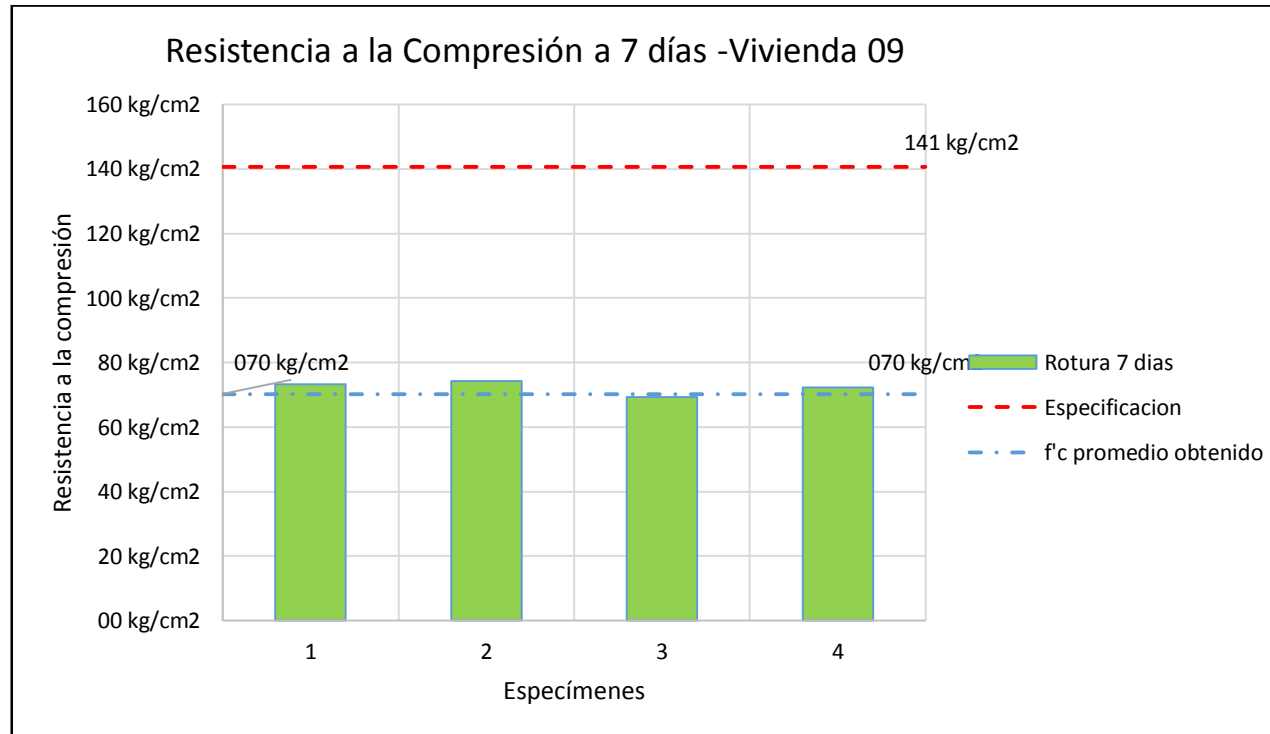


Gráfico N° 46 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 09

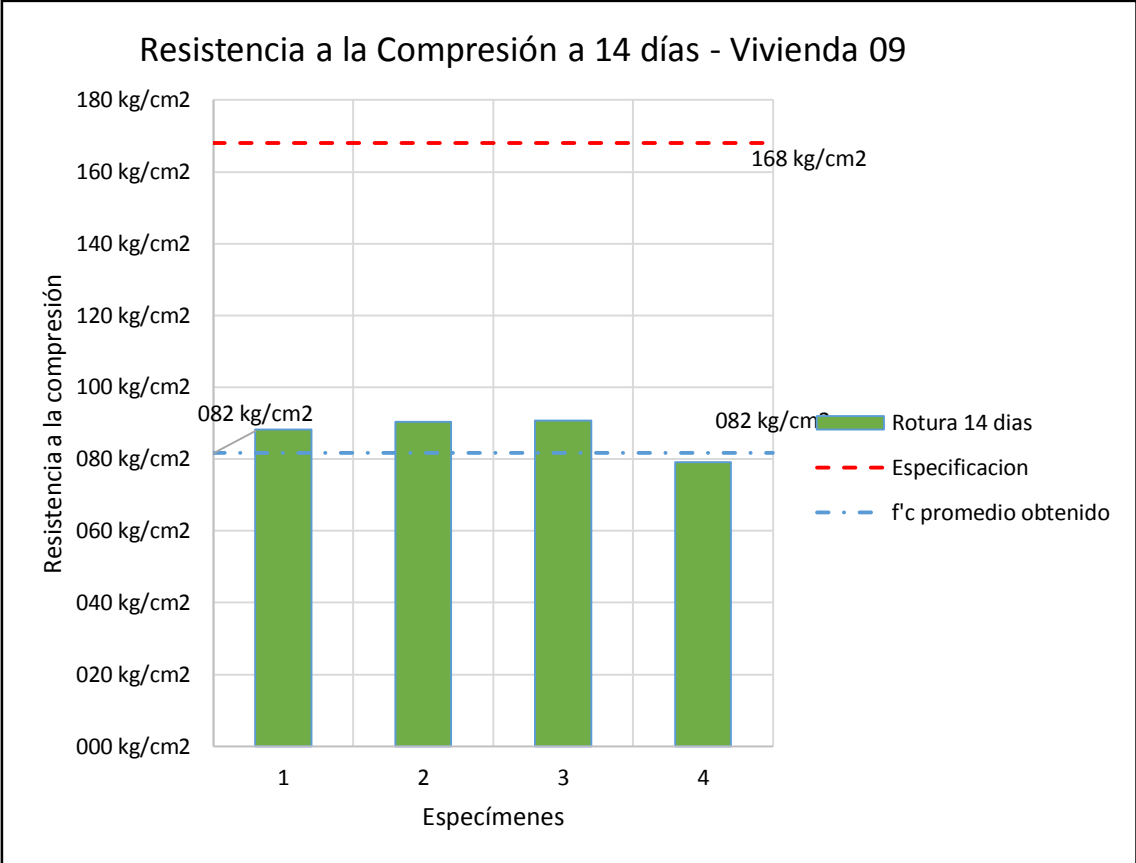


Gráfico N° 47 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 09

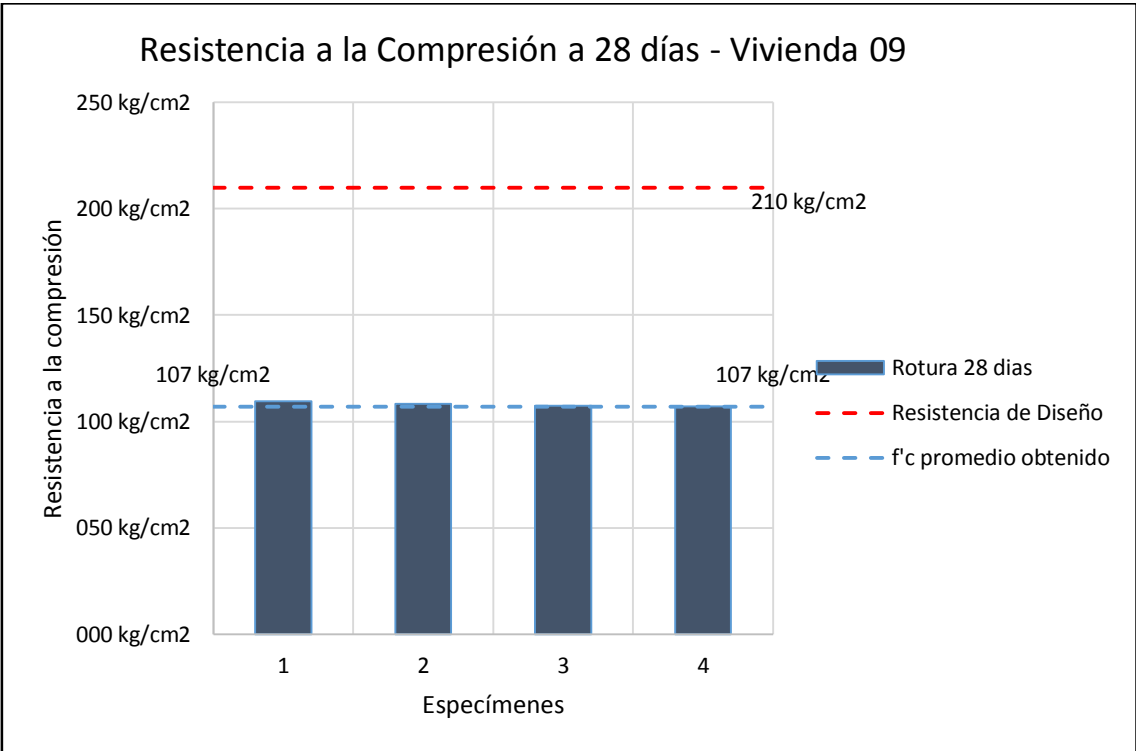


Gráfico N° 48 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 09

VIVIENDA N° 10

Tabla 65 Resistencia a la compresión de Vivienda N° 10

Elementos de Vivienda	Fecha			Carga Aplicada KN	Carga Convertida (kg)	Diámetro testigo (cm)	Altura testigo (cm)	R L/D	Peso C° Endur (Kg)	Peso Unitario C° Endur	Área testigo (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Slump	Expectativa Resistencia (kg/cm²)	Fractura	Resistencia Característica (kg/cm²)	Resistencia (%)	Resistencia esperada (ACI)
	Moldeo	Días	Rotura															
Vaciado de Columnas y Vigas	07-oct-16	7	14-oct-16	224.26	22868	15.26	30.00	1.97	11.78	2146.97	182.9	125	4 1/4	210	5			
	07-oct-16	7	14-oct-16	216.38	22064	15.16	29.80	1.97	11.83	2199.28	180.5	122	4 1/4	210	5			
	07-oct-16	7	14-oct-16	230.54	23508	15.16	29.90	1.97	11.93	2210.45	180.5	130	4 1/4	210	5	121.29	58%	67%
	07-oct-16	7	14-oct-16	220.85	22520	15.30	29.90	1.95	12.13	2206.57	183.9	122	4 1/4	210	5			
	07-oct-16	14	21-oct-16	285.00	29061	15.18	30.10	1.98	12.32	2261.57	181.0	161	4 1/4	210	6			
	07-oct-16	14	21-oct-16	278.96	28446	15.19	30.10	1.98	12.21	2238.43	181.2	157	4 1/4	210	5			
	07-oct-16	14	21-oct-16	271.78	27713	15.18	30.10	1.98	11.94	2191.82	181.0	153	4 1/4	210	5	153.29	73%	80%
	07-oct-16	14	21-oct-16	275.72	28115	15.19	29.80	1.96	11.83	2190.60	181.2	155	4 1/4	210	5			
	07-oct-16	28	04-nov-16	310.35	31646	15.21	29.80	1.96	12.34	2279.03	181.7	174	4 1/4	210	6			
	07-oct-16	28	04-nov-16	300.79	30672	15.18	30.00	1.98	12.52	2305.95	181.0	169	4 1/4	210	6			
	07-oct-16	28	04-nov-16	298.68	30456	15.19	30.00	1.97	12.35	2271.64	181.2	168	4 1/4	210	5	168.30	80%	100%
	07-oct-16	28	04-nov-16	308.77	31485	15.18	29.80	1.96	12.46	2310.30	181.0	174	4 1/4	210	5			

Elementos de Vivienda	Edad (días)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	Coef. Variación (%)	Peso Unitario C° Endur (Kg/m ³)
Vaciado de Columnas y Vigas	7	125	3.7	2.97%	2190.82
	14	156	3.2	2.02%	2220.61
	28	171	3.1	1.82%	2291.73

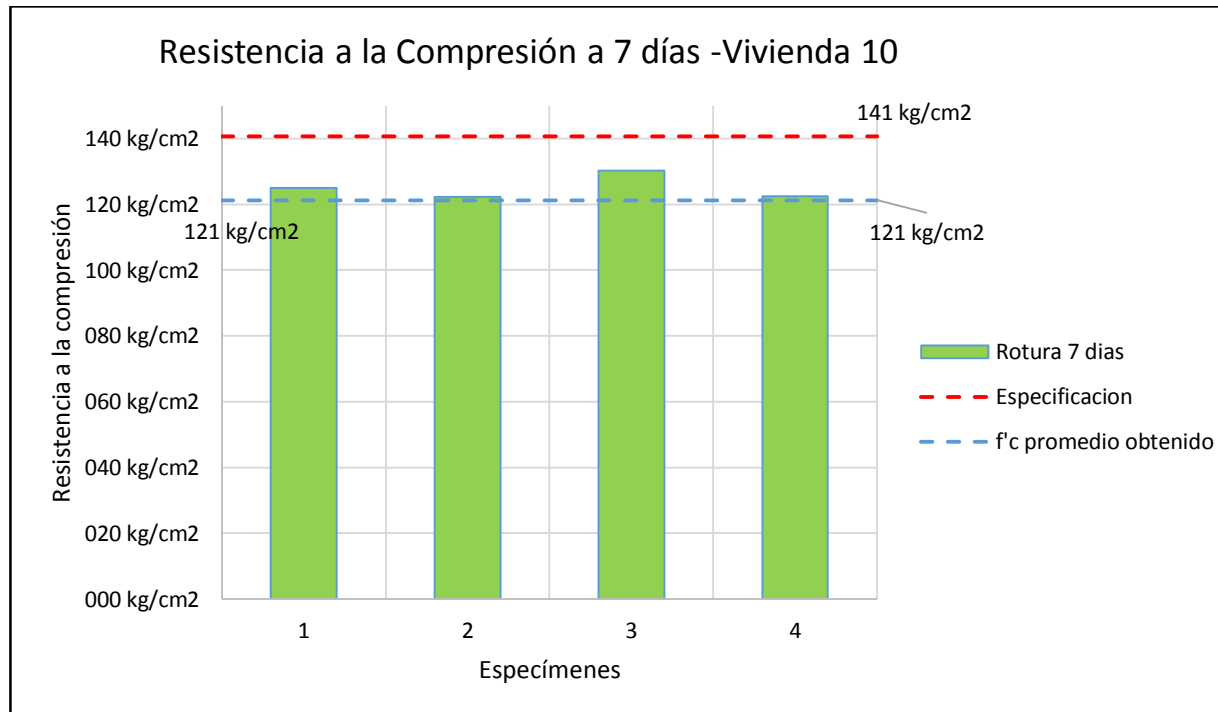


Gráfico N° 49 Resistencia a la compresión: edad 07 días Vivienda N° 10

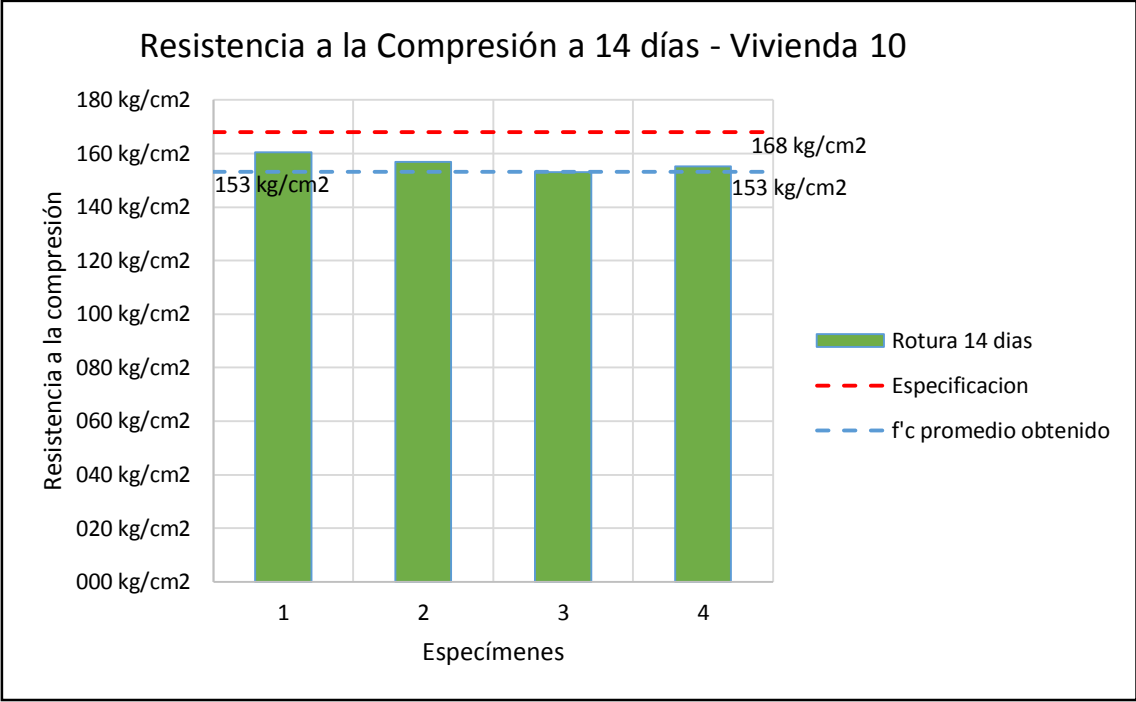


Gráfico N° 50 Resistencia a la compresión: edad 14 días Vivienda N° 10

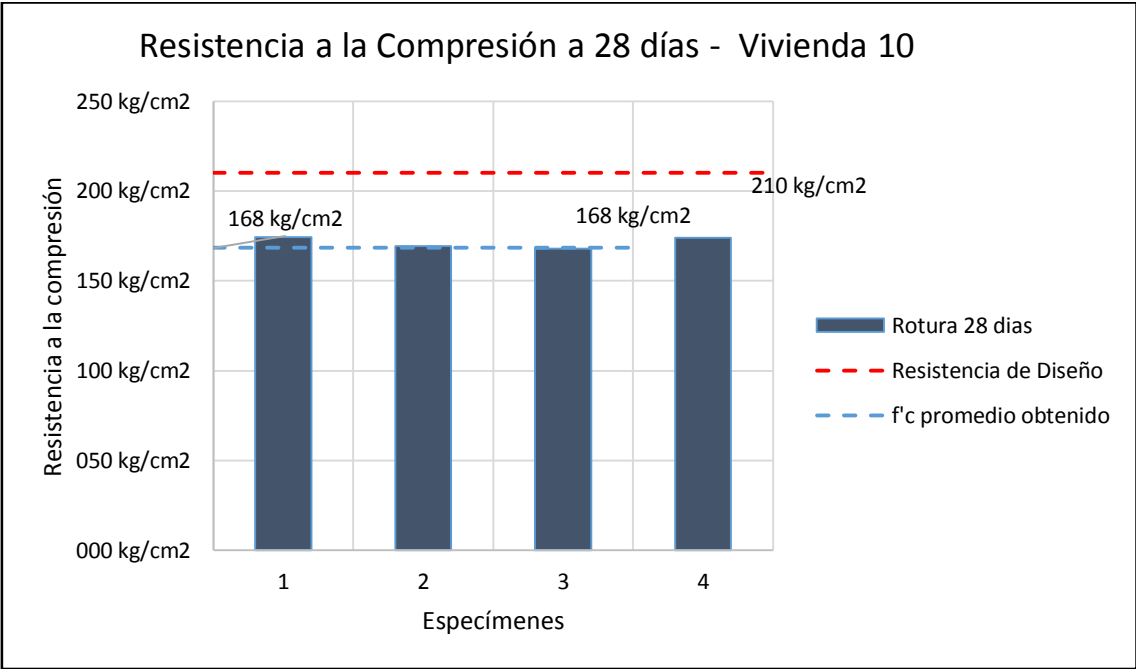


Gráfico N° 51 Resistencia a la compresión: edad 28 días Vivienda N° 10

ANEXO VIII: PANEL FOTOGRÁFICO

AGREGADOS DE LA CANTERA OLANO UTILIZADOS EN LA INVESTIGACION



Foto N° 1 Agregado Fino



Foto N° 2 Agregado Grueso

PROCESO DE ELABORACIÓN DE MEZCLAS



Foto N° 3 Pesado de los agregados



Foto N° 4 Mezclado de los agregados

**PRUEBA SLUMP PARA DETERMINAR LA CONSISTENCIA DE LAS
MEZCLA EN LABORATORIO**



Foto N° 5 Cono de Abrams



Foto N° 6 Ensayo de consistencia



Foto N° 7 Medición del asentamiento de la mezcla de concreto



Foto N° 8 Contenido de aire atrapado.



Foto N° 9 Peso unitario del concreto fresco

ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO EN LABORATORIO



Foto N° 10 Moldeo de especímenes en laboratorio



Foto N° 11 Eliminación de aire atrapado con uso de la comba de goma



Foto N° 12 Rotura de especímenes de concreto de mezcla patrón.

MUESTREO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO ELABORADOS AL PIE DE OBRA



Foto N° 13 Coordinación con maestros de obra para muestreo de especímenes para estudio.



Foto N° 14 Vivienda N° 02 a evaluar.



Foto N° 15 Mezclado de concreto con trompo.



Foto N° 16 Mezclado de concreto manual



Foto N° 17 Ensayo de consistencia de la mezcla elaborada al pie de obra.



FOTO N° 18 Medición del asentamiento de mezcla al pie de obra.



Foto N° 19 Moldeo de especímenes de concreto elaborados al pie de obra (01).



Foto N° 20 Moldeo de especímenes de concreto elaborados al pie de obra (02).



Foto N° 21 Moldeo de especímenes de concreto elaborados al pie de obra (03).



Foto N° 22 Medida del diámetro del testigo



Foto N° 23 Ubicación de testigo en maquina compresora



Foto N° 24 Rotura de especímenes elaborados al pie de obra.



Foto N° 25 Testigos de concreto sometidos a carga axial.