



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO GUIZ GALLO”**



ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRIA EN GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN

**“CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA REAL DEL CONCRETO Y EL
ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA PARA MUESTRAS DE
CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**

TESIS:

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN:
GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN**

**AUTOR:
Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez**

**ASESOR:
Dr. Ing. Ricardo Antonio Sosa Sandoval**

Lambayeque – Perú

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO GUIZ GALLO”
ESCUELA DE POSTGRADO**



MAESTRIA EN GERENCIA DE OBRAS Y CONSTRUCCION

TESIS:

**CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA REAL DEL CONCRETO Y EL
ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA PARA MUESTRAS DE
CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez
Autor

Dr. Ing. Ricardo Antonio Sosa Sandoval
Asesor

Aprobado por:

Dr. Ing. Carlos Mondragón Castañeda
Presidente del Jurado

Mg. Ing. Segundo Rodríguez Serquén
Secretario

Dr. Ing. Omar Coronado Zuloeta
Vocal

Dedicatoria:

A mis padres, a mi esposa, a mis hijos;

*A todos los ingenieros que creen en la contrastación del conocimiento,
como una de las formas para desarrollar el país y la ciencia.*

Agradecimientos:

Al Dr. Ing. Ricardo Sosa Sandoval, asesor de la presente tesis;

A todos mis docentes del programa de maestría, por los conocimientos compartidos;

A todos los colegas y amigos que han contribuido de alguna manera a la culminación de la presente investigación.

Para todos ellos mi gratitud.

INDICE

	Pág
Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL	
1.1 Marco teórico	11
1.1.1 Ensayos no destructivos de concreto	11
1.1.2. Definición de términos	15
1.2 Marco normativo	18
1.3 Estado del arte	21
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	
2.1 El Problema	26
2.1.1 Descripción de la realidad problemática	26
2.1.2 Formulación del problema	29
2.1.3 Justificación de la investigación	29
2.2 Objetivos	29
2.2.1 Objetivo general	29
2.2.2 Objetivos específicos	29
2.3 Hipótesis	30
2.4 Variables	30
2.4.1 Identificación de las variables	30
2.4.2 Operacionalización de las variables	30
2.5 Población y muestra	31
2.6 Técnicas de recolección de datos	33
2.6.1 Ensayo de esclerometría	34
2.6.2 Ensayo de rotura de probetas	36
CAPITULO III: ANALISIS DE LOS DATOS	
3.1 Contrastación de hipótesis	38
3.2 Análisis de correlación con ecuaciones de fábrica	38
3.3. Análisis de correlación con ecuación local	42

3.4. Análisis de correlación con probetas de diseño controlado	44
3.5 Verificación del espesor máximo de concreto hasta donde el ensayo de esclerometría es válido	46
CAPITULO IV: CONCLUSIONES	49
CAPITULO V: RECOMENDACIONES	
5.1 Para futuras investigaciones	51
5.2 Artículos a incluir en la Norma Técnica Peruana	51
5.2.1 Sobre el campo de aplicación	47
5.2.2 Sobre el procedimiento del ensayo	47
5.2.3 Sobre los cálculos	52
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CAPITULO VII: ANEXOS	
7.1 Encuesta a profesionales de la ingeniería civil	55
7.2 Certificados de calibración de prensas	58
7.3 Certificado de calibración del esclerómetro	62
7.4 Panel fotográfico de probetas analizadas	63
7.5 Tabulación de datos	118

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es encontrar el nivel de correlación entre la resistencia real del concreto (kg/cm^2) y el ensayo no destructivo de esclerometría, pero sobre todo determinar el nivel de confianza con el que se deberían aceptar estos resultados.

Para esto se han evaluado probetas provenientes de diferentes obras de construcción, indistintamente de sus características de diseño, y antes que sean ensayadas en la prensa, se les ha sometido a un examen con un esclerómetro digital siguiendo el procedimiento estipulado en la NTP 339.181 (2013). Así mismo, se han ensayado probetas con diseño controlado para diferentes f'_c : 175, 210 y 280 kg/cm^2 y así poder comparar en qué casos se tiene una mejor correlación: entre las probetas provenientes al azar de diferentes obras, o en las probetas de diseño controlado en laboratorio.

Después de procesar todos los datos, se ha llegado a la conclusión que el ensayo de Esclerometría si se puede utilizar para estimar la resistencia a la compresión del concreto pero bajo ciertas condiciones controladas y teniendo en cuenta un margen de error y confiabilidad:

Para el caso de las muestra analizadas de diferentes obras sin diseño controlado, se ha encontrado una desviación estándar de **45 kg/cm^2** , (ligeramente alta); y para el caso de concretos de diseño controlado se obtuvo una correlación de **$r^2 = 0.7406$** (medianamente buena), así como una desviación estándar **13 kg/cm^2** . Finalmente y para estas muestras, se puede concluir que para un nivel de confiabilidad del 95% las medidas quedarán en un rango de **$f'_c \pm 25 \text{ kg/cm}^2$** .

ABSTRACT

The objective of the research is to find the level of correlation between the concrete resistance (kg / cm²) and the non-destructive test of sclerometry, but above all to determine the level of confidence with which these results can be chosen.

To this end, samples from different construction sites have been evaluated, regardless of their design characteristics, and before they were tested in the press, they were examined with a digital sclerometer following the procedure stipulated in NTP 339.181 (2013).) Likewise, they have been tested with a controlled controller for different sizes: 175, 210 and 280 kg / cm² and thus be able to compare in which cases a better correlation can be had: between the samples coming from different works randomly, or in the test tubes of controlled design in the laboratory.

After all the data, you have come to the conclusion that the sclerometry test can be used to estimate the resistance to the pressure of the error and the reliability:

For the case of the samples analyzed from different works without controlled design, with a standard category low of 45 kg / cm², (slightly algae); and for the case that it was a controlled design operator, a correlation of $r^2 = 0.7406$ (moderately good) was obtained, as well as a standard deviation of 13 kg / cm². Finally, for these samples, it can be concluded that for a level of reliability of 95% the measurements will be within a range of ± 25 kg / cm².

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la forma más frecuente de verificar la calidad de un concreto consiste en obtener muestras de la mezcla fresca en probetas cilíndricas estándar, curadas durante 28 días y someterlas al ensayo de compresión; así obtenemos el f_c que representa la calidad más cercana del concreto puesto en obra.

Para el caso de concreto endurecido (viga, columna, zapata, etc.), debemos extraer un núcleo mediante el uso de discos diamantados, con la desventaja de que al hacer este ensayo afectamos el área efectiva de la sección transversal y en muchos casos podemos afectar al acero estructural también. Es aquí donde cobran importancia los ensayos no destructivos del concreto, que permiten estimar la calidad del concreto sin dañar la estructura del concreto; sin embargo y para el caso del esclerómetro, existe un vacío en el conocimiento que permita relacionar la resistencia del concreto obtenida mediante el ensayo de esclerometría y la resistencia real de una muestra de concreto para nuestra región, sobre todo estimar cuál sería el margen de error y cuál es su porcentaje de confiabilidad. En este sentido el objetivo de la presente investigación es encontrar el nivel de correlación entre la resistencia real del concreto (kg/cm^2) y el ensayo no destructivo de esclerometría, para concretos de diferentes características de nuestra región.

Para esto se han evaluado probetas provenientes de diferentes obras de construcción, indistintamente de sus características de diseño, y antes que sean ensayadas en la prensa, se les ha sometido a un examen con un esclerómetro digital siguiendo el procedimiento estipulado en la NTP 339.181 (2013). Así mismo, se han ensayado probetas con diseño controlado para diferentes f_c : 175, 210 y 280 kg/cm^2 y así poder comparar en qué casos se tiene una mejor correlación: entre las probetas provenientes al azar de diferentes obras, o en las probetas de diseño controlado en laboratorio.

El contenido de la presente investigación se divide en 7 capítulos. En el Capítulo I: Marco teórico, describimos puntualmente en que consiste en ensayo de esclerometría, así como la normatividad existente no solamente nacional sino internacional. Así mismo hacemos un resumen de las principales investigaciones realizadas a nivel mundial. En el Capítulo II: Planteamiento metodológico, detallamos el problemas de investigación, la hipótesis, la muestra de estudio y las técnicas de recolección de datos empleada. En el Capítulo III: Análisis de datos, analizamos toda la data recolectada tanto para las probetas de diferentes obras, como para las probetas de diseño controlado.

En el capítulo IV: Conclusiones, resumimos los hallazgos encontrados y en el Capítulo V: Recomendaciones hacemos algunas propuestas para realizar otras investigaciones similares y algunos planteamientos que según nuestro criterio deben ser incorporados a la norma técnica peruana.

Finalmente en el capítulo VII se muestran todos los datos medidos, así como los certificados de calibración de las prensas empleadas y el panel fotográfico de todas las probetas ensayadas

Consideramos que este estudio por la gran cantidad de muestras analizadas es un buen referente a tener en cuenta para futuras investigaciones.

CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL

1.1 Marco teórico

1.1.1 Ensayos no destructivos de concreto

Los ensayos no destructivos al concreto, son ensayos realizados in situ que permiten evaluar la calidad de alguna estructura de concreto endurecido a nivel de su resistencia a la compresión. Se denominan así porque en teoría no le ocasionan mayor daño estructural a la muestra o masa.

En la actualidad se conocen varias técnicas para estimar la resistencia a la compresión del concreto, dentro de ellas tenemos:

a) Ensayo del martillo de rebote (Esclerómetro)¹

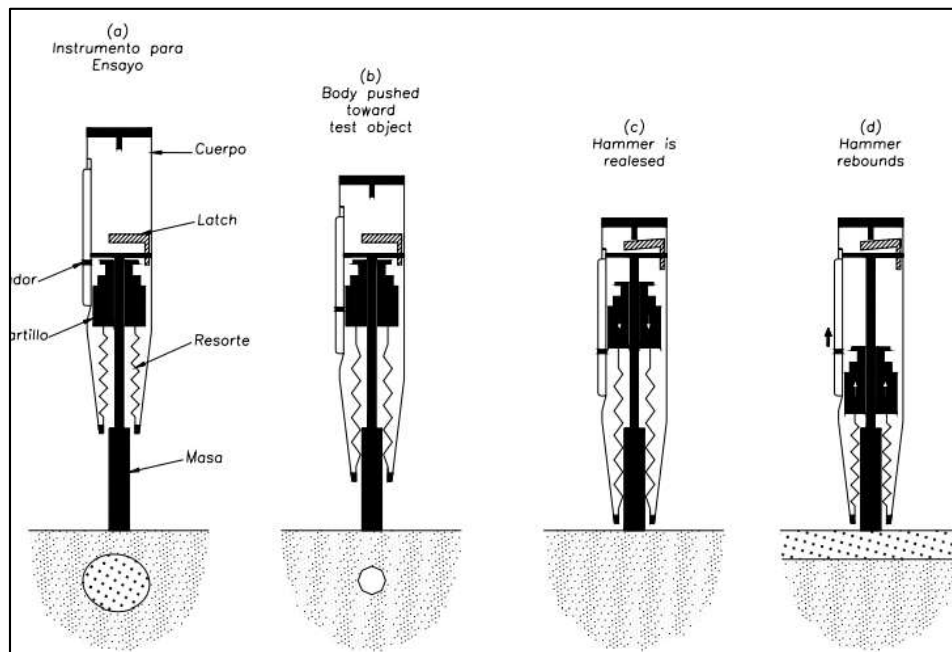
Fue desarrollada por el Suizo Ernest Schmidt en el año 1948 y patentado como martillo SCHMIDT. Actualmente este ensayo está estandarizado por la norma internacional ASTM C805 (Método de ensayo estándar para determinar el número de rebote del concreto empleando el esclerómetro).

Está basado en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie sobre la que golpea la masa. En este ensayo, una masa impulsada por un resorte tiene una cantidad fija de energía que se le imprime al extender el resorte hasta una posición determinada; esto se logra presionando el émbolo contra la superficie del concreto que se quiere probar. Al liberarlo, rebota la masa del émbolo que aún está en contacto con el concreto y la distancia recorrida por la masa, expresada como porcentaje de la extensión inicial del resorte, es lo que se llama número de rebote (R) y es señalado por un indicador que corre sobre una escala graduada (Esta escala puede ser física o digital).

El martillo tiene que utilizarse sobre una superficie plana, de preferencia lisa; por lo tanto, no es posible probar concreto de textura abierta. Cuando el concreto a prueba no forma parte de una masa mayor, debe sujetarse firmemente, pues los golpes durante la prueba pueden dar como resultado una disminución del número de rebote registrado. La prueba es sensible a variaciones locales en el concreto; por ejemplo una partícula grande de agregado inmediatamente debajo del émbolo daría como resultado un número de rebote anormalmente elevado; por el contrario, la presencia de un vacío en el mismo lugar daría un resultado demasiado bajo (Fig. 1). Por esta razón, es recomendable tomar 10 o 12 lecturas bien distribuidas en el área puesta a prueba y considerar un valor promedio como representativo del concreto.

¹ http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_153_164_104_1437.pdf

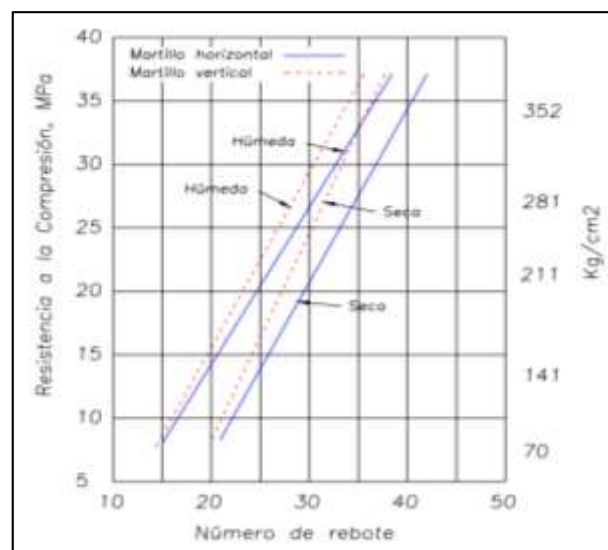
Figura N° 1. Esquema del sistema de funcionamiento del Esclerómetro



Si bien, en este ensayo, el error estándar de la media es más elevado que cuando se evalúa la resistencia en la prueba de compresión; el ahorro en esfuerzo, tiempo y costo es considerable.

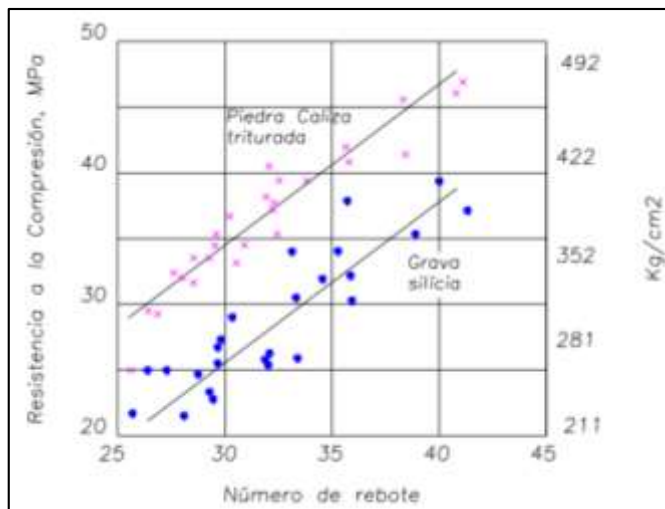
El émbolo siempre debe estar en posición perpendicular respecto a la superficie del concreto a prueba, pero la posición del martillo respecto a la vertical afecta el número de rebote. Esto se debe a la acción de la gravedad sobre el recorrido de la masa en el martillo. Así pues, el número de rebote de un piso será menor que el de una viga peraltada, y las superficies inclinadas y verticales rendirán valores intermedios. La prueba determina, en realidad, la dureza de la superficie del concreto y, a través de relaciones empíricas se puede determinar la resistencia del concreto (Fig. 2).

Figura N° 2. Relación entre la resistencia la compresión del concreto y el número de rebote (R)



El tipo de agregado empleado afecta también el número de rebote

Figura N° 3. Resistencias del concreto en función a su Número de Rebote (R) en función a tipos de agregado



Otro aspecto a considerar es que este ensayo puede ser influenciado por la *carbonatación del concreto*, cuando este ya tiene varios años; en este sentido y hasta una profundidad de 5mm no muestran errores significativos en la medición del índice de rebote. Sin embargo en el caso de una carbonatación más profundas, se deben aplicar factores de corrección que podrían llegar hasta el 40%.²

Se debe tener en cuenta también que en concretos muy viejos y secos, su superficie está siempre seca y dura, y por lo tanto el esclerómetro da un valor superior a la realidad. En este caso es preferible eliminar una capa de 10 mm y efectuar las pruebas esclerométricas evitando golpear directamente sobre el agregado grueso.

Foto N° 1. Ejecución de ensayo con esclerómetro en columna

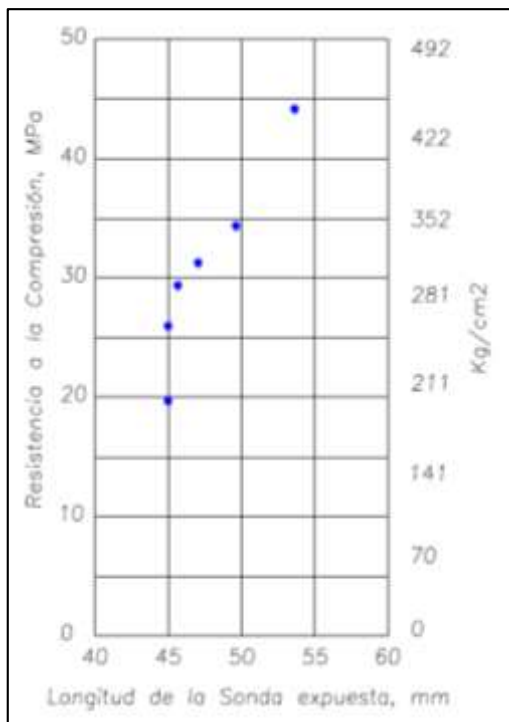


² San Juan, Carlos (2013)

b) Ensayo de Winsor

Está regulado por la norma ASTM C803: Método de ensayo estándar para determinar la resistencia a penetración del concreto endurecido, mediante el cual se realiza una estimación de la resistencia del concreto a partir de la profundidad de penetración de un clavo metálico impulsado por una carga estimulada de pólvora. El principio en que se fundamenta es que, para condiciones estándar de prueba, la penetración es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto, pero la relación depende de la dureza del agregado. Este método al igual que el método de rebote permite evaluar la uniformidad de concreto y delinear zonas de calidad pobre o concreto deteriorado en estructuras (Fig. 4).

Figura N° 4. Relación entre la penetración con la sonda de Winsor y la resistencia del concreto



c) Ensayo Ultrasónicos o de Ultrasonido ³

La realización de este ensayo se encuentra especificado en la ASTM C 597. El método consiste básicamente en la medición del tiempo que emplea un impulso de ultrasonido en recorrer una distancia comprendida entre un transductor emisor y un transductor receptor, acoplados al concreto que se está ensayando. Como se sabe las ondas de ultrasonido se ven afectadas por la densidad del material y esta a su vez tiene una relación directa con la resistencia a la compresión del concreto. Así pues un descenso en la densidad causado por un incremento en la relación agua cemento debe

³ Céspedes, Marcos (2003)

disminuir tanto la resistencia la compresión como la velocidad de un pulso a través de éste. Este ensayo también se utiliza para detectar fisuras internas y vacíos dentro de la masa de concreto endurecida.

1.1.2. Definición de términos

Carbonatación: Es un fenómeno químico natural en el cual el concreto disminuye su PH por la presencia del dióxido de carbono del medio ambiente. Esto si bien es cierto no debilita considerablemente al concreto, pero si afecta al acero que pierde su estado pasivo, debido a la variación del PH que lo rodea, y queda expuesto a la corrosión.

Para medir la carbonatación se aplica la fenolftaleína sobre el concreto a ensayar y se observan los cambios de color en su superficie. Si el concreto se colorea violeta significa que tiene un PH aceptable (mayor a 12), pero si su color no varía indica que está carbonatado y es probable que su PH sea inferior a 8.

La carbonatación forma una capa endurecida en la superficie que podría causar una significativa sobreestimación (posiblemente de hasta un 50%) de la resistencia a la compresión del hormigón subyacente⁴, por lo que se recomienda que antes del ensayo se debe retirar toda la capa carbonatada.

La resistencia a la compresión del concreto se ve afectada por la profundidad de carbonatación para lo cual se tendrán que aplicar los siguientes factores e corrección:

Tabla N° 1. Factores de corrección en el f_c por carbonatación ⁵

Profundidad de carbonatación (cm)	Factor de corrección
0,5	0,97
1	0,94
1,5	0,90
2	0,87
2,5	0,84
3	0,80
3,5	0,78
4	0,74
4,5	0,72
5	0,68
5,5	0,65
6 o mayor	0,62

⁴ Manual de Operación Silver Schimidt

⁵ Fuente: <https://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-2-ensayo-y-valor-fc/>

Ensayo a la compresión: Este método consiste en aplicar una carga axial de compresión sobre un cilindro moldeado de concreto a una velocidad normalizada que se encuentra dentro de un rango (0.20 a 0.25 Mpa/s o 2.03 a 2.55 Kg/cm²/s), hasta que ocurra la falla. Este ensayo está normalizado en la NTP 339.034 (2008) "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas".

Esclerometría: Es el nombre que recibe el ensayo en el cual se utiliza el esclerómetro para evaluar la resistencia del concreto. Aunque no es un método excesivamente fiable, su uso está muy extendido a nivel mundial ya que proporciona valores aproximados y se emplea principalmente como método de comprobación para verificar la homogeneidad en la resistencia de un concreto endurecido.

Esclerómetro: El esclerómetro es un instrumento de medición consistente en un martillo de acero, con un resorte de carga, que al ser liberado impacta sobre un émbolo de acero en contacto con la superficie del concreto endurecido. El martillo de rebote debe moverse a una velocidad constante y reproducible. La distancia de rebote del martillo de acero, luego del impacto, es medida sobre una escala lineal adherida al marco del instrumento. Por lo general el esclerómetro se utiliza para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto endurecido; sin embargo también se utiliza para evaluar la uniformidad del concreto in situ, delinear zonas de hormigón deteriorado o de baja calidad, habiéndose convertido en el instrumento más utilizado a nivel mundial para el control no destructivo del concreto. Los fabricantes recomiendan que aproximadamente cada 2,000 impactos se debe verificar la sensibilidad del esclerómetro, para lo cual se utiliza un yunque de calibración de acero de alta resistencia con dureza mínima de 62 ± 2 HRC⁶, de una masa de (16 + 1) kg y un diámetro aproximado de 150 mm.

Foto N° 2. Yunque de verificación de calibración del esclerómetro



⁶ Escala de dureza Rockell

Esclerómetro digital: Tienen los mismos principios de funcionamiento que el esclerómetro convencional, pero además incorpora una pantalla digital en la que se muestran directamente los resultados. Además están diseñados para descartar valores erráticos, mostrar la desviación estándar y corregir directamente la dirección de impacto, traduciendo directamente el valor medio R a las unidades convencionales de resistencia (kg/cm^2), asigna un número a la medida, e incluso puede transferir todos los datos a documentos digitales a través de un PC. Un ensayo de evaluación realizado por el BAM ⁷ en Berlín ha demostrado que el Esclerómetro Digital SilverSchmidt presenta menos dispersión que el martillo clásico mecánico.

Existen dos modelos: Modelo N (Energía de impacto estándar). Para objetos de ensayo con un espesor mínimo de 100 mm y estar firmemente fijado en la estructura.

Modelo L (Baja energía de impacto), apropiado para objetos frágiles o estructuras de menos de 100 mm de espesor.

Las ventajas del esclerómetro digital son las siguientes:

- El valor del rebote (Q) es mostrado directamente en pantalla con una precisión de 0.5 unidades, lo que elimina el error de aproximación que se utiliza en los ábacos impresos del esclerómetro manual.
- El valor del rebote (Q) es independiente de la dirección del impacto, esto no ocurre con el esclerómetro manual, en el cual hay que aplicar algunos factores de corrección.
- Puede almacenar los valores de varios ensayos y resumirlos con estadísticas descriptivas.
- Permite utilizar otras curvas de correlación grabadas en función a las características de las mezclas de una región específica
- El punzón de impacto está hecho de una aleación aeroespacial adaptada a las propiedades elásticas del hormigón y equipado con un capuchón de acero templado que lo protege de daños por golpes

Número de rebote (R, Q): Es un valor adimensional que relaciona la dureza del concreto con su resistencia a la compresión de modo experimental. Estos valores oscilan entre 10 y 70 y se los correlaciona experimentalmente con el f_c de una masa de concreto. Este valor se obtiene midiendo la velocidad de impacto y de rebote inmediatamente antes y después del impacto. En los esclerómetros digitales este valor de R ya no es necesario corregirlo en función al ángulo de inclinación.

Dependiendo del tipo de equipo, los esclerómetros tienen ecuaciones de correlación que son válidas para sus países de origen, lo que hace que estas no se puedan aplicar directamente en un ensayo determinado para alguna región.

⁷ Instituto Federal Alemán para la Investigación y el Ensayo de Materiales

Probetas: Las probetas son muestras de concreto que se utilizan para realizarle ensayos mecánicos. Por lo general se realizan en moldes metálicos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura rígidos, indeformables y no absorbentes untados en aceite mineral que no ataque al cemento y evite su adherencia.

Si la relación entre la longitud de la probeta y su diámetro (L/D) es menor que 1.75 la resistencia a la compresión de la probeta se deberá corregir de acuerdo a la tabla indicada en la norma técnica

Resistencia a la compresión: Es la medida máxima de resistencia a carga axial del concreto generalmente expresada en Kg/cm², y medida a los 28 días de curado. Se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la superficie de contacto. Este valor es usado como base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y colocación del concreto.

Slump: Es un método de evaluación para medir la consistencia del concreto y su capacidad de adaptarse con facilidad al encofrado que lo va a contener. Mide la trabajabilidad del concreto. Este ensayo fue ideado por el investigador norteamericano Abrams y consiste básicamente en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de concreto colocada en su interior. Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón.

1.2 Marco normativo

Las normas que se han utilizado para la presente investigación y de las cuales resumimos los aspectos más relevantes, son las siguientes:

a) NTP 339.181 (2013) Concreto. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)

- Este ensayo se aplica para evaluar la uniformidad del concreto in-situ, para delinear zonas o áreas de concreto pobre o deteriorado en una estructura y para estimar el desarrollo de la resistencia in-situ.
- Para estimar la resistencia del concreto se requiere del establecimiento de una correlación $Y=f(x)$ entre el esfuerzo y el número de rebote que es proporcionado por el fabricante del instrumento.
- El ensayo puede ser afectado por la humedad superficial del concreto, la profundidad de la carbonatación y el acabado de la superficie.

- Para verificar la calibración del equipo, el martillo deberá dar un número de rebote de 80 ± 2 cuando se ensaya en el yunque descrito en el ítem 1.1.2
- El elemento a ensayar tiene que tener como mínimo 10 cm. de espesor.
- Se debe evitar realizar el ensayo en masas de concreto que tengan barras de refuerzo con un mínimo de 2 cm de recubrimiento.
- El área de ensayo tiene que tener como mínimo un área de 15 cm de diámetro.
- Se debe verificar que el elemento de concreto no tenga ningún tarrajeo o restos de mortero, debe tener una superficie plana y pulida y estar libre de polvo y agua superficial. De ser necesario se debe esmerilar la superficie para alisar la zona de ensayo, sin embargo se debe tener en cuenta que las superficies muy alisadas generalmente exhiben números de rebote más altos que otras formas de acabado.
- Para realizar el ensayo, colocar el martillo de rebote en forma perpendicular a la superficie de concreto y presionar hasta que internamente el martillo de acero se libere e impacte sobre el concreto. El equipo medirá la velocidad de rebote, la cual está relacionada con la dureza del concreto. Este valor se mide en una escala física impresa en el equipo y en caso de esclerómetros digitales se visualiza directamente en la pantalla.
- En cada ensayo se deben tomar 10 lecturas de impacto, las cuales deberán estar distanciadas como mínimo 1 pulgada.
- Para encontrar el valor representativo de los valores de rebote (R) se deben descartar las lecturas que difieran por más de 6 unidades del valor promedio y determinar el promedio de las lecturas restantes; pero si hay más de dos lecturas que se descarten, entonces se deberá realizar nuevamente el ensayo.
- Se debe examinar la impresión hecha sobre la superficie del concreto después del impacto, y si se ha producido trituración superficial o el concreto se rompe a través de un hueco de aire superficial, se deberá anular la lectura y tomar otra, ya que no existe un factor de corrección para estos casos.
- Si bien es cierto la NTP indica que este método no debe ser utilizado como base para la aceptación o rechazo del concreto, consideramos que es necesario hacer la investigación para determinar cuál es su margen de error y su confiabilidad.

b) NTP 339.034 (2008) Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

- Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas preparadas y curadas de conformidad con las normas técnicas peruanas (NTP 339.033, NTP 339.183, NTP 339.037 y NTP 339.216)

- La máquina de ensayo deberá ser capaz de proveer una velocidad de carga de (0.20 a 0.25 Mpa o 2.03 a 2.55 Kg/cm²) para lo cual deberá calibrarse una vez al año y no exceder de los 13 meses.
- Las probetas no serán ensayadas si un diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más de 2%
- Las probetas deberán ser protegidas de pérdida de humedad desde el retiro del curado y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condiciones de humedad interna.
- La tolerancia del plazo para una determinada edad de rotura es la siguiente:

Edad de ensayo	Tolerancia
3 d	2h
7 d	6h
28 d	20h
90 d	48 h

- Si la relación entre la longitud de la probeta y su diámetro (L/D) es menor que 1.75 la resistencia a la compresión de la probeta se deberá corregir aplicando los siguientes factores

L/D	1.75	1.50	1.25	1.0
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

c) **ASTM C805 (2013) Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete**

- Plantea los mismo criterios que la NTP 339.181 (2013)

d) **UNE-EN-12504-2 (2002) Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 2: Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote**

- Esta norma indica que el método de ensayo no de ser entendido como una alternativa a la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón, pero con una adecuada correlación se puede estimar la resistencia in situ
- El área de ensayo debe ser aproximadamente de 30 cm x 30 cm.
- Las probetas deben ser ensayadas sin presencia de agua sobre su superficie.
- El esclerómetro se usará a una temperatura dentro del rango de 10°C a 35°C
- Esta norma considera que se deben tomar 9 impactos como mínimo
- No se deben tomar lecturas de impactos a menos de 1" del borde la estructura a evaluar.

- Si más del 20% de todas las lecturas difieren de la mediana en más de 6 unidades, se descartará la totalidad de las lecturas.

e) **UNE-EN-206-1 (2008) Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad.**

- La norma europea acepta probetas cúbicas (150 mm x 150 mm) y cilíndricas (150 mm x 300 mm) para evaluar la resistencia a la compresión del concreto. Al respecto existe una correlación entre las resistencias obtenidas para diferentes f'_c , que se muestran en la Tabla N°
- Al respecto ha sido necesario encontrar la ecuación que tenga mejor correlación entre ambas resistencias, ya que las curvas de fábrica que utilizan los esclerómetros se basan en rotura de probetas cúbicas de 15 cm x 15, por lo que el f'_c arrojado por este equipo (para el caso de los esclerómetros digitales), deben ser corregidos y validados para probetas cilíndricas de 15 x 30 cm.

Tabla N° 2. Clases de resistencia a compresión de hormigones de densidad normal y hormigones pesados

Clase de resistencia a compresión	Resistencia característica mínima sobre cilindros $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Resistencia característica mínima sobre cubos $f_{ck,cube}$ N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

1.3 Estado del arte

A nivel nacional e internacional existen algunos estudios relacionados con la presente investigación, los cuales pasamos a resumir:

- a) Suárez E, (2013), en una investigación realizada en la facultad de ingeniería del Instituto Tecnológico de Santo Domingo en la que pretendió comparar la resistencia a la compresión del concreto obtenida con martillo de esclerómetro, concluyó que el seguimiento de la evolución de la resistencia a edades tempranas mediante el esclerómetro digital es confiable, además que permite probar resistencias en obras en las cuales hay que cuidar de no causar ningún tipo de daño a la estructura, así mismo recomienda que para realizar este ensayo el equipo debe estar bien calibrado y las personas encargadas del mismo deben ser experimentadas.
- b) De un artículo publicado en la Revista virtual Patología + Rehabilitación + Construcción, por el Arquitecto San Juan, C (2013), se concluye que en los ensayos de esclerometría, se debería tener en cuenta el nivel de carbonatación, ya que esta afectaría a sus resultados y habría que aplicarle algunos factores de corrección.
- c) En la tesis de maestría presentada por el Ing. Jimenez, H (2010), para optar el grado de maestro en construcción en la Universidad mexicana Veracruzana, se concluye que existe una regresión lineal entre los resultados por esclerómetro y los resultados reales por compresión en prensa; y que el ensayo es factible y confiable. Al respecto y dentro de las probetas ensayadas con un esclerómetro mecánico encontró correlaciones (r^2) desde 0.8083 hasta 0.9266, que corresponden a las siguientes ecuaciones:

$$Y = 10.241 X - 58.453 \text{ (para } r^2 = 0.8083\text{)}$$

$$Y = 10.661X - 75.422 \text{ (para } r^2 = 0.9266\text{)}$$

- d) Así mismo en el mismo año y universidad, en la tesis "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros a edades tempranas mediante el empleo del esclerómetro" el Ing. Rojas R, (2010), concluye que la dureza superficial de concreto nos da un parámetro aceptable para relacionarla de manera directa con la resistencia a la compresión del concreto y que las muestras ensayadas con contenidos de humedad altos producto del curado podrían arrojar resultados inferiores, ya que la humedad afecta el número de rebote. Además concluye que los ensayos esclerométricos permiten conocer la evolución de la resistencia de una manera económica y en poco tiempo, así como conocer la homogeneidad y calidad del concreto sin deteriorar la estructura, lo cual trae ciertas ventajas con respecto a los ensayos que se usan normalmente para conocer la resistencia a compresión del concreto.
- e) Un estudio realizado por el Ing. ADOLFO DELIBES (1993), director del laboratorio del Instituto Técnico de Materiales y Construcciones de España (INTEMAC) evaluó concretos de diferentes elementos estructurales de 8 obras distintas, llegando a la conclusión que el error obtenido de

medición del Ensayo con Esclerómetro estaría en un rango de 12 a 20% para un nivel de significación de 90% (1.645σ), teniendo en cuenta los agregados de ciertas canteras en España. Así mismo el coeficiente de variación que obtuvo de todas las muestras estudiadas fue de 21.8% que indica una dispersión muy grande de los resultados.

f) Otra investigación realizada en la Escuela Superior Politécnica de Litoral de Ecuador (García, N; Crespo, K; Eguez, H. 2009), titulada “Correlaciones entre ensayos destructivos y no destructivos para hormigones de alta resistencia con agregados calcáreos”, llegaron a la conclusión que “las correlaciones entre ensayos destructivos y no destructivos nos dan una idea muy precisa de que ellos están perfectamente ligados entre sí, y que muchas de sus propiedades son influenciadas por los mismos factores como curado, compactación, densidad, etc.”⁸, habiendo obtenido un coeficiente de correlación (r^2) de 0.9324 entre el ensayo de esclerometría y el ensayo a la compresión.

g) En Colombia los investigadores ROBINSON BUILES y MAGDA PARDO correlacionaron las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión y esclerómetro mecánico, en cilindros de concreto normal y modificados con fibras, obteniendo los siguientes resultados:

- Las probetas de concreto convencional que son ensayadas a los 7 días tienen un coeficiente de determinación ($r^2 = 0.5471$), mucho menor que la probetas ensayadas a los 28 días ($r^2 = 0.6905$), lo que significa que tienen una mayor dispersión, debido a que todavía se encuentran en proceso de fraguado y no han alcanzado su endurecimiento completo. Esto demostraría que los ensayos de esclerometría necesariamente deben hacerse sobre concreto endurecido como mínimo a los 28 días cuando el concreto haya alcanzado su máxima resistencia.
- La ecuación de correlación encontrada y válida para muestras de concreto a los 28 días es:
 $Y = 21.882 e^{0.014X}$

h) En una investigación titulada “Correlación entre la resistencia del hormigón y las pruebas no destructivas combinadas para hormigón con cemento de alta resistencia inicial”, realizada por Domingo R. (Far Eastern University, Filipinas) e Hirose S. (Instituto tecnológico de Tokio), encontraron que se establece una mejor correlación entre la estimación de la resistencia del concreto y un ensayo combinado de esclerometría (Q) y de velocidades de pulso de ultrasónicos (VPU), habiendo obtenido las siguientes ecuaciones de correlación en general:

$$\text{Log } f'c = 1.5383 (\text{Log } Q) - 1.5725 (r^2 = 0.97)$$

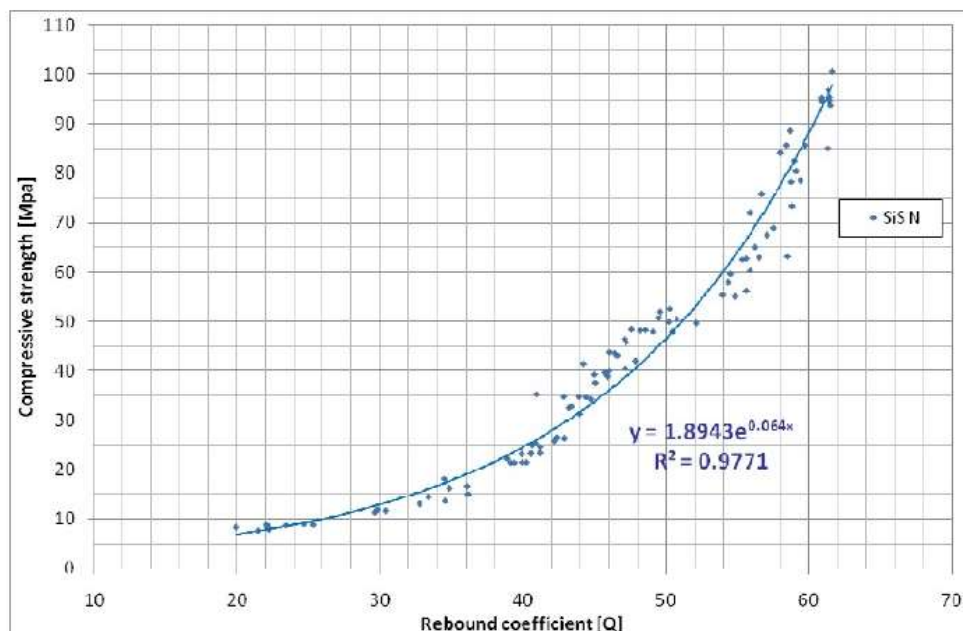
$$\text{Log } f'c = 1.056 (\text{Log } Q) - 1.633 (\text{Log } \text{VPU}) - 6.097 (r^2 = 0.97)$$

⁸ García, N; Crespo, K; Eguez, H (2009)

- i) Los ingenieros J.H. BUNGEY de la Universidad de Liverpool (Inglaterra) y R. MADANDOUST de la Universidad de Guilán (Irán) realizaron un estudio en el año (1997) “Evaluación de pruebas de resistencia no destructivas de concreto ligero”, en la que concluyen que en sus ensayos de laboratorio se aprecia una variación de un $\pm 15\%$ en el valor de la resistencia en mezclas iguales, así mismo recomiendan que para que los ensayos tengan mayor certeza los golpes con el esclerómetro deben haberse por ambas caras de las probetas cilíndricas o cúbicas.
- j) El Ingeniero F. HOSTALET , profesor asociado del Departamento de Ingeniería de la Construcción de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona; manifiesta que a nivel mundial tanto en Canadá, Australia, Japón y Estados Unidos, aún no contemplan la utilización de estas técnicas como instrumento de Control de Calidad durante la ejecución de una obra. Lo mismo sucede en Europa en general y Gran Bretaña.
- k) A nivel del fabricante de esclerómetros SILVER SCHMIDT, ha correlacionado un sin número de probetas de concreto con su valor de rebote Q, pero es válido para Suiza, de donde es la fabricación del equipo. Para este caso la ecuación de correlación es:

$$f'c = 1.8943 e^{0.064Q} \quad (r^2 = 0.9771)$$

Figura N° 5. Curva de conversión para esclerómetro SilverSchmidt Tipo N (Rango válido 20 – 62 Q, 10 – 100 Mpa)



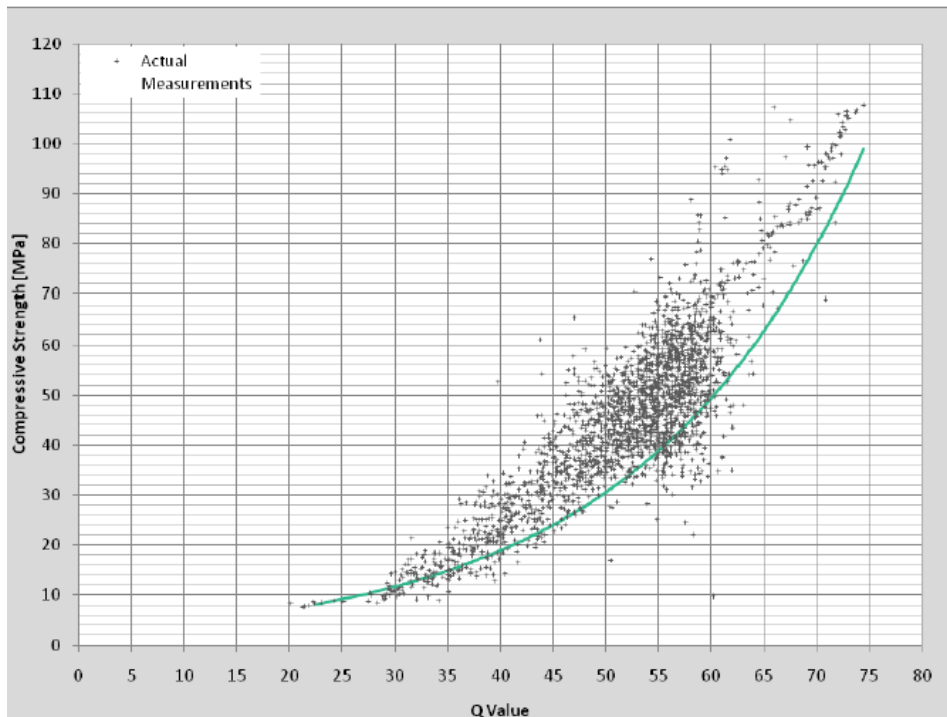
Así mismo, para los casos en que el martillo no este calibrado para una mezcla de concreto en particular el ASTM C-805 recomienda utilizar la siguiente ecuación, la misma que ha sido obtenida de más de 2300 ensayos realizados en conjunto por el Instituto Federal de Investigación y Ensayo

de Materiales de Berlín - BAM (Alemania), el Instituto de Investigación de Ciencias de la Construcción de Shaanxi (China) y la Universidad de Hunan (China).

$$f'_c = 2.77 e^{0.048Q}$$

Esta curva también es recomendada por la ASTM C-805 / ACI 228.1 y la NE 13791, cuando no se tengan datos de la mezcla de concreto a ensayar, por lo que podría ser de mucha utilidad en obra.

Figura N° 6. Curva de Correlación SilverSchmidt para mezclas de concreto desconocidas



La resistencia a la compresión para estos casos han sido determinadas sobre cubos de 150 x 150 mm como referencia estándar, por lo que en las regiones en las que se utilizan cilindros de 150 x 300 mm deberá multiplicarse por un factor de corrección de forma, si es que se utiliza esclerómetros manuales. Para el caso de esclerómetros digitales, solo hay que configurar el equipo antes de utilizarlo, para escoger la forma cilíndrica de las probetas.

- I) En la Universidad de Nariño, Colombia F. DELGADO F. y J. GUERRERO realizaron una investigación (2015) utilizando agregados de tres canteras y diseñando probetas (150 x 300 mm) para 4 tipos de resistencias, habiendo obtenido correlaciones de $r^2 = 0.8121$ para la ecuación: $f'_c = 7.4492 e^{0.0357Q}$, que significa que el modelo matemático tiene un 81% de confiabilidad, es decir que se puede tener un 81% de certeza que al evaluar un concreto con esclerometría, puede caer dentro de la gráfica y es posible predecir su resistencia a la compresión con ese grado de confiabilidad. Así mismo estos investigadores concluyen que las pruebas hechas con el esclerómetro a las probetas de concreto no influyen ni cambian sus propiedades y mucho menos la resistencia medida posteriormente a compresión.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

2.1 El Problema

2.1.1 Descripción de la realidad problemática

Actualmente, la forma más frecuente de verificar la calidad del concreto consiste en obtener muestras de la mezcla de concreto en probetas cilíndricas estándar, curadas durante un periodo de tiempo y llevarlas al laboratorio para realizarle los ensayos a la compresión; así obtenemos el f'_c que representa la calidad más cercana del concreto puesto en obra.

Cuando queremos evaluar la calidad del concreto ya endurecido existen algunos ensayos “destructivos”, dentro de ellos la diamantina (Norma ASTM C-42), por medio de la cual se extrae del elemento estructural (viga, columna, zapata, etc.) una probeta de menores dimensiones, a la cual se le realiza también el ensayo de compresión. Las ventajas de este método es que permite obtener la resistencia real de la estructura, la cual en la mayoría de los casos difiere significativamente de las probetas obtenidas con el concreto fresco; debido principalmente a los deficientes procesos de curado, que como sabemos constituye un proceso fundamental si queremos que el concreto en obra alcance las resistencias de diseño. Las desventajas de los ensayos destructivos es que al extraer el testigo afectamos el área efectiva de la sección transversal del elemento estructural y en muchos casos extraemos también una parte del acero, con lo cual se estaría perdiendo la continuidad de las varillas y por lo tanto la resistencia del elemento estructural a esfuerzos de flexión y tracción.

En estos últimos años la tecnología de ensayos de materiales ha evolucionado considerablemente y específicamente para evaluar el concreto, existen equipos que permiten estimar su resistencia a la compresión sin causarle ningún daño. A estos ensayos se les denomina “ensayos no destructivos para el concreto”. Las ventajas de los ensayos no destructivos, es que el ACI las define como aquellas pruebas que no causan daño estructural significativo en el concreto, radican en su relativa simplicidad, rapidez y en la posibilidad de realizar un gran número de determinaciones sobre la estructura sin alterar su resistencia y funcionalidad a un bajo costo.

A nivel nacional existe la Norma Técnica Peruana NTP 399.181 (2013) en la cual se normaliza la realización del ensayo no destructivo del concreto llamado Ensayo de Esclerometría, mediante la utilización del equipo llamado “esclerómetro”, sin embargo esta norma indica que este ensayo debe utilizarse para verificar la uniformidad del concreto y que la resistencia obtenida es referencial.

Según HOSTALET, F. existen tres poderosas razones por las que la aplicación de los métodos de ensayo no destructivos al hormigón endurecido no ha alcanzado su pleno desarrollo, e incluso ha

experimentado cierto "parón" en lo que hace referencia a la investigación desarrollada tanto en Europa, como en Estados Unidos, y menciona estas tres causas:

1. Hay demasiadas técnicas de ensayos no destructivos del hormigón, todas compitiendo por su uso exclusivo, en lugar de concretar más rigurosamente el rango de variables y/o situaciones estructurales diferentes en las que cada una puede ser utilizada de forma más ventajosa desde el punto de vista técnico.
2. Hay demasiados intérpretes inexpertos de los ensayos no destructivos del hormigón, que no conocen las limitaciones físicas de los diversos ensayos y deducen conclusiones injustificadas a partir de un número de resultados muy limitado.
3. Se trata de técnicas que aún son suficientemente desconocidas (y por tanto, dejadas a los expertos) para que puedan ser introducidas como criterios de control de calidad del hormigón en las especificaciones de cada país.

Toda esta situación problemática de incertidumbre se traduce en un vacío en el conocimiento, ya que se desconoce cuál podría ser la correlación real entre la resistencia del concreto obtenida mediante el ensayo de esclerometría y la resistencia real de una muestra de concreto.

Al respecto y para determinar mejor el nivel de conocimiento y aceptación de este ensayo se aplicó una encuesta (Ver Anexo 7.1) a los profesionales de la ingeniería civil del departamento de Lambayeque, cuya muestra se calculó de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

N = Tamaño de la Población o Universo (2935, ingenieros colegiados en el CIP Lambayeque al 2018)

p = Probabilidad que la hipótesis sea cierta (50%)

q = (1-p) Probabilidad de la No ocurrencia de "p".

e = Error muestral (10%)

Z = Coeficiente de confiabilidad correspondiente a una distribución normal según el % de confianza necesario. (Z=1.96, 95%)

Nivel de confianza	Coeficiente de confiabilidad (Z)
99 %	2.58
98	2.33
97	2.17
96	2.05

95	1.96
90	1.65
80	1.28
50	0.67

Reemplazando estos valores en la fórmula anterior y para una confiabilidad del 95% y un margen de error de 10%, se ha obtenido una muestra de 93 ingenieros a encuestar.

El perfil profesional de los encuestados fue el siguiente:

Figura N° 7. Perfil profesional de encuestados

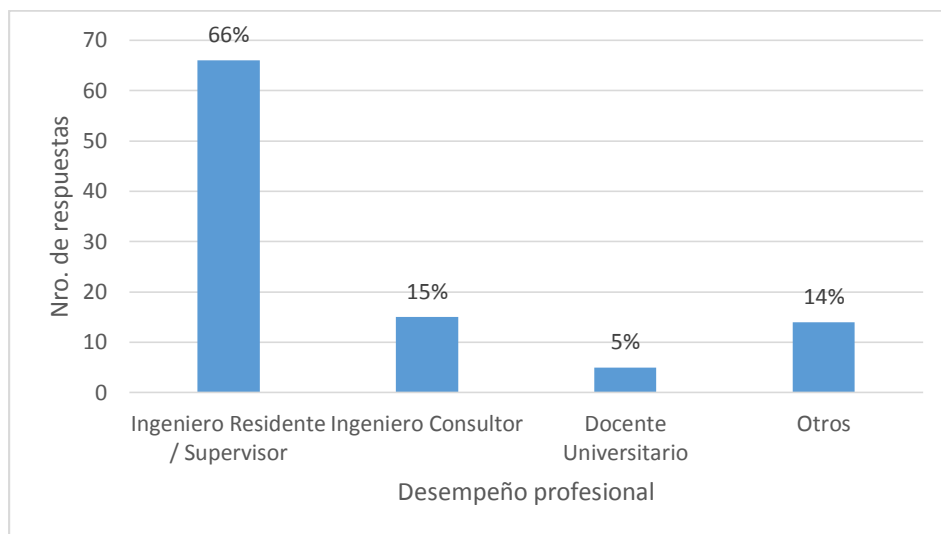
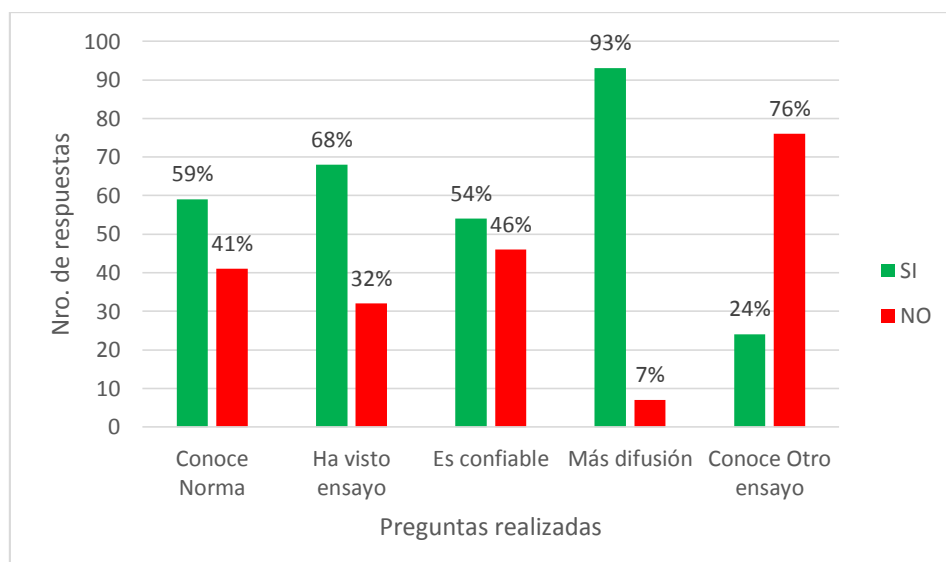


Figura N°8. Nivel de conocimiento y opinión de confiabilidad del ensayo esclerometría



Como se puede observar existe una gran cantidad de ingenieros (41%) que no conoce o no ha leído la norma técnica para ensayos de esclerometría y el 76% no conoce la existencia de otros ensayos no destructivos para el concreto.

Así mismo el 54% considera que el ensayo es confiable para estimar el f'_c del concreto endurecido y el 46% manifiesta que no es confiable

Así mismo existe un gran interés (93%) para que más investigaciones de este tipo sean difundidas.

En resumen, los datos anteriores han justificado ampliamente el desarrollo de la presente investigación en la región Lambayeque.

2.1.2 Formulación del problema

A pesar que existen muchas investigaciones que han buscado correlacionar los ensayos de esclerometría a nivel mundial, en nuestro país no se ha avanzado mucho al respecto, por lo que la pregunta de investigación que hemos planteado fue la siguiente:

¿Existirá un nivel de correlación aceptable entre el número de Rebote (R) obtenido mediante el ensayo no destructivo de esclerometría y la resistencia real a la compresión del concreto?

2.1.3 Justificación de la investigación

La justificación e importancia de la presente investigación la sustentamos en las siguientes premisas:

- Existe un vacío en el conocimiento que permita relacionar la resistencia del concreto obtenida mediante el ensayo de esclerometría y la resistencia real de una muestra de concreto para nuestra región, sobre todo nadie sabe a ciencia cierta cuál es el margen de error de este ensayo.
- Existe cierta desconfianza en la utilización de los resultados de un ensayo no destructivo (esclerometría) ya que se utiliza solamente como un dato referencial sobre la resistencia a la compresión del concreto.
- La calidad del concreto debe ser conocida sin afectar al elemento estructural, y con ello la resistencia integral del sistema

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Encontrar el nivel de correlación existente entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría.

2.2.2 Objetivos específicos

- a) Verificar la confiabilidad del uso de la ecuación de fábrica del equipo esclerómetro para estimar el f'_c del concreto en nuestro país.

- b) Encontrar una curva de correlación entre la resistencia a la compresión del concreto obtenida mediante el esclerómetro y la prensa, así como estimar el margen de error del ensayo.
- c) Verificar la correlación para concretos de diseño controlado: (175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm²)
- d) Evaluar la influencia del proceso de fraguado y humedad interna en el ensayo.
- e) Verificar el espesor máximo de concreto hasta donde el ensayo de esclerometría es confiable.
- f) Proponer mejoras a la norma técnica NTP 339.181 CONCRETO. "Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)", y proponer algunas recomendaciones para interpretar los resultados y para actualizar el procedimiento.

2.3 Hipótesis

H₁: Existe una correlación lineal fuerte entre el número de Rebote (Q) del concreto obtenido mediante el ensayo no destructivo de esclerometría vs. la resistencia real a la compresión.

N₀: No existe una correlación lineal fuerte entre el número de Rebote (Q) del concreto obtenido mediante el ensayo no destructivo de esclerometría vs. la resistencia real a la compresión.

2.4 Variables

2.4.1 Identificación de las variables

Variable independiente : Número de rebote (Q) del ensayo de esclerometría

Variable dependiente : Resistencia real a la compresión del concreto

2.4.2 Operacionalización de las variables

VARIABLE	INDICADOR	Unidad medida	Rango
Var. Independiente: Número de rebote	Número de rebote (Q)	Adimensional	Variable
Var. Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	f'c	Kg/cm ²	Variable
Var. Intervinientes: Relación a/c f'c de diseño Tipo de Cemento Slump	a/c f'c tipo slump	Adimensional Kg/cm ² Tipo pulg	variable variable Varios variable

2.5 Población y muestra

La población total a muestrear han sido las mezclas de concreto que se están utilizando en el departamento de Lambayeque durante el periodo de desarrollo de la presente investigación y que han sido llevadas mediante probetas a los diferentes laboratorios de ensayo de materiales de la región.

Debido a que las probetas evaluadas han sido de diferentes obras, tendrán diferentes resistencias de diseño, diferentes canteras de agregados y tipos de cemento, factores que están relacionados directamente con su resistencia a la compresión, por lo que no son variables a medir en el presente estudio. Sin embargo se han realizado también diseños controlados de $f'c$ 175, 210 y 280 kg/cm² con canteras, tipo de cemento y slump conocidos.

Para calcular la Población se ha considerado los siguientes criterios:

N° de laboratorios en la región: 05

Promedio de probetas rotas x mes: 45 (Según un sondeo realizado por el suscrito, en los diferentes laboratorios de ensayos de materiales de la región se ensayan a compresión entre 40 y 50 probetas mensuales)

N° de meses de la investigación: 06

Población total de probetas: $05 \times 45 \times 06 = 1350$ probetas

El muestreo se ha calculado mediante la aplicación de la siguiente fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

N = Tamaño de la Población o Universo

p = Probabilidad que la hipótesis sea cierta (50%)

q = (1-p) Probabilidad de la No ocurrencia de "p".

e = Error máximo aceptable (5%)

Z = Coeficiente de confiabilidad correspondiente a una distribución normal según el % de confianza necesario. (Z=1.96, 95%)

Reemplazando estos valores en la fórmula anterior, para una confiabilidad del 95%, se ha obtenido una muestra teórica de 299 probetas a evaluar. Al respecto se evaluaron en total 331 probetas, de las cuales 13 tuvieron errores de rotura en la prensa, por lo que se descartaron.

Muestra para las probetas de diseño controlado

- Para $f'c$ 175 kg/cm² (3 probetas a los 7, 14 y 28 días c/u)
- Para $f'c$ 210 kg/cm² (3 probetas a los 7, 14 y 28 días c/u)
- Para $f'c$ 280 kg/cm² (3 probetas a los 7, 14 y 28 días c/u)
- Total: 27 probetas

Datos de diseño:

- Cantera de agregados: Arena: La victoria – Patapo. Piedra: Tres tomas
- Tamaño máximo nominal piedra: $\frac{3}{4}$ "
- Relación agua cemento: Para 175 kg/cm², 0.70, Para 210, 0.61, Para 280 0.50
- Slump: Para 175, 3.5". Para 210, 3". Para 280, 2.5"
- Cemento: Tipo MS - Pacasmayo

Foto N° 3 probetas de diferentes laboratorios y obras

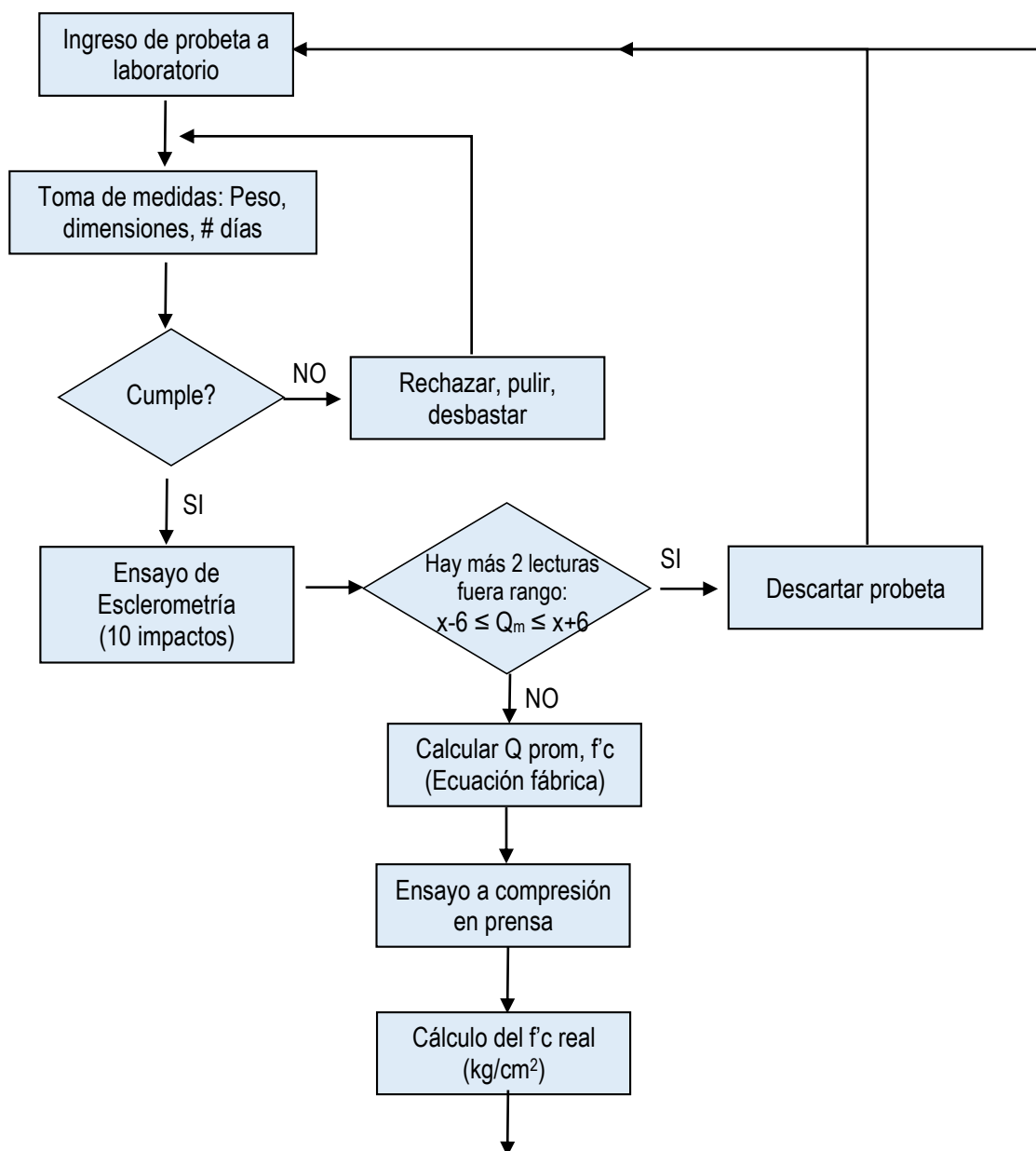


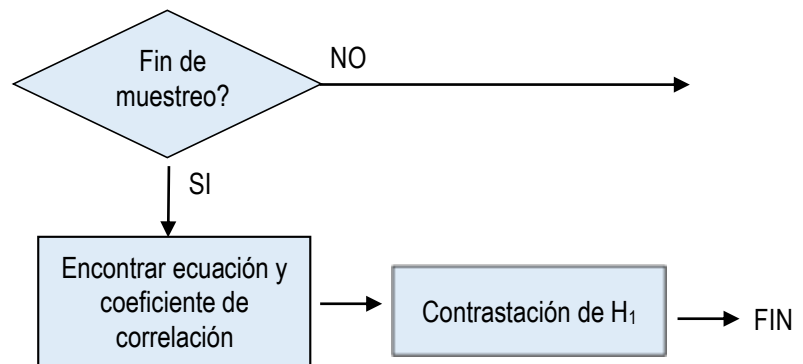
Foto N° 4 probetas de diseño controlado



2.6 Técnicas de recolección de datos

La secuencia lógica para la recolección de datos y la realización de los ensayos ha sido la siguiente:





2.6.1 Ensayo de esclerometría

Mediante este ensayo no destructivo se han encontrado los valores de rebote Q para todas las probetas (objeto de estudio), tanto de las que llegaban a los laboratorios como a las de diseño controlado (f_c 175, 210, 280 kg/cm²) preparadas por el suscrito. El procedimiento ha sido el siguiente:

- Las probetas ensayadas han sido de diferentes obras de la región, con el objetivo de corroborar que tan preciso es el esclerómetro vs. su resistencia real, indistintamente sin conocer los datos de diseño o la procedencia de los agregados y el tipo de cemento utilizado.
- Se han medido las dimensiones con un vernier digital, para verificar si cumplen con la norma técnica sobre todo en lo relacionado con el diámetro

Foto N°5. Medición de diámetros de probetas con vernier digital



- Para las probetas que tienen una superficie irregular se las ha pulido con piedra abrasiva o con disco diamantado para asegurar un impacto adecuado con el esclerómetro

Foto N°6. Pulido y desbaste de probetas antes del ensayo



- El equipo utilizado ha sido un esclerómetro Digital Silver Schmidt Tipo N, Marca PROCEQ - Nro. Serie: SH01-002-0509 con certificado de calibración vigente (Ver Anexos)

Foto N° 7. Esclerómetro Digital Silver Schmidth



- Se han realizado 10 impactos sobre una de las caras de la probeta, procurando que estén simétricamente espaciados y como mínimo a una distancia de 1" del borde. En algunos casos se aplicó el ensayo a lo largo de la longitud de la probeta, bajo la hipótesis de tener una mejor predictibilidad de la resistencia de la probeta

Foto N° 8. Ejecución del ensayo de esclerometría sobre las probetas



- Para ejecutar el ensayo, se debe sostener firmemente el equipo para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo. Gradualmente empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte. Después del ensayo leer y registrar el valor de Q que se muestra en la pantalla digital. Se debe observar la impresión hecha sobre la superficie del concreto, ya que si el impacto produce trituración superficial o se rompe, se debe anular la lectura.
- Todas las lecturas se anotaron en el siguiente formato de datos

Tabla N°3. Formato para registrar los valores del esclerómetro

N°	Código	Nro de Rebote x disparo										Q prom
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
...												

- De acuerdo a lo normado para este ensayo, de las 10 lecturas se han eliminado las que excedieron de ± 6 el valor de Q_{prom} . Y si estas lecturas eliminadas fueron más de dos, se descartó la totalidad de las mismas (Ver Anexos)

$$X - 6 \leq Q_{\text{válido}} \leq X + 6$$

2.6.2 Ensayo de rotura de probetas

- El procedimiento para la realización de este ensayo ha sido el mismo que está normado por la NTP. 339.034.2008 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”.
- Todas las probetas que se han ensayado han provenido de diferentes obras, indistintamente han sido probetas de diferentes resistencias de diseño, relaciones a/c y de diferentes canteras. En caso que una probeta de obra tenga un concreto muy pobre o no esté bien densificada, se ha reflejado en su resistencia tanto en el ensayo a compresión como en el ensayo con el esclerómetro.
- Para los ensayos se han utilizados las siguientes prensas, con certificados de calibración vigente:
 - Laboratorio USS. Prensa Marca ELE ADL 1500 N° serie 1796-8-1944
 - Laboratorio A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos SRL. Prensa marca Tamiequipos TCP 038, N° serie 655

Foto N° 9. Prensas utilizadas para la rotura de probetas (Lab. USS y Lab. A&C Exploración)



- Todos los datos del ensayo se han tabulado en el siguiente formato:

Tabla N° 4. Formato para recopilación de datos del ensayo a compresión

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	fc (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	fc (real)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
...													

Foto N° 10. Algunas probetas en el ensayo a compresión



CAPITULO III: ANALISIS DE LOS DATOS

3.1 Contrastación de hipótesis

Para la contrastación de la hipótesis se ha utilizado el siguiente modelo de investigación:

a) Para el grupo de testigos de diferentes obras:

$O_e \rightarrow M_1, M_2, \dots, M_{10}$ (Para el ensayo del esclerómetro)

$O_e \rightarrow M_1$ (Para el ensayo de compresión)

b) Para el grupo de testigos de diseño controlado ($f'_c=175, 210, 280 \text{ kg/cm}^2$):

$O_e \rightarrow M_1, M_2, \dots, M_{10}$ (Para el ensayo del esclerómetro)

$O_e \rightarrow M_1$ (Para el ensayo de compresión)

Para evaluar el nivel de correlación entre el valor de Q y el f'_c real se ha utilizado el siguiente criterio:

r^2	Nivel de correlación
1	Existe un ajuste perfecto
Entre 0.80 y <1	Correlación muy fuerte
Entre 0.5 y < 0.8	Correlación regular
Entre 0 y < 0.5	Ajuste pobre

Fuente: Metodología de la Investigación (R. Hernandez, Otros, 2003)

3.2 Análisis de correlación con ecuación de fábrica

Figura N°9. Secuencia operativa para el cálculo de la correlación con ecuaciones de fábrica



- Se comparó la resistencia a la compresión obtenida con la prensa y la resistencia obtenida mediante el ensayo de esclerómetro, calculada en base a las ecuaciones de fábrica que vienen precargadas en el esclerómetro digital. Estas ecuaciones son las siguientes:

$$f'c = 1.8943 e^{0.064Q} \quad (\text{Ecuación 1: Válida para Suiza en probetas cúbicas})$$

$$f'c = 2.77 e^{0.048Q} \quad (\text{Ecuación 2: Cuando no se tienen datos del concreto, en probetas cúbicas})$$

- Debido a que los ensayos originales de calibración del equipo han sido obtenidos para probetas cúbicas de 150 x 150mm es necesario convertirlos a resultados compatibles con probetas cilíndricas de 150 x 300 mm. Para esto se ha utilizado una ecuación de correlación basado en la **UNE-EN-206-I (2008)**

Tabla N° 5. Cálculo de $f'c$ cilíndrica en función al $f'c$ cúbica según Norma EN-206.I

Probetas Cúbicas		Probetas Cilíndricas		Relac Geom.	$f'c$ cilíndrica proyectada	
$f'c$ N/mm ²	$f'c$ Kg/cm ²	$f'c$ N/mm ²	$f'c$ Kg/cm ²		Por correlación Lineal	Por correlación Polinómica
10	102	8	82	0.80	69	87
15	153	12	122	0.80	113	125
20	204	16	163	0.80	156	164
25	255	20	204	0.80	200	202
30	306	25	255	0.83	244	242
37	377	30	306	0.81	306	298
45	459	35	357	0.78	376	364
50	510	40	408	0.80	420	405
55	561	45	459	0.82	464	447
60	612	50	510	0.83	508	490
67	683	55	561	0.82	570	550
75	765	60	612	0.80	640	621
85	867	70	714	0.82	728	711
95	969	80	816	0.84	816	803
105	1071	90	918	0.86	904	897
115	1173	100	1020	0.87	992	993

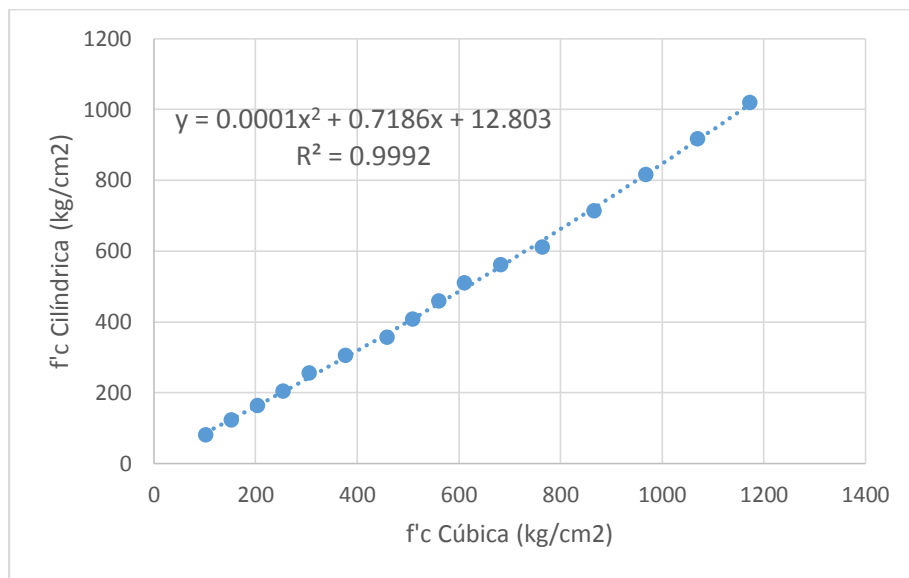
En primer lugar se intentó relacionar el $f'c$ (cúbico) vs $f'c$ (cilíndrico) con alguna relación geométrica simple, pero este valor fue constante solamente hasta resistencias de 204 kg/cm² y variaba para resistencias mayores, por lo que fue necesario encontrar alguna otra correlación que mejor se adaptará. Es así que se calculó una correlación lineal directa y una correlación polinómica, cuyas ecuaciones fueron las siguientes:

$$f'c_{\text{CILINDRICA}} = 0.862 * f'c_{\text{CUBICA}} - 19.301 \quad (r^2 = 0.9975)$$

$$f'c_{\text{CILINDRICA}} = 0.0001 * (f'c_{\text{CUBICA}})^2 + 0.7186 * f'c_{\text{CUBICA}} + 12.803 \quad (r^2 = 0.9992)$$

De ambas la que obtuvo una mejor correlación (r^2) fue la segunda ecuación, por lo que se utilizó esta ecuación para estimar el $f'c$ cilíndrico en función al $f'c$ cúbico

Figura N° 10. Correlación Polinómica (f'_c probetas cúbicas vs. cilíndricas)



- Al comparar los f'_c reales de prensa con las Ecuación 1 de fábrica ($f'_c = 1.8943 e^{0.064Q}$) obtuvimos los siguientes resultados (Ver anexo)

Figura N° 11. Correlación entre f'_c del equipo vs. f'_c Real (Utilizando Ec. fábrica 1)

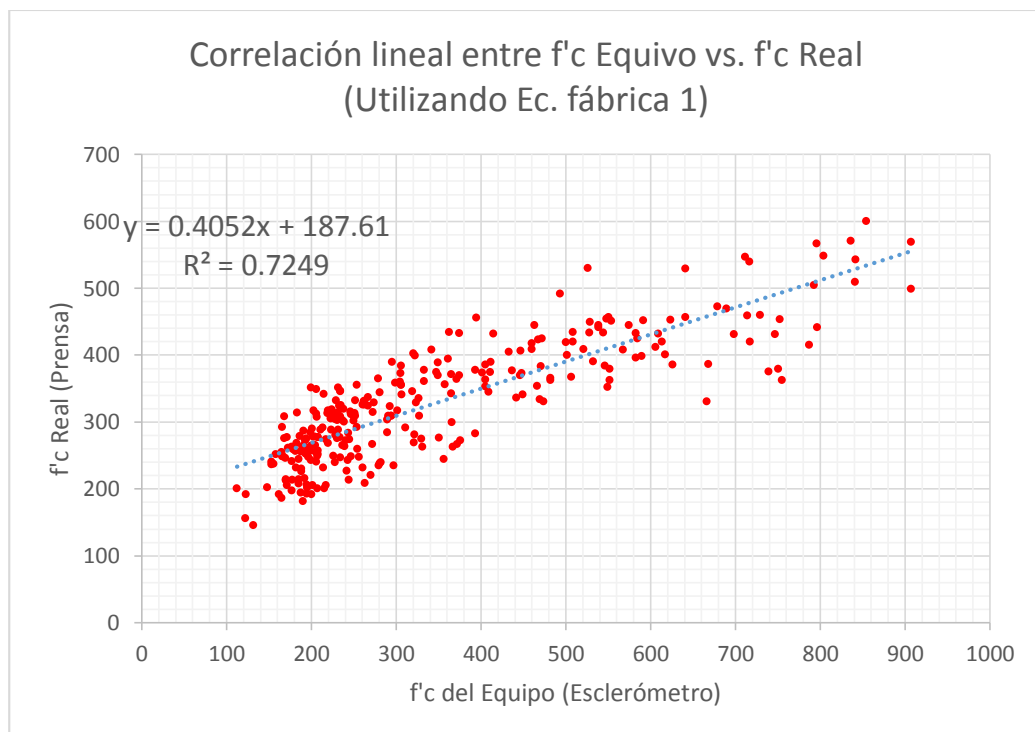
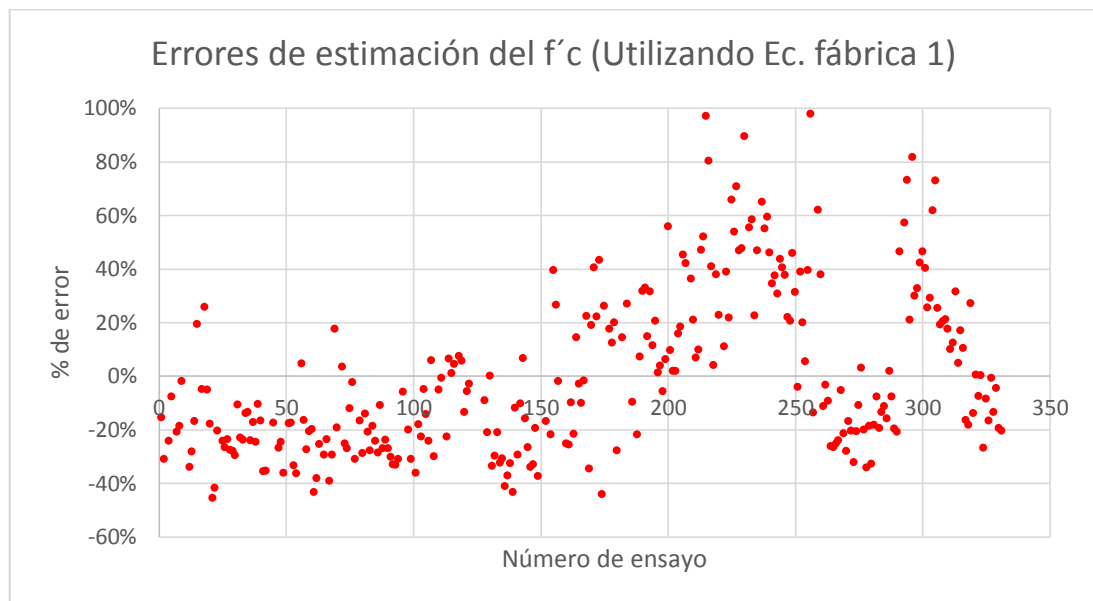


Figura N° 12. Errores de estimación del $f'c$ (Utilizando Ec. fábrica 1)



- Al comparar los $f'c$ reales de prensa con la Ecuación 2 de fábrica ($f'c = 2.77 e^{0.048Q}$) obtuvimos los siguientes resultados (Ver anexo)

Figura N° 13. Correlación entre $f'c$ Equipo vs. $f'c$ Real (Utilizando Ec. fábrica 2)

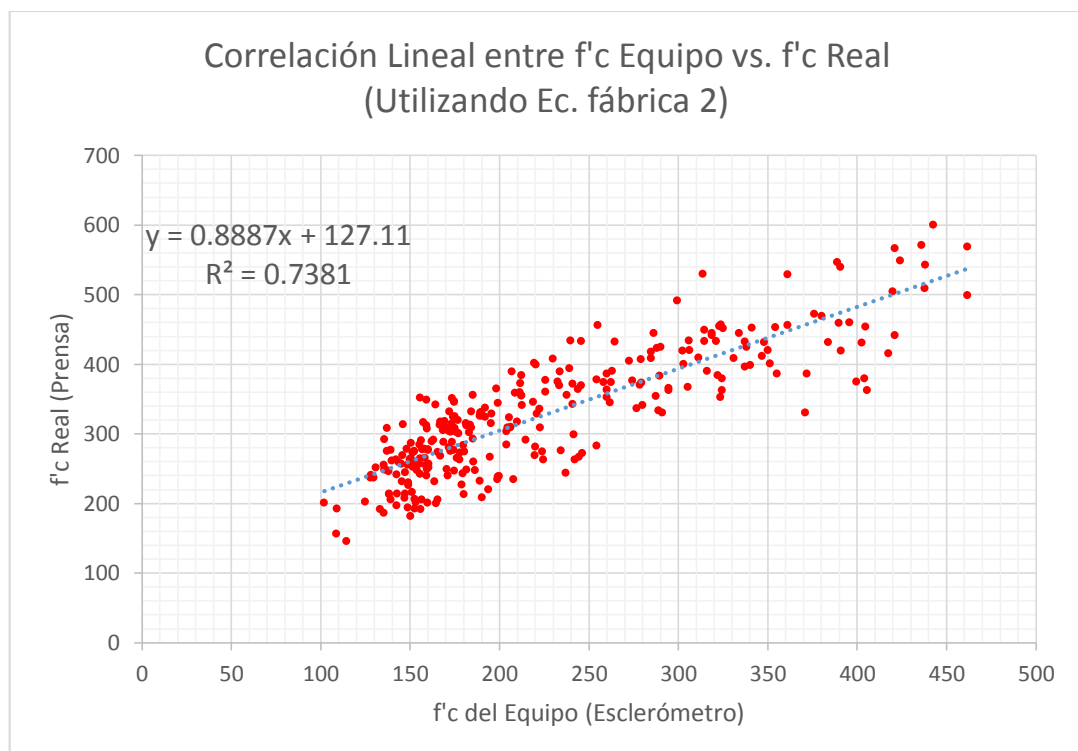
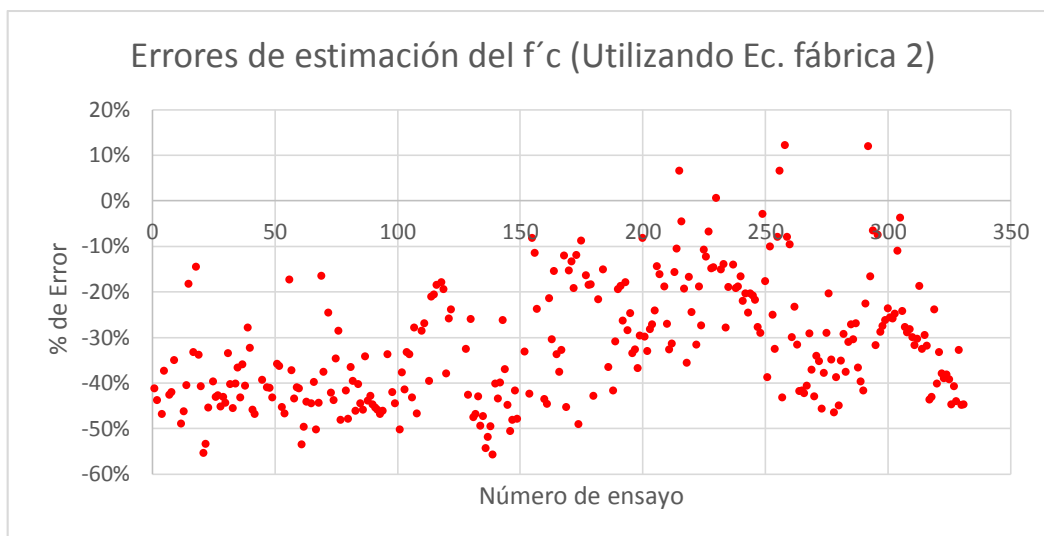


Figura N° 14. Errores de estimación del f'_c (Utilizando Ec. fábrica 2)



Como se aprecia en las gráficas, para ambos casos la correlación (r^2) es mayor a **0.70**, sin embargo los errores de estimación del f'_c en algunos casos han llegado hasta el 100%, por lo que se estarían descartando el uso de estas ecuaciones para predecir el f'_c de un concreto endurecido acá en la región Lambayeque.

3.3. Análisis de correlación con ecuación local

- Se comparó la resistencia a la compresión obtenida con la prensa y el número de rebote del esclerómetro de todas las probetas provenientes de diferentes obras de la región. De acuerdo a los resultados, se obtuvo una correlación lineal con un coeficiente de correlación r^2 de **0.7437**, cuya ecuación es la siguiente:

$$f'_c = 10.17 Q - 147.22$$

Figura N°15. Secuencia operativa para el cálculo de la correlación con ecuación local

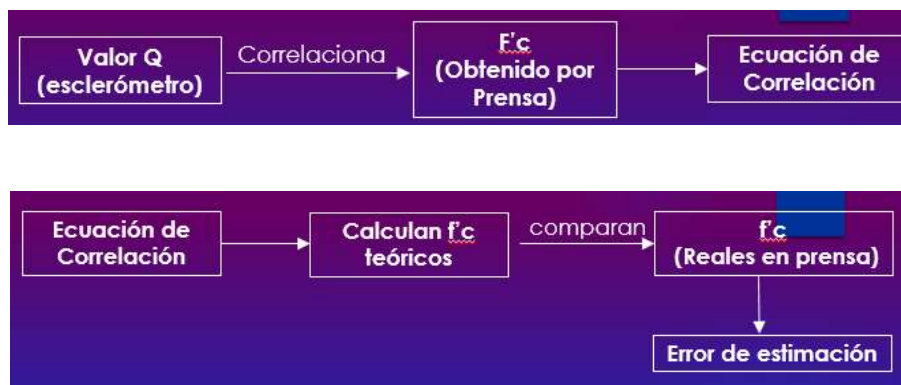
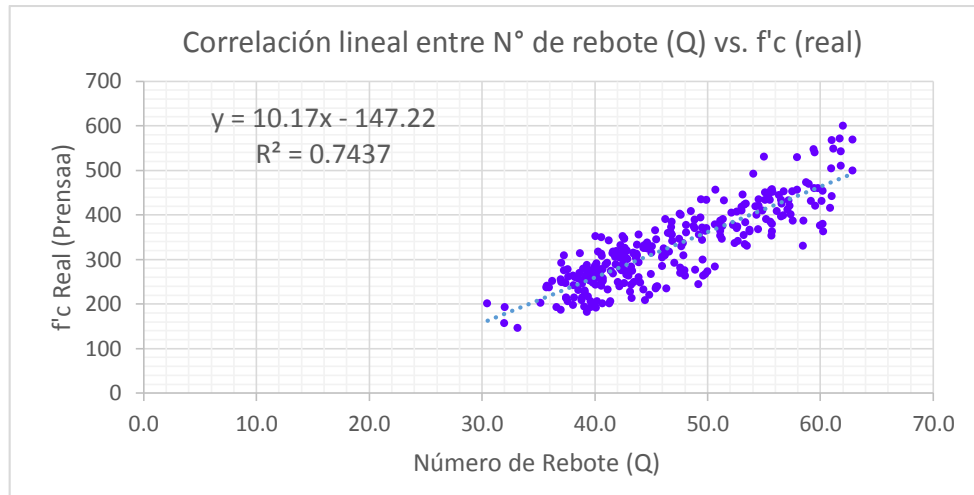


Figura N° 16. Correlación lineal entre el Número de Rebote (Q) y el f'c Real (331 testigos)



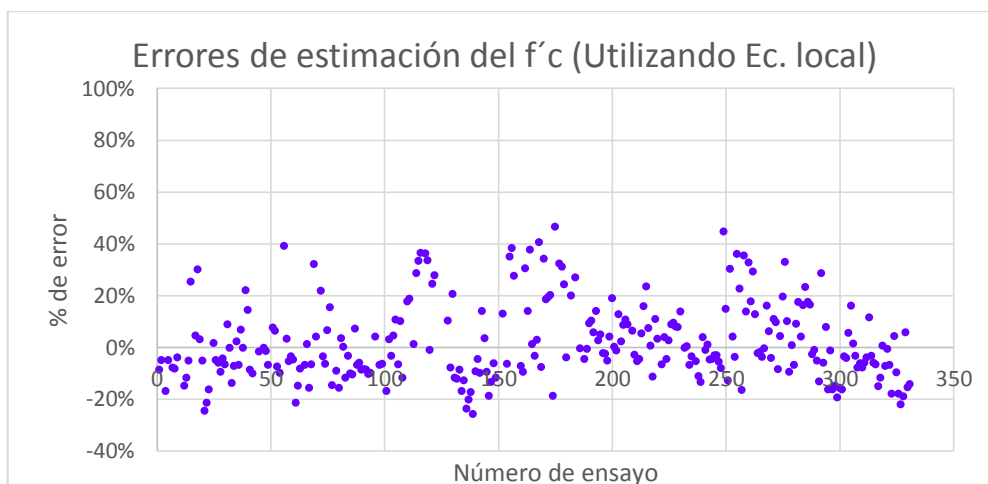
- Lo anterior significa que cualquier medición hecha con el esclerómetro tiene un **74%** de probabilidad de caer dentro de la gráfica y es posible predecir su resistencia a la compresión con ese grado de confiabilidad mediante esta ecuación.
- Con esta ecuación local se volvieron a calcular los f'c teóricos y así determinar el error de estimación (Diferencia entre f'c de la prensa – f'c ecuación local). De acuerdo a esto se obtiene una desviación estándar (σ) de los errores de estimación, de **44 kg/cm²**
- Para calcular el índice de precisión de las mediciones vamos a utilizar los estadísticos de la curva de Gauss, de acuerdo a la siguiente tabla:

Nivel de Confianza	z	Margen de error (kg/cm ²)
80%	1.28 σ	56
90 %	1.65 σ	73
95 %	1.96 σ	86

Esto significa que para un nivel de confianza del 95% se puede predecir que las medidas quedarán en un rango de **f'c \pm 86 kg/cm² (f'c \pm 29%)**.

- Así mismo el rango del error de estimación ha sido entre **-30%** y **+ 45%**, como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Figura N°17. Errores de estimación del f'_c (concreto de diseño controlado)



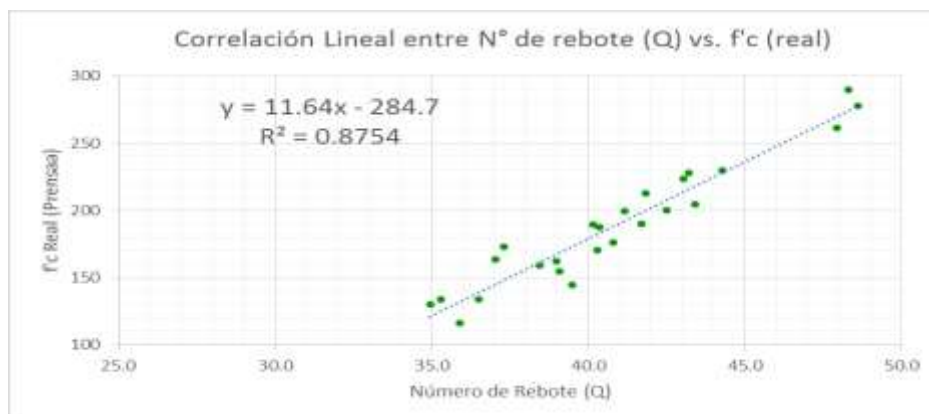
3.4. Análisis de correlación con probetas de diseño controlado

- Para el caso del concreto de diseño controlado ($f'_c = 175, 210$ y 280 kg/cm^2), también se comparó la resistencia a la compresión obtenida con la prensa y el número de rebote del esclerómetro. Se evaluó en primera instancia la evolución de la correlación de acuerdo a la edad de rotura, así obtenemos los siguientes indicadores:
 - Probetas a los 7 días: $r^2 = 0.726$
 - Probetas a los 14 días: $r^2 = 0.8446$
 - Probetas a los 28 días: $r^2 = 0.9467$

Como se observa la correlación mejora significativamente cuando el concreto ha terminado de fraguar y endurecer.

- En forma general y agrupando a todas las probetas ensayadas, se ha obtenido la siguiente ecuación de correlación: **$f'_c = 11.64 Q - 284.7$** ... ($r^2 = 0.8754$)
- Lo anterior significa que cualquier medición hecha con el esclerómetro tiene un **87%** de probabilidad de caer dentro de la gráfica y es posible predecir su resistencia a la compresión con esa ecuación.

Figura N°18. Correlación entre el Número de Rebote (Q) y el f'_c Real

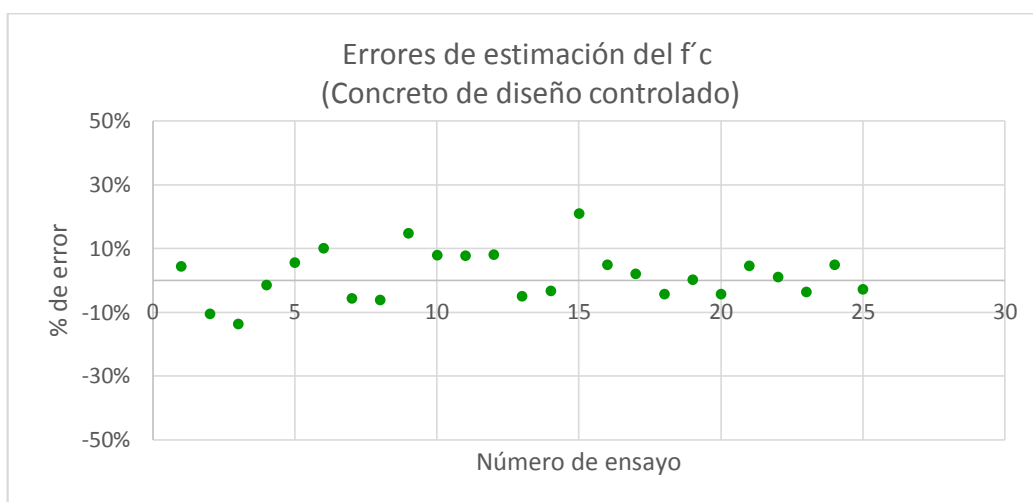


- Con esta ecuación local se volvieron a calcular los f'_c teóricos y así determinar el error de estimación (Diferencia entre f'_c de la prensa – f'_c ecuación local). De acuerdo a esto, se obtuvo una desviación estándar (σ) de los errores de estimación, de **13 kg/cm² (8%)**
- Para calcular el índice de precisión de las mediciones vamos a utilizar los estadísticos de la curva de Gauss, de acuerdo a la siguiente tabla:

Nivel de Confianza	z	Margen de error (kg/cm ²)
80%	1.28 σ	16.64
90 %	1.65 σ	21.38
95 %	1.96 σ	25.48

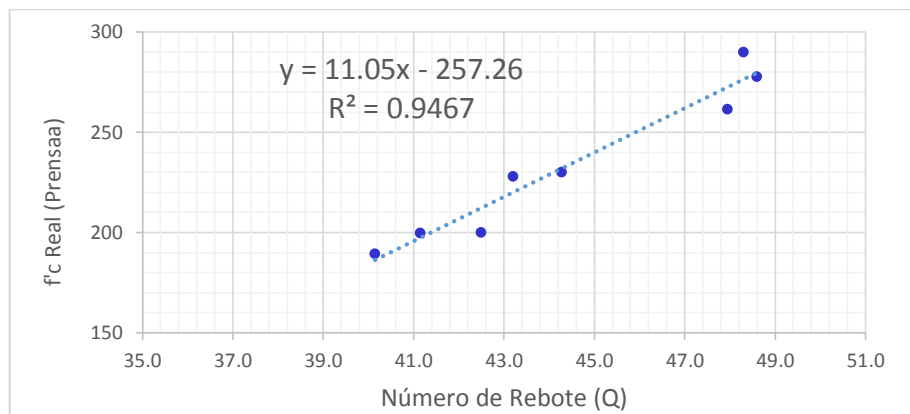
Esto significa que para un nivel de confianza del 95% se puede predecir que las medidas quedarán en un rango de **$f'_c \pm 25 \text{ kg/cm}^2$ ($f'_c \pm 15\%$)**. Así mismo el rango del error de estimación ha sido entre **-14% y + 20%**, como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Figura N°19. Errores de estimación del f'_c (concreto de diseño controlado)



- El resultado mejoró cuando se evaluó solo las probetas que ya habían alcanzado su fraguado y endurecimiento a los 28 días, para las cuales se obtuvo una correlación muy fuerte de ($r^2 = 0.9467$), que significa que existe una probabilidad del 94.67% que los valores del f'_c se puedan predecir con la siguiente ecuación **$f'_c = 11.05 Q - 257.26$**
- Así mismo, la desviación estándar para este caso fue de **9 kg/cm²**, y para un nivel de confiabilidad del 95% las medidas quedarían en un rango de **$f'_c \pm 17 \text{ kg/cm}^2$ ($f'_c \pm 7\%$)** lo cual si podría ser considerado como un margen aceptable.

Figura N°20. Correlación entre N° de rebote (Q) vs. f_c (real) para probetas a 28 días



A manera de resumen presentamos el siguiente cuadro de las ecuaciones y correlaciones encontradas en función a las condiciones de trabajo de los testigos.

Grupo de testigos	Ecuación de correlación	r^2	Probab. de predicción	Error de estimación ⁽¹⁾	
				Desv. Est. (σ)	Valor del f'_c ⁽²⁾
Probetas provenientes de diferentes obras	$f'_c = 10.17Q - 147.22$	0.7437	74.37 %	44 kg/cm²	$f'_c \pm 86 \text{ kg/cm}^2$ $f'_c \pm 29\%$
Probetas de diseño controlado (f'_c : 175, 210 y 280 kg/cm²) a 7, 14 y 28 días	$f'_c = 11.64 Q - 284.7$	0.8754	87.54%	13 kg/cm²	$f'_c \pm 25 \text{ kg/cm}^2$ $f'_c \pm 15\%$
Probetas de diseño controlado (solo a 28 días)	$f'_c = 11.05 Q - 257.26$	0.9467	94.67 %	9 kg/cm²	$f'_c \pm 18 \text{ kg/cm}^2$ $f'_c \pm 7\%$

(1) El error de estimación es la diferencia entre el valor del f'_c real obtenido en la prensa hidráulica y el f'_c obtenido mediante la ecuación de correlación del esclerómetro.

(2) Para un nivel de confianza 95 %, $Z = 1.96 \sigma$

3.5 Verificación del espesor máximo de concreto hasta donde el ensayo de esclerometría es confiable.

Como se sabe el resultado del ensayo del esclerómetro se ve afectado por la dureza superficial y la densidad de la estructura de concreto y se asume que la muestra ensayada es homogénea al haber siguiendo un estricto proceso de compactación por capas que aseguran su uniformidad. Esto nos llevó a preguntarnos, cuál sería el espesor máximo que el esclerómetro podría detectar como uniforme.

Para esto se elaboraron 04 probetas de concreto cemento arena (1:4) formada por dos capas de diferente densidad según se aprecia en la siguiente figura:

Figura N°21. Probetas con concreto de diferentes densidades

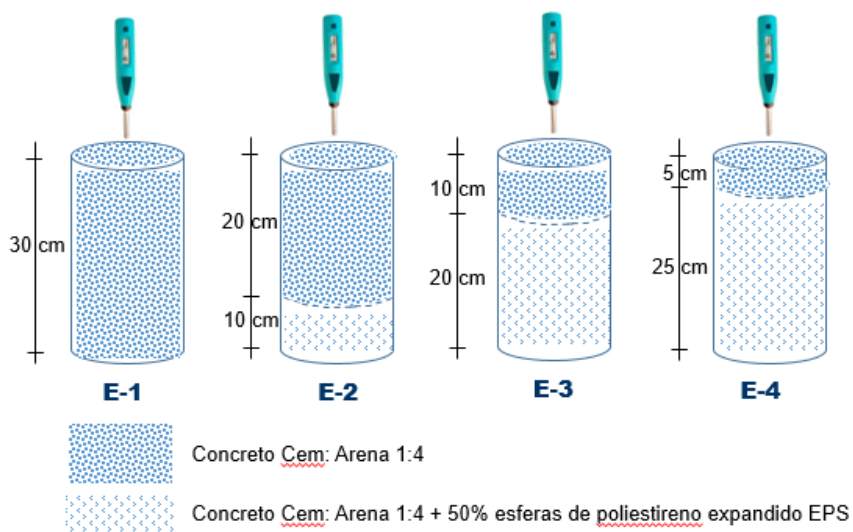
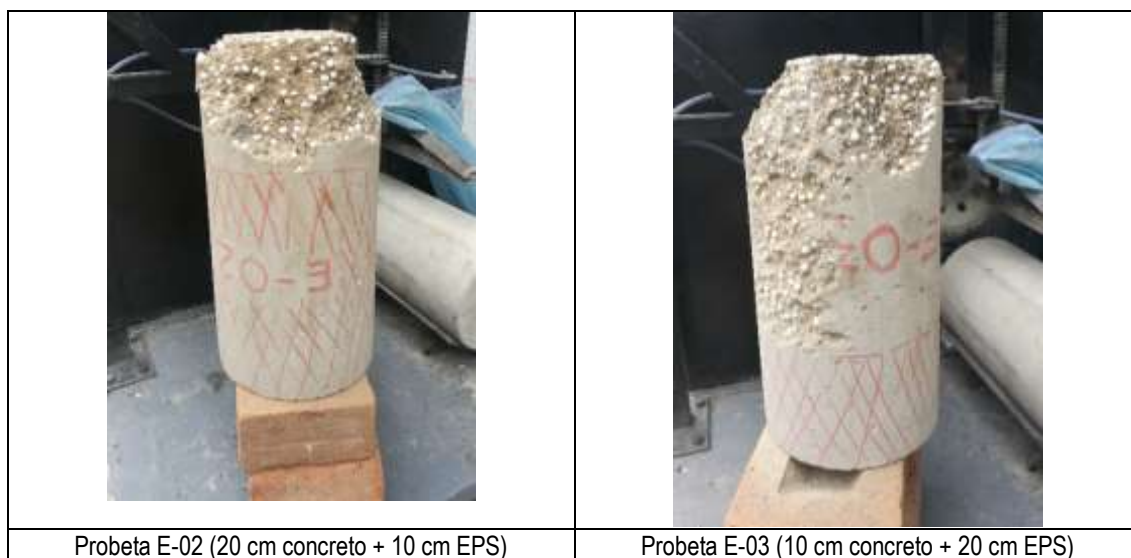


Foto N°11. Probetas con concreto con capas de diferentes densidades

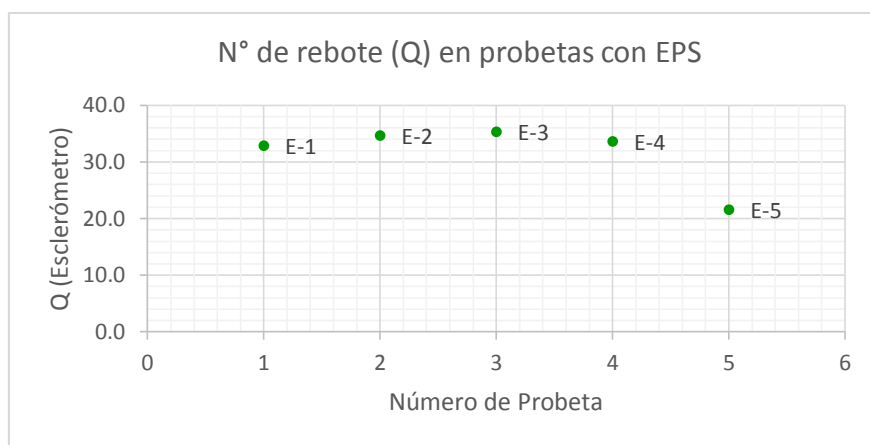


Primero se ensayó una probeta con el 100% de concreto (Cem : Arena, 1:4. Probeta E-1) para tener un patrón de resistencia como referencia; luego se varió parcialmente la densidad de la probeta de concreto, incorporando en la parte inferior una capa de mortero mezclado con abundantes esferas de poliestireno expandido (EPS), lo que implicaba que la altura de concreto neto iba disminuyendo desde 30 cm, 20 cm, 10 cm hasta 5 cm. El supuesto fue que el esclerómetro podría detectar estas variaciones drásticas de resistencia y arrojaría valores de Q diferentes para todas las probetas, caso contrario el esclerómetro no sería capaz de detectar esto y arrojaría resistencias a la compresión similares. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla N° 06. Datos de esclerómetro en probetas con densidades diferentes

N°	Código	Descripción	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Datos de Prensa	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Carga (Kg)	fc (real)
1	E-1	Probeta 100% mortero Cem:Arena	35.5	34.5	33.0	31.0	32.0	31.0	33.0	37.0	32.0	29.5	32.9	29564.0	162.7
2	E-2	Probeta 20 cm concreto + 10 cm EPS	33.0	34.5	35.0	34.0	33.0	33.5	34.0	36.5	37.5	35.5	34.7	8148.0	44.7
3	E-3	Probeta 10 cm concreto + 20 cm EPS	34.5	37.0	36.0	34.5	36.5	37.0	33.5	35.0	34.5	34.5	35.3	8406.0	46.1
4	E-4	Probeta 5 cm concreto + 25 cm EPS	34.0	33.5	33.5	32.0	33.5	34.5	34.5	33.0	33.5	34.5	33.7	8904.0	48.7
5	E-5	Probeta 100% mortero + EPS	26.0	23.5	20.5	19.0	17.0	24.5	18.5	24.5	19.0	23.5	21.6	7834.0	43.1

Figura N° 22. Valores de Esclerómetro (Q) en probetas con capas de diferente densidad



Como se observa en la tabla y gráfica anterior, los valores de Q (Esclerómetro) para las probetas E-1, E-2, E-3 y E-4 fueron similares, lo que significa que el Equipo no fue capaz de detectar las variaciones de densidad de la capa que tenía incorporada esferas de EPS. Recién para la probeta E-5 (100% de mortero + EPS) se detecta una variación significativa. Lo anterior nos lleva a concluir también que el Esclerómetro solo detecta la dureza y la resistencia de los primeros 5 cm de una estructura del concreto, condición que se debe tener en cuenta al momento de analizar las estructuras.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

Después de haber analizados todos los datos, llegamos a las siguientes conclusiones:

- a) La confiabilidad de la ecuación de fábrica del esclerómetro (válidas para suiza) es muy baja para nuestra región, ya que su coeficiente de correlación han sido inferiores a **0.80** (Ver figuras N° 11, 13) y los errores de estimación entre el $f'c$ del esclerómetro y la prensa han sido en algunos casos del 100%. (Ver figuras N° 12, 14). Así mismo la desviación estándar (σ) para los errores de estimación ha sido de **118 kg/cm² (31%)** para los datos calculados con la ecuación 1 y de **45 kg/cm² (13%)** para los datos calculados con la ecuación 2. (Ver Figuras N° 16 y 17).

- $f'c = 1.8943 e^{0.064Q}$ ($r^2 = 0.7249$) ... Ecuación 1
- $f'c = 2.77 e^{0.048Q}$ ($r^2 = 0.7381$) ... Ecuación 2

Por esta razón no se recomienda utilizar estas ecuaciones extranjeras en nuestro país.

- b) La curva de correlación encontrada para diferentes tipos de concreto, independientemente de su procedencia o dosificación dio resultados similares utilizando una ecuación de correlación lineal propia, habiendo obtenido una correlación de $r^2 = 0.7437$. $f'c = 10.17 Q - 147.22$ (Ver figura N° 16).

Esto significa que existe una probabilidad del **74%** que los valores del $f'c$ puedan ser obtenidos por esta ecuación. Así mismo, la desviación estándar para este caso fue de **44 kg/cm²**, y para un nivel de confiabilidad del 95% las medidas quedarían en un rango de $f'c \pm 86 \text{ kg/cm}^2$ o $f'c \pm 29\%$.

- c) Para el caso de concretos de diseño controlado ($f'c$: 175, 210 y 280 kg/cm²) y tomando como un solo conjunto las probetas de 7, 14 y 28 días, se obtuvo una correlación fuerte de $r^2 = 0.8754$, que significa que existe una probabilidad del **87%** que los valores del $f'c$ se puedan predecir con la siguiente ecuación: $f'c = 11.64 Q - 284.7$ (Ver figura N° 18)

Así mismo, la desviación estándar para este caso fue de **13 kg/cm²**, y para un nivel de confiabilidad del 95% las medidas quedarán en un rango de $f'c \pm 25 \text{ kg/cm}^2$ o $f'c \pm 15\%$ lo cual si podría ser considerado como un margen aceptable.

El resultado mejoró cuando se evaluó solo las probetas que ya habían alcanzado su fraguado y endurecimiento a los 28 días, para las cuales se obtuvo una correlación muy fuerte ($r^2 = 0.9467$), que significa que existe una probabilidad del 94.67 % que los valores del $f'c$ se puedan predecir con la siguiente ecuación $f'c = 11.05 Q - 257.26$ (Ver figura N° 20).

Así mismo, la desviación estándar para este caso fue de **8.8 kg/cm²**, y para un nivel de confiabilidad del 95% las medidas quedarían en un rango de **f'c ± 17 kg/cm²** o **f'c ± 7.2%** lo cual si podría ser considerado como un margen aceptable

d) Así mismo se concluye que el ensayo de esclerometría debe realizarse en concretos endurecidos (mínimo 28 días), ya que un fraguado incompleto afecta considerablemente el resultado, según se aprecia en las siguientes correlaciones:

- Probetas ensayadas a los 7 días: $r^2 = 0.726$
- Probetas ensayadas a los 14 días: $r^2 = 0.8446$
- Probetas ensayadas a los 28 días: $r^2 = 0.9467$

e) El esclerómetro solo detecta la dureza y la resistencia hasta los primeros 5 cm de profundidad de una estructura de concreto, limitante que debe tenerse en cuenta al momento de analizar las estructuras.

f) La conclusión final es que si se ha demostrado la hipótesis H₁: “Existe una correlación lineal fuerte entre el número de Rebote (Q) del concreto obtenido mediante el ensayo no destructivo de esclerometría vs. la resistencia real a la compresión”, y el ensayo de esclerometría se puede utilizar para estimar la resistencia a la compresión del concreto pero bajo ciertas condiciones controladas, siempre y cuando se indique el margen de error y el nivel de confiabilidad del ensayo.

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se pueden formular son las siguientes:

5.1 Para futuras investigaciones

- a) Debido a que todavía los ensayos no destructivos en el concreto no han sido muy difundidos ni estudiados a nivel nacional, se recomienda replicar esta investigación en otras regiones del país que utilicen diferentes canteras de agregados para generalizar el conocimiento y este ensayo sea incluido en la normatividad técnica para estimar el $f'c$ de una mezcla de concreto endurecida.
- b) El esclerómetro también se podría ensayar para unidades de albañilería y obtener correlaciones para este tipo de materiales.

5.2 Artículos a incluir en la Norma Técnica Peruana

Debido a que la NTP 339.181 es en la práctica una copia de la norma ASTM - C805, es necesario proponer que se añadan algunos artículos propios para nuestro país de acuerdo a las experiencias de la presente investigación, según el siguiente detalle:

5.2.1 Sobre el campo de aplicación

- a) El ensayo con esclerómetro si puede utilizarse para estimar la resistencia a la compresión del concreto siempre y cuando se haga una correlación previa con diseños de mezclas controlados para varias resistencias.
- b) Como mínimo se deberán ensayar 3 probetas para cada una de las resistencias $f'c$ indicadas en el proyecto, pudiendo ser como mínimo para $f'c$ de 175, 210 y 280 kg/cm².
- c) Para que la correlación sea válida, como mínimo se aceptará un coeficiente (r^2) lineal o exponencial de 0.80; en caso este valor sea menor no se podrá aceptar como válida esta correlación, teniendo que realizar nuevamente todas las probetas indicadas en el ítem b).
- d) Se debe tener en cuenta que el ensayo de esclerometría solo detecta la dureza y resistencia de los primeros 5 cm de profundidad del concreto.

5.2.2 Sobre el procedimiento del ensayo:

- a) La persona que use el esclerómetro debe ser la misma para todas las probetas a ensayar, evitando variaciones significativas en la velocidad de presión del émbolo contra la superficie o para evitar movimientos bruscos que afecten los resultados.
- b) Para el caso de probetas de concreto, el número de golpes debe distribuirse en ambas caras (5 c/u) para mejorar la predictibilidad.

- c) Se debe evitar realizar el ensayo sobre probetas recién sacadas de la poza del curado, ya que la humedad superficial afectará significativamente el valor de Q medido por el esclerómetro. Se recomienda que como mínimo las probetas estén fuera del agua 12 horas.
- d) En caso utilizar esclerómetros digitales ya no es necesario corregir el valor de Q de acuerdo a la posición de impacto.
- e) Para el caso de evaluar la resistencia in situ de estructuras de concreto armado, antes del ensayo se debe evaluar la ubicación aproximada de la armadura para evitar que el golpe del martillo caiga encima de ello. Sobre todo si se tiene sospecha que el recubrimiento sobre el acero es muy pequeño.

5.2.3 Sobre los cálculos:

- a) Para tener una mejor precisión en los resultados, se debe disminuir a 5 unidades el exceso máximo permitido del promedio de lecturas (actualmente se eliminan las lecturas que excedan de 6 unidades)

*

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM C805 (2013). Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete
- AVID, F.; SAAD, J; SOTA J. (2010). Estudio del hormigón de una estructura expuesta a la intemperie por quince años, construida en dos etapas, VI Congreso internacional sobre patología y recuperación de estructuras. Argentina
- BUILES, R.; PARDO, M (2016). Tesis “Correlación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión y esclerometría en cilindros de concreto normal y modificados con fibra sintética y fibra de acero”. Universidad Católica de Colombia.
- BUNGEY, J. (1997) Pruebas no destructivas en Ingeniería Civil, Instituto Británico de Inglaterra
- CESPEDES, M (2003). Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil: “Resistencia al a compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido”. Universidad de Piura
- CIVILGEEKS (2011). Evaluación del concreto por el esclerómetro. Acceso: 25-Set-2016. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2011/12/10/evaluacion-del-concreto-por-el-esclerometro/>
- DELIBES, A (1982). Determinación de la resistencia del hormigón mediante ensayos no destructivos realizados con esclerómetro y ultrasonidos. Revista virtual Informes de la Construcción Vol 33, N° 338. Acceso: 15/10/2016. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/2141>
- DAMAZO, J (2006). Artículo: “Las estructuras no son eternas”. Revista: Construcción y tecnología. YMCYC
- DELGADO, F. & GUERRERO, (2015) Tesis: “Correlación entre el número de rebote (NTC 3692) y la resistencia a la compresión (NTC 673) en cilindros de concreto utilizando materiales de la mina El Espino y las canteras Pabón y Pilcuan2. Universidad de Nariño, Colombia
- DOMINGO R, & HIROSE S (2004) Investigación “Correlation between concrete strength and combined nondestructive tests for concrete using high-early strength cement”, Far Eastern University, Filipinas
- EN 12504-2 (Norma Europea) Procedimiento para determinar el número de rebote
- HERNANDEZ, Roberto (2003). Metodología de la Investigación, 3ra Edición, Edit. McGraw Hill, México
- HOSTALET, F. (1994). Artículo “Situación actual de las técnicas de ensayo no destructivo del hormigón”, Escuela técnica superior de ingeniero de caminos, canales y puertos. Barcelona.
- IMCYC. (2009). Determinación del índice de rebote utilizando el dispositivo conocido como esclerómetro. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Acceso: 30-Set-2016. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2009/mar09/problemas.pdf>

- INDECOPI (2013). CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría) NTP. 339.181.2013. 2da. Edición. Lima.
- INDECOPI (2008). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. NTP. 339.034.2008. 3ra. Edición. Lima.
- JIMENEZ, H (2010), Tesis Maestría: "Correlación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto hidráulico con el ensayo esclerométrico". Universidad Veracruzana. México
- Patologías. Esclerómetro Schmidt. Acceso 01-Dic-2016. Disponible en: <https://construblogspain.wordpress.com/2014/06/12/patologias-esclerometro-de-schmidt/>
- QUEZADA, N (2010) Metodología de la Investigación: estadística aplicada a la investigación. Editorial Macro, 1ra. Edic. Lima Perú.
- ROJAS, R (2010) Tesis "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros a edades tempranas mediante el empleo del esclerómetro". Universidad Veracruzana. México.
- SAN JUAN, C (2013) Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote. Publicado en Revista virtual Patología + Rehabilitación + Construcción. Acceso: 19-Set-2016. Disponible en: <https://www.patologiasconstruccion.net>.
- SUAREZ, E (2013) Tesis "Estudio comparativo de la resistencia a compresión de elementos de concreto obtenida por rotura de cilindros y con martillo o esclerómetro digital". Facultad de Ingeniería, Instituto Tecnológico de Santo Domingo. República Dominicana.
- Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote (1) Acceso 04/05/2018. <https://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-o-indice-de-rebote-1/>
- Resistencia del hormigón mediante esclerómetro (2) Ensayo y valor Fc. Acceso 05/Jun/2018. Disponible en: <https://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-2-ensayo-y-valor-fc/>

CAPITULO VII: ANEXOS

7.1 Encuesta a profesionales de la ingeniería civil

ENCUESTA SOBRE EL ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARA CONCRETO (ESCLEROMETRIA)

Objetivo: Determinar el nivel de conocimiento y aceptación del ensayo de esclerometría

Instrucciones: Responda puntualmente las siguientes preguntas:

1. Profesionalmente, que labor desempeña más?

a) Ingeniero Residente o supervisor, b) Ingeniero Consultor de diseño, c) Docencia Universitaria, d) Otros

2. Conoce la Norma Técnica Peruana para el ensayo no destructivo en el concreto con el esclerómetro?

SI () / NO ()

3. Ha presenciado alguna vez algún ensayo no destructivo para el concreto con el esclerómetro?

SI () / NO ()

4. Cree que el ensayo de esclerometría es confiable para estimar la resistencia a la compresión del concreto?

SI () / NO ()

5. Crees que los ensayos no destructivos para conocer el f'_c del concreto se deberían difundir más, o no los crees necesario?

SI () / NO ()

6. Que otro ensayo no destructivo para el concreto conoces o has utilizado?

.....




Tabla N° 7.Tabulación de datos de encuesta


N°	Nombres	1) Profesión	2) Conoce Norma	3) Ha visto ensayo	4) Es confiable	5) Más difusión	6) Conoce Otro ensayo	Observacion
1		Consultor	SI	SI	NO	NO	NO	
2	Jairo Muñoz	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	SI	Permeabilidad
3	Carmen Chilón	Consultor	SI	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
4		Resid/Super	NO	NO	NO	SI	NO	
5	Editha Bacalla	Consultor	SI	SI	NO	SI	NO	
6		Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	Ultrasonido
7	Augusto Briones	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	Ultrasonido
8	Francisco Sanchez	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
9	Carlos Reyes	Resid/Super	NO	NO	NO	SI	NO	
10		Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	Diamantina
11	Daysi Quispe	Otros	NO	NO	NO	SI	NO	
12	Victor Cerna	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
13	Boris Oblitas	Otros	SI	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
14	Omar coronado	Docencia	SI	SI	NO	NO	SI	Escaner electrónico
15	Victor Silva	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
16	Elvin Ventura	Resid/Super	NO	NO	NO	SI	NO	
17	Ulises Ibañez	Otros	SI	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
18	Rolando Torres	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
19	Tepe	Consultor	NO	SI	SI	SI	NO	
20	Victor Gonzales	Resid/Super	SI	NO	SI	SI	NO	
21	Walter Muñoz	Otros	NO	SI	SI	SI	NO	
22	Perez	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
23	Carlos Pereda	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
24	Biaggio Arbulú	Otros	NO	NO	NO	SI	NO	
25	Vilca	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
26	Paul Candiotty	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
27	Hugo Chilcón	Consultor	NO	SI	NO	SI	NO	
28	Jorge Bazán	Consultor	SI	SI	NO	SI	NO	Ultrasonido
29	Pedro Mondragón	Otros	NO	NO	NO	SI	NO	
30	Chavarry	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
31	Reinoso	Consultor	SI	NO	SI	SI	NO	
32	Miguel Saavedra	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
33	Silvia Garnique	Resid/Super	SI	NO	SI	SI	NO	
34	Julio Labrín	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
35	Oliver Vertiz	Resid/Super	NO	SI	NO	SI	NO	
36		Resid/Super	SI	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
37	Genaro Tapia	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
38	Luis Ballena	Docencia	SI	SI	SI	SI	SI	Dureza
39	Javier	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	SI	Ultrasonido
40		Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
41	Hugo Bravo	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
42	Luis Saavedra	Resid/Super	SI	SI	NO	NO	SI	Sonda Magnética
43	Julio Oliva	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	Ultrasonido
44	Rosa Barrezuela	Resid/Super	SI	NO	SI	SI	NO	
45		Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
46	César Cachay	Docencia	SI	SI	NO	SI	NO	
47	Hugo Vertiz	Otros	NO	NO	SI	SI	NO	
48	Wilmer Rojas	Docencia	SI	SI	NO	SI	NO	
49	José Galán	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
50	Heberth Cayle	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	

Tabla N° 7. Tabulación de datos de encuesta (Continuación...)

N°	Nombres	1) Profesión	2) Conoce Norma	3) Ha visto ensayo	4) Es confiable	5) Más difusión	6) Conoce Otro ensayo	Observacion
51	Arturo Fernandez	Otros	NO	SI	SI	SI	NO	
52	Rodrigo Duarte	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	SI	Ultrasonido
53	dilbrando Delgado	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
54	Orlando Torres	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
55	Lenin Cruz	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
56	Lu	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
57	Ana Vega	Consultor	SI	SI	NO	SI	NO	
58	Pastor Montalvo	Otros	NO	NO	SI	SI	NO	
59	Alfonso Arbaiza	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
60	Lenin Vladimir	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
61	Barcia Pebe	Otros	NO	NO	NO	SI	NO	
62	Victor Vallejos	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
63	Sidney Joaquín	Otros	SI	NO	NO	SI	NO	
64	Juan Mio	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
65	Manuel Pisfil	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	Ultrasonido
66	Teresa Granda	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
67	Enzo Villafani	Resid/Super	NO	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
68	Pedro Asaalde	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
69	Arriola	Consultor	SI	SI	NO	SI	NO	
70	Segundo Romero	Resid/Super	NO	SI	NO	SI	NO	
71	Dolores Cruz	Otros	SI	NO	SI	SI	NO	
72	Alberto Cardozo	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
73	Saulo Aguirre	Resid/Super	NO	NO	NO	SI	NO	
74	Alexander Su	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
75	James Semil	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	NO	
76	David Montenegro	Resid/Super	SI	NO	SI	SI	NO	
77	Guillermo Cipaguan	Consultor	NO	NO	SI	SI	NO	
78	Gerardo Alegría	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
79	Winston Segura	Consultor	SI	SI	NO	SI	SI	Ultrasonido
80	Manfredi Huamán	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	Pistola de Windsor
81	Jaime Mundaca	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
82	Willy Lluen	Consultor	NO	NO	NO	SI	NO	
83	Hugo Acuña	Resid/Super	NO	NO	SI	SI	NO	
84	Carlos Babilón	Otros	NO	SI	NO	SI	SI	
85	Tomás Ramirez	Consultor	SI	NO	NO	SI	NO	
86	Wilber Ventura	Consultor	SI	SI	NO	SI	SI	Sonda ultrasonido
87	Ruben Leyva	Resid/Super	SI	NO	SI	SI	NO	
88	Hernando Puyén	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	Ultrasonido
89	Willy Vilchez	Resid/Super	NO	SI	NO	NO	NO	
90	Carlos Pinedo	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	SI	
91	Carlos Orbegoso	Resid/Super	SI	SI	NO	NO	NO	
92	Rony Poquioma	Resid/Super	SI	SI	NO	SI	NO	
93	Fredy Morales	Resid/Super	SI	SI	SI	SI	SI	
94	Julio Alva	Consultor	NO	SI	NO	SI	NO	
95	José Aguilar	Resid/Super	SI	SI	SI	NO	NO	
96	Nepton Ruiz	Docencia	SI	NO	SI	SI	NO	
97	Montero	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
98	Huamán	Resid/Super	NO	SI	SI	SI	NO	
99	Eber Gines	Otros	SI	NO	SI	SI	NO	
100	Cesar Alvarado	Resid/Super	SI	SI	NO	NO	SI	

7.2 Certificados de calibración de prensas

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		LF-055-2018	
Laboratorio de Fuerza				Pág. 1 de 2	
Expediente	18074				
Solicitante	A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).			
Dirección	NRO. MZ-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.			
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión				
Instrumento de Medición	PRENSA DE CONCRETO				
Marca (o Fabricante)	TAMIEQUIPOS LTDA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.			
Modelo	TCP 038	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.			
Número de Serie	655				
Identificación	NO INDICA				
Procedencia	COLOMBIA				
Indicador de Lectura	DIGITAL				
Alcance de Indicación	0 Kgf a 100000 Kgf				
Resolución	10 Kgf				
Marca (o Fabricante)	NO INDICA				
Modelo	NO INDICA				
Número de Serie	NO INDICA				
Identificación	NO INDICA				
Transductor de Fuerza	TRANSDUCTOR				
Marca (o Fabricante)	ZEMIC				
Modelo	YB15				
Número de Serie o Identificación	K2A1722				
Ubic. Del instrumento	Laboratorio A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.				
Lugar de Calibración	Mz. 03 Int L-59 P.J. Saul Cantoral Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo				
Fecha de Calibración	2018-04-25				
Sello		Fecha de emisión	2018-04-28	Jefe del laboratorio de calibración	 JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO
Centro Especializado en Metrología Industrial Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima • Telf.: 8717348 • RPM: #958008777 • CEL: 958008778 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com					



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-055-2018

Laboratorio de Fuerza Pág. 1 de 2

Método de Calibración
 La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad
 Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú con Certificado N° INF-LE-N° 189-17

Resultados de medición


Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera	Exactitud	Repetibilidad		
%	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	a(%)	b(%)	U(%)
10	10000	9799,5	9768,9	9779,1	9782,5	2,2	0,3	0,3
20	20000	19904,9	19843,8	19803,0	19850,5	0,8	0,5	0,4
30	30000	29908,4	29888,0	29898,2	29898,2	0,3	0,1	0,2
40	40000	40044,4	40126,0	40064,8	40078,4	-0,2	0,2	0,3
50	50000	50078,4	50200,8	50180,4	50153,2	-0,3	0,2	0,3
60	60000	60224,7	60224,7	60214,5	60221,3	-0,4	0,0	0,2
70	70000	70309,7	70228,1	70248,5	70262,1	-0,4	0,1	0,2
80	80000	80221,4	80231,6	80211,2	80221,4	-0,3	0,0	0,2
90	90000	90265,6	90224,8	90235,0	90241,8	-0,3	0,0	0,2
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 26,5°C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados
 Los errores encontrados entre el 20 % y el 100 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones
 - Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
 - La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento



Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 - S.M.P. - Lima - Lima
 • Telf.: 8717348 • RPM: 956003777 • CEL: 956009778
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-046-2018**

Peticionario : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN S.A.C.
Atención : Tco. Wilson Olaya Aguilar
Lugar de calibración : LEM - USS - Km: 5 carretera a Pimental - Chiclayo
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital
Capacidad del equipo : 1500 kN (338,600 lbf ó 153 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : ADR 1500
N° de serie : 1798-8-1944
Panel digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL N° de serie 1887-1-00318
Registro inventario USS N° : 101100813
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 27,3°C / 62%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 27,9°C / 60%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2018-04-12

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-04-18	 Vladimir Falcón TECNICO DE LABORATORIO	 FRANCISCO MANUEL JARA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286

CMC-046-2018

Página 1 de 2



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)	(kN)	(%)	K=2 U (%)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
7	100	100,1	100,0	100,4	100,2	-0,2	0,1
13	200	199,6	199,3	200,1	199,7	0,2	0,1
20	300	299,6	299,4	300,1	299,7	0,1	0,1
27	400	399,2	400,1	400,3	399,9	0,0	0,1
33	500	499,2	499,5	500,7	499,8	0,0	0,1
40	600	599,2	599,7	601,3	600,1	0,0	0,1
53	800	799,5	800,6	801,3	800,4	-0,1	0,1
67	1000	999,7	1001,1	1002,5	1001,1	-0,1	0,1
80	1200	1200,6	1202,7	1203,3	1202,2	-0,2	0,1
100	1500	1502,7	1502,0	1503,2	1502,6	-0,2	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".


Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39



7.3. Certificado de calibración del esclerómetro



SOLUCIONES EN ENSAYOS DE MATERIALES

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN


- SOLICITANTE: Manuel Alejandro Borja Suárez**
Dirección: Residencial Bolognesi Bloque H - 504 - Chiclayo
- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: ESCLERÓMETRO DIGITAL**
Marca: PROCEQ
Modelo: Silver Schmidt STN
Número de serie: SH01-002-0509
Ubicación: Planta.
Capacidad máxima: -
Procedencia: Suiza
Tipo: Digital
- SOBRE LA REALIZACIÓN DE LA VERIFICACIÓN**
Verificado el 19 de Octubre de 2016 en las oficinas de JLZ Logística por el Sr. Juan Carlos de la Vega
- MÉTODO DE VERIFICACIÓN**
La calibración se hizo por comparación directa tomando como referencia la norma UKAS ref:LAB 21 "Calibration and Measurement Traceability for Construction Materials Testing Equipment" Appendix A "Table detailing calibration and checking of equipment used to test construction materials" Item compaction hammer.
- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**
Temperatura de ambiente: Humedad Relativa:
Inicial: 27°C Inicial: 53%
Final: 27°C Final: 53%
- OBSERVACIONES**
La incertidumbre de la medición de acuerdo con UKAS ref:LAB 21 tiene un nivel de confianza aproximado de 95% con un factor de cobertura K=2.
Se realizaron 10 mediciones del instrumento de acuerdo con la norma UKAS ref:LAB 21.
La escala de medición se realizó en valor de dureza Q de Proceq.
- 7. VALORES OBTENIDOS**

Ensayo	Valor Q
1	91.50
2	92.50
3	92.50
4	93.00
5	93.00
6	92.50
7	92.50
8	93.00
9	93.50
10	92.50
- 8. VALORES ESTADÍSTICOS**


Promedio	92.7
Desviación Estándar	0.53
V. Máxima	93.5
V. Mínima	91.5
Amplitud	2.00

Para los ensayos se utilizó el yunque patrón No. E08 - 189 fabricado: 12.09.2012 con certificado de calibración Proceq. Valor Silver Schmidt STN 91 +/- 2. Q

- RESULTADOS**
Se verifica que los valores medidos en el esclerómetro Silver Schmidt con número de serie: SH01-002-0509 respecto al yunque patrón Proceq de serie: E08 - 189 presentan valores precisos que están dentro del rango aceptable de medición.




Roberto Inga
Departamento de servicio técnico



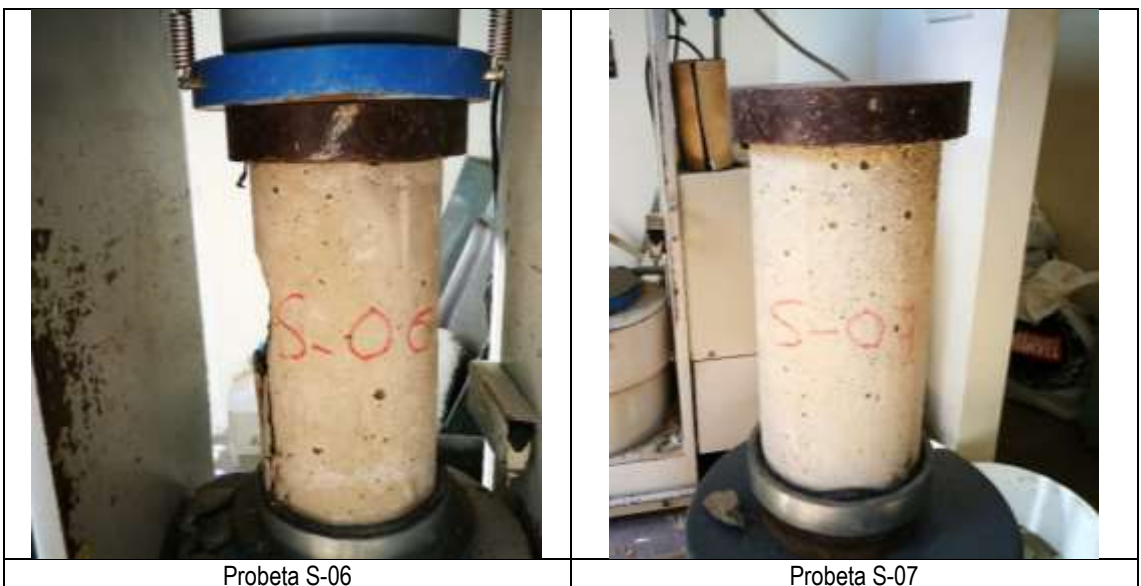
José Luis Zúñiga Fajardo
Gerente General

Calle Fermín Tangüen N° 145, Of. 404
Urb. Santa Catalina, Lima 13 - Perú
T: (+51 1) 469-6069 / 340-4886
C: 984881818, 984881819



www.lz-logistica.com

7.4 Panel fotográfico de probetas analizadas





Probeta S-10, S-11, S-12



Probeta S-13, S-14, S-15



Probeta S-16



Probeta S-17



Probeta S-18



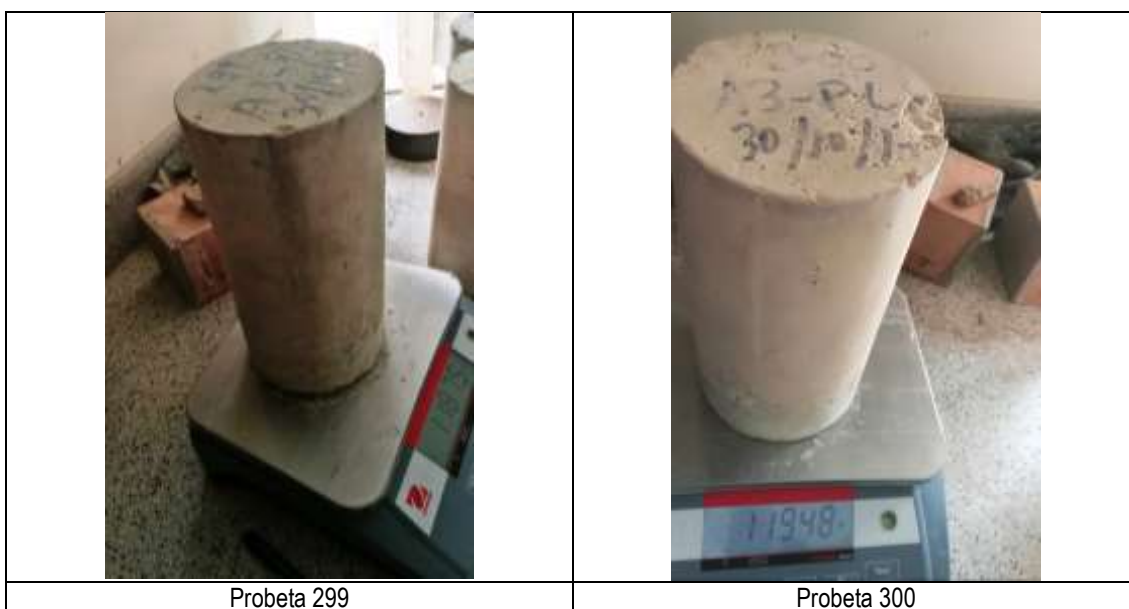
Probeta S-19



Probeta 245, 246, 251, 252, 255, 256, 259



Probeta 260, 267, 268, 277, 278, 280, 290





Probeta 331



Probeta 332



Probeta 343



Probeta 344



Probeta 359



Probeta 360



Probeta 383



Probeta 384



Probeta 394



Probeta 395



Probeta 398









Probeta 399

 <p>Probeta 402</p>	 <p>Probeta 403</p>
--	---

 <p>Probeta 406</p>	 <p>Probeta 407</p>
---	--

 <p>Probeta 410</p>	 <p>Probeta 411</p>
--	---

	
<p>Probeta 414</p>	<p>Probeta 415</p>
	
<p>Probeta 418</p>	<p>Probeta 419</p>
	
<p>Probeta 422</p>	<p>Probeta 423</p>



Probeta 426



Probeta 427



Probeta 430



Probeta 431



Probeta 442



Probeta 443



Probeta 474



Probeta 475



Probeta 494



Probeta 495



Probeta 518



Probeta 519



Probeta 530



Probeta 531



Probeta 542



Probeta 543



Probeta 575



Probeta 576



Probeta 595



Probeta 596



Probeta 630





Probeta 631




Probeta 643



Probeta 644

 A concrete cylinder specimen with the number 691 written in red on its side. It is placed on a pink paper on a blue scale. The scale's digital display shows 12634.	 A concrete cylinder specimen with the number 692 written in red on its side. It is placed on a pink paper on a blue scale. The scale's digital display shows 12387.
Probeta 691	Probeta 692

 A concrete cylinder specimen with the number 699 written in red on its side. It is placed on a pink paper on a blue scale. The scale's digital display shows 12368.	 A concrete cylinder specimen with the number 700 written in red on its side. It is placed on a pink paper on a blue scale. The scale's digital display shows 12364.
Probeta 699	Probeta 700

 A concrete cylinder specimen with the number 717 written in red on its side. It is placed on a pink paper on a blue scale. The scale's digital display shows 12364.	 A concrete cylinder specimen with the number 718 written in red on its side. It is placed on a pink paper on a blue scale. The scale's digital display shows 12364.
Probeta 717	Probeta 718



Probeta 753



Probeta 754



Probeta 760



Probeta 761



Probeta 763



Probeta 764



Probeta 767



Probeta 768



Probeta 788



Probeta 799



Probeta 800



Probeta 811



Probeta 812



Probeta 817



Probeta 818



Probeta 825



Probeta 825



Probeta 843



Probeta 844



Probeta 847



Probeta 848



Probeta 849







Probeta 850







Probeta 857

 <p>A cylindrical concrete sample with red markings is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight 11932.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the number 865 written on it is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight 12099.</p>
Probeta 858	Probeta 865



 <p>A cylindrical concrete sample with the number 866 written on it is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight 12182.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the number 869 written on it is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight 12330.</p>
Probeta 866	Probeta 869



 <p>A cylindrical concrete sample with the number 870 written on it is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight 11785.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the number 871 written on it is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight 12358.</p>
Probeta 870	Probeta 871



 A cylindrical concrete sample labeled '872' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '11748'.	 A cylindrical concrete sample labeled '873' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12478'.
Probeta 872	Probeta 873

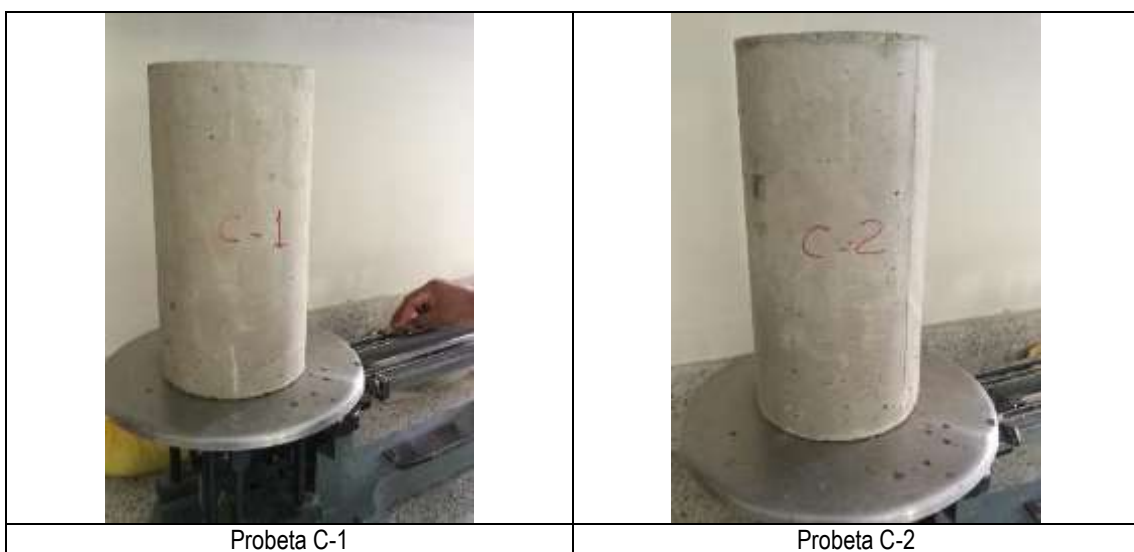
 A cylindrical concrete sample labeled '874' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12617'.	 A cylindrical concrete sample labeled '877' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12124'.
Probeta 874	Probeta 877

 A cylindrical concrete sample labeled '878' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12154'.	 A cylindrical concrete sample labeled '789' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12154'.
Probeta 878	Probeta 789



 A cylindrical concrete sample labeled '881' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12332'.	 A cylindrical concrete sample labeled '882' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12223'.
Probeta 881	Probeta 882



 A cylindrical concrete sample labeled '885' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12555'.	 A cylindrical concrete sample labeled '886' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '11563'.
Probeta 885	Probeta 886

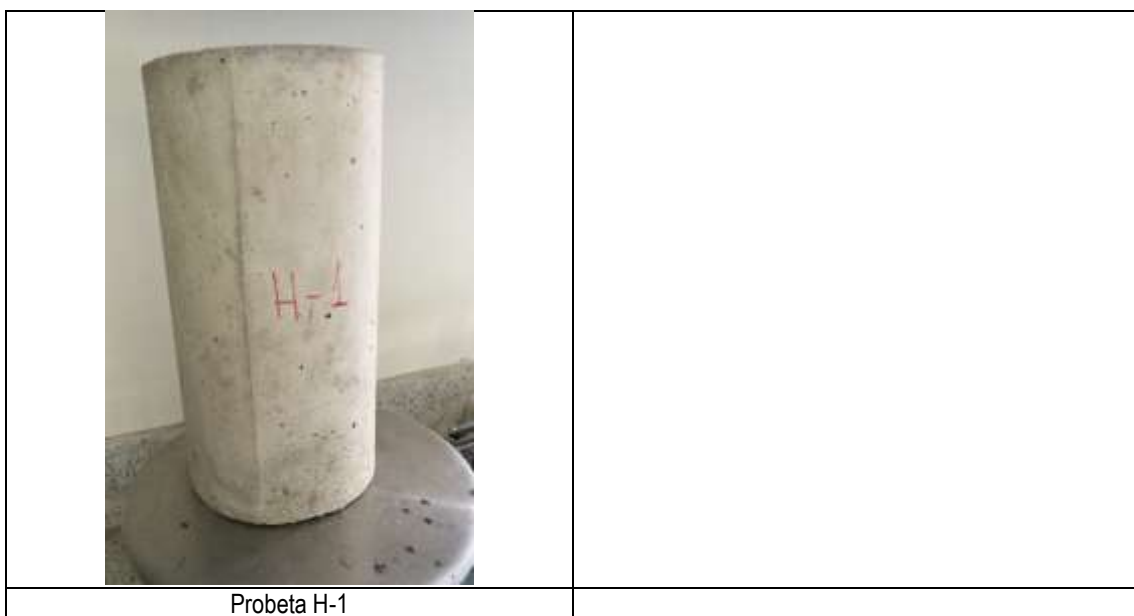
 A cylindrical concrete sample labeled '888' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12795'.	 A cylindrical concrete sample labeled '889' is placed on a blue digital scale. The scale's display shows the weight '12412'.
Probeta 888	Probeta 889


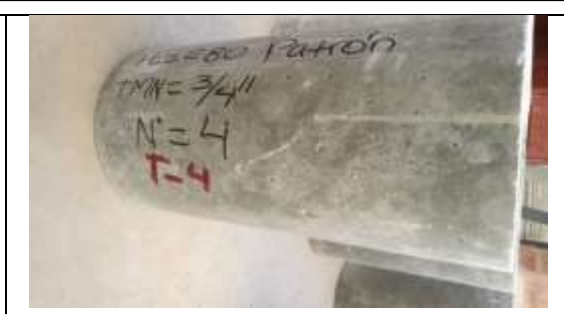





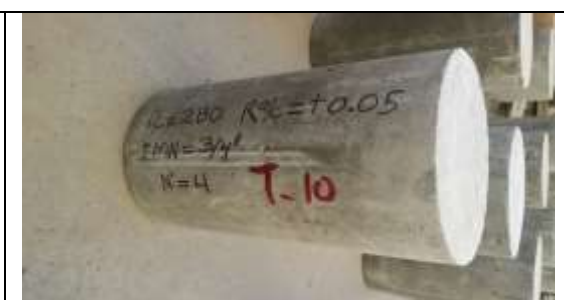














	
Probeta D-1	Probeta D-2

	
Probeta E-1	Probeta E-2

	
Probeta F-1	Probeta F-2



	
<p>Probeta T-3</p>	<p>Probeta T-4</p>
	
<p>Probeta T-5</p>	<p>Probeta T-6</p>
	
<p>Probeta T-7</p>	<p>Probeta T-8</p>
	
<p>Probeta T-9</p>	<p>Probeta T-10</p>
	
<p>Probeta T-11</p>	<p>Probeta T-12</p>

	
<p>Probeta T-13</p>	<p>Probeta T-14</p>
	
<p>Probeta T-15</p>	<p>Probeta T-16</p>
	
<p>Probeta T-17</p>	<p>Probeta T-18</p>
	
<p>Probeta T-19</p>	<p>Probeta T-20</p>
	
<p>Probeta T-21</p>	<p>Probeta T-22</p>



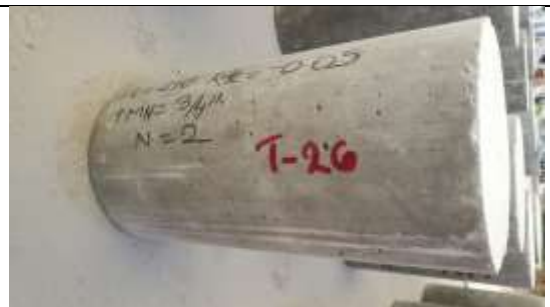
Probeta T-23



Probeta T-24



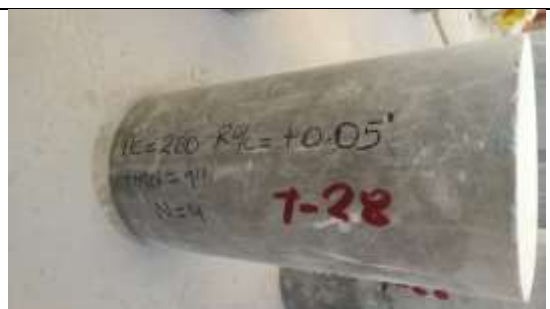
Probeta T-25



Probeta T-26



Probeta T-27



Probeta T-28



Probeta T-29



Probeta T-30



Probeta T-31



Probeta T-32

 <p>Probeta T-33</p>	 <p>Probeta T-34</p>
 <p>Probeta T-35</p>	 <p>Probeta T-36</p>
 <p>Probeta N-10</p>	 <p>Probeta N-11</p>



Probeta N-12



Probeta N-46



Probeta N-47



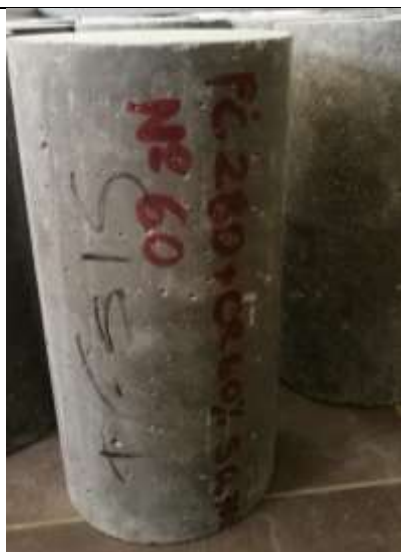
Probeta N-48



Probeta N-58



Probeta N-59



Probeta N-60



Probeta N-70



Probeta N-71



Probeta N-72



Probeta N-82



Probeta N-83

	
Probeta N-84	Probeta N-94
	
Probeta N-95	Probeta N-96
	
Probeta N-106	Probeta N-107



Probeta N-108



Probeta N-118



Probeta N-119



Probeta N-120



Probeta N-134



Probeta N-155

 <p>Concrete sample N-156. Red markings: $f'_{ci} = 350$, $N^{\circ} = 156$, $S: 1.44\%$.</p>	 <p>Concrete sample N-166. Red markings: $350 + CR 60\% + S: 1.44\%$, $N^{\circ} = 166$.</p>
<p>Probeta N-156</p>	<p>Probeta N-166</p>

 <p>Concrete sample N-167. Red markings: $350 + CR 60\% + S: 1.44\%$, $N^{\circ} = 167$.</p>	 <p>Concrete sample N-168. Red markings: $350 + CR 60\% + S: 1.44\%$, $N^{\circ} = 168$.</p>
<p>Probeta N-167</p>	<p>Probeta N-168</p>

 <p>Concrete sample N-178. Red markings: $350 + CR 40\% + S: 1.44\%$, $N^{\circ} = 178$.</p>	 <p>Concrete sample N-179. Red markings: $350 + CR 40\% + S: 1.44\%$, $N^{\circ} = 179$.</p>
<p>Probeta N-178</p>	<p>Probeta N-179</p>



Probeta N-180



Probeta N-190



Probeta N-191



Probeta N-192



Probeta N-202



Probeta N-203



Probeta N-204



Probeta N-214



Probeta N-215



Probeta N-216



Probeta N-226



Probeta N-227



Probeta N-228



Probeta N-262



Probeta N-263



Probeta N-264



Probeta N-274



Probeta N-275

 <p>Concrete cylinder specimen N-276. Handwritten text: 420 + CR 60% + S:0.706% N°: 276</p>	 <p>Concrete cylinder specimen N-286. Handwritten text: 420 + CR 40% + S:1.44% N°: 286</p>
<p>Probeta N-276</p>	<p>Probeta N-286</p>

 <p>Concrete cylinder specimen N-287. Handwritten text: 420 + CR 40% + S:1.44% N°: 287</p>	 <p>Concrete cylinder specimen N-288. Handwritten text: 420 + CR 40% + S:1.44% N°: 288</p>
<p>Probeta N-287</p>	<p>Probeta N-288</p>

 <p>Concrete cylinder specimen N-298. Handwritten text: 420 + CR 40% + S:0.706% N°: 298</p>	 <p>Concrete cylinder specimen N-299. Handwritten text: 420 + CR 40% + S:0.706% N°: 299</p>
<p>Probeta N-298</p>	<p>Probeta N-299</p>



Probeta N-300



Probeta N-310



Probeta N-311



Probeta N-312



Probeta N-322



Probeta N-323



Probeta N-324



Probeta AR-01



Probeta AR-02



Probeta AR-03



Probeta AR-04



Probeta AR-05



Probeta AR-06



Probeta A-07



Probeta A-08









Probeta A-09















Probeta A-10






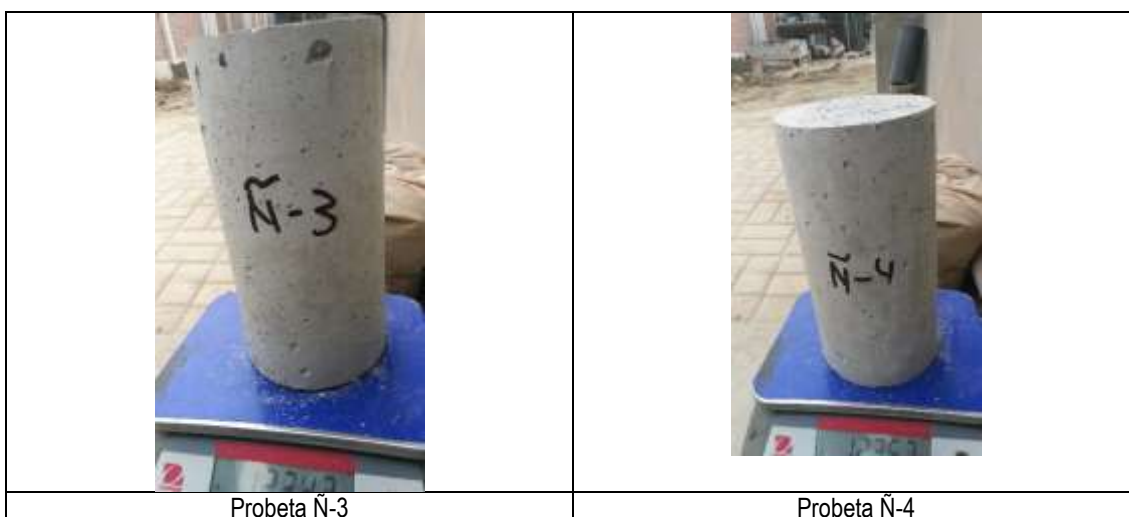
Probeta A-11

 <p>A cylindrical concrete sample with the label 'A-12' written in red on its side. The top surface is rough and uneven.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the label '1064' written in red on its side. A warning sign is visible in the background.</p>
<p>Probeta A-12</p>	<p>Probeta 1064</p>
 <p>A cylindrical concrete sample with the label '1065' written in red on its side. It is placed on a blue surface.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the label '1072' written in red on its side. It is placed on a blue surface.</p>
<p>Probeta 1065</p>	<p>Probeta 1072</p>
 <p>A cylindrical concrete sample with the label '1073' written in red on its side. It is placed on a blue surface.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the label '1078' written in red on its side. It is placed on a blue surface.</p>
<p>Probeta 1073</p>	<p>Probeta 1078</p>







 <p>A cylindrical concrete sample with a blue handwritten mark 'M14' at the top and a red handwritten number '1079' in the center. It is placed on a blue base.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with a red handwritten number '1080' in the center. It is placed on a blue base. A sign with the word 'ACCIDENTES' is visible in the background.</p>
<p>Probeta 1079</p>	<p>Probeta 1080</p>
 <p>A cylindrical concrete sample with a red handwritten number '1081' in the center. It is placed on a blue base.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with a blue handwritten mark 'M14' at the top and a red handwritten number '1084' in the center. It is placed on a blue base.</p>
<p>Probeta 1081</p>	<p>Probeta 1084</p>
 <p>A cylindrical concrete sample with a blue handwritten mark 'M14' at the top and a red handwritten number '1085' in the center. It is placed on a blue base.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with a blue handwritten mark 'M14' at the top and a red handwritten number '1088' in the center. It is placed on a blue base.</p>
<p>Probeta 1085</p>	<p>Probeta 1088</p>

 A cylindrical concrete specimen with the number 1089 written in red paint. It is placed on a blue base.	 A cylindrical concrete specimen with the number 1092 written in red paint. It is placed on a blue base.
Probeta 1089	Probeta 1092
 A cylindrical concrete specimen with the number 1093 written in red paint. It is placed on a blue base.	 A cylindrical concrete specimen with the number 1096 written in red paint. It is placed on a blue base.
Probeta 1093	Probeta 1096
 A cylindrical concrete specimen with the number 1097 written in red paint. It is placed on a blue base.	 A cylindrical concrete specimen with the number 2000 written in red paint. It is placed on a blue base.
Probeta 1097	Probeta 2000

 <p>A cylindrical concrete sample with the number '2001' written in red marker. It is placed on a blue base. A sign with the word 'ACCIDENTES' is visible in the background.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the number '2004' written in red marker. It is placed on a blue base. A sign with the word 'ACCIDENTES' is visible in the background.</p>
<p>Probeta 2001</p>	<p>Probeta 2004</p>
 <p>A cylindrical concrete sample with the number '2005' written in red marker. It is placed on a blue base.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the number '2008' written in red marker. It is placed on a blue base.</p>
<p>Probeta 2005</p>	<p>Probeta 2008</p>
 <p>A cylindrical concrete sample with the number '2009' written in red marker. There is also some blue handwritten text above the number. It is placed on a blue base.</p>	 <p>A cylindrical concrete sample with the number '2010' written in red marker. There is also some blue handwritten text above the number. It is placed on a blue base.</p>
<p>Probeta 2009</p>	<p>Probeta 2010</p>



	
<p>Probeta R-02, R-03, R-08</p>	<p>Probeta R-05, R-06</p>
	
<p>Probeta R-09, R-11, R-12</p>	<p>Probeta R-13, R-14, R-15</p>
	
<p>Probeta R-16, R-17, R-18</p>	<p>Probeta R-19, R-20, R-21</p>

	
<p>Probeta R-22, R-23, R-24</p>	<p>Probeta R-25, R-26, R-27</p>
	
<p>Probeta R-28, R-29, R-30</p>	<p>Probeta SA-01</p>
	
<p>Probeta SA-02</p>	<p>Probeta SA-03</p>



Probeta SA-04



Probeta SA-05



Probeta SA-06



Probeta SA-07



Probeta SA-08



Probeta SA-09



Probeta SA-10



Probeta SA-11



Probeta SA-12



Probeta SA-13

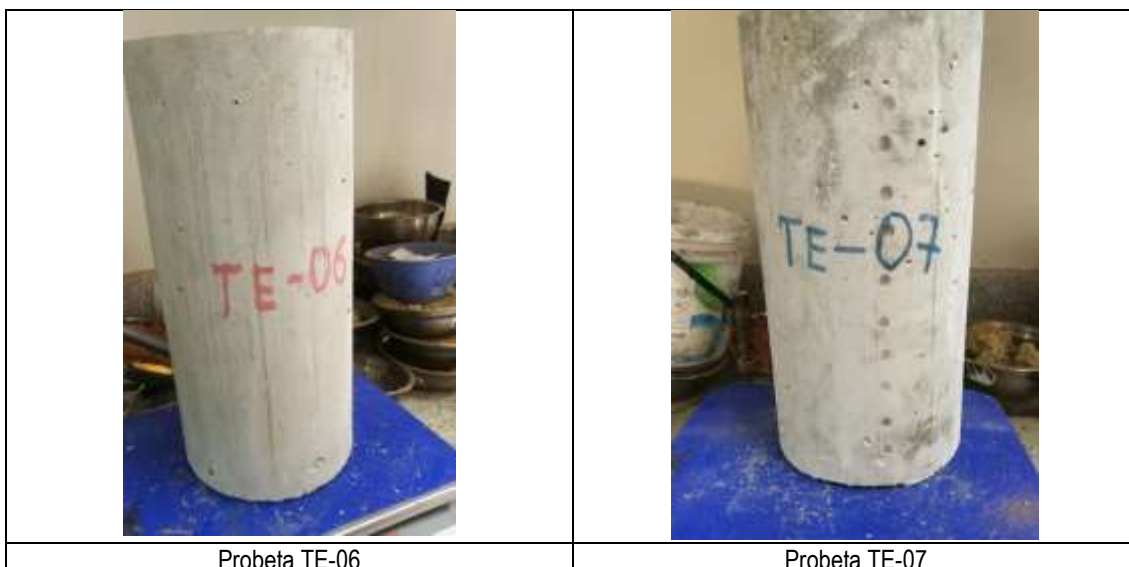
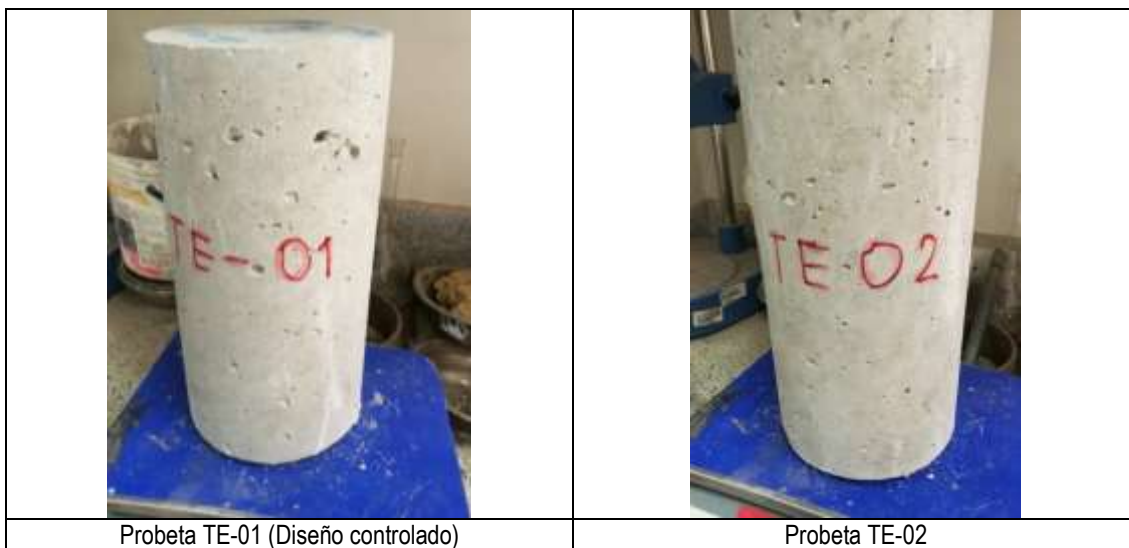


Probeta SA-14



Probeta SA-15

PROBETAS DE DISEÑO CONTROLADO





Probeta TE-09



Probeta TE-10



Probeta TE-11



Probeta TE-12



Probeta TE-13



Probeta TE-14



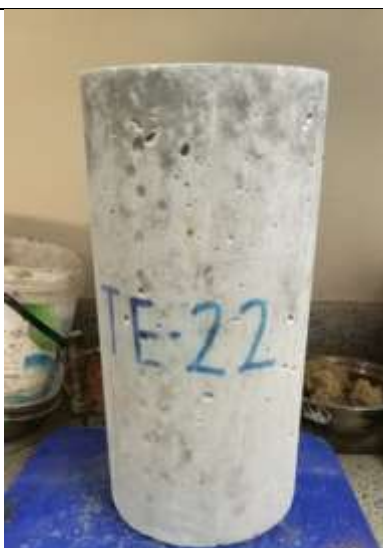
Probeta TE-15



Probeta TE-16



Probeta TE-20



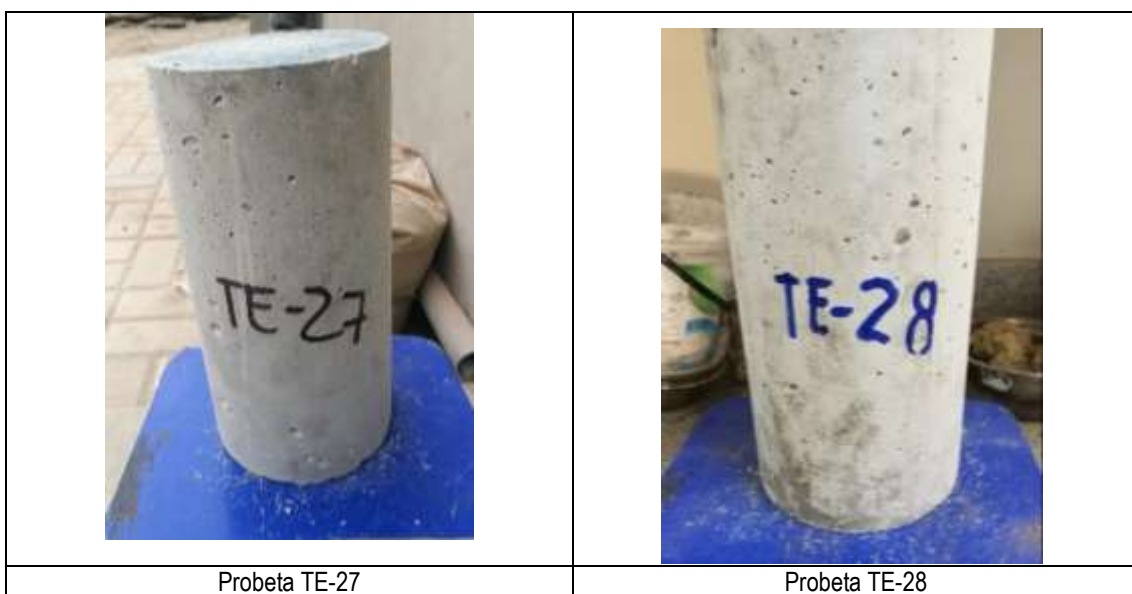
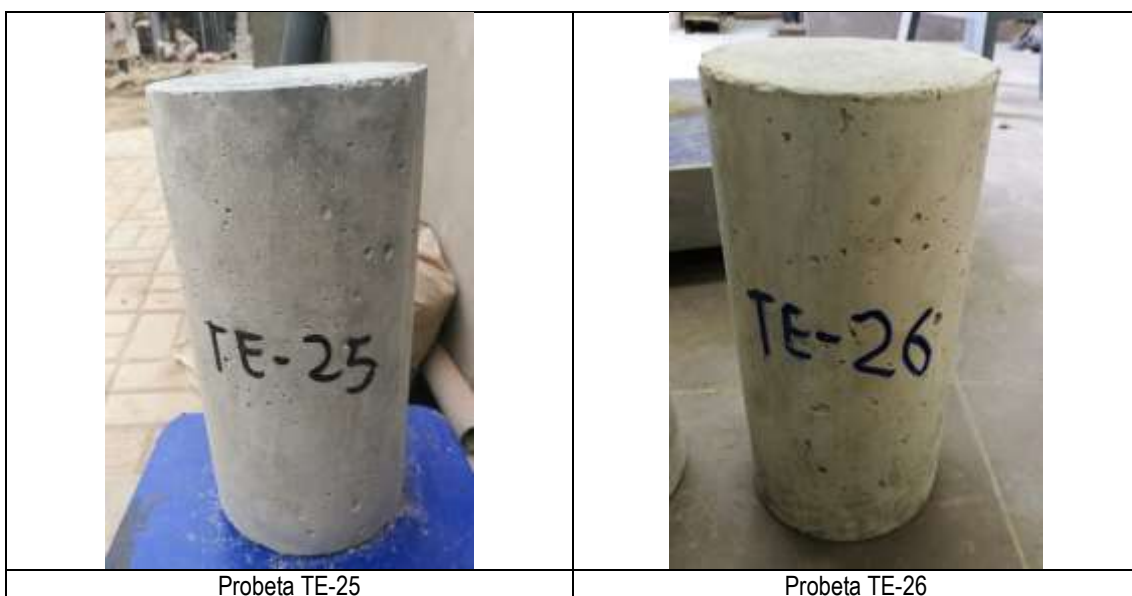
Probeta TE-22




Probeta TE-23



Probeta TE-24



	
Probeta TE-33	

Probetas con esferas de EPS



Probeta E-01 (100% mortero Cem:Are)



Probeta E-02 (20 cm concreto + 10 cm EPS)



Probeta E-03 (10 cm concreto + 20 cm EPS)



Probeta E-04 (5 cm concreto + 25 cm EPS)



Probeta E-05 (100% - 30 cm EPS)

7.5. Tabulación de datos

- Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)
- Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (Concretos de obras)
- Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación (Concreto de obras)
- Tabla N° 11. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (Diseño controlado)
- Tabla N° 12. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (Diseño controlado)
- Tabla N° 13. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación (Diseño controlado)

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
1	S-01	04/07/17	01/08/17	Tesis USS	280	28	15.15	15.1	0.3%			64,665	360
2	S-02	04/07/17	01/08/17	Tesis USS	280	28	15.1	15	0.7%			43,748	246
3	S-04	02/08/17	04/09/17	Losa cimentación e=0.50m PTAR	280	33	15.25	14.96	1.9%			49,132	274
4	S-05	02/08/17	04/09/17	Losa cimentación e=0.50m PTAR	280	33	15.04	15.28	1.6%			70,321	390
5	S-06	02/08/17	04/09/17	Losa cimentación e=0.50m PTAR	280	33	15.02	15	0.1%			63,812	361
6	S-07	05/08/17	04/09/17	Losa maciza rampa e=0.15m	280	30	14.92	15.15	1.5%			NO SALIO	NO
7	S-08	05/08/17	04/09/17	Losa maciza rampa e=0.15m	280	30	14.86	15.13	1.8%		0	58,487	331
8	S-09	05/08/17	04/09/17	Losa maciza rampa e=0.15m	280	30	14.89	15.02	0.9%		0	60,486	344
9	S-10	08/08/17	04/09/17	Columna 5to. Piso Tanque elevado	210	27	14.75	15.03	1.9%		0	64,681	371
10	S-11	08/08/17	04/09/17	Columna 5to. Piso Tanque elevado	210	27	14.75	15.03	1.9%		0	NO SALIO	
11	S-12	08/08/17	04/09/17	Columna 5to. Piso Tanque elevado	210	27	14.87	15.13	1.7%		0	NO SALIO	
12	S-13	09/08/17	04/09/17	Losa maciza, techo cuarto de bombas	210	26	15.1	15.16	0.4%		0	56,121	312
13	S-14	09/08/17	04/09/17	Losa maciza, techo cuarto de bombas	210	26	15.1	14.9	1.3%		0	57,264	324
14	S-15	09/08/17	04/09/17	Losa maciza, techo cuarto de bombas	210	26	14.9	15.14	1.6%		0	58,288	329
15	S-16	16/08/17	15/09/17	Viga tanque elevado	210	30	15.02	14.99	0.2%		0	47,584	269
16	S-17	14/08/17	15/09/17	Rampa concreto	210	32	15.01	15	0.1%		0	NO SALIO	

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
17	S-18	14/08/17	15/09/17	Rampa concreto	210	32	15.02	15	0.1%		0	54,744	309
18	S-19	16/08/17	15/09/17	Viga tanque elevado	210	30	15	15	0.0%		0	46,461	263
19	245	30/09/17	21/11/17	Columna sector A3	210	52	15.24	14.95	1.9%		0	56,784	317
20	246	30/09/17	21/11/17	Columna sector A3	210	52	15.15	14.9	1.7%		0	57,546	325
21	251	11/10/17	21/11/17	Zapata Sector F	210	41	14.95	15.1	1.0%		0	54,638	308
22	252	11/10/17	21/11/17	Zapata Sector F	210	41	15.15	14.95	1.3%		0	55,806	314
23	255	13/10/17	21/11/17	Buzón sector DR	210	39	14.75	15	1.7%		0	69,864	402
24	256	13/10/17	21/11/17	Buzón sector DR	210	39	15.05	14.85	1.3%		0	74,950	427
25	259	13/10/17	21/11/17	Losa Sector A3	210	39	14.95	14.9	0.3%		0	42,798	245
26	260	13/10/17	21/11/17	Losa Sector A3	210	39	15.2	15	1.3%		0	49,798	278
27	267	16/10/17	21/11/17	Zapata corrida sector C2	210	36	14.87	15.15	1.9%		0	53,713	304
28	268	16/10/17	21/11/17	Zapata corrida sector C2	210	36	14.95	15.15	1.3%		0	55,128	310
29	277	17/10/17	21/11/17	Viga de cimentación Sector C2	210	35	14.9	15.1	1.3%		0	46,651	264
30	278	17/10/17	21/11/17	Viga de cimentación Sector C2	210	35	14.8	14.85	0.3%		0	47,089	273
31	289	21/10/17	21/11/17	Placa sector B2	210	31	15.2	15.05	1.0%		0	47,628	265
32	290	21/10/17	21/11/17	Placa sector B2	210	31	14.9	15.15	1.7%		0	47,074	266

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
33	295	27/10/17	22/12/17	Columna C1	210	56	15.02	15.18	1.1%	12,245	2,279	65,337	365
34	296	27/10/17	22/12/17	Columna C1	210	56	15.05	15.27	1.5%	12,138	2,242	64,113	355
35	299	30/10/17	22/12/17	Placa A3	210	53	15.16	15.27	0.7%	11,878	2,178	53,202	293
36	300	30/10/17	22/12/17	Placa A3	210	53	15.02	14.98	0.3%	11,949	2,254	54,467	308
37	303	31/10/17	22/12/17	Columnas C2	210	52	14.93	15.22	1.9%	12,216	2,281	44,541	250
38	304	31/10/17	22/12/17	Columnas C2	210	52	15.03	15.03	0.0%	11,855	2,227	45,465	256
39	331	08/11/17	22/12/17	Muro de contencion MC-07	210	44	15.25	15.14	0.7%	12,004	2,207	35,790	197
40	332	08/11/17	22/12/17	Muro de contencion MC-07	210	44	15.13	14.9	1.5%	11,885	2,237	36,418	206
41	343	09/11/17	22/12/17	Losa aligerada B1	210	43	15.21	15	1.4%	11,683	2,173	42,445	237
42	344	09/11/17	22/12/17	Losa aligerada B1	210	43	14.92	15	0.5%	11,830	2,243	44,813	255
43	359	11/11/17	22/12/17	Pantalla MC-08	210	41	15.08	15.3	1.5%	11,602	2,134	30,759	170
44	360	11/11/17	22/12/17	Pantalla MC-08	210	41	15.21	15	1.4%	11,915	2,216	31,302	175
45	442	25/11/17	22/12/17	Podios A2	245	27	15.27	15.2	0.5%	12,741	2,330	55,099	302
46	443	25/11/17	22/12/17	Podios A2	245	27	15.14	15	0.9%	12,480	2,332	42,393	238
47	383	15/11/17	22/12/17	Losa aligerada A3	210	37	15.1	15.21	0.7%	12,343	2,281	43,596	242
48	384	15/11/17	22/12/17	Losa aligerada A3	210	37	15.36	15.13	1.5%	12,315	2,249	48,291	265

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
49	398	18/11/17	22/12/17	Zapata MC-07	210	34	15.04	15.01	0.2%	12,038	2,263	34,089	192
50	399	18/11/17	22/12/17	Zapata MC-07	210	34	15.05	15.29	1.6%	12,160	2,243	38,492	213
51	402	20/11/17	22/12/17	Placa B1	210	32	15.21	14.97	1.6%	11,636	2,169	43,385	243
52	403	20/11/17	22/12/17	Placa B1	210	32	15.27	15.14	0.9%	11,772	2,161	45,681	252
53	406	20/11/17	22/12/17	Zapata MC-07	210	32	15.15	15.34	1.3%	12,074	2,205	45,348	248
54	407	20/11/17	22/12/17	Zapata MC-07	210	32	15.12	15.36	1.6%	12,179	2,226	43,922	241
55	410	21/11/17	22/12/17	Pantalla MC-07	210	31	15.19	15.35	1.1%	12,095	2,202	38,108	208
56	411	21/11/17	22/12/17	Pantalla MC-07	210	31	15.11	15.05	0.4%	11,880	2,217	32,488	182
57	414	21/11/17	22/12/17	Zapata MC-08	210	31	14.97	15.1	0.9%	12,069	2,266	48,872	275
58	415	21/11/17	22/12/17	Zapata MC-08	210	31	15.06	15.34	1.9%	12,248	2,250	50,408	278
59	418	21/11/17	22/12/17	Columnas H	210	31	15.21	15	1.4%	12,056	2,243	53,865	301
60	419	21/11/17	22/12/17	Columnas H	210	31	15.33	15.03	2.0%	12,183	2,244	56,614	313
61	422	22/11/17	22/12/17	Pantalla MC-07	210	30	15.42	15.13	1.9%	12,556	2,284	53,561	292
62	423	22/11/17	22/12/17	Pantalla MC-07	210	30	15.19	14.99	1.3%	12,296	2,292	49,548	277
63	426	22/11/17	22/12/17	Columnas B1	210	30	15.01	15.03	0.1%	12,310	2,316	55,090	311
64	427	22/11/17	22/12/17	Columnas B1	210	30	15.04	15.18	0.9%	12,360	2,298	55,628	310

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
65	430	22/11/17	22/12/17	Podios A2	245	30	15.3	15.03	1.8%	11,933	2,202	49,687	275
66	431	22/11/17	22/12/17	Podios A2	245	30	14.88	15.15	1.8%	11,984	2,256	44,687	252
67	394	18/11/17	22/12/17	Podios A2	245	34	15.04	15.29	1.7%	11,910	2,198	49,766	276
68	395	18/11/17	22/12/17	Podios A2	245	34	15.34	15.13	1.4%	12,101	2,213	50,037	274
69	474	08/12/17	20/02/18	Vigas - Losa Sector C1	210	74	14.93	15.14	1.4%	12,227	2,296	42,505	239
70	475	08/12/17	20/02/18	Vigas - Losa Sector C1	210	74	15.2	15.02	1.2%	12,251	2,277	46,079	257
71	494	09/12/17	20/02/18	Losa aligerada C1	210	73	15.03	15.14	0.7%	12,001	2,238	43,594	244
72	495	09/12/17	20/02/18	Losa aligerada C1	210	73	14.92	15.14	1.5%	12,002	2,255	43,876	247
73	518	13/12/17	20/02/18	Placas asensor sector A3	210	69	15.05	14.94	0.7%	11,972	2,260	48,927	277
74	519	13/12/17	20/02/18	Placas asensor sector A3	210	69	15.21	15.21	0.0%	12,287	2,254	52,453	289
75	530	14/12/17	20/02/18	Vigas - Losa Sector F	210	68	15.35	15.16	1.3%	12,207	2,226	49,861	273
76	531	14/12/17	20/02/18	Vigas - Losa Sector F	210	68	15.05	15.18	0.9%	11,827	2,197	46,589	260
77	542	17/12/17	20/02/18	Losa aligerada sector B2	210	65	15.23	15.27	0.3%	12,462	2,274	60,636	332
78	543	17/12/17	20/02/18	Losa aligerada sector B2	210	65	15.18	15.48	2.0%	12,617	2,279	57,412	311
79	575	22/12/17	20/02/18	Losa 1er nivel sector B1	210	60	15.09	15.32	1.5%	12,406	2,278	65,087	358
80	576	22/12/17	20/02/18	Losa 1er nivel sector B1	210	60	15.26	15.28	0.1%	12,309	2,241	65,080	355

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
81	595	04/01/18	20/02/18	Losa aligerada - 2do nivel A3	210	47	15.52	15.3	1.4%	12,606	2,253	52,878	284
82	596	04/01/18	20/02/18	Losa aligerada - 2do nivel A3	210	47	15.09	15.26	1.1%	12,381	2,282	49,516	274
83	630	12/01/18	20/02/18	Losa aligerada - Sector C2	210	39	14.86	15.07	1.4%	12,006	2,275	57,206	325
84	631	12/01/18	20/02/18	Losa aligerada - Sector C2	210	39	15.58	15.37	1.4%	12,431	2,203	58,090	309
85	643	13/01/18	20/02/18	Losa aligerada - Sector C2	210	38	15.01	15.2	1.3%	12,021	2,236	59,533	332
86	644	13/01/18	20/02/18	Losa aligerada - Sector C2	210	38	15.26	15	1.7%	12,043	2,233	56,099	312
87	691	24/01/18	20/02/18	Columnas A3	210	27	15.18	15.16	0.1%	12,638	2,331	49,564	274
88	692	24/01/18	20/02/18	Columnas A3	210	27	15.1	15.13	0.2%	12,387	2,301	52,276	291
89	699	26/01/18	20/02/18	Columnas y placas	210	25	15.12	15.37	1.7%	12,368	2,259	55,221	303
90	700	26/01/18	20/02/18	Columnas y placas	210	25	15.38	15.24	0.9%	12,301	2,227	56,156	305
91	717	31/01/18	20/02/18	Losa aligerada Sector C1	210	20	15	15.23	1.5%	12,534	2,328	51,074	285
92	718	31/01/18	20/02/18	Losa aligerada Sector C1	210	20	15.02	15.32	2.0%	12,364	2,280	47,575	263
93	753	01/02/18	20/02/18	Losa aligerada Sector C1	210	19	15.14	15.04	0.7%	12,216	2,277	49,828	279
94	754	01/02/18	20/02/18	Losa aligerada Sector C1	210	19	15.04	15.07	0.2%	12,084	2,263	51,662	290
95	763	03/01/18	26/03/18	B1 Vigas	210	82	14.892	14.828	0.4%	11,927	2,292	47,762	275
96	760	03/01/18	26/03/18	B1 Vigas	210	82	15.176	15.186	0.1%	12,283	2,262	55,935	309

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
97	789	08/02/18	26/03/18	B2 Losa	210	46	15.012	15.11	0.7%	12,154	2,274	56,914	319
98	812	19/02/18	26/03/18	Losa	210	35	15.116	15.093	0.2%	12,272	2,283	58,414	326
99	818	15/02/18	26/03/18	B2 - Col	210	39	14.998	15.223	1.5%	12,148	2,258	46,467	259
100	847	01/03/18	26/03/18	C2 Montacarga	210	25	15.076	15.226	1.0%	12,610	2,331	NO SALIO	
101	857	03/03/18	26/03/18	C1 Losa 2do. Nivel	210	23	14.85	14.623	1.6%	11,634	2,274	54,037	317
102	849	02/03/18	26/03/18	C1 Losa	210	24	15.094	15.052	0.3%	12,359	2,309	47,857	268
103	761	03/01/18	26/03/18	C1 Vigas	210	82	14.893	15.163	1.8%	12,039	2,263	51,180	289
104	848	01/03/18	26/03/18	C2 Montacarga	210	25	15.175	15.338	1.1%	12,957	2,363	56,470	309
105	817	15/02/18	26/03/18	B2 Col 1er nivel	210	39	15.171	15.435	1.7%	12,311	2,231	44,199	240
106	825	22/02/18	26/03/18	A3 Losa 4to. Nivel	210	32	14.835	14.93	0.6%	12,346	2,366	53,183	306
107	811	19/02/18	26/03/18	Losa	210	35	15.115	15.342	1.5%	12,558	2,298	56,272	309
108	850	02/03/18	26/03/18	C1 Losa	210	24	15.208	15.115	0.6%	12,632	2,332	56,516	313
109	826	22/02/18	26/03/18	A3 Losa 4to. Nivel	210	32	14.75	14.698	0.4%	11,721	2,295	59,944	352
110	799	13/02/18	26/03/18	C2 Losa 1er. Nivel	210	41	14.873	15.132	1.7%	12,248	2,310	42,368	240
111	788	08/02/18	26/03/18	B2 Losa	210	46	15.044	15.098	0.4%	12,252	2,289	44,374	249
112	800	13/02/18	26/03/18	C2 Losa 1er. Nivel	210	41	15.177	15.425	1.6%	12,496	2,265	47,359	258

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
113	858	03/03/18	26/03/18	C1 Losa 2do Nivel	210	23	14.571	14.818	1.7%	11,932	2,345	43,587	257
114	764	03/01/18	26/03/18	B1 Vigas	210	82	15.433	15.245	1.2%	12,237	2,207	41,893	227
115	A-1	28/02/18	13/03/18	Techo estructuras Mod. Of.	210	13	14.884	15.151	1.8%	12,215	2,299	34,062	192
116	A-2	28/02/18	13/03/18	Techo estructuras Mod. Of.	210	13	15.13	15.079	0.3%	12,775	2,377	34,329	192
117	B-1	17/02/18	13/03/18	Platea módulo dormitorio 2	210	24	14.99	15.016	0.2%	12,065	2,275	NO SALIO	
118	B-2	17/02/18	13/03/18	Platea módulo dormitorio 2	210	24	15.242	15.475	1.5%	12,660	2,278	37,143	200
119	C-1	19/02/18	13/03/18	Muros módulo Oficina	210	22	14.812	14.63	1.2%	12,320	2,413	34,948	205
120	C-2	19/02/18	13/03/18	Muros módulo Oficina	210	22	15.058	14.782	1.9%	12,700	2,421	55,027	315
121	D-1	22/02/18	13/03/18	Muro módulo dormitorio 7	210	19	15.073	14.839	1.6%	12,150	2,305	36,223	206
122	D-2	22/02/18	13/03/18	Muro módulo dormitorio 7	210	19	15.122	15.074	0.3%	12,650	2,355	36,049	201
123	E-1	02/03/18	13/03/18	Techo estructuras Mod. Dorm. 7	210	11	14.989	15.121	0.9%	12,635	2,366	24,538	138
124	E-2	02/03/18	13/03/18	Techo estructuras Mod. Dorm. 7	210	11	15.113	15.275	1.1%	12,690	2,333	NO SALIO	
125	F-1	02/02/18	13/03/18	Platea módulo dormitorio 1	210	39	15.167	14.968	1.3%	12,605	2,356	25,260	142
126	F-2	02/02/18	13/03/18	Platea módulo dormitorio 1	210	39	14.848	15.448	4.0%	12,580	2,327	NO SALIO	
127	G-1	07/02/18	13/03/18	Techo	210	34	14.909	14.667	1.6%	12,170	2,362	38,070	222
128	G-2	07/02/18	13/03/18	Techo	210	34	14.749	14.553	1.3%	12,005	2,374	44,396	263

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
129	H-1	08/02/18	13/03/18	Módulo SS.HH. Platea	210	33	15.242	14.949	2.0%	12,695	2,365	59,181	331
130	881	12/04/18	05/05/18	Losa aligerada azotea sector A3	210	23	15.151	15.025	0.8%	12,332	2,299	43,396	243
131	882	12/04/18	05/05/18	Losa aligerada azotea sector A3	210	23	15.05	15.02	0.2%	12,223	2,295	50,910	287
132	885	12/04/18	05/05/18	Losa aligerada azotea sector A3	210	23	15.26	15.194	0.4%	12,555	2,298	57,986	318
133	886	12/04/18	05/05/18	Losa aligerada azotea sector A3	210	23	14.9	14.694	1.4%	11,563	2,241	57,980	337
134	873	03/04/18	05/05/18	Losa aligerada sector B2	210	32	15.129	14.918	1.4%	12,471	2,345	61,254	346
135	874	03/04/18	05/05/18	Losa aligerada sector B2	210	32	15.241	15.218	0.2%	12,617	2,309	57,828	317
136	877	03/04/18	05/05/18	Losa aligerada sector B2	210	32	15.106	14.908	1.3%	12,124	2,285	61,718	349
137	878	03/04/18	05/05/18	Losa aligerada sector B2	210	32	14.795	14.598	1.3%	12,154	2,388	57,980	342
138	869	27/03/18	05/05/18	Placas 4to piso. Sector A3	210	39	15.059	14.972	0.6%	12,330	2,321	61,397	347
139	870	27/03/18	05/05/18	Placas 4to piso. Sector A3	210	39	14.68	14.761	0.6%	11,785	2,308	59,845	352
140	865	28/03/18	05/05/18	Columnas 4to. Piso Sector A3	210	38	14.922	15.025	0.7%	12,099	2,290	66,469	377
141	866	28/03/18	05/05/18	Columnas 4to. Piso Sector A3	210	38	14.917	15.214	2.0%	12,182	2,278	45,780	257
142	843	26/02/18	05/05/18	Columnas 2do nivel C1	210	68	14.896	15.141	1.6%	12,471	2,347	68,937	389
143	844	26/02/18	05/05/18	Columnas 2do nivel C1	210	68	15.325	15.19	0.9%	12,643	2,305	53,280	291
144	766	05/01/18	05/05/18	Columnas 1er nivel C1	210	120	15.163	15.401	1.6%	12,578	2,286	50,780	277

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
145	767	05/01/18	05/05/18	Columnas 1er nivel C1	210	120	14.974	14.934	0.3%	12,312	2,337	55,194	314
146	871	27/03/18	05/05/18	Placas 4to piso. Sector A3	210	39	14.97	15.217	1.6%	12,358	2,302	62,849	351
147	872	27/03/18	05/05/18	Placas 4to piso. Sector A3	210	39	14.751	14.498	1.7%	11,748	2,331	51,694	308
148	888	12/04/18	05/05/18	Losas maciza - Escalera 5to nivel A3	210	23	15.05	15.265	1.4%	12,795	2,364	58,754	326
149	889	12/04/18	05/05/18	Losas maciza - Escalera 5to nivel A3	210	23	15.199	14.928	1.8%	12,412	2,322	44,796	251
150	T-3	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.256	15.192	0.4%	13,026	2,385	38,737	213
151	T-2	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.161	15.172	0.1%	13,045	2,407	28,320	157
152	T-1	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.26	15.202	0.4%	12,840	2,349	38,927	214
153	T-4	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.228	15.271	0.3%	12,743	2,326	48,325	265
154	T-5	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.24	15.2	0.3%	12,766	2,339	57,322	315
155	T-6	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.254	15.188	0.4%	12,735	2,333	48,485	266
156	T-7	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.167	15.253	0.6%	12,798	2,348	42,673	235
157	T-8	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.248	15.258	0.1%	12,707	2,318	37,562	206
158	T-9	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.226	15.24	0.1%	12,889	2,357	NO SALIO	
159	T-10	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.232	15.294	0.4%	12,839	2,339	44,141	241
160	T-11	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.16	15.287	0.8%	12,743	2,334	55,370	304

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
161	T-12	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.246	15.272	0.2%	12,771	2,328	58,436	320
162	T-13	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.218	15.239	0.1%	12,390	2,268	26,585	146
163	T-14	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.242	15.256	0.1%	12,563	2,293	28,560	156
164	T-15	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.343	15.317	0.2%	12,461	2,250	39,319	213
165	T-16	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.277	15.247	0.2%	12,815	2,335	61,423	336
166	T-17	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.151	15.248	0.6%	12,706	2,334	61,898	341
167	T-18	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.187	15.248	0.4%	12,738	2,335	59,784	329
168	T-19	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.184	15.261	0.5%	12,734	2,332	40,092	220
169	T-20	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.283	15.103	1.2%	12,620	2,320	43,004	237
170	T-21	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.159	15.188	0.2%	12,616	2,326	42,478	235
171	T-34	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.291	15.228	0.4%	12,779	2,329	61,010	334
172	T-35	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.251	15.254	0.0%	12,699	2,317	54,685	299
173	T-36	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.236	15.156	0.5%	12,788	2,350	59,954	331
174	T-31	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.285	15.251	0.2%	12,544	2,284	36,738	201
175	T-32	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.275	15.256	0.1%	12,666	2,307	38,185	209
176	T-33	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.264	15.222	0.3%	12,563	2,295	34,343	188

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
177	T-28	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.25	15.218	0.2%	12,802	2,341	43,461	238
178	T-29	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.225	15.246	0.1%	12,974	2,372	42,288	232
179	T-25	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.22	15.166	0.4%	12,734	2,341	49,793	275
180	T-30	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.198	15.184	0.1%	12,568	2,312	47,590	263
181	T-23	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.281	15.193	0.6%	12,555	2,295	NO SALIO	
182	T-26	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.246	15.2	0.3%	12,683	2,323	51,155	281
183	T-22	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.236	15.258	0.1%	12,503	2,283	NO SALIO	
184	T-27	23/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	210	33	15.257	15.25	0.0%	12,860	2,346	50,456	276
185	T-24	24/04/18	26/05/18	Tesis: Relac a/c vs permeabilidad	280	32	15.218	15.266	0.3%	12,520	2,287	NO SALIO	
186	N-10	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.275	15.263	0.1%	12,793	2,329	59,268	324
187	N-11	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.242	15.256	0.1%	12,759	2,329	56,284	308
188	N-12	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.213	15.261	0.3%	12,774	2,335	55,142	302
189	N-46	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.254	15.278	0.2%	12,383	2,255	68,446	374
190	N-47	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.264	15.241	0.2%	12,348	2,253	66,830	366
191	N-48	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.231	15.284	0.3%	12,359	2,253	66,285	363
192	N-58	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.262	15.227	0.2%	12,318	2,250	64,413	353

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
193	N-59	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.257	15.256	0.0%	12,338	2,250	62,403	341
194	N-60	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.219	15.301	0.5%	12,259	2,234	66,493	364
195	N-70	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.225	15.271	0.3%	12,405	2,265	67,575	370
196	N-71	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.23	15.268	0.2%	12,471	2,276	67,529	370
197	N-72	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.266	15.281	0.1%	12,393	2,255	69,240	378
198	N-82	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.27	15.241	0.2%	12,616	2,301	67,582	370
199	N-83	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.27	15.271	0.0%	12,532	2,281	62,808	343
200	N-84	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.251	15.234	0.1%	12,584	2,299	64,317	352
201	N-94	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.266	15.259	0.0%	12,619	2,299	68,509	374
202	N-95	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.262	15.276	0.1%	12,534	2,282	66,687	364
203	N-96	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.236	15.287	0.3%	12,553	2,287	52,022	284
204	N-106	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.254	15.262	0.1%	12,592	2,296	68,867	377
205	N-107	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.248	15.273	0.2%	12,582	2,293	63,159	345
206	N-108	18/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	280	38	15.228	15.266	0.2%	12,626	2,305	69,241	379
207	N-118	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.232	15.225	0.0%	12,697	2,324	69,993	384
208	N-119	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.219	15.223	0.0%	12,649	2,317	67,519	371

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
209	N-120	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.249	15.262	0.1%	12,646	2,306	71,305	390
210	N-154	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.269	15.22	0.3%	12,352	2,256	76,667	420
211	N-155	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.256	15.255	0.0%	12,255	2,235	74,018	405
212	N-156	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.247	15.218	0.2%	12,332	2,256	74,121	407
213	N-166	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.24	15.238	0.0%	12,301	2,248	75,091	412
214	N-167	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.225	15.24	0.1%	12,300	2,250	66,082	363
215	N-168	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.226	15.251	0.2%	12,264	2,242	68,433	375
216	N-178	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.241	15.274	0.2%	12,574	2,292	80,764	442
217	N-179	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.254	15.236	0.1%	12,605	2,302	78,838	432
218	N-180	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.242	15.218	0.2%	12,610	2,307	80,985	445
219	N-190	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.259	15.243	0.1%	12,457	2,273	67,055	367
220	N-191	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.299	15.233	0.4%	12,446	2,267	70,180	383
221	N-192	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.252	15.245	0.0%	12,561	2,293	69,319	380
222	N-202	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.217	15.272	0.4%	12,525	2,287	77,508	425
223	N-203	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.263	15.229	0.2%	12,583	2,298	74,541	408
224	N-204	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.227	15.23	0.0%	12,519	2,291	78,885	433

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
225	N-214	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.245	15.252	0.0%	12,559	2,292	82,867	454
226	N-215	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.222	15.26	0.2%	12,354	2,257	73,142	401
227	N-216	19/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	350	37	15.251	15.21	0.3%	12,631	2,311	76,440	420
228	N-226	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.233	15.254	0.1%	12,531	2,289	72,302	396
229	N-227	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.269	15.266	0.0%	12,589	2,292	73,005	399
230	N-228	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.254	15.267	0.1%	12,546	2,286	75,937	415
231	N-262	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.257	15.26	0.0%	12,337	2,249	86,321	472
232	N-263	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.278	15.232	0.3%	12,368	2,256	83,918	459
233	N-264	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.245	15.257	0.1%	12,406	2,264	83,996	460
234	N-274	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.264	15.247	0.1%	12,352	2,253	82,463	451
235	N-275	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.248	15.231	0.1%	12,383	2,263	85,591	469
236	N-276	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.289	15.261	0.2%	12,400	2,256	NO SALIO	
237	N-286	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.225	15.26	0.2%	12,509	2,285	92,926	509
238	N-287	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.24	15.246	0.0%	12,558	2,294	99,038	543
239	N-288	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.264	15.257	0.0%	12,496	2,277	104,047	569
240	N-298	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.253	15.244	0.1%	12,252	2,236	76,665	420

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
241	N-299	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.275	15.241	0.2%	12,395	2,260	79,121	433
242	N-300	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.225	15.188	0.2%	12,278	2,254	77,150	425
243	N-310	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.258	15.254	0.0%	12,567	2,292	82,653	452
244	N-311	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.248	15.167	0.5%	12,246	2,247	85,800	472
245	N-312	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.287	15.226	0.4%	12,536	2,286	83,419	456
246	N-322	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.242	15.229	0.1%	12,521	2,289	82,542	453
247	N-323	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.252	15.234	0.1%	12,492	2,282	80,557	441
248	N-324	20/04/18	26/05/18	Tesis: Concreto Reciclado	420	36	15.247	15.229	0.1%	12,587	2,301	83,259	457
249	AR-01	09/03/18	31/05/18	C. Recolectora E y S Km. 12+285	210	83	15.411	15.411	0.0%	13,000	2,323	45,540	244
250	AR-02	28/04/18	31/05/18	Vereda	210	33	15.378	15.163	1.4%	12,950	2,357	61,600	336
251	AR-03	21/12/17	31/05/18	Alcantarilla Km 24+212. Caja salida	210	161	15.177	15.367	1.3%	12,500	2,275	79,130	432
252	AR-04	24/01/18	31/05/18	Zapata	210	127	14.884	14.998	0.8%	11,750	2,234	49,640	283
253	AR-05	22/12/17	31/05/18	Baden Km 15+766.67	210	160	14.704	14.76	0.4%	12,050	2,356	63,620	373
254	AR-06	11/11/17	31/05/18	Vereda calle Cois Cdra. 7	210	201	15.38	15.328	0.3%	13,200	2,376	72,180	390
255	A-07	21/10/17	31/05/18	Bz PL - 14 SUR	280	222	15.336	15.134	1.3%	11,600	2,121	47,960	263
256	A-08	29/01/18	31/05/18	TC-05	280	122	15.257	14.993	1.8%	12,450	2,310	68,170	379

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
257	A-09	30/04/18	31/05/18	Cuneta	210	31	15.108	15.352	1.6%	12,900	2,360	78,850	433
258	A-10	25/01/18	31/05/18	TC-02	280	126	14.978	15.15	1.1%	12,350	2,310	58,950	331
259	A-11	25/01/18	31/05/18	TC-04	280	126	14.793	14.938	1.0%	12,300	2,362	66,990	386
260	A-12	20/10/17	31/05/18	Martillo	210	223	14.91	14.962	0.3%	12,250	2,331	47,730	272
261	1064	05/06/18	22/06/18	Falso piso C1	175	17	15.13	15.1	0.2%	12,109	2,250	38,741	216
262	1065	05/06/18	22/06/18	Falso piso C1	175	17	15.21	15.22	0.1%	12,083	2,215	35,255	194
263	1072	05/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	17	15.43	15.24	1.2%	12,539	2,263	46,025	249
264	1073	05/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	17	15.01	15.3	1.9%	12,441	2,299	46,981	260
265	1078	05/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	17	14.87	15.15	1.9%	13,377	2,520	45,191	255
266	1079	05/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	17	14.91	15.14	1.5%	12,446	2,340	49,203	278
267	1080	05/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	17	15.12	15.24	0.8%	12,600	2,321	47,121	260
268	1081	05/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	17	14.92	15.16	1.6%	12,403	2,327	43,872	247
269	1084	06/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	16	15.04	15.24	1.3%	12,484	2,312	41,657	231
270	1085	06/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	16	15.35	15.22	0.9%	12,439	2,260	48,487	264
271	1088	06/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	16	15.31	15.21	0.7%	12,155	2,215	41,388	226
272	1089	06/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	16	15.33	15.14	1.3%	12,220	2,235	38,981	214

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
273	1092	06/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	16	15.22	15.22	0.0%	12,607	2,310	48,907	269
274	1093	06/06/18	22/06/18	Losa aligerada A1	210	16	15.12	15.35	1.5%	12,476	2,281	45,154	248
275	1096	07/06/18	22/06/18	Columna A1	210	15	15.22	15.23	0.1%	12,367	2,264	37,769	207
276	1097	07/06/18	22/06/18	Columna A1	210	15	14.61	14.83	1.5%	11,676	2,287	34,186	201
277	2000	08/06/18	22/06/18	Cisterna D	210	14	14.64	14.82	1.2%	11,541	2,258	36,267	213
278	2001	08/06/18	22/06/18	Cisterna D	210	14	15.24	15	1.6%	12,070	2,241	46,905	261
279	2004	08/06/18	22/06/18	Cisterna D	210	14	14.73	14.92	1.3%	11,901	2,298	48,379	280
280	2005	08/06/18	22/06/18	Cisterna D	210	14	15.28	15.04	1.6%	12,180	2,249	44,843	248
281	2008	12/06/18	22/06/18	Losa aligerada A2	210	10	14.82	14.62	1.4%	11,786	2,309	39,164	230
282	2009	12/06/18	22/06/18	Losa aligerada A2	210	10	15.22	15.05	1.1%	12,326	2,284	41,639	231
283	2010	12/06/18	22/06/18	Losa aligerada A2	210	10	15.11	15.34	1.5%	12,632	2,313	46,393	255
284	2011	12/06/18	22/06/18	Losa aligerada A2	210	10	15.14	15.02	0.8%	12,251	2,286	38,212	214
285	2020	12/06/18	22/06/18	Losa aligerada A2	210	10	15.34	15.15	1.3%	12,197	2,227	33,971	186
286	2021	12/06/18	22/06/18	Losa aligerada A2	210	10	14.768	14.655	0.8%	11,636	2,282	32,631	192
287	Ñ-1	12/04/18	05/07/18	Concurso probetas Universidad	280	84	15.1	15.2	0.7%	12,956	2,396	48,046	267
288	Ñ-2	12/04/18	05/07/18	Concurso probetas Universidad	210	84	14.93	15	0.5%	11,931	2,261	60,763	345

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
289	Ñ-3	01/06/18	05/07/18	Concurso probetas Universidad	280	34	14.9	15.1	1.3%	12,342	2,328	50,918	288
290	Ñ-4	01/06/18	05/07/18	Concurso probetas Universidad	280	34	15	15.1	0.7%	12,366	2,317	55,455	312
291	R-2	02/04/18	23/07/18	Zapata - Cimentacion reservorio	280	112	15.26	15.3	0.3%	13,227	2,404	100,587	549
292	R-3	02/04/18	25/07/18	Zapata - Cimentacion reservorio	280	114	15.25	15.27	0.1%	13,497	2,460	66,303	363
293	R-5	07/04/18	23/07/18	Viga de cimentacion	280	107	15.32	15.49	1.1%	13,389	2,395	93,975	504
294	R-6	07/04/18	25/07/18	Viga de cimentacion	280	109	15.39	15.45	0.4%	13,591	2,426	80,523	431
295	R-8	20/04/18	23/07/18	Anillo N° 2 de fuste	280	94	15.24	15.23	0.1%	13,470	2,463	96,465	529
296	R-9	20/04/18	25/07/18	Anillo N° 2 de fuste	280	96	15.39	15.32	0.5%	13,690	2,464	92,403	499
297	R-11	28/04/18	23/07/18	Anillo N° 4 de fuste	280	86	15.35	15.3	0.3%	13,351	2,413	100,859	547
298	R-12	28/04/18	25/07/18	Anillo N° 4 de fuste	280	88	15.18	15.19	0.1%	13,330	2,454	97,693	539
299	R-13	04/05/18	23/07/18	Anillo N° 6 de fuste	280	80	15.5	15.38	0.8%	13,677	2,435	112,364	600
300	R-14	04/05/18	23/07/18	Anillo N° 6 de fuste	280	80	15.37	15.36	0.1%	13,499	2,427	105,837	571
301	R-15	04/05/18	25/07/18	Anillo N° 6 de fuste	280	82	15.43	15.53	0.6%	13,602	2,409	106,677	567
302	R-16	10/05/18	23/07/18	Anillo N° 8 de fuste	280	74	15.34	15.29	0.3%	13,254	2,398	79,824	433
303	R-17	10/05/18	23/07/18	Anillo N° 8 de fuste	280	74	15.48	15.39	0.6%	13,358	2,380	83,168	444
304	R-18	10/05/18	25/07/18	Anillo N° 8 de fuste	280	76	15.37	15.47	0.7%	13,512	2,412	80,553	431
305	R-19	16/05/18	23/07/18	Anillo N° 10 de fuste	280	68	15.35	15.61	1.7%	13,520	2,395	72,720	386
306	R-20	16/05/18	23/07/18	Anillo N° 10 de fuste	280	68	15.29	15.34	0.3%	13,382	2,422	73,708	400

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
307	R-21	16/05/18	25/07/18	Anillo N° 10 de fuste	280	70	15.32	15.28	0.3%	13,587	2,463	77,049	419
308	R-22	21/05/18	23/07/18	Anillo N° 12 de fuste	280	63	15.28	15.38	0.7%	13,481	2,435	83,903	455
309	R-23	21/05/18	23/07/18	Anillo N° 12 de fuste	280	63	15.46	15.5	0.3%	13,540	2,398	83,639	444
310	R-24	21/05/18	25/07/18	Anillo N° 12 de fuste	280	65	15.34	15.34	0.0%	13,574	2,448	83,063	449
311	R-25	26/05/18	23/07/18	Anillo N° 14 de fuste	280	58	15.33	15.38	0.3%	13,542	2,438	77,296	417
312	R-26	26/05/18	23/07/18	Anillo N° 14 de fuste	280	58	15.42	15.48	0.4%	13,500	2,400	76,625	409
313	R-27	26/05/18	25/07/18	Anillo N° 14 de fuste	280	60	15.31	15.19	0.8%	13,425	2,450	64,639	354
314	R-28	31/05/18	25/07/18	Anillo N° 16 de fuste	280	55	15.27	15.29	0.1%	13,462	2,447	70,785	386
315	R-29	31/05/18	23/07/18	Anillo N° 16 de fuste	280	53	15.33	15.28	0.3%	13,520	2,450	79,885	434
316	R-30	31/05/18	23/07/18	Anillo N° 16 de fuste	280	53	15.41	15.39	0.1%	13,564	2,427	78,755	423
317	SA-01	19/07/18	16/08/18	Losa L9 (Planta arandanos-Olmos)	250	28	15.2	15.22	0.1%	13,564	2,488	74,149	408
318	SA-02	25/07/18	16/08/18	Losa L14	280	22	15.21	15.12	0.6%	13,564	2,503	67,311	373
319	SA-03	23/06/18	16/08/18	LG	280	54	15.26	15.21	0.3%	13,564	2,480	74,582	409
320	SA-04	20/07/18	16/08/18	Losa L10	280	27	15.2	15.2	0.0%	13,564	2,492	64,439	355
321	SA-05	23/07/18	16/08/18	Losa tanda 1 L-12	280	24	15.18	15.22	0.3%	13,564	2,492	64,577	356
322	SA-06	26/07/18	16/08/18	Losa L15	280	21	15.17	15.25	0.5%	13,564	2,488	68,110	375
323	SA-07	22/06/18	16/08/18	Placa P8	250	55	15.14	15.22	0.5%	13,564	2,498	88,937	491
324	SA-08	26/06/18	16/08/18	Solado S2-2	175	51	14.9	14.98	0.5%	13,564	2,579	35,480	202
325	SA-09	02/07/18	16/08/18	Zapata ZA	250	45	15.24	15.25	0.1%	13,564	2,477	71,927	394

Tabla N° 8. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (concretos de obras)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
326	SA-10	05/07/18	16/08/18	Placa P3	250	42	15.19	15.32	0.9%	13,564	2,474	79,361	434
327	SA-11	25/06/18	16/08/18	Losa L-7	280	52	15.19	15.23	0.3%	13,564	2,488	96,259	530
328	SA-12	22/06/18	16/08/18	Losa L-5	280	55	15.24	15.25	0.1%	13,564	2,477	83,201	456
329	SA-13	24/07/18	16/08/18	Losa L-13	280	23	15.11	15.21	0.7%	13,564	2,505	54,778	303
330	SA-14	27/07/18	16/08/18	Losa L-16	280	20	15.21	15.31	0.7%	13,564	2,472	73,060	399
331	SA-15	21/07/18	16/08/18	Losa L-11	280	26	15.26	15.21	0.3%	13,564	2,480	70,044	384

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	S-01	51.0	44.5	57.5	53.0	47.0	43.5	49.0	42.5	44.0	46.5	47.9	51.0	44.5		53.0	47.0	43.5	49.0	42.5	44.0	46.5	46.8	3.6
2	S-02	37.5	37.0	37.0	38.0	38.0	35.0	38.0	37.5	38.5	38.0	37.5	37.5	37.0	37.0	38.0	38.0	35.0	38.0	37.5	38.5	38.0	37.5	1.0
3	S-04	46.0	44.0	52.0	60.0	69.0	45.0	52.5	47.5	50.5	48.5	51.5	FUERA DE RANGO											
4	S-05	47.0	42.0	43.0	45.5	45.5	47.5	48.0	47.5	46.5	50.5	46.3	47.0	42.0	43.0	45.5	45.5	47.5	48.0	47.5	46.5	50.5	46.3	2.5
5	S-06	49.0	44.5	50.5	47.5	48.0	48.5	50.0	43.5	47.5	52.5	48.2	49.0	44.5	50.5	47.5	48.0	48.5	50.0	43.5	47.5	52.5	48.2	2.7
6	S-07	ERROR EN PRENSA										#####	ERROR EN PRENSA											
7	S-08	45.0	43.5	43.5	47.0	44.5	41.0	42.5	45.5	42.0	50.0	44.5	45.0	43.5	43.5	47.0	44.5	41.0	42.5	45.5	42.0	50.0	44.5	2.6
8	S-09	45.0	46.0	45.0	44.0	46.5	49.5	44.5	39.5	57.0	43.5	46.1	45.0	46.0	45.0	44.0	46.5	49.5	44.5			43.5	45.5	1.9
9	S-10	48.5	49.5	50.5	49.5	46.0	46.0	56.0	47.5	52.5	57.0	50.3	48.5	49.5	50.5	49.5	46.0	46.0	56.0	47.5	52.5		49.6	3.2
10	S-11	45.0	46.5	44.5	48.5	44.0	51.5	54.5	48.5	58.5	44.5	48.6	ERROR EN PRENSA											
11	S-12	ERROR EN PRENSA											ERROR EN PRENSA											
12	S-13	37.5	42.0	37.0	41.0	40.0	40.0	47.5	44.0	38.5	45.5	41.3	37.5	42.0	37.0	41.0	40.0	40.0		44.0	38.5	45.5	40.6	2.9
13	S-14	40.5	43.0	44.0	40.5	42.0	43.5	43.5	43.5	42.5	32.0	41.5	40.5	43.0	44.0	40.5	42.0	43.5	43.5	43.5	42.5		42.6	1.3
14	S-15	45.0	45.0	49.0	44.0	44.0	45.0	42.5	42.5	49.0	45.0	45.1	45.0	45.0	49.0	44.0	44.0	45.0	42.5	42.5	49.0	45.0	45.1	2.3
15	S-16	49.5	45.5	53.0	46.5	47.5	47.0	46.0	48.5	47.0	45.5	47.6	49.5	45.5	53.0	46.5	47.5	47.0	46.0	48.5	47.0	45.5	47.6	2.3
16	S-17	51.0	46.5	49.0	50.0	43.5	48.0	43.0	45.5	45.5	47.0	46.9	ERROR EN PRENSA											

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
17	S-18	47.5	48.5	42.5	43.5	51.0	47.0	47.0	45.0	42.0	48.5	46.3	47.5	48.5	42.5	43.5	51.0	47.0	47.0	45.0	42.0	48.5	46.3	2.9
18	S-19	51.0	58.0	46.5	45.5	47.0	49.0	48.5	48.5	45.5	51.0	49.1	51.0		46.5	45.5	47.0	49.0	48.5	48.5	45.5	51.0	48.1	2.1
19	245	48.0	44.5	39.5	41.5	44.5	49.5	50.5	45.0	45.0	51.0	45.9	48.0	44.5		41.5	44.5	49.5	50.5	45.0	45.0	51.0	46.6	3.3
20	246	43.5	46.5	48.0	45.5	40.5	44.0	43.0	47.0	45.0	44.0	44.7	43.5	46.5	48.0	45.5	40.5	44.0	43.0	47.0	45.0	44.0	44.7	2.2
21	251	36.0	35.0	35.5	37.5	41.0	34.0	38.0	31.5	41.5	43.0	37.3	36.0	35.0	35.5	37.5	41.0	34.0	38.0	31.5	41.5	43.0	37.3	3.6
22	252	41.0	38.5	37.5	33.5	37.5	43.5	40.5	36.0	39.0	40.0	38.7	41.0	38.5	37.5	33.5	37.5	43.5	40.5	36.0	39.0	40.0	38.7	2.8
23	255	42.0	46.0	51.5	47.5	49.5	47.0	48.5	47.5	50.5	45.5	47.6	42.0	46.0	51.5	47.5	49.5	47.0	48.5	47.5	50.5	45.5	47.6	2.7
24	256	57.0	44.0	41.0	42.0	47.0	41.0	43.0	42.5	34.5	53.0	44.5	FUERA DE RANGO											
25	259	35.5	36.0	37.0	36.0	39.5	41.5	38.5	39.5	42.5	43.0	38.9	35.5	36.0	37.0	36.0	39.5	41.5	38.5	39.5	42.5	43.0	38.9	2.8
26	260	37.0	45.0	39.0	41.0	43.5	40.0	39.0	40.5	38.0	41.5	40.5	37.0	45.0	39.0	41.0	43.5	40.0	39.0	40.5	38.0	41.5	40.5	2.4
27	267	44.0	43.0	41.5	42.5	41.0	41.0	44.5	41.5	44.5	41.5	42.5	44.0	43.0	41.5	42.5	41.0	41.0	44.5	41.5	44.5	41.5	42.5	1.4
28	268	41.0	41.5	41.0	43.0	43.5	43.5	40.0	39.5	43.5	43.5	42.0	41.0	41.5	41.0	43.0	43.5	43.5	40.0	39.5	43.5	43.5	42.0	1.6
29	277	39.0	39.5	38.0	39.5	40.0	35.0	39.5	39.5	42.0	41.0	39.3	39.0	39.5	38.0	39.5	40.0	35.0	39.5	39.5	42.0	41.0	39.3	1.9
30	278	37.0	37.0	39.5	36.5	40.5	40.0	41.5	41.0	41.0	41.0	39.5	37.0	37.0	39.5	36.5	40.5	40.0	41.5	41.0	41.0	41.0	39.5	1.9
31	289	42.0	42.0	43.0	48.0	41.5	44.0	35.5	42.0	42.5	40.5	42.1	42.0	42.0	43.0	48.0	41.5	44.0		42.0	42.5	40.5	42.8	2.2
32	290	50.0	41.0	36.0	38.5	45.0	36.0	43.5	40.5	42.5	41.5	41.5		41.0	36.0	38.5	45.0	36.0	43.5	40.5	42.5	41.5	40.5	3.1

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
33	295	55.0	42.5	45.5	47.0	44.5	46.5	47.0	46.0	45.5	44.0	46.4		42.5	45.5	47.0	44.5	46.5	47.0	46.0	45.5	44.0	45.4	1.5
34	296	45.5	46.0	48.5	43.0	51.5	44.5	51.5	46.0	46.5	45.5	46.9	45.5	46.0	48.5	43.0	51.5	44.5	51.5	46.0	46.5	45.5	46.9	2.8
35	299	45.0	47.5	41.0	40.0	40.0	47.5	46.0	45.0	42.5	44.5	43.9	45.0	47.5	41.0	40.0	40.0	47.5	46.0	45.0	42.5	44.5	43.9	2.9
36	300	41.0	42.0	44.5	41.5	43.0	40.0	44.0	53.5	43.0	45.0	43.8	41.0	42.0	44.5	41.5	43.0	40.0	44.0		43.0	45.0	42.7	1.7
37	303	50.5	45.0	42.0	40.0	37.0	37.0	38.5	45.5	37.0	44.0	41.7		45.0	42.0	40.0	37.0	37.0	38.5	45.5	37.0	44.0	40.7	3.5
38	304	39.5	43.5	41.5	39.5	40.0	36.0	39.5	39.5	38.0	39.0	39.6	39.5	43.5	41.5	39.5	40.0	36.0	39.5	39.5	38.0	39.0	39.6	2.0
39	331	37.5	41.5	37.5	38.5	45.0	38.0	37.5	38.0	30.0	36.5	38.0	37.5	41.5	37.5	38.5		38.0	37.5	38.0		36.5	38.1	1.5
40	332	39.5	37.0	37.5	36.5	35.5	52.5	37.5	39.0	36.5	39.5	39.1	39.5	37.0	37.5	36.5	35.5		37.5	39.0	36.5	39.5	37.6	1.4
41	343	36.5	42.5	37.0	37.0	36.0	33.0	32.5	39.0	38.5	32.0	36.4	36.5		37.0	37.0	36.0	33.0	32.5	39.0	38.5	32.0	35.7	2.6
42	344	39.0	34.0	38.5	37.5	36.5	36.0	36.5	40.5	34.5	44.5	37.8	39.0	34.0	38.5	37.5	36.5	36.0	36.5	40.5	34.5		37.0	2.1
43	359	31.0	46.0	28.0	37.0	36.0	43.0	30.5	36.0	32.5	29.0	34.9	FUERA DE RANGO											
44	360	41.5	32.5	35.0	39.0	43.0	31.0	30.5	31.5	28.5	37.0	35.0	FUERA DE RANGO											
45	442	47.5	47.5	43.5	44.5	41.0	41.5	42.5	42.5	42.5	55.0	44.8	47.5	47.5	43.5	44.5	41.0	41.5	42.5	42.5	42.5		43.7	2.4
46	443	41.0	45.5	44.0	42.0	51.5	46.0	38.5	56.5	41.5	44.5	45.1	FUERA DE RANGO											
47	383	37.0	38.0	36.5	39.5	39.5	37.5	36.5	36.0	38.5	42.5	38.2	37.0	38.0	36.5	39.5	39.5	37.5	36.5	36.0	38.5	42.5	38.2	2.0
48	384	44.5	42.5	39.5	37.5	41.0	38.5	39.0	39.5	40.5	38.5	40.1	44.5	42.5	39.5	37.5	41.0	38.5	39.0	39.5	40.5	38.5	40.1	2.1

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
49	398	33.0	29.5	31.5	38.5	36.5	42.5	28.5	41.0	29.5	29.5	34.0	33.0	29.5	31.5	38.5	36.5		28.5		29.5	29.5	32.1	3.7
50	399	52.5	29.5	45.5	33.5	33.5	29.5	41.0	34.0	36.0	37.0	37.2	FUERA DE RANGO											
51	402	39.5	47.5	39.5	40.0	38.5	41.5	40.0	45.5	37.5	39.0	40.9	39.5		39.5	40.0	38.5	41.5	40.0	45.5	37.5	39.0	40.1	2.3
52	403	43.5	39.0	40.0	39.0	40.5	43.5	42.0	39.0	40.0	41.0	40.8	43.5	39.0	40.0	39.0	40.5	43.5	42.0	39.0	40.0	41.0	40.8	1.7
53	406	46.0	36.5	39.5	36.0	36.5	41.5	37.0	34.5	36.5	35.5	38.0		36.5	39.5	36.0	36.5	41.5	37.0	34.5	36.5	35.5	37.1	2.1
54	407	39.0	36.5	34.0	32.5	42.5	32.5	39.5	36.0	35.5	36.5	36.5	39.0	36.5	34.0	32.5		32.5	39.5	36.0	35.5	36.5	35.8	2.5
55	410	40.0	55.5	33.5	43.0	56.0	33.5	45.0	39.5	31.5	34.5	41.2	FUERA DE RANGO											
56	411	43.5	57.0	35.5	43.5	37.0	37.5	41.5	39.0	38.0	38.5	41.1	43.5		35.5	43.5	37.0	37.5	41.5	39.0	38.0	38.5	39.3	2.9
57	414	47.0	46.0	43.0	39.0	39.5	43.0	40.5	42.5	35.5	41.0	41.7	47.0	46.0	43.0	39.0	39.5	43.0	40.5	42.5		41.0	42.4	2.7
58	415	42.0	39.5	39.5	39.0	47.0	37.0	40.0	41.5	43.5	40.5	41.0	42.0	39.5	39.5	39.0		37.0	40.0	41.5	43.5	40.5	40.3	1.9
59	418	44.5	46.5	43.0	42.5	42.0	45.0	44.0	41.0	42.0	39.0	43.0	44.5	46.5	43.0	42.5	42.0	45.0	44.0	41.0	42.0	39.0	43.0	2.2
60	419	43.5	43.0	45.5	45.5	42.5	43.0	45.0	41.5	40.0	48.0	43.8	43.5	43.0	45.5	45.5	42.5	43.0	45.0	41.5	40.0	48.0	43.8	2.3
61	422	36.5	39.0	37.5	37.0	52.0	36.5	33.5	37.0	38.0	38.5	38.6	36.5	39.0	37.5	37.0		36.5	33.5	37.0	38.0	38.5	37.1	1.6
62	423	40.5	38.5	38.5	35.5	46.5	38.5	46.5	36.0	35.0	38.5	39.4	40.5	38.5	38.5	35.5		38.5		36.0	35.0	38.5	37.6	1.9
63	426	41.5	43.0	41.0	38.0	47.5	48.5	40.5	39.0	45.0	41.0	42.5	41.5	43.0	41.0	38.0	47.5	48.5	40.5	39.0	45.0	41.0	42.5	3.5
64	427	58.5	51.5	41.5	38.0	39.0	43.0	40.5	57.0	43.5	51.0	46.4	FUERA DE RANGO											

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
65	430	38.5	41.5	42.5	39.0	40.5	40.5	38.0	36.5	39.5	40.0	39.7	38.5	41.5	42.5	39.0	40.5	40.5	38.0	36.5	39.5	40.0	39.7	1.7
66	431	39.0	40.0	40.0	37.5	39.5	47.5	31.5	38.5	39.5	42.5	39.6	39.0	40.0	40.0	37.5	39.5			38.5	39.5	42.5	39.6	1.5
67	394	39.0	37.0	34.5	39.5	36.0	44.5	36.5	37.5	38.5	37.0	38.0	39.0	37.0	34.5	39.5	36.0		36.5	37.5	38.5	37.0	37.3	1.6
68	395	38.5	41.0	44.0	39.0	40.5	42.5	38.0	37.0	38.5	37.5	39.7	38.5	41.0	44.0	39.0	40.5	42.5	38.0	37.0	38.5	37.5	39.7	2.3
69	474	48.5	44.0	45.5	52.0	56.5	47.0	42.5	43.5	39.5	41.5	46.1	48.5	44.0	45.5	52.0		47.0	42.5	43.5		41.5	45.6	3.5
70	475	41.5	40.5	39.5	42.0	41.5	39.0	41.0	43.5	40.0	39.0	40.8	41.5	40.5	39.5	42.0	41.5	39.0	41.0	43.5	40.0	39.0	40.8	1.4
71	494	40.0	35.0	37.5	33.5	34.5	33.0	27.0	28.5	41.5	36.0	34.7	FUERA DE RANGO											
72	495	41.0	49.5	42.0	45.0	47.0	46.0	38.5	53.0	38.0	43.5	44.4	41.0	49.5	42.0	45.0	47.0	46.0	38.5			43.5	44.1	3.5
73	518	39.5	55.0	44.0	37.5	48.0	45.5	40.0	37.0	37.0	38.0	42.2	39.5		44.0	37.5	48.0	45.5	40.0	37.0	37.0	38.0	40.7	4.1
74	519	38.5	40.5	40.5	44.5	44.0	39.5	39.5	42.0	40.5	40.5	41.0	38.5	40.5	40.5	44.5	44.0	39.5	39.5	42.0	40.5	40.5	41.0	1.9
75	530	42.0	40.5	43.0	43.0	45.0	43.0	34.5	43.0	42.0	46.0	42.2	42.0	40.5	43.0	43.0	45.0	43.0		43.0	42.0	46.0	43.1	1.6
76	531	44.0	43.5	43.0	52.5	48.0	43.0	42.0	43.5	38.0	44.5	44.2	44.0	43.5	43.0		48.0	43.0	42.0	43.5		44.5	43.9	1.8
77	542	36.5	38.0	46.5	40.5	42.5	43.5	50.5	41.0	43.0	43.5	42.6		38.0	46.5	40.5	42.5	43.5		41.0	43.0	43.5	42.3	2.5
78	543	45.0	40.5	53.5	51.0	46.0	57.5	42.0	45.5	51.0	60.0	49.2	FUERA DE RANGO											
79	575	48.5	50.0	34.0	47.0	47.0	47.5	43.5	48.0	45.0	42.0	45.3	48.5	50.0		47.0	47.0	47.5	43.5	48.0	45.0	42.0	46.5	2.5
80	576	43.5	44.5	42.5	45.5	41.0	45.0	44.0	44.0	43.0	46.0	43.9	43.5	44.5	42.5	45.5	41.0	45.0	44.0	44.0	43.0	46.0	43.9	1.5

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
81	595	45.5	45.5	41.0	42.5	44.5	45.0	43.5	42.0	40.0	34.5	42.4	45.5	45.5	41.0	42.5	44.5	45.0	43.5	42.0	40.0		43.3	2.0
82	596	42.0	42.0	41.0	42.0	41.0	40.0	43.0	42.5	52.0	39.5	42.5	42.0	42.0	41.0	42.0	41.0	40.0	43.0	42.5		39.5	41.4	1.2
83	630	40.5	43.5	43.0	41.0	43.5	43.0	42.0	45.0	43.5	42.0	42.7	40.5	43.5	43.0	41.0	43.5	43.0	42.0	45.0	43.5	42.0	42.7	1.3
84	631	48.5	41.0	42.5	46.5	42.0	44.5	41.5	48.5	41.0	42.0	43.8	48.5	41.0	42.5	46.5	42.0	44.5	41.5	48.5	41.0	42.0	43.8	3.0
85	643	43.5	42.5	47.5	42.0	42.0	47.0	42.5	44.0	44.5	42.5	43.8	43.5	42.5	47.5	42.0	42.0	47.0	42.5	44.0	44.5	42.5	43.8	2.0
86	644	42.0	38.5	41.5	57.0	38.5	44.0	44.5	41.0	46.0	41.0	43.4	42.0	38.5	41.5		38.5	44.0	44.5	41.0	46.0	41.0	41.9	2.6
87	691	45.0	42.0	43.0	44.0	43.5	40.5	44.5	45.0	44.5	41.5	43.4	45.0	42.0	43.0	44.0	43.5	40.5	44.5	45.0	44.5	41.5	43.4	1.6
88	692	38.0	39.0	47.0	41.5	40.5	42.0	40.5	38.0	42.0	43.0	41.2	38.0	39.0	47.0	41.5	40.5	42.0	40.5	38.0	42.0	43.0	41.2	2.7
89	699	47.0	41.5	42.5	46.0	41.5	43.0	40.5	40.5	41.5	40.0	42.4	47.0	41.5	42.5	46.0	41.5	43.0	40.5	40.5	41.5	40.0	42.4	2.4
90	700	42.5	41.0	41.5	43.5	43.0	41.5	43.5	40.0	39.5	42.5	41.9	42.5	41.0	41.5	43.5	43.0	41.5	43.5	40.0	39.5	42.5	41.9	1.4
91	717	41.5	37.0	43.0	38.5	42.0	38.0	39.5	39.0	40.0	42.0	40.1	41.5	37.0	43.0	38.5	42.0	38.0	39.5	39.0	40.0	42.0	40.1	2.0
92	718	38.0	40.0	38.0	38.5	39.5	40.5	40.0	33.0	35.5	45.5	38.9	38.0	40.0	38.0	38.5	39.5	40.5	40.0	33.0	35.5		38.1	2.4
93	753	38.0	37.5	43.0	38.5	38.0	38.5	37.5	39.5	60.0	40.5	41.1	38.0	37.5	43.0	38.5	38.0	38.5	37.5	39.5		40.5	39.0	1.8
94	754	50.5	40.5	40.0	40.0	37.5	48.5	40.5	42.0	40.0	41.0	42.1		40.5	40.0	40.0	37.5		40.5	42.0	40.0	41.0	40.2	1.3
95	763	40.5	43.5	55.5	42.0	52.0	47.5	41.5	38.5	41.0	35.5	43.8	FUERA DE RANGO											
96	760	41.0	40.0	46.0	52.0	48.5	41.5	51.0	53.0	46.0	42.5	46.2	41.0		46.0	52.0	48.5	41.5	51.0		46.0	42.5	46.1	4.2

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
97	789	54.0	46.5	54.0	43.0	47.0	42.0	43.5	40.5	39.0	43.5	45.3	FUERA DE RANGO											
98	812	46.5	47.5	43.0	43.0	42.0	47.5	46.0	44.0	42.0	42.0	44.4	46.5	47.5	43.0	43.0	42.0	47.5	46.0	44.0	42.0	42.0	44.4	2.3
99	818	39.0	37.5	40.0	38.0	36.0	37.0	39.5	46.0	39.5	46.0	39.9	39.0	37.5	40.0	38.0	36.0	37.0	39.5		39.5		38.3	1.4
100	847	41.5	48.5	48.5	50.0	52.0	45.5	43.0	49.0	44.0	45.5	46.8	ERROR EN PRENSA											
101	857	39.5	39.5	41.0	38.0	40.5	41.0	41.0	44.0	36.5	42.5	40.4	39.5	39.5	41.0	38.0	40.5	41.0	41.0	44.0	36.5	42.5	40.4	2.1
102	849	41.5	43.0	39.5	45.5	46.5	40.0	41.5	39.0	38.5	41.5	41.7	41.5	43.0	39.5	45.5	46.5	40.0	41.5	39.0	38.5	41.5	41.7	2.7
103	761	44.5	43.5	44.0	42.0	39.0	42.0	47.0	40.0	37.0	40.0	41.9	44.5	43.5	44.0	42.0	39.0	42.0	47.0	40.0	37.0	40.0	41.9	3.0
104	848	42.0	53.0	46.5	46.0	43.0	47.0	48.5	46.0	49.0	48.0	46.9	42.0		46.5	46.0	43.0	47.0	48.5	46.0	49.0	48.0	46.2	2.4
105	817	40.5	40.0	41.5	46.0	37.0	42.0	42.0	39.5	38.5	39.0	40.6	40.5	40.0	41.5	46.0	37.0	42.0	42.0	39.5	38.5	39.0	40.6	2.5
106	825	42.0	44.0	39.0	42.0	43.0	46.0	41.0	43.5	42.0	42.5	42.5	42.0	44.0	39.0	42.0	43.0	46.0	41.0	43.5	42.0	42.5	42.5	1.9
107	811	49.5	52.5	55.5	45.5	45.5	49.0	54.5	45.0	43.5	46.0	48.7	49.5	52.5		45.5	45.5	49.0	54.5	45.0	43.5	46.0	47.9	3.7
108	850	42.0	41.5	43.5	41.0	48.5	41.5	42.5	42.0	39.5	41.0	42.3	42.0	41.5	43.5	41.0		41.5	42.5	42.0	39.5	41.0	41.6	1.1
109	826	45.0	57.5	59.0	44.0	40.0	41.0	50.0	42.0	45.5	43.0	46.7	FUERA DE RANGO											
110	799	43.5	46.5	44.5	42.0	41.5	41.5	41.0	39.0	41.5	41.0	42.2	43.5	46.5	44.5	42.0	41.5	41.5	41.0	39.0	41.5	41.0	42.2	2.1
111	788	40.0	49.5	52.0	44.0	45.0	42.5	39.5	54.0	44.5	43.0	45.4	40.0	49.5		44.0	45.0	42.5	39.5		44.5	43.0	43.5	3.1
112	800	50.5	44.5	41.0	56.0	47.5	56.0	43.0	44.0	40.0	41.0	46.4	FUERA DE RANGO											

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
113	858	37.5	39.0	40.5	38.0	41.0	59.5	43.5	39.5	40.0	41.5	42.0	37.5	39.0	40.5	38.0	41.0		43.5	39.5	40.0	41.5	40.1	1.8
114	764	43.0	44.0	45.0	42.0	42.0	46.0	44.5	41.5	42.5	41.0	43.2	43.0	44.0	45.0	42.0	42.0	46.0	44.5	41.5	42.5	41.0	43.2	1.7
115	A-1	43.0	38.5	37.5	37.5	40.0	38.0	41.5	47.0	41.5	39.5	40.4	43.0	38.5	37.5	37.5	40.0	38.0	41.5		41.5	39.5	39.7	2.0
116	A-2	40.5	36.5	40.0	41.5	40.0	40.5	41.0	39.5	39.5	42.5	40.2	40.5	36.5	40.0	41.5	40.0	40.5	41.0	39.5	39.5	42.5	40.2	1.6
117	B-1	51.0	49.0	38.5	40.5	42.5	41.0	40.0	39.0	44.0	39.0	42.5	ERROR EN PRENSA											
118	B-2	40.5	41.5	41.5	40.0	57.5	42.5	41.0	43.0	40.5	41.5	43.0	40.5	41.5	41.5	40.0		42.5	41.0	43.0	40.5	41.5	41.3	1.0
119	C-1	49.5	43.5	43.0	40.0	42.0	41.0	50.5	40.5	41.0	40.5	43.2		43.5	43.0	40.0	42.0	41.0		40.5	41.0	40.5	41.4	1.3
120	C-2	48.0	43.0	44.5	42.5	49.0	58.0	62.5	45.0	45.5	43.0	48.1	48.0	43.0	44.5	42.5	49.0			45.0	45.5	43.0	45.1	2.4
121	D-1	40.5	55.0	40.0	38.0	40.5	49.5	44.0	37.5	38.0	39.0	42.2	40.5		40.0	38.0	40.5		44.0	37.5	38.0	39.0	39.7	2.1
122	D-2	39.5	42.0	39.0	57.0	34.5	38.5	45.0	36.0	43.0	35.0	41.0	39.5	42.0	39.0			38.5	45.0	36.0	43.0	35.0	39.8	3.4
123	E-1	37.5	62.0	37.5	53.0	38.5	38.0	42.5	48.5	38.0	34.0	43.0	FUERA DE RANGO											
124	E-2	46.0	48.0	49.0	40.5	41.0	47.5	38.5	39.5	38.5	39.0	42.8	ERROR EN PRENSA											
125	F-1	41.0	49.5	55.5	38.5	39.0	48.0	52.0	40.0	39.0	38.0	44.1	FUERA DE RANGO											
126	F-2	43.0	40.5	38.5	48.0	39.5	45.0	42.0	45.5	49.0	43.5	43.5	ERROR EN PRENSA											
127	G-1	69.0	44.5	53.0	52.5	49.5	39.5	48.5	41.5	48.5	46.5	49.3	FUERA DE RANGO											
128	G-2	43.5	47.5	42.5	42.5	39.0	41.5	51.0	47.0	43.0	40.5	43.8	43.5	47.5	42.5	42.5	39.0	41.5		47.0	43.0	40.5	43.0	2.8

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
129	H-1	43.5	45.0	44.5	45.0	44.0	45.5	45.5	43.5	44.0	43.5	44.4	43.5	45.0	44.5	45.0	44.0	45.5	45.5	43.5	44.0	43.5	44.4	0.8
130	881	42.5	44.0	49.0	40.5	41.5	45.5	47.0	41.5	39.5	41.5	43.3	42.5	44.0	49.0	40.5	41.5	45.5	47.0	41.5	39.5	41.5	43.3	3.1
131	882	39.0	40.5	40.0	38.5	39.5	41.5	40.0	35.5	39.0	40.0	39.4	39.0	40.5	40.0	38.5	39.5	41.5	40.0	35.5	39.0	40.0	39.4	1.6
132	885	41.5	43.0	40.5	41.0	41.5	40.5	34.0	46.0	40.5	43.0	41.2	41.5	43.0	40.5	41.0	41.5	40.5		46.0	40.5	43.0	41.9	1.8
133	886	50.5	46.5	42.5	49.0	45.5	45.5	41.5	40.5	41.0	44.5	44.7	50.5	46.5	42.5	49.0	45.5	45.5	41.5	40.5	41.0	44.5	44.7	3.4
134	873	40.5	45.0	43.5	46.0	40.5	40.0	42.5	41.0	41.5	46.0	42.7	40.5	45.0	43.5	46.0	40.5	40.0	42.5	41.0	41.5	46.0	42.7	2.3
135	874	40.5	42.0	40.0	41.0	45.5	41.0	42.5	39.5	43.0	41.5	41.7	40.5	42.0	40.0	41.0	45.5	41.0	42.5	39.5	43.0	41.5	41.7	1.7
136	877	38.5	39.5	41.0	39.5	39.0	41.0	43.0	42.0	40.5	42.0	40.6	38.5	39.5	41.0	39.5	39.0	41.0	43.0	42.0	40.5	42.0	40.6	1.5
137	878	32.0	39.5	42.0	42.0	39.5	42.0	43.0	43.0	40.0	40.5	40.4		39.5	42.0	42.0	39.5	42.0	43.0	43.0	40.0	40.5	41.3	1.4
138	869	43.0	44.5	43.0	40.0	40.5	42.5	44.0	44.5	43.0	41.5	42.7	43.0	44.5	43.0	40.0	40.5	42.5	44.0	44.5	43.0	41.5	42.7	1.6
139	870	40.0	41.0	39.5	35.5	41.0	39.0	41.5	40.5	39.5	43.5	40.1	40.0	41.0	39.5	35.5	41.0	39.0	41.5	40.5	39.5	43.5	40.1	2.1
140	865	45.0	54.0	51.0	47.0	50.5	46.0	47.5	46.5	46.5	47.5	48.2	45.0	54.0	51.0	47.0	50.5	46.0	47.5	46.5	46.5	47.5	48.2	2.8
141	866	35.0	37.0	36.5	37.0	38.5	39.5	43.5	43.5	37.0	38.0	38.6	35.0	37.0	36.5	37.0	38.5	39.5	43.5	43.5	37.0	38.0	38.6	2.9
142	843	45.5	50.5	51.0	48.5	48.0	47.0	52.0	48.5	52.0	46.0	48.9	45.5	50.5	51.0	48.5	48.0	47.0	52.0	48.5	52.0	46.0	48.9	2.4
143	844	48.0	45.5	47.0	49.0	46.0	50.5	47.0	43.5	47.5	47.0	47.1	48.0	45.5	47.0	49.0	46.0	50.5	47.0	43.5	47.5	47.0	47.1	1.9
144	766	46.0	41.5	43.5	43.0	41.0	44.0	39.0	41.5	44.0	42.5	42.6	46.0	41.5	43.5	43.0	41.0	44.0	39.0	41.5	44.0	42.5	42.6	2.0

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
145	767	41.0	41.0	43.0	49.5	39.5	46.0	42.5	42.5	45.5	41.0	43.2	41.0	41.0	43.0		39.5	46.0	42.5	42.5	45.5	41.0	42.4	2.2
146	871	45.5	44.0	42.5	40.0	41.0	41.5	44.5	39.5	43.0	43.5	42.5	45.5	44.0	42.5	40.0	41.0	41.5	44.5	39.5	43.0	43.5	42.5	2.0
147	872	41.0	40.0	40.0	38.5	40.5	39.5	42.0	41.0	41.5	42.5	40.7	41.0	40.0	40.0	38.5	40.5	39.5	42.0	41.0	41.5	42.5	40.7	1.2
148	888	43.0	46.5	42.5	44.5	45.5	47.5	45.0	43.0	42.0	45.0	44.5	43.0	46.5	42.5	44.5	45.5	47.5	45.0	43.0	42.0	45.0	44.5	1.8
149	889	40.0	38.5	35.5	36.5	39.5	30.5	36.0	34.5	38.5	33.0	36.3	40.0	38.5	35.5	36.5	39.5	30.5	36.0	34.5	38.5	33.0	36.3	3.0
150	T-3	42.5	48.5	39.0	41.5	47.5	42.5	53.0	44.0	40.0	53.0	45.2	FUERA DE RANGO											
151	T-2	50.5	42.0	43.5	37.0	38.5	51.0	45.0	44.5	44.5	43.5	44.0	FUERA DE RANGO											
152	T-1	36.0	40.0	35.0	40.5	39.0	39.5	38.0	40.0	35.0	39.0	38.2	36.0	40.0	35.0	40.5	39.0	39.5	38.0	40.0	35.0	39.0	38.2	2.1
153	T-4	61.0	52.5	52.5	52.5	49.0	52.0	47.0	48.5	56.0	63.5	53.5	FUERA DE RANGO											
154	T-5	41.0	43.5	44.0	41.0	43.0	38.5	43.0	47.5	47.0	46.0	43.5	41.0	43.5	44.0	41.0	43.0	38.5	43.0	47.5	47.0	46.0	43.5	2.8
155	T-6	50.0	52.0	50.0	46.5	47.5	54.0	47.5	46.5	50.0	54.5	49.9	50.0	52.0	50.0	46.5	47.5	54.0	47.5	46.5	50.0	54.5	49.9	2.9
156	T-7	45.5	46.5	47.0	46.0	45.5	49.5	42.0	49.5	48.5	44.0	46.4	45.5	46.5	47.0	46.0	45.5	49.5	42.0	49.5	48.5	44.0	46.4	2.4
157	T-8	39.0	41.0	40.5	41.5	40.5	39.5	39.5	42.0	39.5	39.5	40.3	39.0	41.0	40.5	41.5	40.5	39.5	39.5	42.0	39.5	39.5	40.3	1.0
158	T-9	39.0	41.0	39.5	40.0	40.0	39.0	45.5	41.0	40.5	39.5	40.5	ERROR EN PRENSA											
159	T-10	61.5	67.0	62.5	45.5	46.0	54.5	53.5	49.0	54.0	53.5	54.7	FUERA DE RANGO											
160	T-11	43.5	43.5	42.0	40.0	42.0	41.5	44.0	50.0	43.0	40.5	43.0	43.5	43.5	42.0	40.0	42.0	41.5	44.0		43.0	40.5	42.2	1.4

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
161	T-12	42.5	41.0	41.0	41.0	42.0	43.0	41.5	47.0	43.5	46.5	42.9	42.5	41.0	41.0	41.0	42.0	43.0	41.5	47.0	43.5	46.5	42.9	2.2
162	T-13	35.0	31.5	33.5	31.5	37.5	34.5	30.5	32.5	33.0	32.5	33.2	35.0	31.5	33.5	31.5	37.5	34.5	30.5	32.5	33.0	32.5	33.2	2.0
163	T-14	33.5	31.0	32.5	35.0	31.5	32.5	30.0	32.5	29.5	32.0	32.0	33.5	31.0	32.5	35.0	31.5	32.5	30.0	32.5	29.5	32.0	32.0	1.6
164	T-15	44.0	38.0	42.5	43.0	44.0	42.5	44.0	48.0	44.5	42.5	43.3	44.0	38.0	42.5	43.0	44.0	42.5	44.0	48.0	44.5	42.5	43.3	2.5
165	T-16	47.5	50.0	49.5	48.0	47.0	48.0	42.5	49.5	45.5	51.0	47.9	47.5	50.0	49.5	48.0	47.0	48.0	42.5	49.5	45.5	51.0	47.9	2.5
166	T-17	55.0	46.5	47.0	47.0	46.0	48.5	49.0	46.0	45.5	46.5	47.7		46.5	47.0	47.0	46.0	48.5	49.0	46.0	45.5	46.5	46.9	1.2
167	T-18	49.0	48.5	45.0	44.5	48.0	46.5	48.5	48.5	48.0	50.5	47.7	49.0	48.5	45.0	44.5	48.0	46.5	48.5	48.5	48.0	50.5	47.7	1.8
168	T-19	48.0	43.0	40.0	45.0	47.0	54.0	46.5	44.0	47.5	43.0	45.8	48.0	43.0	40.0	45.0	47.0		46.5	44.0	47.5	43.0	44.9	2.6
169	T-20	39.0	38.0	36.0	36.0	34.5	35.5	37.0	36.5	37.0	30.5	36.0	39.0	38.0	36.0	36.0	34.5	35.5	37.0	36.5	37.0	30.5	36.0	2.3
170	T-21	50.0	47.0	42.0	46.0	47.0	43.0	55.0	45.0	47.5	41.5	46.4	50.0	47.0	42.0	46.0	47.0	43.0		45.0	47.5	41.5	45.4	2.8
171	T-34	54.5	52.0	55.0	51.0	48.5	58.0	53.5	54.0	53.0	54.0	53.4	54.5	52.0	55.0	51.0	48.5	58.0	53.5	54.0	53.0	54.0	53.4	2.5
172	T-35	47.5	47.5	50.0	51.0	48.5	49.5	52.0	51.0	50.5	48.5	49.6	47.5	47.5	50.0	51.0	48.5	49.5	52.0	51.0	50.5	48.5	49.6	1.6
173	T-36	51.5	55.5	57.0	55.5	48.5	55.0	56.0	52.5	55.0	48.5	53.5	51.5	55.5	57.0	55.5	48.5	55.0	56.0	52.5	55.0	48.5	53.5	3.1
174	T-31	26.5	27.5	31.5	30.5	29.5	31.5	32.5	34.5	30.5	30.5	30.5	26.5	27.5	31.5	30.5	29.5	31.5	32.5	34.5	30.5	30.5	30.5	2.3
175	T-32	45.0	46.0	42.0	44.5	45.5	44.0	44.5	40.5	43.0	50.0	44.5	45.0	46.0	42.0	44.5	45.5	44.0	44.5	40.5	43.0	50.0	44.5	2.5
176	T-33	52.0	42.5	44.0	45.5	36.0	43.5	33.0	44.5	42.5	48.0	43.2	FUERA DE RANGO											

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
177	T-28	45.0	45.5	46.0	45.0	45.0	45.0	46.0	44.5	47.0	46.0	45.5	45.0	45.5	46.0	45.0	45.0	45.0	46.0	44.5	47.0	46.0	45.5	0.7
178	T-29	42.5	45.0	48.0	43.5	45.0	45.0	41.5	45.0	40.5	47.5	44.4	42.5	45.0	48.0	43.5	45.0	45.0	41.5	45.0	40.5	47.5	44.4	2.4
179	T-25	46.5	48.0	49.5	47.0	47.0	48.0	49.0	45.0	51.0	49.0	48.0	46.5	48.0	49.5	47.0	47.0	48.0	49.0	45.0	51.0	49.0	48.0	1.7
180	T-30	31.0	39.0	39.0	40.0	38.0	39.0	39.5	39.5	38.0	41.5	38.5		39.0	39.0	40.0	38.0	39.0	39.5	39.5	38.0	41.5	39.3	1.1
181	T-23	48.0	52.0	58.0	46.0	48.5	51.5	52.5	49.0	50.5	54.0	51.0	ERROR EN PRENSA											
182	T-26	46.5	48.5	54.0	45.0	48.5	48.5	49.5	49.0	41.0	45.5	47.6	46.5	48.5		45.0	48.5	48.5	49.5	49.0		45.5	47.6	1.7
183	T-22	45.5	46.0	52.0	45.5	46.5	47.0	48.0	50.5	49.5	51.0	48.2	ERROR EN PRENSA											
184	T-27	48.5	48.5	48.0	48.0	49.5	48.5	46.5	51.0	50.5	50.5	49.0	48.5	48.5	48.0	48.0	49.5	48.5	46.5	51.0	50.5	50.5	49.0	1.4
185	T-24	46.0	47.0	49.0	49.5	47.0	47.0	51.5	48.0	54.5	48.5	48.8	ERROR EN PRENSA											
186	N-10	47.0	47.0	41.5	46.0	47.5	45.0	46.5	43.5	48.5	49.0	46.2	47.0	47.0	41.5	46.0	47.5	45.0	46.5	43.5	48.5	49.0	46.2	2.3
187	N-11	51.5	43.5	49.5	57.0	56.0	68.5	64.5	49.0	54.0	61.5	55.5	FUERA DE RANGO											
188	N-12	42.5	48.0	42.0	43.0	39.5	35.5	41.0	45.5	44.0	40.0	42.1	42.5	48.0	42.0	43.0	39.5		41.0	45.5	44.0	40.0	42.8	2.7
189	N-46	53.0	51.5	54.0	50.5	46.5	50.0	51.5	48.0	44.0	54.0	50.3	53.0	51.5	54.0	50.5	46.5	50.0	51.5	48.0		54.0	51.0	2.6
190	N-47	55.0	52.0	64.5	47.5	56.5	55.5	59.0	50.0	51.5	50.5	54.2	55.0	52.0			56.5	55.5	59.0	50.0	51.5	50.5	53.8	3.2
191	N-48	52.0	53.0	49.5	50.0	52.5	59.5	57.5	53.5	56.0	54.0	53.8	52.0	53.0	49.5	50.0	52.5	59.5	57.5	53.5	56.0	54.0	53.8	3.2
192	N-58	50.0	53.5	49.5	49.5	51.0	48.0	51.5	54.0	53.5	51.0	51.2	50.0	53.5	49.5	49.5	51.0	48.0	51.5	54.0	53.5	51.0	51.2	2.0

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
193	N-59	53.5	52.5	47.5	51.5	57.5	52.0	47.0	53.5	55.0	57.0	52.7	53.5	52.5	47.5	51.5	57.5	52.0	47.0	53.5	55.0	57.0	52.7	3.5
194	N-60	54.0	47.0	50.5	51.0	49.5	53.0	51.5	50.0	49.5	55.5	51.2	54.0	47.0	50.5	51.0	49.5	53.0	51.5	50.0	49.5	55.5	51.2	2.5
195	N-70	54.5	53.5	57.0	48.5	55.0	48.5	48.5	57.5	50.0	53.0	52.6	54.5	53.5	57.0	48.5	55.0	48.5	48.5	57.5	50.0	53.0	52.6	3.5
196	N-71	49.0	48.5	52.0	51.5	48.5	46.0	51.5	52.5	48.0	52.0	50.0	49.0	48.5	52.0	51.5	48.5	46.0	51.5	52.5	48.0	52.0	50.0	2.2
197	N-72	48.5	47.5	42.5	57.0	48.5	52.5	55.5	53.5	50.5	49.0	50.5	48.5	47.5			48.5	52.5	55.5	53.5	50.5	49.0	50.7	2.9
198	N-82	49.0	51.0	52.5	48.5	41.5	52.5	52.0	49.0	43.0	42.5	48.2	49.0	51.0	52.5	48.5		52.5	52.0	49.0	43.0	42.5	48.9	3.8
199	N-83	49.0	50.5	40.5	48.5	49.0	49.0	50.5	46.0	53.0	50.5	48.7	49.0	50.5		48.5	49.0	49.0	50.5	46.0	53.0	50.5	49.6	1.9
200	N-84	57.0	60.0	59.5	53.0	64.0	52.5	52.5	52.5	58.5	65.5	57.5	57.0	60.0	59.5	53.0		52.5	52.5	52.5	58.5		55.7	3.4
201	N-94	48.5	55.5	51.5	46.5	50.5	51.0	50.5	50.5	54.5	54.5	51.4	48.5	55.5	51.5	46.5	50.5	51.0	50.5	50.5	54.5	54.5	51.4	2.8
202	N-95	54.0	50.5	50.0	46.5	50.5	49.5	47.5	40.0	41.5	50.0	48.0	54.0	50.5	50.0	46.5	50.5	49.5	47.5			50.0	49.8	2.2
203	N-96	47.0	49.0	44.0	45.0	46.5	45.0	46.5	47.0	44.0	53.0	46.7	47.0	49.0	44.0	45.0	46.5	45.0	46.5	47.0	44.0		46.0	1.6
204	N-106	59.5	52.0	53.0	54.0	54.5	54.0	52.0	48.0	48.5	54.5	53.0		52.0	53.0	54.0	54.5	54.0	52.0	48.0	48.5	54.5	52.3	2.5
205	N-107	53.0	56.0	56.5	54.5	46.0	50.5	51.0	48.5	48.5	48.5	51.3	53.0	56.0	56.5	54.5	46.0	50.5	51.0	48.5	48.5	48.5	51.3	3.6
206	N-108	55.0	52.5	55.5	55.0	52.0	54.5	56.0	61.5	58.0	57.5	55.8	55.0	52.5	55.5	55.0	52.0	54.5	56.0	61.5	58.0	57.5	55.8	2.8
207	N-118	57.0	52.0	55.0	59.0	53.0	59.5	61.5	52.5	54.0	52.5	55.6	57.0	52.0	55.0	59.0	53.0	59.5	61.5	52.5	54.0	52.5	55.6	3.4
208	N-119	53.5	51.5	43.5	53.5	57.5	45.5	62.0	51.5	53.5	46.5	51.9	FUERA DE RANGO											

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
209	N-120	66.5	54.0	56.5	55.5	54.0	59.0	58.0	54.0	52.5	53.5	56.4		54.0	56.5	55.5	54.0	59.0	58.0	54.0	52.5	53.5	55.2	2.2
210	N-154	53.0	49.0	57.5	47.5	51.5	53.5	59.5	58.0	57.0	52.0	53.9	53.0	49.0	57.5		51.5	53.5	59.5	58.0	57.0	52.0	54.6	3.6
211	N-155	51.5	55.0	54.5	47.0	48.5	56.5	52.5	52.0	54.0	50.0	52.2	51.5	55.0	54.5	47.0	48.5	56.5	52.5	52.0	54.0	50.0	52.2	3.0
212	N-156	56.5	50.0	49.5	53.5	54.5	59.0	53.5	49.0	46.0	54.5	52.6	56.5	50.0	49.5	53.5	54.5		53.5	49.0		54.5	52.6	2.8
213	N-166	65.0	62.0	53.0	50.5	60.0	56.5	54.0	54.0	60.5	57.0	57.3		62.0	53.0		60.0	56.5	54.0	54.0	60.5	57.0	57.1	3.4
214	N-167	55.0	51.5	53.5	59.0	58.0	54.5	56.5	56.5	53.5	59.5	55.8	55.0	51.5	53.5	59.0	58.0	54.5	56.5	56.5	53.5	59.5	55.8	2.6
215	N-168	62.0	66.5	48.0	63.0	62.0	58.5	56.5	58.5	59.0	60.5	59.5	62.0			63.0	62.0	58.5	56.5	58.5	59.0	60.5	60.0	2.2
216	N-178	66.5	57.5	68.5	64.0	61.5	64.0	54.0	60.5	59.0	55.5	61.1	66.5	57.5		64.0	61.5	64.0		60.5	59.0	55.5	61.1	3.7
217	N-179	59.5	55.0	58.5	59.0	56.0	52.5	56.0	59.0	59.0	57.5	57.2	59.5	55.0	58.5	59.0	56.0	52.5	56.0	59.0	59.0	57.5	57.2	2.3
218	N-180	55.0	52.5	53.5	50.0	57.5	50.0	56.0	61.0	48.5	55.5	54.0	55.0	52.5	53.5	50.0	57.5	50.0	56.0		48.5	55.5	53.2	3.1
219	N-190	59.5	56.0	57.0	53.0	54.0	46.5	50.5	54.5	53.0	53.0	53.7	59.5	56.0	57.0	53.0	54.0		50.5	54.5	53.0	53.0	54.5	2.7
220	N-191	52.5	50.5	54.5	58.0	54.5	52.5	54.0	52.0	53.5	52.0	53.4	52.5	50.5	54.5	58.0	54.5	52.5	54.0	52.0	53.5	52.0	53.4	2.1
221	N-192	68.0	62.0	50.5	49.0	58.5	61.0	52.5	55.5	55.5	53.0	56.6	FUERA DE RANGO											
222	N-202	54.0	52.5	50.5	54.5	53.5	41.5	50.5	52.5	56.0	57.0	52.3	54.0	52.5	50.5	54.5	53.5		50.5	52.5	56.0	57.0	53.4	2.2
223	N-203	57.0	54.0	58.0	58.0	52.5	55.0	53.0	60.5	65.0	57.5	57.1	57.0	54.0	58.0	58.0	52.5	55.0	53.0	60.5		57.5	56.2	2.7
224	N-204	59.0	51.0	57.5	54.5	55.5	59.0	55.0	67.0	54.0	50.5	56.3	59.0	51.0	57.5	54.5	55.5	59.0	55.0		54.0	50.5	55.1	3.1

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
225	N-214	53.5	67.0	64.5	64.0	57.0	60.5	56.5	64.5	58.5	56.5	60.3			64.5	64.0	57.0	60.5	56.5	64.5	58.5	56.5	60.3	3.6
226	N-215	57.5	56.0	56.5	52.5	59.5	50.0	62.5	59.0	54.0	59.0	56.7	57.5	56.0	56.5	52.5	59.5		62.5	59.0	54.0	59.0	57.4	3.0
227	N-216	61.0	52.5	59.5	64.0	56.5	54.0	65.5	56.5	65.0	60.0	59.5	61.0		59.5	64.0	56.5	54.0		56.5	65.0	60.0	59.6	3.8
228	N-226	57.0	51.5	57.5	60.0	56.5	54.5	60.0	55.0	56.5	57.0	56.6	57.0	51.5	57.5	60.0	56.5	54.5	60.0	55.0	56.5	57.0	56.6	2.5
229	N-227	58.0	47.0	57.5	55.5	56.0	57.5	55.0	57.5	53.0	60.5	55.8	58.0		57.5	55.5	56.0	57.5	55.0	57.5	53.0	60.5	56.7	2.1
230	N-228	63.5	50.0	56.5	62.0	60.5	61.5	61.0	59.0	63.0	61.0	59.8	63.5		56.5	62.0	60.5	61.5	61.0	59.0	63.0	61.0	60.9	2.1
231	N-262	61.0	62.5	54.0	63.0	53.0	52.0	60.5	63.5	56.5	66.0	59.2	FUERA DE RANGO											
232	N-263	64.5	55.0	59.5	51.5	58.5	57.0	55.0	61.0	63.5	61.5	58.7	64.5	55.0	59.5		58.5	57.0	55.0	61.0	63.5	61.5	59.5	3.4
233	N-264	58.0	59.5	61.0	59.5	59.5	63.0	59.5	60.5	59.0	58.5	59.8	58.0	59.5	61.0	59.5	59.5	63.0	59.5	60.5	59.0	58.5	59.8	1.4
234	N-274	52.0	55.0	56.0	54.5	53.0	55.5	59.5	56.0	58.0	58.5	55.8	52.0	55.0	56.0	54.5	53.0	55.5	59.5	56.0	58.0	58.5	55.8	2.4
235	N-275	65.0	54.0	59.0	63.0	54.0	60.5	55.5	60.5	61.0	57.5	59.0	65.0	54.0	59.0	63.0	54.0	60.5	55.5	60.5	61.0	57.5	59.0	3.7
236	N-276	56.0	58.5	58.0	54.0	60.5	62.0	61.0	52.5	57.0	54.5	57.4	ERROR EN PRENSA											
237	N-286	58.5	61.0	59.5	62.0	63.5	66.5	54.5	61.5	64.0	60.0	61.1	58.5	61.0	59.5	62.0	63.5	66.5		61.5	64.0	60.0	61.8	2.5
238	N-287	61.0	65.0	62.5	56.5	59.5	60.0	63.5	62.5	64.5	63.5	61.9	61.0	65.0	62.5	56.5	59.5	60.0	63.5	62.5	64.5	63.5	61.9	2.6
239	N-288	67.5	60.5	62.5	63.5	61.0	67.0	66.0	57.5	58.5	65.0	62.9	67.5	60.5	62.5	63.5	61.0	67.0	66.0	57.5	58.5	65.0	62.9	3.5
240	N-298	66.0	51.5	58.0	60.0	59.0	58.0	53.5	46.0	57.5	61.0	57.1		51.5	58.0	60.0	59.0	58.0	53.5		57.5	61.0	57.3	3.2

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
241	N-299	59.0	58.0	53.5	58.0	56.0	57.0	53.0	60.5	55.0	55.5	56.6	59.0	58.0	53.5	58.0	56.0	57.0	53.0	60.5	55.0	55.5	56.6	2.4
242	N-300	56.5	54.0	61.0	58.0	52.0	59.0	58.0	56.0	53.5	58.0	56.6	56.5	54.0	61.0	58.0	52.0	59.0	58.0	56.0	53.5	58.0	56.6	2.8
243	N-310	48.5	56.0	55.0	57.5	58.0	56.5	57.5	55.5	55.5	59.5	56.0		56.0	55.0	57.5	58.0	56.5	57.5	55.5	55.5	59.5	56.8	1.5
244	N-311	63.0	60.0	53.5	59.0	58.5	57.0	59.0	52.0	58.5	60.5	58.1	63.0	60.0	53.5	59.0	58.5	57.0	59.0		58.5	60.5	58.8	2.6
245	N-312	58.5	56.0	61.0	53.5	59.5	60.0	56.0	59.0	56.0	60.0	58.0	58.5	56.0	61.0	53.5	59.5	60.0	56.0	59.0	56.0	60.0	58.0	2.4
246	N-322	59.5	55.5	62.5	58.5	56.5	58.5	55.5	55.5	57.5	56.0	57.6	59.5	55.5	62.5	58.5	56.5	58.5	55.5	55.5	57.5	56.0	57.6	2.3
247	N-323	55.0	57.5	58.0	52.5	56.0	60.5	56.5	53.5	53.0	51.5	55.4	55.0	57.5	58.0	52.5	56.0	60.5	56.5	53.5	53.0	51.5	55.4	2.8
248	N-324	52.5	49.0	60.0	58.5	60.5	57.5	55.5	52.5	52.0	52.5	55.1	52.5		60.0	58.5	60.5	57.5	55.5	52.5	52.0	52.5	55.7	3.5
249	AR-01	53.0	45.0	48.0	50.0	46.5	46.0	49.0	55.0	50.0	49.5	49.2	53.0	45.0	48.0	50.0	46.5	46.0	49.0	55.0	50.0	49.5	49.2	3.1
250	AR-02	52.0	52.0	54.0	50.5	53.0	52.5	54.5	51.5	53.0	51.5	52.5	52.0	52.0	54.0	50.5	53.0	52.5	54.5	51.5	53.0	51.5	52.5	1.2
251	AR-03	53.0	50.0	55.0	47.5	46.5	53.5	51.5	54.5	52.5	51.0	51.5	53.0	50.0	55.0	47.5	46.5	53.5	51.5	54.5	52.5	51.0	51.5	2.8
252	AR-04	50.5	49.0	48.5	50.0	51.0	49.0	53.0	50.0	52.0	54.0	50.7	50.5	49.0	48.5	50.0	51.0	49.0	53.0	50.0	52.0	54.0	50.7	1.8
253	AR-05	50.0	51.0	55.5	51.0	51.5	53.0	53.0	53.0	56.0	60.0	53.4	50.0	51.0	55.5	51.0	51.5	53.0	53.0	53.0	56.0		52.7	2.0
254	AR-06	49.5	50.5	49.0	61.0	55.0	51.0	48.5	53.0	52.5	53.5	52.4	49.5	50.5	49.0		55.0	51.0	48.5	53.0	52.5	53.5	51.4	2.2
255	A-07	49.5	50.0	49.0	51.0	49.5	47.5	47.5	53.5	48.5	50.5	49.7	49.5	50.0	49.0	51.0	49.5	47.5	47.5	53.5	48.5	50.5	49.7	1.8
256	A-08	51.5	57.5	60.5	61.5	61.5	55.5	57.0	63.0	63.5	62.0	59.4		57.5	60.5	61.5	61.5	55.5	57.0	63.0	63.5	62.0	60.2	2.9

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
257	A-09	52.0	48.5	55.0	51.0	50.0	49.0	51.5	50.0	46.0	46.5	50.0	52.0	48.5	55.0	51.0	50.0	49.0	51.5	50.0	46.0	46.5	50.0	2.7
258	A-10	62.5	54.5	56.0	55.0	60.0	60.0	57.0	56.5	62.0	61.5	58.5	62.5	54.5	56.0	55.0	60.0	60.0	57.0	56.5	62.0	61.5	58.5	3.0
259	A-11	56.0	60.5	58.0	58.0	58.0	57.0	52.0	60.0	59.0	57.5	57.6	56.0	60.5	58.0	58.0	58.0	57.0	52.0	60.0	59.0	57.5	57.6	2.4
260	A-12	48.0	51.0	52.0	46.5	48.0	50.5	48.5	50.0	52.0	53.5	50.0	48.0	51.0	52.0	46.5	48.0	50.5	48.5	50.0	52.0	53.5	50.0	2.2
261	1064	38.5	38.0	41.5	40.0	43.5	38.5	39.0	37.5	38.5	39.5	39.5	38.5	38.0	41.5	40.0	43.5	38.5	39.0	37.5	38.5	39.5	39.5	1.8
262	1065	38.0	43.0	38.5	40.5	40.5	37.0	36.0	43.5	39.0	35.0	39.1	38.0	43.0	38.5	40.5	40.5	37.0	36.0	43.5	39.0	35.0	39.1	2.8
263	1072	39.0	39.0	41.0	41.0	46.5	42.0	39.5	46.5	44.5	42.0	42.1	39.0	39.0	41.0	41.0	46.5	42.0	39.5	46.5	44.5	42.0	42.1	2.8
264	1073	43.5	38.5	38.0	39.0	39.0	40.0	39.0	39.0	38.0	41.0	39.5	43.5	38.5	38.0	39.0	39.0	40.0	39.0	39.0	38.0	41.0	39.5	1.7
265	1078	40.0	36.0	37.0	44.5	39.0	39.5	44.0	38.0	37.0	36.0	39.1	40.0	36.0	37.0	44.5	39.0	39.5	44.0	38.0	37.0	36.0	39.1	3.0
266	1079	41.0	48.5	45.5	38.5	42.5	39.5	41.0	40.5	39.0	39.0	41.5	41.0		45.5	38.5	42.5	39.5	41.0	40.5	39.0	39.0	40.7	2.2
267	1080	42.0	37.0	39.5	40.0	44.0	39.5	40.5	38.0	40.0	39.0	40.0	42.0	37.0	39.5	40.0	44.0	39.5	40.5	38.0	40.0	39.0	40.0	2.0
268	1081	41.5	45.0	39.5	46.0	44.0	40.0	44.5	46.5	41.0	38.5	42.7	41.5	45.0	39.5	46.0	44.0	40.0	44.5	46.5	41.0	38.5	42.7	2.9
269	1084	42.0	37.0	41.0	36.0	38.5	38.0	40.0	38.5	37.0	38.0	38.6	42.0	37.0	41.0	36.0	38.5	38.0	40.0	38.5	37.0	38.0	38.6	1.9
270	1085	39.0	40.0	40.5	37.5	39.0	38.0	38.5	38.0	42.0	41.0	39.4	39.0	40.0	40.5	37.5	39.0	38.0	38.5	38.0	42.0	41.0	39.4	1.5
271	1088	39.0	41.0	38.0	39.0	38.0	36.5	37.5	41.0	44.5	37.0	39.2	39.0	41.0	38.0	39.0	38.0	36.5	37.5	41.0	44.5	37.0	39.2	2.4
272	1089	38.5	39.0	36.5	36.5	34.0	38.0	36.5	37.5	37.5	41.0	37.5	38.5	39.0	36.5	36.5	34.0	38.0	36.5	37.5	37.5	41.0	37.5	1.9

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
273	1092	41.0	43.0	39.5	37.5	35.0	38.0	38.0	37.5	37.5	39.5	38.7	41.0	43.0	39.5	37.5	35.0	38.0	38.0	37.5	37.5	39.5	38.7	2.2
274	1093	42.5	38.5	36.5	38.5	40.0	40.0	43.0	42.0	38.5	39.0	39.9	42.5	38.5	36.5	38.5	40.0	40.0	43.0	42.0	38.5	39.0	39.9	2.1
275	1096	37.5	41.0	42.5	37.5	38.5	35.5	41.0	38.5	42.5	34.0	38.9	37.5	41.0	42.5	37.5	38.5	35.5	41.0	38.5	42.5	34.0	38.9	2.9
276	1097	44.0	37.0	46.5	39.5	46.5	37.0	40.5	38.0	39.5	38.5	40.7	44.0	37.0	46.5	39.5	46.5	37.0	40.5	38.0	39.5	38.5	40.7	3.7
277	2000	36.5	39.0	35.0	37.5	39.0	37.0	38.0	39.0	37.0	37.0	37.5	36.5	39.0	35.0	37.5	39.0	37.0	38.0	39.0	37.0	37.0	37.5	1.3
278	2001	37.0	34.5	40.5	39.0	37.0	38.5	39.5	36.0	38.5	36.5	37.7	37.0	34.5	40.5	39.0	37.0	38.5	39.5	36.0	38.5	36.5	37.7	1.8
279	2004	43.0	40.5	44.5	41.0	44.0	41.5	40.5	42.0	45.0	40.5	42.3	43.0	40.5	44.5	41.0	44.0	41.5	40.5	42.0	45.0	40.5	42.3	1.8
280	2005	38.0	36.0	38.0	36.0	36.0	39.5	38.5	36.5	36.0	37.5	37.2	38.0	36.0	38.0	36.0	36.0	39.5	38.5	36.5	36.0	37.5	37.2	1.3
281	2008	38.0	36.0	36.0	38.5	40.5	38.0	38.5	43.0	43.0	40.0	39.2	38.0	36.0	36.0	38.5	40.5	38.0	38.5	43.0	43.0	40.0	39.2	2.5
282	2009	44.0	37.0	43.5	38.5	38.0	41.5	37.0	45.5	40.0	47.0	41.2	44.0	37.0	43.5	38.5	38.0	41.5	37.0	45.5	40.0	47.0	41.2	3.6
283	2010	38.5	38.0	44.0	44.0	40.5	40.0	37.0	44.5	41.0	38.0	40.6	38.5	38.0	44.0	44.0	40.5	40.0	37.0	44.5	41.0	38.0	40.6	2.8
284	2011	37.5	39.0	39.0	38.0	37.0	37.0	39.0	43.0	38.0	41.5	38.9	37.5	39.0	39.0	38.0	37.0	37.0	39.0	43.0	38.0	41.5	38.9	2.0
285	2020	37.5	39.0	38.5	35.5	36.0	37.0	37.0	33.0	39.5	46.0	37.9	37.5	39.0	38.5	35.5	36.0	37.0	37.0	33.0	39.5		37.0	2.0
286	2021	36.5	36.5	37.5	36.0	36.0	36.0	36.5	38.0	35.5	38.0	36.7	36.5	36.5	37.5	36.0	36.0	36.0	36.5	38.0	35.5	38.0	36.7	0.9
287	Ñ-1	43.0	47.0	45.5	43.0	45.5	45.0	43.0	46.0	47.0	52.5	45.8	43.0	47.0	45.5	43.0	45.5	45.0	43.0	46.0	47.0		45.0	1.6
288	Ñ-2	44.0	45.0	47.5	49.5	48.5	45.5	52.5	50.5	47.5	44.5	47.5	44.0	45.0	47.5	49.5	48.5	45.5	52.5	50.5	47.5	44.5	47.5	2.8

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
289	Ñ-3	41.5	41.5	40.5	42.5	44.0	41.0	41.5	42.5	45.5	44.5	42.5	41.5	41.5	40.5	42.5	44.0	41.0	41.5	42.5	45.5	44.5	42.5	1.6
290	Ñ-4	44.0	42.5	39.5	45.0	44.0	43.5	45.5	42.5	44.5	44.0	43.5	44.0	42.5	39.5	45.0	44.0	43.5	45.5	42.5	44.5	44.0	43.5	1.7
291	R-2	62.0	63.0	64.0	60.5	61.0	61.5	59.0	59.0	63.5	58.5	61.2	62.0	63.0	64.0	60.5	61.0	61.5	59.0	59.0	63.5	58.5	61.2	2.0
292	R-3	58.0	62.0	58.5	58.5	56.5	64.5	62.5	60.5	57.5	64.5	60.3	58.0	62.0	58.5	58.5	56.5	64.5	62.5	60.5	57.5	64.5	60.3	2.9
293	R-5	63.0	61.5	60.0	62.5	61.5	69.0	61.0	58.5	58.5	62.5	61.8	63.0	61.5	60.0	62.5	61.5		61.0	58.5	58.5	62.5	61.0	1.7
294	R-6	60.0	57.0	63.0	58.0	60.0	63.0	57.0	62.5	60.0	61.0	60.2	60.0	57.0	63.0	58.0	60.0	63.0	57.0	62.5	60.0	61.0	60.2	2.3
295	R-8	59.0	63.5	59.5	56.5	52.5	57.5	59.5	54.5	59.0	58.0	58.0	59.0	63.5	59.5	56.5	52.5	57.5	59.5	54.5	59.0	58.0	58.0	3.0
296	R-9	64.0	61.5	62.0	62.0	58.5	66.0	63.5	64.5	66.0	61.0	62.9	64.0	61.5	62.0	62.0	58.5	66.0	63.5	64.5	66.0	61.0	62.9	2.4
297	R-11	61.0	59.0	58.0	61.0	57.5	57.0	61.5	59.0	58.5	62.0	59.5	61.0	59.0	58.0	61.0	57.5	57.0	61.5	59.0	58.5	62.0	59.5	1.8
298	R-12	64.0	60.5	56.5	62.0	57.0	59.5	60.0	60.5	57.0	58.5	59.6	64.0	60.5	56.5	62.0	57.0	59.5	60.0	60.5	57.0	58.5	59.6	2.4
299	R-13	60.5	64.0	61.5	63.0	62.0	61.0	63.0	62.5	62.0	61.0	62.1	60.5	64.0	61.5	63.0	62.0	61.0	63.0	62.5	62.0	61.0	62.1	1.1
300	R-14	62.5	61.5	64.0	58.5	65.0	61.5	62.0	59.0	60.0	63.5	61.8	62.5	61.5	64.0	58.5	65.0	61.5	62.0	59.0	60.0	63.5	61.8	2.1
301	R-15	61.0	62.0	61.5	61.5	61.0	62.5	60.0	60.5	61.0	59.5	61.1	61.0	62.0	61.5	61.5	61.0	62.5	60.0	60.5	61.0	59.5	61.1	0.9
302	R-16	59.0	52.0	56.5	54.0	54.0	53.5	56.5	57.5	53.0	59.5	55.6	59.0	52.0	56.5	54.0	54.0	53.5	56.5	57.5	53.0	59.5	55.6	2.6
303	R-17	59.0	62.0	56.0	56.0	55.0	53.5	56.5	57.0	52.0	56.5	56.4	59.0	62.0	56.0	56.0	55.0	53.5	56.5	57.0	52.0	56.5	56.4	2.8
304	R-18	54.0	51.5	63.0	58.0	61.5	66.5	62.0	60.0	59.5	55.5	59.2	54.0		63.0	58.0	61.5		62.0	60.0	59.5	55.5	59.2	3.2
305	R-19	62.0	55.0	57.0	56.0	54.0	60.5	58.0	64.0	57.5	61.5	58.6	62.0	55.0	57.0	56.0	54.0	60.5	58.0	64.0	57.5	61.5	58.6	3.3
306	R-20	54.0	51.0	55.0	56.5	57.0	57.5	51.5	55.5	51.5	54.0	54.4	54.0	51.0	55.0	56.5	57.0	57.5	51.5	55.5	51.5	54.0	54.4	2.4

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
307	R-21	54.5	54.0	52.0	58.5	59.0	54.5	53.0	51.5	56.0	50.0	54.3	54.5	54.0	52.0	58.5	59.0	54.5	53.0	51.5	56.0	50.0	54.3	2.9
308	R-22	56.5	57.0	58.0	56.5	52.5	57.5	54.5	54.5	53.0	56.5	55.7	56.5	57.0	58.0	56.5	52.5	57.5	54.5	54.5	53.0	56.5	55.7	1.9
309	R-23	57.5	52.5	57.0	55.0	57.5	55.5	55.5	55.5	52.0	56.0	55.4	57.5	52.5	57.0	55.0	57.5	55.5	55.5	55.5	52.0	56.0	55.4	1.9
310	R-24	61.0	56.0	54.0	56.5	55.0	46.5	54.0	55.5	53.5	56.5	54.9		56.0	54.0	56.5	55.0		54.0	55.5	53.5	56.5	55.1	1.2
311	R-25	55.5	45.0	52.0	50.0	54.0	51.5	55.5	52.0	51.0	56.0	52.3	55.5		52.0	50.0	54.0	51.5	55.5	52.0	51.0	56.0	53.1	2.2
312	R-26	53.0	55.0	53.0	54.0	51.5	54.5	54.5	55.5	49.5	50.0	53.1	53.0	55.0	53.0	54.0	51.5	54.5	54.5	55.5	49.5	50.0	53.1	2.1
313	R-27	56.5	51.5	54.0	49.0	56.0	56.5	49.5	54.5	53.5	51.5	53.3	56.5	51.5	54.0	49.0	56.0	56.5	49.5	54.5	53.5	51.5	53.3	2.8
314	R-28	52.0	50.0	49.0	51.0	51.5	50.0	50.5	51.0	53.0	53.5	51.2	52.0	50.0	49.0	51.0	51.5	50.0	50.5	51.0	53.0	53.5	51.2	1.4
315	R-29	54.5	56.0	55.5	54.5	55.5	53.5	54.5	52.5	53.0	56.0	54.6	54.5	56.0	55.5	54.5	55.5	53.5	54.5	52.5	53.0	56.0	54.6	1.2
316	R-30	51.5	57.5	48.5	56.5	53.5	52.5	54.0	52.5	55.0	51.5	53.3	51.5	57.5	48.5	56.5	53.5	52.5	54.0	52.5	55.0	51.5	53.3	2.6
317	SA-01	48.5	48.0	52.5	45.5	45.5	48.5	50.0	49.5	46.5	51.0	48.6	48.5	48.0	52.5	45.5	45.5	48.5	50.0	49.5	46.5	51.0	48.6	2.3
318	SA-02	46.0	50.0	46.5	43.0	46.5	46.5	44.0	48.0	51.5	46.0	46.8	46.0	50.0	46.5	43.0	46.5	46.5	44.0	48.0	51.5	46.0	46.8	2.5
319	SA-03	54.5	56.5	52.0	54.5	56.5	57.5	56.0	55.0	54.5	52.0	54.9	54.5	56.5	52.0	54.5	56.5	57.5	56.0	55.0	54.5	52.0	54.9	1.8
320	SA-04	52.0	45.5	49.0	43.5	46.0	41.5	43.5	48.5	51.5	47.5	46.9	52.0	45.5	49.0	43.5	46.0	41.5	43.5	48.5	51.5	47.5	46.9	3.5
321	SA-05	46.0	49.0	48.5	54.0	52.0	47.0	46.5	54.0	47.5	48.0	49.3	46.0	49.0	48.5	54.0	52.0	47.0	46.5	54.0	47.5	48.0	49.3	3.0
322	SA-06	50.5	50.5	49.0	45.0	52.5	48.0	47.5	50.0	48.0	47.0	48.8	50.5	50.5	49.0	45.0	52.5	48.0	47.5	50.0	48.0	47.0	48.8	2.1
323	SA-07	57.5	51.0	55.5	56.5	51.5	56.5	56.0	51.5	53.5	51.5	54.1	57.5	51.0	55.5	56.5	51.5	56.5	56.0	51.5	53.5	51.5	54.1	2.6
324	SA-08	35.0	35.0	35.5	35.5	34.0	33.5	36.5	34.0	35.5	37.5	35.2	35.0	35.0	35.5	35.5	34.0	33.5	36.5	34.0	35.5	37.5	35.2	1.2
325	SA-09	49.0	50.5	50.0	48.0	45.5	47.5	48.0	52.5	54.0	49.0	49.4	49.0	50.5	50.0	48.0	45.5	47.5	48.0	52.5	54.0	49.0	49.4	2.5

Tabla N° 9. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (concretos de obras)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
326	SA-10	59.0	50.5	48.0	49.0	45.5	50.5	48.0	54.5	53.0	46.0	50.4		50.5	48.0	49.0	45.5	50.5	48.0	54.5	53.0	46.0	49.4	3.0
327	SA-11	58.0	57.5	54.0	51.0	57.0	53.0	55.0	54.0	56.0	55.0	55.1	58.0	57.5	54.0	51.0	57.0	53.0	55.0	54.0	56.0	55.0	55.1	2.2
328	SA-12	46.0	49.5	48.0	56.5	52.5	52.5	49.0	51.0	53.5	49.0	50.8	46.0	49.5	48.0	56.5	52.5	52.5	49.0	51.0	53.5	49.0	50.8	3.1
329	SA-13	41.5	46.0	45.0	51.5	45.5	43.5	47.5	51.0	43.0	45.5	46.0	41.5	46.0	45.0	51.5	45.5	43.5	47.5	51.0	43.0	45.5	46.0	3.2
330	SA-14	46.5	48.5	52.0	48.0	48.0	45.0	46.0	46.5	47.5	48.5	47.7	46.5	48.5	52.0	48.0	48.0	45.0	46.0	46.5	47.5	48.5	47.7	1.9
331	SA-15	50.0	45.5	48.0	43.0	44.5	45.0	51.0	47.5	47.5	46.5	46.9	50.0	45.5	48.0	43.0	44.5	45.0	51.0	47.5	47.5	46.5	46.9	2.5

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
1	S-01	46.8	360	386	305	-55	-15%	267	212	-148	-41%	329	-31	-9%
2	S-02	37.5	246	212	170	-76	-31%	170	138	-108	-44%	234	-12	-5%
3	S-04													
4	S-05	46.3	390	374	296	-94	-24%	261	207	-183	-47%	324	-66	-17%
5	S-06	48.2	361	421	333	-28	-8%	285	226	-135	-37%	342	-18	-5%
6	S-07													
7	S-08	44.5	331	332	263	-69	-21%	239	190	-141	-43%	305	-26	-8%
8	S-09	45.5	344	355	281	-64	-18%	251	199	-145	-42%	316	-29	-8%
9	S-10	49.6	371	461	365	-6	-2%	305	241	-130	-35%	357	-15	-4%
10	S-11													
11	S-12													
12	S-13	40.6	312	260	206	-106	-34%	198	159	-153	-49%	266	-46	-15%
13	S-14	42.6	324	294	233	-91	-28%	218	174	-150	-46%	286	-38	-12%
14	S-15	45.1	329	346	274	-55	-17%	246	196	-133	-41%	311	-18	-5%
15	S-16	47.6	269	406	321	52	19%	277	220	-49	-18%	337	68	25%
16	S-17													

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
17	S-18	46.3	309	373	295	-15	-5%	260	206	-103	-33%	323	14	4%
18	S-19	48.1	263	418	331	68	26%	284	225	-38	-15%	342	79	30%
19	245	46.6	317	381	301	-16	-5%	265	210	-107	-34%	327	10	3%
20	246	44.7	325	338	267	-58	-18%	241	192	-132	-41%	307	-17	-5%
21	251	37.3	308	210	168	-140	-45%	169	137	-171	-55%	232	-76	-25%
22	252	38.7	314	230	183	-130	-42%	181	146	-168	-53%	246	-67	-21%
23	255	47.6	402	405	320	-82	-20%	277	219	-183	-45%	336	-66	-16%
24	256													
25	259	38.9	245	233	186	-59	-24%	183	147	-97	-40%	248	4	2%
26	260	40.5	278	257	204	-74	-27%	197	158	-120	-43%	264	-14	-5%
27	267	42.5	304	293	232	-71	-24%	217	174	-130	-43%	285	-19	-6%
28	268	42.0	310	284	225	-85	-27%	212	170	-140	-45%	280	-30	-10%
29	277	39.3	264	239	190	-74	-28%	186	150	-114	-43%	252	-12	-4%
30	278	39.5	273	242	193	-80	-29%	188	152	-121	-44%	254	-18	-7%
31	289	42.8	265	300	237	-28	-11%	221	176	-89	-33%	288	23	9%
32	290	40.5	266	258	205	-61	-23%	197	159	-107	-40%	265	-1	0%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
33	295	45.4	365	353	279	-86	-24%	250	198	-167	-46%	314	-50	-14%
34	296	46.9	355	387	306	-49	-14%	268	212	-143	-40%	329	-26	-7%
35	299	43.9	293	321	254	-39	-13%	232	185	-107	-37%	299	7	2%
36	300	42.7	308	296	235	-74	-24%	219	175	-133	-43%	287	-22	-7%
37	303	40.7	250	261	207	-43	-17%	199	160	-90	-36%	266	17	7%
38	304	39.6	256	244	194	-63	-24%	189	152	-104	-41%	256	-1	0%
39	331	38.1	197	222	177	-20	-10%	176	142	-55	-28%	241	43	22%
40	332	37.6	206	214	172	-34	-17%	172	139	-66	-32%	235	30	14%
41	343	35.7	237	190	153	-84	-35%	157	128	-109	-46%	216	-21	-9%
42	344	37.0	255	206	165	-90	-35%	167	135	-119	-47%	229	-26	-10%
43	359													
44	360													
45	442	43.7	302	316	250	-52	-17%	230	183	-119	-39%	297	-5	-2%
46	443													
47	383	38.2	242	222	177	-64	-27%	176	143	-99	-41%	241	-1	0%
48	384	40.1	265	251	200	-65	-24%	194	156	-109	-41%	261	-4	-2%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
49	398	32.1	192	150	123	-69	-36%	132	109	-83	-43%	179	-13	-7%
50	399													
51	402	40.1	243	252	200	-43	-18%	194	156	-87	-36%	261	18	7%
52	403	40.8	252	262	208	-44	-17%	200	160	-91	-36%	267	16	6%
53	406	37.1	248	207	166	-83	-33%	167	136	-113	-45%	230	-19	-8%
54	407	35.8	241	191	153	-87	-36%	157	128	-112	-47%	217	-24	-10%
55	410													
56	411	39.3	182	239	191	9	5%	187	150	-32	-17%	253	71	39%
57	414	42.4	275	291	231	-45	-16%	216	173	-103	-37%	284	9	3%
58	415	40.3	278	254	202	-76	-27%	195	157	-121	-44%	262	-15	-6%
59	418	43.0	301	302	239	-62	-21%	222	177	-123	-41%	290	-11	-4%
60	419	43.8	313	318	251	-62	-20%	231	184	-129	-41%	298	-15	-5%
61	422	37.1	292	207	166	-126	-43%	167	136	-156	-54%	230	-63	-21%
62	423	37.6	277	215	172	-105	-38%	172	139	-138	-50%	235	-42	-15%
63	426	42.5	311	293	232	-79	-25%	217	174	-137	-44%	285	-26	-8%
64	427													

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
65	430	39.7	275	244	194	-81	-29%	189	153	-123	-45%	256	-19	-7%
66	431	39.6	252	243	193	-59	-23%	189	152	-100	-40%	255	3	1%
67	394	37.3	276	210	168	-107	-39%	169	137	-138	-50%	232	-44	-16%
68	395	39.7	274	244	194	-80	-29%	189	153	-122	-44%	256	-18	-7%
69	474	45.6	239	357	282	42	18%	252	200	-39	-16%	316	77	32%
70	475	40.8	257	262	208	-49	-19%	200	160	-97	-38%	267	10	4%
71	494													
72	495	44.1	247	324	256	9	4%	234	187	-61	-25%	301	54	22%
73	518	40.7	277	262	208	-69	-25%	199	160	-117	-42%	267	-10	-4%
74	519	41.0	289	266	211	-77	-27%	202	162	-127	-44%	270	-19	-7%
75	530	43.1	273	304	240	-32	-12%	223	178	-95	-35%	291	18	7%
76	531	43.9	260	321	254	-5	-2%	233	185	-74	-29%	300	40	15%
77	542	42.3	332	290	229	-103	-31%	215	172	-160	-48%	283	-49	-15%
78	543													
79	575	46.5	358	379	299	-59	-16%	263	209	-150	-42%	326	-33	-9%
80	576	43.9	355	321	254	-102	-29%	232	185	-170	-48%	299	-56	-16%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
81	595	43.3	284	308	244	-40	-14%	225	180	-104	-37%	293	9	3%
82	596	41.4	274	274	217	-57	-21%	206	165	-108	-40%	274	0	0%
83	630	42.7	325	297	235	-90	-28%	219	175	-150	-46%	287	-38	-12%
84	631	43.8	309	319	252	-57	-18%	231	184	-125	-40%	298	-11	-3%
85	643	43.8	332	319	252	-80	-24%	231	184	-148	-45%	298	-34	-10%
86	644	41.9	312	282	223	-89	-28%	211	169	-143	-46%	279	-33	-11%
87	691	43.4	274	310	245	-29	-11%	226	181	-94	-34%	294	19	7%
88	692	41.2	291	269	213	-78	-27%	204	163	-128	-44%	271	-20	-7%
89	699	42.4	303	291	231	-72	-24%	216	173	-130	-43%	284	-19	-6%
90	700	41.9	305	281	223	-82	-27%	211	169	-137	-45%	278	-27	-9%
91	717	40.1	285	251	199	-85	-30%	193	155	-129	-45%	260	-25	-9%
92	718	38.1	263	221	177	-86	-33%	176	142	-121	-46%	240	-23	-9%
93	753	39.0	279	234	187	-92	-33%	184	148	-130	-47%	249	-29	-10%
94	754	40.2	290	253	201	-89	-31%	194	156	-134	-46%	261	-29	-10%
95	763													
96	760	46.1	309	368	291	-18	-6%	258	205	-104	-34%	321	12	4%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
97	789													
98	812	44.4	326	330	261	-65	-20%	237	189	-137	-42%	304	-22	-7%
99	818	38.3	259	224	179	-80	-31%	178	144	-115	-45%	242	-17	-6%
100	847													
101	857	40.4	317	256	203	-114	-36%	196	157	-159	-50%	263	-54	-17%
102	849	41.7	268	278	220	-48	-18%	209	167	-101	-38%	276	8	3%
103	761	41.9	289	282	224	-65	-23%	211	169	-120	-41%	279	-10	-3%
104	848	46.2	309	372	294	-15	-5%	260	206	-103	-33%	323	14	5%
105	817	40.6	240	260	206	-34	-14%	198	159	-81	-34%	266	25	11%
106	825	42.5	306	293	232	-74	-24%	217	174	-132	-43%	285	-21	-7%
107	811	47.9	309	414	327	18	6%	281	223	-86	-28%	340	31	10%
108	850	41.6	313	277	220	-94	-30%	208	167	-146	-47%	276	-37	-12%
109	826													
110	799	42.2	240	288	228	-12	-5%	214	171	-68	-29%	282	42	18%
111	788	43.5	249	313	247	-2	-1%	228	182	-67	-27%	295	46	19%
112	800													

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
113	858	40.1	257	251	199	-58	-22%	193	155	-102	-40%	260	3	1%
114	764	43.2	227	306	242	15	7%	224	179	-48	-21%	292	65	29%
115	A-1	39.7	192	245	195	2	1%	190	153	-40	-21%	256	64	33%
116	A-2	40.2	192	252	200	9	5%	194	156	-36	-19%	261	70	36%
117	B-1													
118	B-2	41.3	200	272	216	15	8%	205	165	-36	-18%	273	73	36%
119	C-1	41.4	205	274	217	12	6%	206	165	-40	-19%	274	69	34%
120	C-2	45.1	315	345	273	-42	-13%	246	195	-119	-38%	311	-4	-1%
121	D-1	39.7	206	245	195	-11	-6%	190	153	-53	-26%	256	50	24%
122	D-2	39.8	201	246	196	-6	-3%	190	153	-48	-24%	257	56	28%
123	E-1													
124	E-2													
125	F-1													
126	F-2													
127	G-1													
128	G-2	43.0	263	303	240	-24	-9%	223	178	-86	-33%	290	27	10%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
129	H-1	44.4	331	331	262	-69	-21%	238	189	-141	-43%	304	-26	-8%
130	881	43.3	243	308	243	1	0%	225	180	-63	-26%	293	50	21%
131	882	39.4	287	240	191	-96	-33%	187	150	-136	-48%	253	-34	-12%
132	885	41.9	318	283	224	-94	-30%	212	169	-149	-47%	279	-39	-12%
133	886	44.7	337	338	267	-70	-21%	241	192	-145	-43%	307	-30	-9%
134	873	42.7	346	296	234	-111	-32%	219	175	-171	-49%	287	-59	-17%
135	874	41.7	317	278	220	-97	-31%	209	167	-150	-47%	276	-41	-13%
136	877	40.6	349	260	206	-143	-41%	198	159	-190	-54%	266	-83	-24%
137	878	41.3	342	271	215	-127	-37%	205	164	-178	-52%	273	-69	-20%
138	869	42.7	347	296	234	-112	-32%	219	175	-172	-50%	287	-60	-17%
139	870	40.1	352	251	200	-152	-43%	194	156	-196	-56%	261	-91	-26%
140	865	48.2	377	421	333	-44	-12%	285	226	-152	-40%	342	-35	-9%
141	866	38.6	257	228	182	-75	-29%	180	145	-112	-43%	245	-12	-5%
142	843	48.9	389	442	350	-39	-10%	295	234	-155	-40%	350	-39	-10%
143	844	47.1	291	394	311	20	7%	271	215	-77	-26%	332	40	14%
144	766	42.6	277	295	234	-43	-16%	218	174	-102	-37%	286	9	3%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
145	767	42.4	314	292	231	-83	-26%	217	173	-141	-45%	284	-30	-9%
146	871	42.5	351	293	232	-119	-34%	217	174	-178	-51%	285	-66	-19%
147	872	40.7	308	260	207	-101	-33%	199	160	-148	-48%	266	-42	-14%
148	888	44.5	326	332	263	-63	-19%	239	190	-136	-42%	305	-21	-6%
149	889	36.3	251	197	158	-93	-37%	161	131	-120	-48%	221	-30	-12%
150	T-3													
151	T-2													
152	T-1	38.2	214	223	178	-36	-17%	177	143	-71	-33%	241	28	13%
153	T-4													
154	T-5	43.5	315	312	246	-69	-22%	227	181	-134	-42%	295	-20	-6%
155	T-6	49.9	266	469	372	106	40%	309	244	-22	-8%	360	93	35%
156	T-7	46.4	235	376	297	63	27%	262	208	-27	-11%	325	90	38%
157	T-8	40.3	206	254	202	-4	-2%	195	157	-49	-24%	262	57	28%
158	T-9													
159	T-10													
160	T-11	42.2	304	288	228	-76	-25%	214	171	-133	-44%	282	-22	-7%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
161	T-12	42.9	320	301	238	-82	-26%	221	177	-143	-45%	289	-30	-10%
162	T-13	33.2	146	162	132	-14	-10%	139	115	-31	-21%	190	44	30%
163	T-14	32.0	156	150	123	-34	-22%	131	109	-48	-30%	178	22	14%
164	T-15	43.3	213	309	244	31	15%	226	180	-33	-15%	293	80	38%
165	T-16	47.9	336	413	327	-9	-3%	281	222	-113	-34%	339	4	1%
166	T-17	46.9	341	388	307	-34	-10%	268	213	-128	-38%	330	-12	-3%
167	T-18	47.7	329	409	323	-5	-2%	279	221	-108	-33%	338	9	3%
168	T-19	44.9	220	342	270	50	23%	244	194	-26	-12%	309	89	40%
169	T-20	36.0	237	193	156	-82	-34%	159	130	-108	-45%	219	-18	-8%
170	T-21	45.4	235	354	280	45	19%	250	199	-36	-15%	315	80	34%
171	T-34	53.4	334	587	469	136	41%	366	289	-45	-13%	395	62	19%
172	T-35	49.6	299	462	366	67	22%	305	242	-58	-19%	357	58	19%
173	T-36	53.5	331	593	474	143	43%	368	291	-40	-12%	397	66	20%
174	T-31	30.5	201	136	112	-88	-44%	122	102	-99	-49%	163	-38	-19%
175	T-32	44.5	209	333	263	55	26%	239	190	-18	-9%	305	97	46%
176	T-33													

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
177	T-28	45.5	238	355	281	42	18%	251	199	-39	-16%	316	77	32%
178	T-29	44.4	232	330	261	29	12%	237	189	-43	-19%	304	72	31%
179	T-25	48.0	275	417	330	55	20%	283	224	-51	-18%	341	66	24%
180	T-30	39.3	263	239	190	-73	-28%	186	150	-113	-43%	252	-10	-4%
181	T-23													
182	T-26	47.6	281	407	322	41	15%	278	220	-61	-22%	337	56	20%
183	T-22													
184	T-27	49.0	276	443	351	75	27%	296	234	-42	-15%	351	74	27%
185	T-24													
186	N-10	46.2	324	370	293	-31	-10%	259	205	-118	-37%	322	-2	0%
187	N-11													
188	N-12	42.8	302	300	237	-65	-22%	221	176	-126	-42%	288	-14	-5%
189	N-46	51.0	374	505	401	27	7%	327	258	-116	-31%	371	-3	-1%
190	N-47	53.8	366	602	482	116	32%	373	295	-71	-19%	399	34	9%
191	N-48	53.8	363	602	482	119	33%	373	295	-68	-19%	399	37	10%
192	N-58	51.2	353	510	405	52	15%	329	260	-93	-26%	373	20	6%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
193	N-59	52.7	341	563	449	108	32%	354	280	-61	-18%	389	47	14%
194	N-60	51.2	364	510	405	42	11%	329	260	-103	-28%	373	9	3%
195	N-70	52.6	370	560	446	76	21%	353	279	-91	-25%	388	18	5%
196	N-71	50.0	370	472	375	5	1%	311	246	-124	-34%	361	-9	-2%
197	N-72	50.7	378	495	393	15	4%	322	254	-124	-33%	368	-10	-3%
198	N-82	48.9	370	441	349	-20	-5%	295	234	-136	-37%	350	-20	-5%
199	N-83	49.6	343	461	365	22	6%	305	241	-102	-30%	357	14	4%
200	N-84	55.7	352	682	549	197	56%	409	324	-29	-8%	419	67	19%
201	N-94	51.4	374	517	411	36	10%	332	263	-112	-30%	375	1	0%
202	N-95	49.8	364	468	371	7	2%	309	244	-120	-33%	359	-5	-1%
203	N-96	46.0	284	367	290	5	2%	257	204	-80	-28%	321	36	13%
204	N-106	52.3	377	548	437	60	16%	347	274	-102	-27%	384	8	2%
205	N-107	51.3	345	515	409	64	19%	331	262	-83	-24%	375	29	8%
206	N-108	55.8	379	685	552	172	45%	410	325	-55	-14%	420	41	11%
207	N-118	55.6	384	678	546	162	42%	407	322	-62	-16%	418	34	9%
208	N-119													

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
209	N-120	55.2	390	662	532	142	36%	400	316	-74	-19%	414	24	6%
210	N-154	54.6	420	634	509	89	21%	387	306	-114	-27%	408	-12	-3%
211	N-155	52.2	405	544	433	28	7%	345	273	-132	-33%	383	-22	-5%
212	N-156	52.6	407	561	447	40	10%	353	279	-128	-31%	388	-19	-5%
213	N-166	57.1	412	748	606	194	47%	438	347	-65	-16%	434	22	5%
214	N-167	55.8	363	685	552	189	52%	410	325	-38	-11%	420	57	16%
215	N-168	60.0	375	899	739	364	97%	503	400	24	7%	463	88	23%
216	N-178	61.1	442	962	797	355	80%	530	421	-20	-5%	474	32	7%
217	N-179	57.2	432	751	609	177	41%	440	348	-84	-19%	435	3	1%
218	N-180	53.2	445	580	464	19	4%	362	286	-158	-36%	393	-51	-11%
219	N-190	54.5	367	632	507	140	38%	386	305	-62	-17%	407	40	11%
220	N-191	53.4	383	589	471	87	23%	367	290	-94	-24%	396	12	3%
221	N-192													
222	N-202	53.4	425	591	472	48	11%	367	290	-134	-32%	396	-28	-7%
223	N-203	56.2	408	703	568	159	39%	419	331	-77	-19%	424	16	4%
224	N-204	55.1	433	657	528	95	22%	398	315	-119	-27%	413	-20	-5%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
225	N-214	60.3	454	913	752	299	66%	509	405	-49	-11%	466	12	3%
226	N-215	57.4	401	760	617	216	54%	444	352	-49	-12%	436	36	9%
227	N-216	59.6	420	874	717	298	71%	493	391	-28	-7%	459	39	9%
228	N-226	56.6	396	721	583	186	47%	426	337	-59	-15%	428	32	8%
229	N-227	56.7	399	729	589	191	48%	430	340	-59	-15%	430	31	8%
230	N-228	60.9	415	951	787	372	90%	525	418	3	1%	472	57	14%
231	N-262													
232	N-263	59.5	459	870	714	255	56%	491	390	-69	-15%	458	-1	0%
233	N-264	59.8	460	887	729	269	59%	498	396	-64	-14%	461	1	0%
234	N-274	55.8	451	687	554	102	23%	411	325	-126	-28%	420	-31	-7%
235	N-275	59.0	469	843	690	220	47%	480	380	-89	-19%	453	-16	-4%
236	N-276													
237	N-286	61.8	509	1011	841	332	65%	549	438	-71	-14%	482	-28	-5%
238	N-287	61.9	543	1012	842	299	55%	550	438	-105	-19%	482	-61	-11%
239	N-288	62.9	569	1082	907	339	60%	578	462	-107	-19%	492	-76	-13%
240	N-298	57.3	420	757	614	194	46%	442	350	-70	-17%	436	16	4%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
241	N-299	56.6	433	721	583	150	35%	426	337	-95	-22%	428	-5	-1%
242	N-300	56.6	425	723	585	160	38%	427	338	-87	-20%	428	4	1%
243	N-310	56.8	452	731	592	140	31%	431	341	-111	-25%	430	-22	-5%
244	N-311	58.8	472	831	679	207	44%	475	376	-96	-20%	451	-22	-5%
245	N-312	58.0	456	788	641	185	41%	456	361	-95	-21%	442	-14	-3%
246	N-322	57.6	453	768	624	171	38%	447	354	-98	-22%	438	-15	-3%
247	N-323	55.4	441	670	539	97	22%	403	319	-122	-28%	416	-25	-6%
248	N-324	55.7	457	683	551	94	21%	410	324	-132	-29%	419	-37	-8%
249	AR-01	49.2	244	450	357	112	46%	300	237	-7	-3%	353	109	45%
250	AR-02	52.5	336	554	442	106	31%	350	277	-60	-18%	386	50	15%
251	AR-03	51.5	432	522	415	-17	-4%	335	264	-168	-39%	377	-55	-13%
252	AR-04	50.7	283	496	394	110	39%	322	255	-29	-10%	368	85	30%
253	AR-05	52.7	373	562	448	75	20%	354	280	-94	-25%	388	15	4%
254	AR-06	51.4	390	518	412	22	6%	333	263	-127	-33%	375	-14	-4%
255	A-07	49.7	263	463	367	104	40%	306	242	-21	-8%	358	95	36%
256	A-08	60.2	379	912	751	372	98%	509	404	25	7%	465	86	23%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
257	A-09	50.0	433	472	375	-58	-13%	311	246	-187	-43%	361	-72	-17%
258	A-10	58.5	331	816	666	335	101%	468	371	40	12%	448	117	35%
259	A-11	57.6	386	771	626	240	62%	448	355	-31	-8%	439	53	14%
260	A-12	50.0	272	474	376	103	38%	311	246	-26	-10%	361	89	33%
261	1064	39.5	216	241	192	-24	-11%	188	151	-65	-30%	254	38	18%
262	1065	39.1	194	236	188	-6	-3%	185	149	-45	-23%	250	57	29%
263	1072	42.1	249	286	226	-23	-9%	213	170	-79	-32%	281	32	13%
264	1073	39.5	260	242	193	-68	-26%	188	152	-109	-42%	254	-6	-2%
265	1078	39.1	255	236	188	-68	-26%	185	149	-107	-42%	250	-5	-2%
266	1079	40.7	278	262	208	-70	-25%	199	160	-117	-42%	267	-11	-4%
267	1080	40.0	260	249	198	-62	-24%	192	155	-106	-41%	259	-1	0%
268	1081	42.7	247	296	234	-13	-5%	219	175	-72	-29%	287	40	16%
269	1084	38.6	231	228	182	-49	-21%	180	146	-86	-37%	245	14	6%
270	1085	39.4	264	240	191	-73	-28%	187	150	-114	-43%	253	-11	-4%
271	1088	39.2	226	237	188	-38	-17%	185	149	-77	-34%	251	25	11%
272	1089	37.5	214	213	170	-43	-20%	171	139	-75	-35%	234	20	9%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
273	1092	38.7	269	229	183	-86	-32%	181	146	-123	-46%	246	-23	-9%
274	1093	39.9	248	247	197	-51	-21%	191	154	-94	-38%	258	10	4%
275	1096	38.9	207	232	185	-22	-11%	182	147	-60	-29%	248	40	19%
276	1097	40.7	201	261	207	7	3%	199	160	-41	-20%	267	66	33%
277	2000	37.5	213	213	170	-42	-20%	171	139	-74	-35%	234	21	10%
278	2001	37.7	261	216	172	-89	-34%	173	140	-121	-47%	236	-25	-10%
279	2004	42.3	280	289	229	-52	-18%	215	172	-109	-39%	282	2	1%
280	2005	37.2	248	209	167	-81	-33%	168	137	-112	-45%	231	-17	-7%
281	2008	39.2	230	237	188	-42	-18%	185	149	-81	-35%	251	21	9%
282	2009	41.2	231	270	214	-17	-8%	204	164	-68	-29%	272	40	17%
283	2010	40.6	255	259	205	-49	-19%	198	159	-96	-38%	265	10	4%
284	2011	38.9	214	233	186	-28	-13%	183	147	-66	-31%	248	34	16%
285	2020	37.0	186	206	165	-21	-11%	167	135	-51	-27%	229	43	23%
286	2021	36.7	192	202	162	-30	-16%	164	133	-59	-31%	226	34	17%
287	Ñ-1	45.0	267	344	272	5	2%	245	195	-72	-27%	310	44	16%
288	Ñ-2	47.5	345	404	319	-26	-8%	276	219	-127	-37%	336	-10	-3%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
289	Ñ-3	42.5	288	293	232	-56	-19%	217	174	-115	-40%	285	-3	-1%
290	Ñ-4	43.5	312	313	247	-65	-21%	228	182	-130	-42%	295	-17	-5%
291	R-2	61.2	549	970	804	256	47%	533	424	-124	-23%	475	-73	-13%
292	R-3	60.3	363	916	755	393	108%	510	406	43	12%	466	103	29%
293	R-5	61.0	504	958	793	289	57%	528	420	-84	-17%	473	-31	-6%
294	R-6	60.2	431	907	747	316	73%	507	403	-29	-7%	465	33	8%
295	R-8	58.0	529	788	641	112	21%	456	361	-168	-32%	442	-87	-16%
296	R-9	62.9	499	1082	907	408	82%	578	462	-37	-7%	492	-7	-1%
297	R-11	59.5	547	868	712	165	30%	490	389	-158	-29%	457	-89	-16%
298	R-12	59.6	539	873	717	177	33%	492	391	-149	-28%	458	-81	-15%
299	R-13	62.1	600	1025	854	254	42%	555	443	-158	-26%	484	-116	-19%
300	R-14	61.8	571	1005	836	265	46%	547	436	-135	-24%	481	-90	-16%
301	R-15	61.1	567	961	796	229	40%	529	421	-146	-26%	474	-93	-16%
302	R-16	55.6	433	676	544	111	26%	406	321	-112	-26%	418	-16	-4%
303	R-17	56.4	444	711	575	130	29%	422	334	-110	-25%	426	-19	-4%
304	R-18	59.2	431	853	699	267	62%	484	384	-47	-11%	455	23	5%
305	R-19	58.6	386	819	668	282	73%	469	372	-14	-4%	448	62	16%
306	R-20	54.4	400	626	502	102	25%	384	303	-97	-24%	406	5	1%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
307	R-21	54.3	419	624	500	81	19%	383	302	-117	-28%	405	-14	-3%
308	R-22	55.7	455	680	548	93	21%	408	323	-132	-29%	419	-36	-8%
309	R-23	55.4	444	670	539	94	21%	403	319	-125	-28%	416	-28	-6%
310	R-24	55.1	449	658	529	79	18%	398	315	-135	-30%	413	-36	-8%
311	R-25	53.1	417	576	460	43	10%	361	285	-133	-32%	392	-25	-6%
312	R-26	53.1	409	576	460	51	13%	360	285	-124	-30%	392	-16	-4%
313	R-27	53.3	354	583	466	112	32%	364	288	-66	-19%	394	40	11%
314	R-28	51.2	386	510	405	19	5%	329	260	-126	-33%	373	-13	-3%
315	R-29	54.6	434	634	509	74	17%	387	306	-128	-29%	408	-27	-6%
316	R-30	53.3	423	585	468	45	11%	365	288	-135	-32%	395	-28	-7%
317	SA-01	48.6	408	432	342	-66	-16%	290	230	-178	-44%	347	-62	-15%
318	SA-02	46.8	373	386	305	-67	-18%	267	212	-161	-43%	329	-44	-12%
319	SA-03	54.9	409	648	521	112	27%	394	311	-98	-24%	411	2	0%
320	SA-04	46.9	355	387	306	-49	-14%	268	212	-143	-40%	329	-26	-7%
321	SA-05	49.3	356	452	358	2	1%	300	238	-118	-33%	354	-2	-1%
322	SA-06	48.8	375	439	347	-27	-7%	294	233	-142	-38%	349	-26	-7%
323	SA-07	54.1	491	616	493	2	0%	379	300	-192	-39%	403	-88	-18%
324	SA-08	35.2	202	184	148	-54	-27%	153	125	-77	-38%	211	8	4%
325	SA-09	49.4	394	456	361	-33	-8%	303	239	-155	-39%	355	-39	-10%

Tabla N° 10. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación propia (Concreto de obras)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2 de fábrica				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
326	SA-10	49.4	434	457	362	-72	-17%	303	240	-194	-45%	356	-79	-18%
327	SA-11	55.1	530	655	526	-4	-1%	397	314	-216	-41%	413	-117	-22%
328	SA-12	50.8	456	497	395	-61	-13%	323	255	-201	-44%	369	-87	-19%
329	SA-13	46.0	303	367	290	-14	-4%	257	204	-99	-33%	321	17	6%
330	SA-14	47.7	399	408	322	-77	-19%	278	220	-179	-45%	337	-62	-16%
331	SA-15	46.9	384	387	306	-78	-20%	268	212	-172	-45%	329	-55	-14%

18.00	1%
118	31.3%
231	61%

-101.99	-32%
45	13.0%
89	26%

Media	0.01	2%
Desv. Est	44	14.8%
1.96 σ (95%)	86	29%

Tabla N° 11. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (Diseño controlado)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
1	TE-01	01/06/18	09/06/18	Diseño controlado	210	8	15.23	15.195	0.2%	13,173	2,416	29,483	162
2	TE-02	01/06/18	09/06/18	Diseño controlado	210	8	15.212	15.264	0.3%	13,097	2,394	29,844	164
3	TE-06	01/06/18	09/06/18	Diseño controlado	210	8	15.244	15.247	0.0%	13,099	2,392	31,601	173
4	TE-12	02/06/18	09/06/18	Diseño controlado	280	7	15.268	15.244	0.2%	13,141	2,396	34,315	188
5	TE-13	02/06/18	09/06/18	Diseño controlado	280	7	15.229	15.179	0.3%	13,115	2,408	34497	190
6	TE-20	02/06/18	09/06/18	Diseño controlado	280	7	15.214	15.254	0.3%	12,930	2,365	28,211	155
7	TE-23	04/06/18	11/06/18	Diseño controlado	175	7	15.26	15.224	0.2%	13,106	2,394	24,411	134
8	TE-24	04/06/18	11/06/18	Diseño controlado	175	7	15.343	15.36	0.1%	13,092	2,358	24,059	130
9	TE-29	04/06/18	11/06/18	Diseño controlado	175	7	15.235	15.251	0.1%	12,979	2,371	21,164	116
10	TE-03	01/06/18	18/06/18	Diseño controlado	210	17	15.2	15.234	0.2%	13,174	2,415	32,049	176
11	TE-11	01/06/18	18/06/18	Diseño controlado	210	17	15.206	15.21	0.0%	13,179	2,418	37,187	205
12	TE-07	01/06/18	18/06/18	Diseño controlado	210	17	15.249	15.281	0.2%	13,069	2,380	31,235	171
13	TE-22	02/06/18	18/06/18	Diseño controlado	280	16	15.361	15.279	0.5%	12,890	2,331	39,265	213

Tabla N° 11. Datos del ensayo de esclerometría y rotura de probetas (Diseño controlado)

N°	Código	Fecha vaciado	Fecha rotura	Estructura	f'c (Diseño)	Edad (días)	Dimensiones		Exceso Diám. (max. 2%)	Peso (kg)	Peso Unit (kg/m3)	Datos de Prensa	
							Diam. 1	Diam. 2				Carga (Kg)	f'c (real)
14	TE-16	02/06/18	18/06/18	Diseño controlado	280	16	15.144	15.305	1.1%	13,062	2,392	40,743	224
15	TE-26	04/06/18	18/06/18	Diseño controlado	175	14	15.215	15.384	1.1%	13,135	2,382	26,586	145
16	TE-28	04/06/18	18/06/18	Diseño controlado	175	14	15.247	15.332	0.6%	13,052	2,370	24,535	134
17	TE-31	04/06/18	18/06/18	Diseño controlado	175	14	15.181	15.333	1.0%	12,875	2,348	29,147	159
18	TE-04	01/06/18	05/07/18	Diseño controlado	210	34	15.05	15	0.3%	13,102	2,463	40,432	228
19	TE-09	01/06/18	05/07/18	Diseño controlado	210	34	15.2	15.25	0.3%	12,874	2,357	41,894	230
20	TE-10	01/06/18	05/07/18	Diseño controlado	210	34	15.27	15.26	0.1%	13,176	2,400	53,092	290
21	TE-14	02/06/18	05/07/18	Diseño controlado	280	33	15.23	15.25	0.1%	13,223	2,416	47,711	262
22	TE-15	02/06/18	05/07/18	Diseño controlado	280	33	15.16	15.24	0.5%	13,184	2,422	50,414	278
23	TE-25	04/06/18	05/07/18	Diseño controlado	175	31	15.24	15.28	0.3%	13,152	2,397	34,635	189
24	TE-27	04/06/18	05/07/18	Diseño controlado	175	31	15.22	15.26	0.3%	13,020	2,379	36,494	200
25	TE-33	04/06/18	05/07/18	Diseño controlado	175	31	15.22	15.26	0.3%	12,907	2,359	36,448	200

Tabla N°12. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (Diseño controlado)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	TE-01	42.5	36.5	38.5	43.5	37.0	38.5	38.5	38.0	39.0	38.0	39.0	42.5	36.5	38.5	43.5	37.0	38.5	38.5	38.0	39.0	38.0	39.0	2.2
2	TE-02	41.5	35.5	37.5	36.0	40.5	38.5	35.0	36.5	34.5	35.0	37.1	41.5	35.5	37.5	36.0	40.5	38.5	35.0	36.5	34.5	35.0	37.1	2.4
3	TE-06	40.0	37.0	35.5	35.0	39.5	38.0	37.5	36.5	38.0	36.0	37.3	40.0	37.0	35.5	35.0	39.5	38.0	37.5	36.5	38.0	36.0	37.3	1.6
4	TE-12	40.0	35.5	38.5	40.0	39.5	45.0	43.5	42.5	39.5	39.5	40.4	40.0	35.5	38.5	40.0	39.5	45.0	43.5	42.5	39.5	39.5	40.4	2.7
5	TE-13	42.0	40.5	42.0	40.5	39.5	42.0	43.0	41.0	46.0	40.5	41.7	42.0	40.5	42.0	40.5	39.5	42.0	43.0	41.0	46.0	40.5	41.7	1.8
6	TE-20	42.5	41.0	40.5	37.0	42.5	36.5	36.0	38.0	36.0	41.0	39.1	42.5	41.0	40.5	37.0	42.5	36.5	36.0	38.0	36.0	41.0	39.1	2.7
7	TE-23	37.0	35.0	35.0	33.5	34.5	35.0	36.0	37.0	35.5	34.5	35.3	37.0	35.0	35.0	33.5	34.5	35.0	36.0	37.0	35.5	34.5	35.3	1.1
8	TE-24	35.0	35.0	36.0	35.0	37.0	31.0	35.5	37.0	33.0	35.0	35.0	35.0	35.0	36.0	35.0	37.0	31.0	35.5	37.0	33.0	35.0	35.0	1.8
9	TE-29	32.5	32.5	37.0	37.5	38.0	34.5	37.0	39.0	33.5	37.5	35.9	32.5	32.5	37.0	37.5	38.0	34.5	37.0	39.0	33.5	37.5	35.9	2.4
10	TE-03	40.0	36.0	45.5	40.5	39.0	45.5	42.5	41.5	39.0	38.5	40.8	40.0	36.0	45.5	40.5	39.0	45.5	42.5	41.5	39.0	38.5	40.8	3.0
11	TE-11	42.5	44.5	40.5	48.0	41.0	43.0	43.0	44.0	44.0	43.5	43.4	42.5	44.5	40.5	48.0	41.0	43.0	43.0	44.0	44.0	43.5	43.4	2.1
12	TE-07	41.5	40.5	40.0	43.5	40.5	39.0	39.5	39.0	39.0	40.5	40.3	41.5	40.5	40.0	43.5	40.5	39.0	39.5	39.0	39.0	40.5	40.3	1.4
13	TE-22	43.5	42.5	40.5	39.5	43.0	43.0	39.0	42.5	43.5	41.5	41.9	43.5	42.5	40.5	39.5	43.0	43.0	39.0	42.5	43.5	41.5	41.9	1.7

Tabla N°12. Depuración de datos del ensayo con esclerómetro (Diseño controlado)

N°	Código	Nro de Rebote x disparo (Q)										Q prom	Nro de Rebote x disparo (Seleccionados)										Q prom	Des. Est
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
14	TE-16	46.0	41.0	38.5	38.5	45.5	41.0	40.5	45.5	46.5	47.5	43.1	46.0	41.0	38.5	38.5	45.5	41.0	40.5	45.5	46.5	47.5	43.1	3.5
15	TE-26	43.0	40.5	48.0	39.5	36.5	38.5	38.5	38.5	36.5	44.0	40.4	43.0	40.5		39.5	36.5	38.5	38.5	38.5	36.5	44.0	39.5	2.6
16	TE-28	40.0	35.0	38.5	35.0	35.0	36.0	33.5	36.0	39.0	37.0	36.5	40.0	35.0	38.5	35.0	35.0	36.0	33.5	36.0	39.0	37.0	36.5	2.1
17	TE-31	39.0	37.0	36.0	38.0	37.5	41.0	40.0	39.0	48.0	31.5	38.7	39.0	37.0	36.0	38.0	37.5	41.0	40.0	39.0			38.4	1.6
18	TE-04	46.5	44.0	44.5	40.0	47.5	40.0	46.0	40.5	39.0	44.0	43.2	46.5	44.0	44.5	40.0	47.5	40.0	46.0	40.5	39.0	44.0	43.2	3.1
19	TE-09	51.5	45.0	44.0	43.5	44.5	44.5	47.0	42.0	44.5	43.5	45.0		45.0	44.0	43.5	44.5	44.5	47.0	42.0	44.5	43.5	44.3	1.3
20	TE-10	46.0	53.0	51.0	46.0	47.5	47.5	44.5	50.0	52.5	45.0	48.3	46.0	53.0	51.0	46.0	47.5	47.5	44.5	50.0	52.5	45.0	48.3	3.1
21	TE-14	48.0	39.5	49.0	48.0	49.0	48.5	46.5	45.5	49.0	48.0	47.1	48.0		49.0	48.0	49.0	48.5	46.5	45.5	49.0	48.0	47.9	1.2
22	TE-15	52.5	48.0	47.5	50.0	48.5	48.0	47.0	49.0	47.5	48.0	48.6	52.5	48.0	47.5	50.0	48.5	48.0	47.0	49.0	47.5	48.0	48.6	1.6
23	TE-25	39.0	39.5	44.0	40.5	38.0	41.5	41.0	39.5	38.5	40.0	40.2	39.0	39.5	44.0	40.5	38.0	41.5	41.0	39.5	38.5	40.0	40.2	1.7
24	TE-27	41.0	40.0	41.5	41.0	41.5	42.5	46.0	46.5	42.5	42.5	42.5	41.0	40.0	41.5	41.0	41.5	42.5	46.0	46.5	42.5	42.5	42.5	2.1
25	TE-33	40.5	38.0	40.5	40.0	41.0	41.0	39.0	39.5	47.0	45.0	41.2	40.5	38.0	40.5	40.0	41.0	41.0	39.0	39.5	47.0	45.0	41.2	2.8

Tabla N° 13. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación (Diseño controlado)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c Según curva (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c low 10% (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c Según curva local (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
1	TE-01	39.0	162	234	187	25	15%	184	148	-14	-9%	169	7	4%
2	TE-02	37.1	164	207	166	2	1%	167	136	-28	-17%	147	-17	-10%
3	TE-06	37.3	173	210	168	-5	-3%	169	137	-36	-21%	149	-24	-14%
4	TE-12	40.4	188	256	203	15	8%	196	157	-30	-16%	185	-3	-1%
5	TE-13	41.7	190	279	221	31	16%	209	167	-23	-12%	201	11	6%
6	TE-20	39.1	155	236	188	33	21%	185	149	-6	-4%	170	16	10%
7	TE-23	35.3	134	185	149	15	11%	154	126	-8	-6%	126	-8	-6%
8	TE-24	35.0	130	181	146	16	12%	151	124	-6	-5%	122	-8	-6%
9	TE-29	35.9	116	192	155	39	33%	158	129	13	11%	133	17	15%
10	TE-03	40.8	176	263	209	32	18%	200	161	-16	-9%	190	14	8%
11	TE-11	43.4	205	311	246	41	20%	227	181	-24	-12%	220	16	8%
12	TE-07	40.3	171	255	202	32	19%	195	157	-14	-8%	184	14	8%
13	TE-22	41.9	213	281	223	10	5%	211	169	-44	-21%	202	-11	-5%

Tabla N° 13. Comparación con ecuaciones de fábrica y Correlación (Diseño controlado)

N°	Código	Q prom	f'c Real Kg/cm2	a) Análisis con Ecuación 1 de fábrica				b) Análisis con Ecuación 2				c) Análisis con Ecuación local		
				f'c Según curva (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c low 10% (kg/cm2)	f'c Corrección x forma	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %	f'c Según curva local (kg/cm2)	Error de Estimación (kg/cm2)	Error de Estimación %
14	TE-16	43.1	224	304	240	16	7%	223	178	-46	-20%	216	-7	-3%
15	TE-26	39.5	145	242	193	48	33%	188	152	7	5%	175	30	21%
16	TE-28	36.5	134	200	160	27	20%	163	132	-1	-1%	140	7	5%
17	TE-31	38.4	159	226	180	21	13%	179	144	-15	-9%	163	3	2%
18	TE-04	43.2	228	307	243	15	6%	225	179	-49	-21%	218	-10	-4%
19	TE-09	44.3	230	329	260	30	13%	237	188	-42	-18%	231	1	0%
20	TE-10	48.3	290	425	336	46	16%	287	227	-63	-22%	278	-13	-4%
21	TE-14	47.9	262	415	329	67	26%	282	223	-38	-15%	273	12	5%
22	TE-15	48.6	278	433	343	65	23%	291	230	-47	-17%	281	3	1%
23	TE-25	40.2	189	252	200	11	6%	194	156	-33	-18%	183	-7	-4%
24	TE-27	42.5	200	293	232	32	16%	217	174	-26	-13%	210	10	5%
25	TE-33	41.2	200	269	213	13	7%	204	163	-37	-18%	194	-6	-3%
												Media	2	1%
												Desv. Est	13	8%
												1.96 σ (95%)	25	15%
												1.65 σ (90%)	21.2	13.0%