

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
HIDRÁULICO USANDO AGREGADO FINO MARGINAL EN EL
PROYECTO REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA DV. IMPERIAL – PAMPAS**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

**Bach. Paredes Carrasco Alexander Edward
Bach. Guillen Herrera Edson Rodolfo**

ASESOR: Mg. Ing. Lazo Lázaro Guillermo

LIMA – PERÚ

AÑO: 2015

DEDICATORIA

A mis padres, quienes me enseñaron que las grandes cosas de la vida no se obtienen por tramas de la suerte, sino del esfuerzo y empeño constante de uno mismo. Éste triunfo es para ustedes Santos Paredes y Manuela Carrasco.

A mis hermanos, quienes, por sus consejos y apoyo incondicional, pude llevar ésta presente investigación de tesis al éxito. Éste triunfo es para ustedes

Danny Paredes y Erika Paredes.

A mi novia, que por su amor adimensional, ha sido mi inspiración del día a día en este arduo camino. Éste triunfo es para ti Priscila Dobbertin.

Alexander Edward Paredes Carrasco

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por darme los padres que tengo. La presente tesis va dedicada a Rodolfo y Elizabeth, que con su ejemplo como personas, a su esfuerzo, cuidado y apoyo durante toda mi vida, puedo cumplir mis metas.

A mi hermana, siendo la amiga que me supo dar los consejos en los momentos donde los necesitaba.

A mi familia, que me muestran que siempre están conmigo en cada paso que doy en la vida.

Edson Rodolfo Guillen Herrera

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor Mg. Ing. Guillermo Lazo Lázaro, que gracias a él y a su equipo de trabajo, pudimos realizar nuestra investigación de tesis con éxito.

A la empresa COSAPI S.A. que en coordinación con el Mg. Ing. Guillermo Lazo Lázaro, nos dieron las facilidades para realizar trabajo de campo y gabinete en su proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial - Pampas”.

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema principal	2
1.2.2. Problema secundario	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo principal	3
1.3.2. Objetivos secundarios	3
1.4. Justificación e importancia de la investigación	4
1.4.1. Conveniencia	4
1.4.2. Relevancia social	4
1.4.3. Implicancias prácticas	4
1.5. Limitaciones	5
1.6. Viabilidad de la investigación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Descripción de la realidad problemática	6
a. Antecedentes nacionales e internacionales	6
b. Ubicación del proyecto	14
c. Geología	15
d. Geomorfología	18
e. Geodinámica externa	18
f. Sismicidad	20
g. Hidrología	21
h. Clima	22
2.2. Bases teóricas	22
a. Bases teóricas fundamentales	22
1. Caracterización geotécnica de los agregados	22
2. Diseño de mezcla de concreto	53
3. Parámetros de calidad del concreto hidráulico	85
b. Bases teóricas específicas	95

1. Agregados marginales	95
2. Resistencia a la compresión del concreto hidráulico	98
3. Durabilidad del concreto hidráulico	115
2.3. Formulación de hipótesis	124
2.3.1. Hipótesis principal	124
2.3.2. Hipótesis secundarias	124
2.3.3. Definición de términos	124
2.3.4. Operacionalización de variables	128
CAPÍTULO III: MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	129
3.1. Diseño de la investigación	129
3.1.1. Tipos y nivel de la investigación	129
3.1.2. Métodos y diseño de la investigación	129
3.2. Caracterización geotécnica de los agregados	129
3.2.1. Especificaciones técnicas	129
a. Cemento	129
b. Agregado fino	130
c. Agregado grueso	131
d. Agua	132
e. Aditivos	133
3.2.2. Calidad de los agregados	133
a. Agregado fino	133
b. Agregado grueso	143
3.2.3. Agregado marginal	152
3.2.4. Canteras	154
3.3. Población y muestra	157
3.4. Diseño de mezcla de concreto hidráulico	158
3.4.1. Propiedades fundamentales	162
3.5. Parámetros de calidad del concreto hidráulico	167
3.5.1. Resistencia a la compresión del concreto hidráulico	167
3.5.2. Durabilidad del concreto hidráulico	198
3.6. Técnicas de recolección de datos	201
3.6.1. Descripción de los instrumentos	202
3.6.2. Validez y confiabilidad de los instrumentos	202
3.7. Aspectos éticos	203

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	204
4.1. Análisis e interpretación de resultados	204
4.2. Contrastación de hipótesis	234
CONCLUSIONES	236
RECOMENDACIONES	238
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	239
ANEXOS	241

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Informe de calidad del cemento andino tipo I	241
Anexo 02. Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables ASTM C 142	242
Anexo 03. Ensayo de cantidad de partículas livianas MTC E 211	243
Anexo 04. Ensayo de contenido de sulfatos, expresados como ion SO ₄ ASTM E 27	244
Anexo 05. Ensayo de contenido de cloruros, expresados como ion Cl ASTM D 3370	245
Anexo 06. Ensayo de impurezas orgánicas ASTM C 40	246
Anexo 07. Ensayo de reactividad con álcalis del cemento MTC E 217	247
Anexo 08. Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables ASTM C 142	248
Anexo 09. Ensayo de contenido de carbón y lignito MTC E 215	249
Anexo 10. Ensayo de contenido de sulfatos, expresados como ion SO ₄ ASTM E 275	250
Anexo 11. Ensayo de contenido de cloruros, expresados como ion Cl ASTM D 3370	251
Anexo 12. Ensayo de reactividad con álcalis del cemento MTC E 217	252
Anexo 13. Informe de calidad de fuentes de agua evaluadas	253
Anexo 14. Informe de calidad del aditivo EUCO WR-91	256
Anexo 15. Informe de calidad del aditivo AIRMIX 200	258
Anexo 16. Ensayos del agregado fino – Marzo 2015	260
Anexo 17. Ensayos del agregado fino – Abril 2015	268
Anexo 18. Ensayos del agregado fino – Setiembre 2015	276
Anexo 19. Ensayos del agregado grueso – Marzo 2015	283
Anexo 20. Ensayos del agregado grueso – Abril 2015	288
Anexo 21. Ensayos del agregado grueso – Setiembre 2015	294
Anexo 22. Ensayo valor azul de metileno ASTM C 837	300
Anexo 23. Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto ASTM C 295	301
Anexo 24. Certificados de calibración de instrumentos	309
Anexo 25. Matriz de consistencia	322
Anexo 26. Panel fotográfico	323

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A. Ubicación de carretera Imperial-Pampas	15
Tabla B. Parámetros Sísmicos de la carretera Imperial - Pampas	21
Tabla C. Resistencia a la compresión de las rocas	39
Tabla D. Módulo de elasticidad de agregados de construcción	41
Tabla E. Componentes químicos principales del cemento	56
Tabla F. Valores máximos de sales y sustancias presentes en el agua	67
Tabla G. Módulo de elasticidad de agregados de construcción	97
Tabla H. Operacionalización de variables	128
Tabla 01. Requisitos de límites de aceptación del agregado fino para concreto estructural	130
Tabla 02. Requisitos de límites de aceptación del agregado grueso para concreto estructural	131
Tabla 03. Ensayos de aceptación del agua	132
Tabla 04. Resumen de calidad de agregado fino – Marzo 2015	134
Tabla 05. Resumen de calidad de agregado fino – Abril 2015	137
Tabla 06. Resumen de calidad de agregado fino – Setiembre 2015	140
Tabla 07. Coeficiente de variación de ensayos observados – Agregado fino	142
Tabla 08. Resumen de calidad de agregado grueso para concreto – Marzo 2015	144
Tabla 09. Resumen de calidad de agregado grueso para concreto – Abril 2015	147
Tabla 10. Resumen de calidad de agregado grueso para concreto – Setiembre 2015	150
Tabla 11. Volúmenes de la cantera Caliza 2 "Km 10 + 200"	155
Tabla 12. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm ² – Marzo 2015	159
Tabla 13. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm ² – Abril 2015	160
Tabla 14. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm ² – Setiembre 2015	161
Tabla 15. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Abril 2015	168

Tabla 16. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Abril 2015	169
Tabla 17. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Abril 2015	170
Tabla 18a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Mayo 2015	171
Tabla 18b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Mayo 2015	172
Tabla 18c. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Mayo 2015	173
Tabla 18d. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Mayo 2015	174
Tabla 19a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Mayo 2015	175
Tabla 19b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Mayo 2015	176
Tabla 19c. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Mayo 2015	177
Tabla 19d. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Mayo 2015	178
Tabla 19e. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Mayo 2015	179
Tabla 19f. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Mayo 2015	180
Tabla 19g. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Mayo 2015	181
Tabla 19h. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Mayo 2015	182
Tabla 20a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Junio 2015	183
Tabla 20b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Junio 2015	184
Tabla 20c. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Junio 2015	185

Tabla 21a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Junio 2015	186
Tabla 21b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Junio 2015	187
Tabla 21c. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Junio 2015	188
Tabla 22a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Junio 2015	189
Tabla 22b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Junio 2015	190
Tabla 22c. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Junio 2015	191
Tabla 23a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Julio 2015	192
Tabla 23b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 7 días, Julio 2015	193
Tabla 24a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Julio 2015	194
Tabla 24b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 14 días, Julio 2015	195
Tabla 25a. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Julio 2015	196
Tabla 25b. Ensayos a compresión de testigos de concreto – Rotura a 28 días, Julio 2015	197
Tabla 26. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Abril 2015	203
Tabla 27. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Abril 2015	206
Tabla 28. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Abril 2015	208
Tabla 29. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Mayo 2015	210
Tabla 30. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Mayo 2015	212

Tabla 31. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Mayo 2015	214
Tabla 32. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Junio 2015	216
Tabla 33. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Junio 2015	218
Tabla 34. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Junio 2015	220
Tabla 35. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Julio 2015	222
Tabla 36. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Julio 2015	224
Tabla 37. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Julio 2015	226
Tabla 38. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Abril a Julio 2015	228
Tabla 39. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Abril a Julio 2015	230
Tabla 40. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Abril a Julio 2015	232
Tabla 41. Cuadro de contrastación de hipótesis	235

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Curva granulométrica estadística del agregado fino - Marzo 2015	135
Gráfico 02. Curva granulométrica estadística del agregado fino - Abril 2015	138
Gráfico 03. Curva granulométrica estadística del agregado fino - Setiembre 2015	141
Gráfico 04. Curva granulométrica estadística del agregado grueso - Marzo 2015	145
Gráfico 05. Curva granulométrica estadística del agregado grueso - Abril 2015	148
Gráfico 06. Curva granulométrica estadística del agregado grueso - Setiembre 2015	151
Gráfico 07. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Abril 2015	205
Gráfico 08. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Abril 2015	207
Gráfico 09. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Abril 2015	209
Gráfico 10. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Mayo 2015	211
Gráfico 11. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Mayo 2015	213
Gráfico 12. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Mayo 2015	215
Gráfico 13. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Junio 2015	217
Gráfico 14. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Junio 2015	219
Gráfico 15. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Junio 2015	221
Gráfico 16. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Julio 2015	223
Gráfico 17. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Julio 2015	225
Gráfico 18. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Julio 2015	227

Gráfico 19. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Abril a Julio 2015	229
Gráfico 20. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Abril a Julio 2015	231
Gráfico 21. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Abril a Julio 2015	233

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Ubicación de carretera Imperial - Pampas	14
Figura 02. Geología Regional del Cuadrángulo de Huancayo	16
Figura 03. Leyenda de la estratigrafía del Cuadrángulo de Huancayo	17
Figura 04. Geología Regional del Cuadrángulo de Pampas	17
Figura 05. Leyenda de la estratigrafía del Cuadrángulo de Pampas	18
Figura 06. Roca natural, sedimentarias calcáreas de color gris claro, cantera Caliza 2	155
Figura 07. Vista panorámica cantera Caliza 2	156
Figura 08. Vista panorámica de chancadora primaria	156
Figura 09. Vista proceso de chancado de bloques de hasta 20" de tamaño	157
Figura 10. Mezclado de agregado fino para ensayos	162
Figura 11. Concreto hidráulico en obra antes de vaciado	163
Figura 12. Concreto hidráulico en obra para ensayo de slump	163
Figura 13. Concreto hidráulico en obra para verificación de consistencia	164
Figura 14. Limpieza y aplicación de desmoldante en moldes	165
Figura 15. Llenado de moldes para ensayo de compresión no confinada	165
Figura 16. Llenado de moldes para ensayo de compresión no confinada	166
Figura 17. Ensayo de compresión no confinada	166
Figura 18. Preparación de mezcla de concreto	198
Figura 19. Inclusión de aditivos en la mezcla de concreto	199
Figura 20. Mezclado de componentes del concreto	199
Figura 21. Proceso constructivo de muro de contención	200
Figura 22. Muro de contención del km 8 + 555.00 al km 8+756.52 vaciado en abril	200

RESUMEN

Para la presente investigación de tesis desarrollada entre los distritos de Imperial y Pampas, provincia de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica, se tiene como unidad de análisis a 60 muros de contención, donde se aplicó criterios muestrales de 23 muros $f'c$ 210 kg/cm². Como resultados alcanzados se logró elaborar concreto hidráulico de calidad usando agregado fino marginal con el cual se pudo satisfacer los parámetros de resistencia y durabilidad. Para demostrar la durabilidad se realizaron distintos ensayos; los que no cumplieron con las especificaciones de la norma EG-2000 fueron el de Equivalente de arena MTC E 114, Material que pasa el Tamiz N°200 MTC E 202 y Análisis granulométrico por tamizado ASTM C 136, por lo cual se efectuaron análisis más rigurosos como: el ensayo de Valor de azul de metileno y el ensayo de Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto ASTM C 295, donde se obtuvo como resultado que la arena no presenta elementos activos en su composición, lo que quiere decir que ante las condiciones ambientales de la zona estos elementos no se expanden ni se contraen y adicionalmente como medida de control se diseñó la mezcla de concreto hidráulico con aditivo incorporador de aire AirMix-200. Del mismo informe petrográfico se concluyó que la composición principal del agregado es la caliza, la cual es materia prima para la elaboración del cemento, que de alguna manera adicional ayuda a cumplir satisfactoriamente el parámetro de resistencia. Así mismo quedó demostrado que a través de ensayos a compresión no confinada de testigos de concreto, se alcanzó resistencias superiores a lo requerido en la norma EG-2000.

Palabras Claves: concreto hidráulico, agregado fino marginal, resistencia, durabilidad, equivalente de arena, material que pasa el tamiz N°200, análisis granulométrico por tamizado, azul de metileno, análisis petrográfico macroscópico y microscópico, aditivo incorporador de aire AirMix200.

ABSTRACT

Research for this thesis developed between the districts of Imperial and Pampas, Tayacaja province, in the department of Huancavelica, it has the analysis unit 60 retaining walls, where 23 sample criteria applied walls $f'c$ 210 kg/cm². Results obtained are as elaborate hydraulic concrete achievement of marginal quality using fine aggregate with which it was able to satisfy the parameters of strength and durability. To demonstrate the durability various tests were performed; those who do not comply with the specifications of the EG-2000 were rule the sand equivalent MTC E 114, passes what material the sieve No. 200 MTC E 202 and sieve analysis ASTM C 136, here by which they were made Analysis More rigorous like: The test value of methylene blue and testing of macroscopic and microscopic petrographic analysis in paragraph aggregate concrete ASTM C 295, where it resulted the sand without presents elements active in their composition, which means they say to the area Environmental Conditions These elements do not expand or contract and additionally as a control measure of self-design hydraulic concrete mix with entraining admixture AirMix-200 air. Same petrographic report concluded that the composition of the director of aggregate is limestone, which is a raw material for the production of cement, which in some additionally helps one perform satisfactorily resistance parameter. Also it demonstrated that one through essays of unconfined compressive concrete witness, higher strengths than required was reached in the EG-2000 standard.

Keywords: hydraulic concrete, fine aggregate marginal, strength, durability, sand equivalent, material passing the No. 200 sieve , sieve analysis, methylene blue, macroscopic and microscopic petrographic analysis , air-entraining additive AirMix200.

INTRODUCCIÓN

Las diversas obras de ingeniería que se construyen en nuestro país, mayormente utilizan como material de construcción el concreto, que está compuesto por agregados, los cuales ocupan hasta un 80% de su volumen. Los agregados que se utilizan son obtenidos a partir de la explotación de canteras.

Existen distintos tipos de proyectos de ingeniería ubicados en varios puntos del Perú que presentan ausencia de canteras de agregados que cumplan con las especificaciones de la EG-2000. Es dentro de éste contexto que aparece el Agregado Marginal, el cual es un agregado que no cumple con los requerimientos de las especificaciones de la norma y, usualmente serían rechazadas, sin embargo, un empleo limitado de tales agregados puede ser aceptado si el concreto hidráulico resultante cumple con todos los requisitos de las especificaciones de la norma y satisface los parámetros de resistencia y durabilidad.

Con base a lo anterior se evaluará la calidad de concretos hidráulicos y así poder optimizar recursos y tiempo con el fin de reducir los costos durante la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas, se tiene la necesidad de construir obras de arte para poder captar, controlar y distribuir las aguas superficiales, sub-superficiales y subterráneas presentes en la zona del proyecto.

Las obras de arte deben ser construidas con concreto hidráulico de calidad, satisfaciendo los parámetros de resistencia y durabilidad. En la zona del proyecto, el problema está presente en el agregado fino, ya que no existen canteras que cumplan con algunas de las especificaciones de la norma EG-2000. El corolario del ACI-318 permite utilizar agregados marginales, que demostrando a través de ensayos o experiencias prácticas produzcan concreto de resistencia y durabilidad adecuada.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Es posible elaborar concreto hidráulico que satisfaga los parámetros de resistencia y durabilidad, usando agregado fino marginal y aditivos, en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”?

1.2.2. Problema secundario

- a. ¿El agregado fino marginal, influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico, en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”?

- b. ¿Qué efectos producen los aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico, en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo principal

Demostrar, técnicamente, que el concreto hidráulico satisface los parámetros de resistencia y durabilidad, usando agregado fino marginal y aditivos en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”.

1.3.2. Objetivos secundarios

- a. Evaluar que el agregado fino marginal influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”.
- b. Verificar los efectos que producen los aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Conveniencia

La presente investigación está dirigida a estudiantes y profesionales de Ingeniería Civil, tiene como propósito académico demostrar que con el uso de agregado fino marginal se puede lograr concreto hidráulico de calidad satisfaciendo los parámetros de resistencia y durabilidad, lo que servirá como respaldo técnico para proyectos futuros que presenten la misma problemática. Esto se fundamenta con la optimización de recursos y tiempo con el fin de reducir los costos durante la ejecución del proyecto.

1.4.2. Relevancia social

Al conocer que con el uso de agregados finos marginales se puede lograr concreto hidráulico de calidad, se tendría un beneficio económico tanto para la contratista ejecutora del proyecto como para la sociedad involucrada. La población se beneficiará de manera directa ya que sin la existencia de contratiempos en la construcción, el proyecto culminará en el plazo contractual, lo que generará beneficios económicos.

1.4.3. Implicancias prácticas

Existen distintos tipos de proyectos de ingeniería ubicados en varios puntos del Perú que presentan ausencia de canteras de agregados que cumplan con las especificaciones de la EG-2000. Con la presente investigación se quiere resolver el problema práctico antes mencionado, que apoyados en el corolario del ACI-318 es posible utilizar agregados marginales para obtener concreto hidráulico de calidad.

1.5. Limitaciones de la investigación

Debido a que por motivos de tiempo de estadía en obra y acceso a la información, la presente investigación se limita sólo al estudio de muros de contención $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.6. Viabilidad de la investigación

Ésta investigación es viable puesto que se cuenta con los recursos económicos, técnicos y de tiempo. Con fines de obtener una relación causa-efecto de las variables en estudio, la parte experimental de la tesis se apoyará en el laboratorio in-situ del proyecto de la empresa COSAPI S.A.

Se tiene como apoyo bibliográfico investigaciones pasadas experimentales que nos dan alcances técnicos y económicos favorables para la viabilidad del desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción de la realidad problemática

a. Antecedentes nacionales e internacionales

Los estudios consultados, que guardan relación con la temática abordada en esta investigación se describen a continuación.

1. Ámbito internacional

Según Asociación Colombiana de Productores de Concreto (ASOCRETO) El Cemento Hidráulico es un material inorgánico finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava asbesto u otros materiales, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, desarrolla su resistencia y conserva su estabilidad.

Ing. Gerardo A. Rivera L. (2011) Sostiene que los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland. En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus

propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activo, entre otros.

Pero hay algunos otros agregados que presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como por ejemplo, los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellas que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras.

Según lo expuesto por el autor, los agregados pueden presentar elementos nocivos que afecten la composición de concreto. Los agregados que presentan elementos nocivos se conoce como agregado marginal, estos afectan la durabilidad de la estructura de concreto.

En términos generales el concreto puede definirse como una mezcla de material aglutinante (cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados), agua y eventualmente aditivos, que al mezclarse y endurecerse forma todo un compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión. El concreto se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener gracias a que se puede moldear y por sus propiedades para ser usado como elemento estructural y no estructural; además por su economía, razones que hacen de éste, un material de mejor calidad frente a construcciones de madera, mampostería o acero. La resistencia es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de cuatro maneras: compresión, flexión, tracción y corte. El concreto presenta alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción y flexión. Murillo Espólito, 1995, p.237

El autor destaca la importancia del concreto al ser usado como elemento estructural o no estructural sea por su versatilidad y propiedades que presenta. En lo económico, el uso del concreto resulta favorable frente a otros materiales debido a la durabilidad que este tiene. Enfatiza que el concreto presenta alta resistencia a los esfuerzos de compresión pero muy poca a los esfuerzos de tracción y flexión.

El concreto, se produce a partir de un diseño de mezcla que consiste en la selección de los constituyentes disponibles (cemento, agua, agregados y aditivos) y su dosificación en cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible, una mezcla con ciertas propiedades. De tal manera los factores básicos en el diseño de una mezcla de concreto son los siguientes:

- Economía
- Facilidad de colocación y consolidación
- Velocidad de fraguado
- Resistencia
- Durabilidad
- Impermeabilidad
- Peso unitario
- Estabilidad de volumen
- Apariencia adecuada

Estos factores o características requeridas están determinados por el uso al que estará destinado el concreto y por las condiciones esperadas en el momento de su colocación. Leroy J.B., 2005, pp. 46-64.

Según *American Society for Testing and Materials* (ASTM Standards. Volumen 04.02. EEUU.1990, p. 804) afirma que los agregados con alto contenido de sílice pueden producir reacciones negativas, en el concreto, al interactuar con sustancias alcalinas (Na_2O y K_2O) en un concreto. Estas reacciones pueden ser lentas o espaciosas, y consisten en la generación de hidróxidos de elementos alcalinos cuando éstos entran en contacto con el agua, posteriormente al combinarse con sílice hidratada generando un gel de silicato de sodio hidratado que conlleva un aumento de volumen de hasta el 50 %.

Este cambio de volumen produce fisuras entre los agregados y la matriz de cemento, provocando mal desempeño en la función estructural del concreto y en casos severos puede darse incluso explosiones internas. Cuando se trata de rocas carbonáticas, la reacción del álcali con los carbonatos produce igualmente un efecto expansivo que provoca micro fracturas, generando en el proceso carbonato de potasio.

Las normas ASTM para determinar la presencia de sustancias y minerales que provocan reacciones con la pasta de cemento Portland, a corto, mediano o largo plazo son: método de la barra de mortero para determinar la reactividad potencial del álcali (ASTM C-227), método químico para determinar la reactividad potencial álcali-sílice (ASTM C-289), examen petrográfico (ASTM C-295) y método para determinar la reactividad potencial álcali-carbonato (ASTM C-586).

2. Ámbito nacional

Ing. Manuel Gonzáles de la Coterá (1985) afirma que no existe norma peruana sobre requisitos de calidad para los agregados del concreto. Sin embargo, se cuenta con normas para todos los ensayos que pueden requerir los agregados. El reglamento Nacional de Construcciones dispone requerimientos para la calidad de los agregados aptos para la construcción de concreto, siguiendo los criterios de ASTM. A nuestro juicio es urgente la dación de la norma de calidad respectiva.

Considerando las características del territorio nacional, la diversidad de las fuentes de agregados y la carencia en algunas zonas de aquellos que consideramos como prototipo, podría considerarse en la normalización, la caracterización de diferentes tipos de agregados, según el uso a que se destinen. Además, estudiar disposiciones alternativas que permitan optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales.

La falta de conocimiento de los recursos que en materia de agregados tiene el país, la cuantiosa inversión que representa su beneficio y las disposiciones que cada vez serán mayores en defensa del medio ambiente, deben llevar a establecer una política concertada para el desarrollo oportuno y con el nivel tecnológico adecuado de la industria de agregados para concreto.

Esta política debe asegurar los requerimientos de aprovisionamiento de agregados, reducir los costos de producción, asegurar niveles adecuados de calidad y permitir la explotación de yacimientos sin perjuicio de las expectativas locales. Para ello, deberá estudiarse aspectos económicos, como la evolución de los requerimientos, los costos de fabricación, de transporte, etc. Asimismo, desde el punto de vista técnico, los recursos existentes de agregados tradicionales y los nuevos de reemplazo.(p.10)

En atención al planteamiento del autor, su investigación está centrada en la inclusión de una normativa de calidad de los agregados. Considera que

en territorio nacional existen diversidad de fuentes de agregados, pero también carencia de estos en algunas zonas del país. Como solución plantea que se debe estudiar alternativas que permitan optimizar el aprovechamiento de recursos naturales sin perjudicar el medio ambiente.

Ing. Manuel Gonzáles de la Cotera (1985) afirma que los aditivos tiene una reducida presencia en la producción de concreto en nuestro medio. De los aditivos normalizados en el país, los de mayor uso son los plastificantes, sea retardadores o acelerados de fragua. En los últimos años se han empleado superfluidificantes, aunque de manera restringida. Las experiencias más importantes se encuentran en grandes obras como las de: Majes, Charcani, Carhuaquero. Reguladores de la contracción del cemento han sido utilizados en cimentación de máquinas y otros, en forma de mortero.

Algunos desarreglos en concreto con adiciones tienen como causa aparente la falta de estudio y control por haberse minimizado las variaciones que experimenta el concreto con aditivos cuando cambian los factores de clima, régimen de mezcla, agregados, etc.

Según lo expuesto por el autor, la inclusión de aditivos en el medio es mínima, las experiencias más importantes con aditivos son en las grandes obras. La falta de estudio de los aditivos provoca desarreglo en el concreto con aditivos, puesto que no se considera los factores de clima ni calidad de agregados.

La durabilidad de una estructura de concreto o sea “su variación en el tiempo sin modificaciones esenciales en su comportamiento” es definida por el Comité 201 del American Concrete Institute (ACI) como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que

lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”.

Una estructura durable puede conseguirse si se considera todos los posibles factores de degradación y se actúa consecuentemente en cada una de las fases de proyecto, ejecución y uso de la estructura. El incremento de la durabilidad debe tener en consideración que en una estructura puede haber diferentes elementos portantes sometidos a distintos tipos de ambientes, o diversas formas de ataques. (Enrique Rivva L., 2006)

Según lo expuesto por el autor, afirma que la durabilidad de una estructura de concreto es la habilidad para resistir la acción del interperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro.

Los agregados ocupan entre el 59% y el 76% del volumen de la mezcla. Son granulares; naturales o artificiales. Por conveniencia se les separa en agregado fino y grueso. Proviene de rocas pero también se emplean los artificiales. Los agregados se consideran un llenante de la mezcla que controla los cambios volumétricos de la pasta e influye sobre muchas de las propiedades del concreto. Los agregados deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 400.037, que se complementarán con los de las especificaciones de obra.

La preparación del concreto debe ceñirse a los requerimientos indicados en la NTP.E-060, tanto para el concreto normal como para el premezclado. Los equipos de mezclado y transporte deben cumplir con los requisitos aplicables de la misma Norma. Igualmente los requisitos de uniformidad en el mezclado a fin de evitar segregación.

El concreto debe transportarse desde la planta de producción hasta el sitio de descarga y colocación final tan rápido como sea posible, de manera que la mezcla se encuentre colocada antes que se presente el fraguado

inicial, con el fin de prevenir el fenómeno de retemplado. Si se trata de concreto premezclado, en lo posible la descarga se debe completar antes de 45 minutos o antes que el tambor haya girado 300 revoluciones (lo que ocurra primero) a partir de la incorporación de agua inicial de la mezcla. Estas limitaciones se pueden replantear, de acuerdo con las modificaciones que se realicen al diseño de la mezcla, en virtud de las condiciones del clima en el momento del vaciado. (Enrique Rivva L., 2006)

El autor afirma que los agregados ocupan el 59% y 79% del volumen de la mezcla de concreto. Los agregados se consideran un llenante de la mezcla que controla los cambios volumétricos de la pasta e influye sobre muchas de las propiedades del concreto. Los agregados deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 400.037. Para el transporte de la mezcla de concreto se tiene que el concreto debe transportarse desde la planta de producción hasta el sitio de descarga y colocación final tan rápido como sea posible, de manera que la mezcla se encuentre colocada antes que se presente el fraguado inicial, con el fin de prevenir el fenómeno de retemplado.

b. Ubicación del proyecto

El proyecto en estudio, se ubica en la sierra del Perú, entre los distritos de Imperial y Pampas, provincia de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica con una altitud variable entre los 3200 y 4300 msnm. **Ver figura 01.** Geográficamente la zona en estudio se localiza dentro de las siguientes coordenadas (Sistema WGS84 – Zona 18 S):

Imperial:

Este: 490956.818 m

Norte: 8640248.068 m

Pampas:

Este: 514175.822 m

Norte: 8629998.175 m



Figura 01. Ubicación de carretera Imperial - Pampas.

El área de estudio de la carretera: Huancayo – Huancavelica correspondiente al tramo Imperial – Pampas, comprendida dentro de las progresivas: Km 00 + 000 – Km 36 + 233, se encuentra en la provincia de Tayacaja, departamento y región de Huancavelica.

Para acceder al proyecto se efectúa por vía terrestre a través de las ciudades de la Oroya y Huancayo. El inicio del tramo se ubica a 30.0 Km al sureste de Huancayo, lugar donde se emplaza la estructura proyectada. En la siguiente Tabla A se indica el inicio y final de la vía en el tramo proyectado, estableciéndose sus altitudes respectivas.

Tabla A. Ubicación de carretera Imperial-Pampas.

Lugar	Coordenadas Geográficas		Cota m.s.n.m.
	Latitud	Longitud	
Km 00 + 000 Localidad de Imperial	12°18'00.12"	75°04'57.66"	3,804.00
Km 36 + 233 Localidad de Pampas	12°23'34.65"	74°52'11.31"	3,246.00

c. Geología

El área de emplazamiento de la carretera proyectada correspondiente al tramo Imperial-Pampas, está contemplado dentro de las siguientes progresivas: Km 00 + 000 al Km 36 + 233, presenta características geológicas particulares, que involucran la conformación de estructuras simples y monótonas; sin embargo, producto de los procesos orogénicos ocurridos en la región circundante, se observan etapas de depósito, meteorización y periodos erosivos.

Por lo general, el área del proyecto se encuentra conformada por sedimentos de cobertura, rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas y rocas intrusivas. Todo el tramo general presenta relieve ondulado; sin embargo es necesario indicar la presencia de tramos con topografía agreste en algunos sectores adyacentes, donde se emplazan depósitos recientes de naturaleza diversa: aluvial, residual y morrénico.

En los alrededores de la carretera Imperial – Pampas, proyectada se manifiesta afloramientos de rocas metamórficas, sedimentarias; Esquistos, Filitas, Calizas, Limoarcillitas, Areniscas, Argilitas y Limolitas, rocas intrusivas de composición granítica, habiéndose reportado estas unidades en las exploraciones geológicas; del mismo modo se encuentran afloramientos de rocas ígneas volcánicas de composición andesítica, adyacente al tramo; sin embargo la litología mencionada se emplazará por debajo de los depósitos recientes de naturaleza residual los que en profundidad alcanzarían hasta los 3.0m.

Circundando al área del proyecto se puede apreciar afloramiento del Grupo Excélsior, Grupo Mitu y Grupo Pucará, con las formaciones de Chambará y Aramachay, cubierto por depósitos glaciales.

Las rocas más antiguas que afloran en el área de emplazamiento y circundantes de la carretera proyectada se encuentran representadas por las siguientes unidades estratigráficas y cuyo mapa regional se presentan a continuación. **Ver figura 02, 03, 04, 05.**



Figura 02. Geología Regional del Cuadrángulo de Huancayo.

LEYENDA			
EDAD	SECTOR OCCIDENTAL	SECTOR ORIENTAL	ROCAS INTRUSIVAS
TERCIARIO	SUPERIOR	Travertinos y tufos Ingalhuasi Volcánico Maru Fm. Astobamba	Te-r Microgranitos y riolitas Granitos y microgranitos (gr) riolitas (r) Ti-gr
	INFERIOR	Fm. Casapalca	
CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Jumasha	Ke-db Siles y plugs de diabases
	ALBANO MEDIO	Fms. Chuito-Parlatambo	
	NEOCOMIANO	Gpo. Goyllarisquizga	
JURASICO	DOGGER	Fm. Chunumayo Fm. Cercapuqilo	
	LIASICO	Fm. Condorsinga	
	SUPERIOR	Fm. Armashay Fm. Chambará	J-p Gpo. Pucará
PERUANO		Gpo. Pucará	Be-m Gpo. Mito 1-afectado por un meta-morfismo post Mito C-Pt Carbonífero y Permiano inferior redefinidos Paj-e Gpo. Ezequiel
CARBONIFERO			
DEVONIANO Y PALEOZOICO INFERIOR (?)			

Figura 03. Leyenda de la estratigrafía del Cuadrángulo de Huancayo.

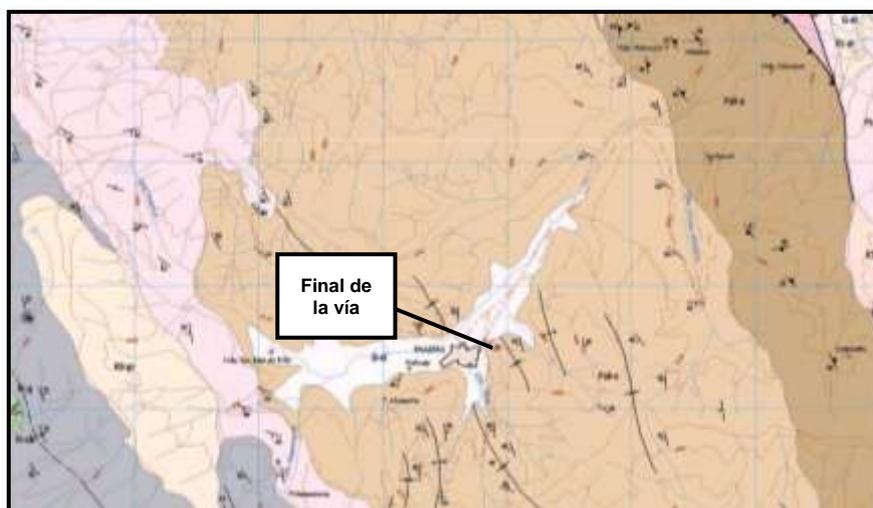


Figura 04. Geología Regional del Cuadrángulo de Pampas.

		LEYENDA			
		EDAD	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS SED. Y METAM.	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos aluviales, travertinos y coluviales <i>Discontinuidad</i>		
		PLEISTOCENO	Conglomerado Llacato <i>Discontinuidad</i>		
	TERC.	INFERIOR			
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR			
		INFERIOR	Fm. Chulec		
	JURAS.	INFERIOR	Gpo. Goyllarisquiza		
		SUPERIOR	Gpo. Pucara		
PALEOZOICO	PERMIANO	SUPERIOR	Gpo. Mitu <i>Discontinuidad</i>		
		INFERIOR	Gpo. Copacabana <i>Discontinuidad</i>		
	INF.		Gpo. Excelsior <i>Discontinuidad</i>		
PRECAMBRIANO					

Figura 05. Leyenda de la estratigrafía del Cuadrángulo de Pampas.

d. Geomorfología

El área de estudio presenta relieve ondulado y accidentado, se encuentra entre las cordilleras occidental y oriental de los andes, en la región central del país. El punto más alto del lugar se encuentra a 4,874 msnm mientras que el más bajo queda en el fondo del valle del río Upamayo, de este modo el relieve máximo es de cerca de 4,000m.

e. Geodinámica externa

La actividad de geodinámica externa potencial reportada en el área de emplazamiento de la carretera Imperial – Pampas, presenta procesos de actividad moderada baja, reportándose los siguientes fenómenos:

1. Deslizamientos

El área de emplazamiento de la vía, se ubica sobre una superficie con pendiente ondulada a peneplanizada; en las partes bajas presenta sectores con cobertura de suelo residual de composición limo arcillosa, potencialmente vulnerables a este tipo de fenómenos de geodinámica externa, siendo controlados con el diseño de talud.

Estos fenómenos se caracterizan por ser movimientos de masa de suelo o roca pendiente abajo, que se desplacen respecto a un estrato firme a través de una superficie semicircular que es donde se produce la falla, la masa generalmente se desplaza en conjunto pudiendo este movimiento ser lento o muy rápido, generando grietas y gradas. Este mecanismo, se ve acelerado por factores topográficos, de drenaje, naturaleza del material.

2. Derrumbes

El eje de la carretera proyectada, presenta diversos sectores del orden de 2 a 5m de longitud y anchura, que al ser sometidos al proceso de relleno y corte, serán afectados en el grado de estabilidad que presenta en la actualidad, adquiriendo un grado de inestabilidad moderado a bajo.

3. Erosión de laderas

El eje de la carretera proyectada, se emplaza sobre depósitos de naturaleza residual, intervenidos como taludes de corte, de la misma manera se tiene sectores sensibles a procesos de erosión por escorrentía superficial, debido básicamente a un drenaje superficial ineficiente, que afectará los taludes generando erosión laminar, básicamente en suelos afectados por la erosión de taludes y laderas, debiendo ser controlado

mediante obras de drenaje superficial tales como zanjas de coronación, cunetas y sub-drenes.

f. Sismicidad

Según el mapa que de Intensidades sísmicas, del Instituto Geofísico Nacional, el área que ocupa la carretera registra intensidades mayores de VII MM, que corresponde a sismos con profundidades mayores o iguales a 20 km. Por lo que se considera magnitud de 7.7 Mb. Con un periodo de retorno cada 50 años.

Efectos de los sismos en el área que ocupa el proyecto

Los sismos en la región tienen efectos que dependen de los siguientes factores:

- Topografía que presenta el terreno (pendientes)
- Estructura de la roca existente (fallas, fracturación)
- Naturaleza de los suelos (coluviales, aluvionales grado de compactación)
- Características climatológicas (pluviometría, temperatura)

El área de estudio está considerada en la zona II de riesgo medio, con la posibilidad que ocurran sismos desde grado VI al grado VII en la escala de Mercalli Modificado.

Para el presente proyecto se considera que para el diseño de estructuras (muros) se deben considerar los siguientes parámetros presentados en la Tabla B.

Tabla B. Parámetros Sísmicos de la carretera Imperial - Pampas

Factor de suelos	Z	0.30
Factor de suelos	S	0.20
Periodo de espectro	Ts	0.60

g. Hidrología

La zona de estudio se enmarca en la sub-cuenca de la quebrada Upamayo, perteneciente a la cuenca hidrográfico del río Mantaro, el cual por su caudal, importancia económica y recorrido está considerado de primer orden dentro de la provincia de Huancavelica, este río nace del lago Junín a 4,090 msnm y su recorrido va de sur a este.

El río Upamayo nace en las alturas del distrito de Acraquia, recorre los distritos Acraquia, Pampas y Daniel Hernández desembocando en este último sobre el río Mantaro, lugar donde cambia de curso para dirigirse hacia el norte.

Sus principales afluentes en el distrito de Acraquia son las quebradas: Llamacancha, Machuhuasi, Lindahuayjo, Yanahuayjo, Tablahuayjo y Chinchihuayjo. Los afluentes en el distrito de Pampas son: Lambras y Chinchihuayjo; y en el distrito de Daniel Hernández las quebradas: Atoc, Atocjasa Macas y Jonehuayjo.

El trazo de la vía propuesta cruza la quebrada Upamayo en el Km. 37 + 303 de la carretera existente, donde actualmente se ubica una batería de alcantarillas.

Las características físicas de pendientes de las cuencas varían entre suaves y agrestes y la topografía donde se desarrolla el proyecto vial

hace que los cursos de agua naturales estén expuestos a procesos erosivos con mayor actividad durante los meses de diciembre a marzo, lo que origina la formación de cárcavas y consecuentes deslizamientos.

h. Clima

Los climas y temperaturas varían de acuerdo a las estaciones del año y a los diversos pisos ecológicos y altitudinales que van desde los 2600 msnm y 4800 msnm, presentando un clima cálido en los valles, templado en las quebradas y áreas medias y frígido en la puna.

Estas características climatológicas y topográficas son las que determinan el comportamiento variable de las temperaturas, tanto estacionales y anuales expresados en: temperatura máxima, que varía de 20°C en febrero, hasta 23°C en el mes de noviembre; temperatura mínima, que varía desde 4°C en el mes de junio, hasta 9°C en el mes de marzo; y temperatura media mensual, que varía desde 12°C, hasta 15°C entre los meses octubre y noviembre.

2.2. Bases teóricas

a. Bases teóricas fundamentales

1. Caracterización geotécnica de los agregados
 - i. Introducción

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

Sabemos que el concreto está conformado por una pasta de cemento y agua en la cual se encuentran embebidas partículas de un material

conocido como agregado, el cual ocupa aproximadamente del 65% al 80% del volumen de la unidad cubica de concreto.

Hoy se sabe que el agregado tiene influencia determinante sobre las propiedades del concreto tanto en sus estado plástico como ya endurecido. Las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados tienen efecto importante no solo en el acabado y calidad final del concreto; sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios de volumen y peso unitario del concreto endurecido. Los estudios efectuados a partir de las investigaciones iniciales de Gilkey permiten hoy conocer que el agregado debe estar constituido por partículas limpias y adecuadamente conformadas; que en su estructura deben entrar materiales resistentes y durables; que debe poseer una granulometría adecuada; inconvenientes; que debe ser resistente a la abrasión; que debe tener inalterabilidad de volumen, que debe ser capaz de resistir cambios físicos o químicos que podrían originar rajaduras, hinchazón o ablandamiento del concreto.

La aceptación de un agregado para ser empleado en la preparación del concreto para una obra de características determinadas, deberá basarse en la información obtenida a partir de los ensayos de laboratorio, de su registro de servicios bajo condiciones de obras similares, o de ambas fuentes de información. (Rivva, 2000, p.128-129)

ii. Consideraciones iniciales

a. Alcance

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

Mediante un estudio cuidadoso y selección adecuada de las canteras a ser utilizadas, el proyectista podrá conocer que agregados existen o pueden ser disponibles en el área de trabajo, especialmente en relación a sus propiedades físicas, químicas o mecánicas, o una combinación de

estos factores que es requerida para obtener las propiedades deseadas en el concreto. (Rivva, 2000, p.130)

b. Canteras

Corresponde al contratista la selección preliminar de la cantera que ha de proveer a la obra de agregado; la prospección que permita la ubicación de canteras de agregado; y la exploración, explotación, muestreo y certificación de la calidad de los depósitos.

En aquellos casos en que la cantera debe ser ubicada y explotada por el contratista, además de la prospección, exploración y muestreo de los posibles depósitos disponibles, los estudios deben incluir el origen geológico; la clasificación petrográfica y composición mineral; la clasificación y propiedades del material como agregado; los informes de laboratorio correspondientes, el costo de operación y rendimiento en relación a la magnitud del proyecto, la facilidad del acceso y la cercanía a la obra. (Rivva, 2000, p.136-137)

Enrique Pasquel Carbajal (1999) sostiene que:

Independientemente de todas las consideraciones evaluadas hasta ahora, un problema de orden práctico lo constituye la búsqueda, calificación y explotación de canteras para una obra en particular.

Algunos factores colaterales que condicionan estas labores los constituyen básicamente la potencia de explotación, el rendimiento y las distancias de transporte al sitio de procesamiento o al de uso.

Algunas recomendaciones para la exploración, calificación y explotación son las siguientes:

Buscar inicialmente las canteras en los lechos de los ríos donde normalmente se halla agregado de buena calidad y/o en zonas que estén dentro del centro de gravedad del suministro de concreto, y de acceso no

muy complicado, pensando en colocar la planta de procesamiento y la de dosificación en el mismo sector para economizar transporte.

Ubicado el sector en que por apreciación visual se estima que puede ser una cantera probable, se deben ejecutar calicatas o agujeros de exploración de al menos 1.5m de diámetro por 2 a 3m de profundidad para examinar el perfil estratigráfico y la distribución natural de partículas.

Es recomendable ejecutar al menos una calicata por cada 2500 m² para tener una idea de la variabilidad del material.

Efectuar determinaciones inmediatas del porcentaje de material mayor de 6" (depende del equipo de chancado, pero este orden de magnitud es el usual), así como el pasante por la malla # 4 y el pasante por la malla # 200 pues de esa manera podemos estimar el oversize o sobre tamaño que no se va a poder procesar, la proporción de piedra y arena a obtenerse luego del procesamiento (chancado o zarandeo) y la necesidad de lavarlo, con lo que se puede tomar una decisión de tipo económico si es rentable la explotación.

Si las evaluaciones anteriores son favorables hay q llevar acabo la determinación de las características físicas y químicas para tomar la decisión final en base a los resultados.

Se debe elaborar un croquis de ubicación de la cantera así como de las calicatas con las profundidades evaluadas y una estimación del potencial de explotación en m³ utilizables.

Antes de la explotación es conveniente el evaluar la necesidad de eliminar una capa superficial de orden de 0.30 a 0.50 ya que por lo general contiene material contaminado con finos.

Durante la explotación hay que hacer controles periódicos rutinarios de la variabilidad de la cantera, así como de la uniformidad del material procesado. Es recomendable hacer esto al menos por cada 1000 m³ de material procesado.

El procesamiento debe planificarse de manera de obtener arena y al menos dos tamaños de piedra para poder tener versatilidad en las mezclas granulométricas y disponer de diseños alternativos con varios Tamaños Máximos de Agregados.

Un aspecto muy importante es el del manipuleo del agregado luego del procesamiento, en que se acostumbra hacer grandes pilas de material lo que trae consigo mucha segregación, ya que las partículas gruesas ruedan hacia abajo y esto se refleja en mucha variabilidad en la granulometría y el tener que realizar continuos ajustes de proporciones para mantener constante el módulo de fineza total.

Otra práctica muy negativa la constituye el acarreo y acomodo del material procesado movilizándolo el equipo pesado como volquetes, cargadores frontales y tractores sobre pilas, lo que produce segregación e incremento de los finos como resultados similares a los mencionados en el acápite anterior.

Finalmente aunque pueda parecer evidente, es necesario orientar la ubicación de la planta de procesamiento, la zona de almacenaje y la planta dosificadora (en el caso de ponerse cerca de la de chancado) de manera que el viento predominante no contamine las rums de material almacenado y entorpezca las labores en la dosificadora con el polvillo del chancado o zarandeo. (Pasquel, 1999, p.107-109)

iii. Consideraciones generales

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

a. Cumplimiento de las especificaciones

En relación con los agregados empleados en la preparación del concreto:

Los agregados de peso normal cumplirán con los requisitos de la Norma NTP 400.037 ó de la Norma ASTM C 33 en su caso, o los de las especificaciones del proyecto.

El empleo de los agregados livianos o pesados deberá estar referido a las Normas ASTM correspondientes.

Los agregados seleccionados deberán ser aprobados por la Supervisión.

El contratista deberá emplear en obra agregados de calidad igual o superior a la indicada en las especificaciones del proyecto.

Los agregados que no cumplan con algunos de los requisitos indicados podrán ser autorizados, por escrito, por la Supervisión si demuestran, por ensayos de laboratorio o experiencia de obra, que pueden producir, bajo condiciones similares a las que se espera en obra y sin incidir en el costo, concreto de las propiedades requeridas.

Los agregados que no cuenten con un registro de servicios demostrable, o prevengan de canteras explotadas directamente por el contratista, podrán ser explotados por la supervisión si cumplen con aquellos ensayos normalizados que ésta considere convenientes.

b. Granulometría

Se define como granulometría de un agregado a la distribución por tamaños de las partículas del mismo, la que se logra por separación mediante el empleo de tamices de aberturas determinadas.

La granulometría seleccionada para los agregados fino y grueso deberá permitir obtener mezclas de máxima densidad con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación y acabado de la mezcla fresca; y con la obtención de las propiedades deseadas para el concreto endurecido. La granulometría deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 33 ó de la Norma NTP 400.037.

En la práctica no existe ningún método que permita llegar a una “granulometría ideal” aplicable a todos los agregados. Se han desarrollado especificaciones de granulometría las cuales, en promedio, permiten obtener concretos de propiedades satisfactorias a partir de los materiales disponibles en un área determinada. Si bien se considera que las granulometrías continuas son las más satisfactorias, la experiencia ha demostrado que es posible obtener concretos de calidad empleando agregados con granulometrías discontinuas, siendo la principal desventaja de éstas la posibilidad de una mayor segregación.

La corrección del agregado fino por tamizado y recombinación puede ser costosa e impracticable. (Rivva, 2000, p.176-177)

iv. Clasificación de los agregados

Enrique Rivva López (2000) afirma que los agregados se clasifican:

i. Por su origen

Por su origen los agregados se clasifican en agregados naturales y agregados artificiales.

Se considera como agregados naturales a las partículas que son el resultado de un proceso de obtención o transformación natural. Los agregados obtenidos por trituración mecánica y tamizado de rocas se consideran dentro de la clasificación de agregados naturales.

Entre los principales grupos de agregados naturales se encuentran la arena y canto rodado de río o cantera, las arenas naturales muy finas; la piedra pómez natural y la lava volcánica porosa.

Se define como agregados artificiales a las partículas obtenidas como el resultado de un proceso de transformación industrial de un elemento natural, como en el caso de las arcillas y esquistos expansionados; o como subproducto de un proceso industrial, como sería el caso de las arcillas de alto horno.

ii. Por su composición mineralógica

Por su composición mineralógica los agregados pueden ser primordialmente silíceos y calcáreos.

La forma en la cual los minerales principales se presentan, así como la presencia o ausencia de minerales secundarios, pueden ser más importantes que la composición promedio.

iii. Por su tamaño

De acuerdo a su tamaño los agregados se clasifican en agregado fino y agregado grueso.

Se define como agregado fino a aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el Tamiz N 4, quedando retenido en el Tamiz N 200. Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el Tamiz N 4.

iv. Por sus propiedades físicas

Por la contribución de sus propiedades físicas a la calidad del concreto, el agregado puede clasificarse en cuatro categorías, agregado bueno, agregado satisfactorio, agregado regular, agregado pobre.

Se considera como agregado bueno aquel que por la superior calidad de sus constituyentes contribuye a una resistencia alta, tiene buena durabilidad bajo cualquier condición externa o interna, y es resistente a los procesos de erosión y abrasión.

Se considera como agregado satisfactorio aquel cuyos elementos contribuyen a una moderada resistencia del concreto; e igualmente dan a éste resistencia a los procesos de erosión y abrasión, así como buena durabilidad bajo cualquier condición.

Se considera como agregado regular aquel cuyos constituyentes contribuyen a obtener una moderada resistencia a la compresión y abrasión del concreto, pero bajo condiciones de clima pueden contribuir a su destrucción.

Se considera agregado pobre aquel cuyos constituyentes son de baja calidad y contribuyen a obtener bajas resistencias mecánicas y de abrasión del concreto; e igualmente causan destrucción del concreto bajo condiciones climáticas pobres.

v. Por sus propiedades químicas

La reactividad química de los constituyentes del agregado, especialmente con álcalis del cemento, permite clasificarlos en: inocuos y deletéreos.

Se denominan agregados inocuos a aquellos cuyos elementos constituyentes no participan en reacciones químicas dañinas al concreto. Se denomina agregados deletéreos a aquellos que contienen materiales los cuales producen efectos adversos sobre el concreto debido a la reacción química que tiene lugar con posterioridad al endurecimiento de la pasta.

vi. Por su peso

De acuerdo a su peso unitario, dado por su densidad, los agregados se clasifican en agregados pesados, agregados de peso normal, agregados livianos.

Los agregados pesados naturales incluyen el espato pesado; la hematita, la magnetita, la limonita, baritina. Los artificiales incluyen trozos de hierro, bolas de metal, virutas de acero, limaduras de hierro.

Los agregados de peso normal naturales, incluyen las arenas y cantos rodados de río o cantera, la piedra partida. Entre los artificiales las escorias de alto horno, el Clinker triturado, el ladrillo partido.

Entre los agregados livianos naturales se encuentran la escoria volcánica y la piedra pómez. Entre los artificiales el Clinker de altos hornos; las arcillas, pizarras y esquistos expandidos.

vii. Por su perfil

De acuerdo a su perfil las partículas de agregado comprenden siete grupos, los cuales son: redondeado, irregular, laminado, angular, semiangular o semiredondeado, elongado, laminado y elongado.

El perfil redondeado comprende aquellas partículas totalmente trabajadas por el agua o completamente perfiladas por desgaste o frotamiento, tales como la grava de río o de mar.

El perfil angular comprende las gravas naturalmente irregulares o parcialmente perfiladas por desgaste y que tienen caras redondeadas, tales como las gravas de cantera de aluvión.

El perfil laminado comprende aquellas partículas en las cuales el espesor es pequeño en relación a las otras dos dimensiones. El perfil angular comprende aquellas partículas cuyos ángulos son bien definidos y están formados por la intersección de caras rugosas.

El perfil semiangular o semiredondeado comprende aquellas partículas algunos de cuyos ángulos están formados por la intersección de caras rugosas y otras que son redondeadas o tienden a serlo.

El perfil elongado comprende aquellas partículas, generalmente angulares, en las cuales la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.

El perfil laminado y elongado comprende aquellas partículas que tienen la longitud considerablemente mayor que el ancho, y que este considerablemente mayor que el espesor.

viii. Por su textura superficial

De acuerdo a su textura superficial, las partículas de agregado se clasifican en seis grupos, los cuales son: textura vítrea, textura suave, textura granular, textura rugosa, textura cristalina, textura alveolar.

La textura vítrea corresponde a aquellas partículas de agregado en las cuales se presenta fractura conoidal, tales como el pedernal negro o la escoria vítrea.

La textura suave corresponde a aquellas partículas de agregado en las cuales la textura ha sido suavizada por la acción del agua, tales como la grava o el mármol.

La textura granular corresponde a aquellas partículas de agregado que muestran en la zona de fractura granos redondeados más o menos uniformes, tales como las areniscas.

La textura rugosa corresponde a agregados provenientes de rocas fracturadas de grano fino y medio, las cuales contienen elementos cristalinos no fácilmente visibles tales como el basalto, la felsita y la caliza. La textura cristalina corresponde a aquellas partículas de agregado que presentan constituyentes cristalinos fácilmente visibles, como el granito. La textura alveolar corresponde a aquellas partículas de agregado que presentan poros y cavidades visibles, tales como el ladrillo, la piedra pómez y el clinker.

ix. Por su clasificación petrográfica

La clasificación petrográfica de los agregados, de acuerdo a sus rocas originarias, comprende diez grupos:

Grupo Basalto, el cual incluye las andesitas, basalto, diabasa, porfidita básica, dolerita, epidiorita, hornablensa-esquistos, lamprófito, cuarzo dolerita, espilita.

Grupo Granito, el cual incluye el granito, granodiorita, cuarzo, diorita, gneiss, granulita, pegmatita, sienita.

Grupo Hornfelsa, el cual incluye rocas de toda clase alteradas por contacto, con excepción del mármol.

Grupo Pórfido, el cual incluye la aplita, dacita, felsita, granófito, queratófito, microgranito, pórfido, cuarzo porfidita, riolita, traquita.

Grupo Pedernal, el cual incluye el pedernal y el horsteno.

Grupo Gabro, el cual incluye la diorita básica, gabro, serpentina, peridotita, gneiss básico, hornablenda.

Grupo Arenisca, el cual incluye el conglomerado, las areniscas, arcosa, brecha, cascajo, tufa.

Grupo Caliza, el cual incluye la dolomita, la caliza, el mármol.

Grupo Cuarzita, el cual incluye la arenisca cuarzítica, la cuarzita recristalina, el ganister.

Grupo Esquisto, el cual incluye el esquisto, la pizarra, la filita y, en general, todas las rocas severamente cizalladas. (Rivva, 2000, p.171-175)

v. Propiedades del agregado

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

a. Dureza

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

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

La determinación de la dureza de un agregado se hace sometiéndolo a un proceso de desgaste por abrasión. El ensayo más empleado es el conocido como el método de Los Ángeles, realizado de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C 131. Éste método combina procesos de desgaste por abrasión y frotamiento.

b. Densidad

La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a concretos usuales.

Las bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. Tales características, cuando ello fuere necesario, deberán ser confirmadas por ensayos de laboratorio.

c. Porosidad

La palabra “poro” define al espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado. Se considera a la porosidad como a una de las más importantes propiedades físicas del agregado, dada su influencia sobre las otras propiedades de éste y el papel que desempeña durante los procesos de congelación.

La porosidad del agregado tiene influencia sobre la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad de las partículas, siendo todas estas propiedades menores conforme aumenta la porosidad del agregado.

Igualmente, las características de los poros determinan la capacidad y velocidad de absorción, la facilidad de drenaje, el área superficial interna de las partículas, y la porción de su volumen de masa ocupado por materia sólida.

La velocidad de la reacción química de los agregados en el concreto, así como su estabilidad química, están influenciadas por las características de su porosidad. Los agregados que tienen alto porcentaje de poros, especialmente si éstos son pequeños, tienen una mayor superficie específica susceptible de ataques químicos que aquella que pueden presentar agregados en los que hay una menor superficie de poros o éstos son de gran tamaño.

Las características térmicas del agregado están influenciadas por la porosidad. Cambios importantes en el coeficiente de expansión, la

difusividad y la conductividad del agregado pueden ocurrir por modificaciones del contenido de humedad del mismo.

La adherencia de la pasta a las partículas de agregado está determinada por algunas propiedades de la superficie del mismo incluidas la rugosidad y características de los poros de la zona superficial, las cuales pueden afectar la textura superficial y bondad de la adherencia de la pasta.

La influencia de la porosidad del agregado sobre la resistencia de éste a los procesos de congelación es muy importante. Para que ocurra daño en las partículas deberán estar presentes condiciones críticas de contenido de humedad y falta de drenaje adecuado. El tamaño y continuidad de los poros controla la velocidad y magnitud de la absorción, así como la velocidad con la cual el agua puede escapar de las partículas del agregado.

En la actualidad se acepta que la durabilidad de un agregado durante el proceso de congelación depende, en primer lugar, de su habilidad para permanecer altamente saturado, sin experimentar daño, bajo condiciones de exposición dadas. Se estima que un diámetro de poros menor de 4 μ permite una penetración fácil del agua en los poros, pero no su fácil drenaje.

Se ha demostrado que las porosidades menores de 4 μ permiten drenar solamente con presiones lo suficientemente altas para causar fallas en tensión en algunos tipos de rocas y concretos, no siendo necesario que la partícula de agregado en si misma sea destruida para que el concreto en el cual está siendo empleada sufra daños por congelación y deshielo.

De acuerdo a lo anterior, las más importantes propiedades del agregado que controlan la durabilidad en congelación y deshielo son la distribución de los poros por tamaños y la permeabilidad. Desde que ésta última está controlada por el tamaño y continuidad de los poros, puede considerarse

ambas características de igual importancia, siendo prioritarias en relación con la porosidad total del agregado. (Rivva, 2000, p.137-139)

d. Resistencia

Enrique Pasquel Carbajal (1999) manifiesta que:

Capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. Normalmente se mide por medio de la resistencia en compresión, para lo cual se necesita ensayar testigos cilíndricos o cúbicos de tamaño adecuado al equipo de ensayo, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande.

La resistencia en compresión está inversamente relacionada con la porosidad y la absorción y directamente con el peso específico.

Agregados normales con peso específico entre 2.5 a 2.7, tienen resistencias en compresión del orden de 750 a 1200 kg/cm².

Los agregados ligeros con peso específico entre 1.6 a 2.5, usualmente manifiestan resistencias de 200 a 750 kg/cm².

La resistencia del agregado condiciona en gran medida la resistencia del concreto, por lo que es fundamental el evaluarla directa o indirectamente cuando se desea optimizar la calidad de los agregados. (Pasquel, 1999, p.78)

Enrique Rivva López (2000) manifiesta que:

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1000 kg/cm².

La textura, estructura y composición de las partículas de agregado influyen sobre la resistencia de éste, la cual disminuye si sus granos constituyentes no están bien cementados unos a otros o si están compuestos de partículas inherentes débiles.

La resistencia a la trituración o compresión del agregado deberá ser tal que permita desarrollar totalmente la resistencia potencial de la matriz cementante. Ello no es problema dado que, en la actualidad, la resistencia del agregado suele ser más alta que la del concreto preparado con él, estando la resistencia del primero dentro de los valores del orden de 700 a 3500 kg/cm².

La resistencia a la compresión de las principales rocas empleadas en construcción civil se muestra en la Tabla C.

Tabla C. Resistencia a la compresión de las rocas.

Rocas empleadas en construcción	Resistencia a la compresión kg/cm ²
Felsita	3300
Roca Trapeana	2850
Cuarzita	2250
Granito	1850
Diabasas	1800
Esquisto	1700
Caliza	1600
Gneiss	1500
Gabro	1500
Arenisca	1300

Es difícil determinar la resistencia del agregado en sí mismo. La información se obtiene a partir de la resistencia a la trituración de las muestras, debidamente preparadas de la roca originaria o de ensayos de comportamiento del agregado en el concreto.

Un modo indirecto consiste en preparar mezclas de concreto con el agregado cuya resistencia se desea determinar, las cuales tienen las mismas proporciones que otras en las cuales se ha empleado agregado de resistencia conocida. Si se obtiene una resistencia menor y si muchas partículas del agregado aparecen fracturadas, puede deducirse que la resistencia del agregado es menor que la resistencia compresiva nominal de la mezcla en la que el agregado es empleado.

e. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo de elasticidad de los agregados se determina en muy contadas ocasiones. Sin embargo, desde que la deformación que experimenta el concreto es, parcialmente, una deformación del agregado, es razonable pensar que mayor será el módulo de elasticidad del concreto conforme aumenta el de los agregados que lo integran. Es importante recordar que el valor del módulo de elasticidad del agregado tiene especial influencia sobre la magnitud del escurrimiento plástico y la contracción que pueden presentarse en el concreto.

Algunos de los valores del módulo de elasticidad del agregado normalmente empleados en concreto se observan en la Tabla D.

Tabla D. Módulo de elasticidad de agregados de construcción.

Agregados empleados en construcción	Módulo de elasticidad kg/cm ²
Roca Trapeana	930000
Gabro	860000
Diabasas	860000
Granito	610000
Arenisca	310000
Caliza	280000

f. Propiedades térmicas

El coeficiente de expansión térmica, el calor específico y la conductividad térmica, son tres propiedades del agregado que, en determinados casos pueden ser importantes para establecer para establecer la calidad del mismo en relación con el comportamiento del concreto.

El calor específico y la conductividad térmica son importantes en construcciones masivas en las que es necesario un cuidadoso control de la elevación de temperatura. Igualmente lo son cuando se requiere cuando se requiere concreto con propiedades de aislamiento térmico.

Una de las causas del deterioro de las estructuras de concreto puede deberse a las diferencias entre los coeficientes del agregado y la matriz cementante.

Debe de recordarse la importancia de una excesiva diferencia entre los coeficientes de expansión térmica del agregado y la pasta, por la posibilidad de movimientos diferenciales y pérdida de adherencia entre el agregado y la pasta que lo rodea. Si la temperatura del concreto se

mantiene en el rango de 4°C a 60°C la diferencia puede no ser necesariamente peligrosa.

El empleo de agregados de bajo coeficiente de expansión térmica puede conducir a la destrucción del concreto debido a que conforme la temperatura de éste se reduce la pasta tiende a contraer más que el agregado con el resultado que se desarrollan esfuerzos de tensión en la pasta, los cuales pueden ser acompañados por agrietamiento. El cuarzo cambia de estado a los 573 °C y expande bruscamente en un 0.85% originando una presión que puede destruir el concreto. No es recomendable emplear agregado cuarzoso en concreto que puedan estar sometidos a altas temperaturas. Al igual que los agregados calcáreos, los agregados silicosos son considerados adecuados para concretos que deben ser resistentes a las altas temperaturas.

g. Integridad física

Algunas rocas pueden estar internamente fracturadas aun cuando externamente presentan apariencia de solidez. Estas grietas pueden ser microscópicamente pequeñas pero tienden a incrementar la absorción y porosidad, disminuyendo la resistencia y durabilidad del agregado.

Debe recordarse que, aunque las fracturas presentes en la roca pueden ser selladas por un proceso de metamorfismo bajo condiciones de alta presión y temperatura, los materiales secundarios depositados no previenen la entrada del agua.

h. Estabilidad de volumen

La estabilidad de volumen se define como la capacidad del agregado para resistir cambios en su volumen como resultados de modificaciones en sus propiedades físicas.

Las condiciones que pueden dar cambios excesivos de volumen incluyen los procesos de congelación y deshielo, de calentamiento y enfriamiento, y de humedecimiento y secado.

Los cambios de volumen pueden dar por resultado deterioro del concreto, el cual puede presentarse en forma de descascaramientos localizados de pequeño significado estructural pero dañinos para la apariencia, hasta agrietamiento externo y desintegración que pueden ser lo suficientemente grandes como para causar falla estructural del concreto.

Las partículas de agregado carentes de estabilidad de volumen están comprendidas en dos categorías:

Aquellas en las que la desintegración del concreto resulta de fallas de las partículas de agregado para mantener su integridad, lo que da lugar a que las partículas se rompan en numerosas piezas menores. El deterioro se evidencia principalmente por el descascaramiento superficial. Es el caso de las areniscas blandas.

Aquellas que se expanden en forma destructiva en el concreto. Estas, cuando congelan en condición saturada, incrementan en volumen con suficiente presión como para causar desintegración de concreto. Es el caso de las calizas que contienen arcillas expansivas.

Los agregados físicamente débiles, extremadamente absorbentes, que se hinchan cuando se saturan, pueden fallar en procesos naturales de interperismo. Su empleo reduce la resistencia del concreto, facilita el deterioro prematuro del mismo, debilita la adherencia del agregado-pasta, o induce al agrietamiento, descascaramiento de la superficie del concreto. Las más importantes propiedades del agregado que intervienen en el control de la estabilidad de volumen son el tamaño, abundancia y continuidad de poros. Estas propiedades influyen en la durabilidad ante procesos de congelación y deshielo; así como en la resistencia,

elasticidad, resistencia a la abrasión, gravedad específica y adherencia con la pasta.

Las investigaciones indican que los poros menores de 4u o 5u son críticos dado que son lo suficientemente grandes para permitir que el agua entre, pero no lo suficientemente grandes como para permitir un fácil drenaje bajo la presión del hielo.

Se estima que si el espacio está totalmente confinado y la temperatura por debajo de 0°C, la presión puede llegar a ser tan alta como 2000 kg/cm². Por lo tanto, a fin de evitar la rotura de las partículas de agregado y la destrucción de la pasta que lo rodea, el flujo de agua hacia los poros vacíos en el agregado o en la pasta debe de ser reducido por la disminución de los poros capilares o la incorporación de aire en la mezcla.

i. Textura superficial

La textura superficial del agregado es aquella propiedad del mismo que refleja la textura interna original, la estructura y composición de sus partículas, siendo ella el resultado de los procesos naturales o artificiales de impacto o abrasión a los cuales el agregado está sujeto.

La textura superficial del agregado depende de la dureza, tamaño del grano y características porosas del material original, así como de la magnitud con que las fuerzas que han actuado sobre la superficie de las partículas del agregado las han suavizado o dejado rugosas.

La importancia de esta propiedad radica en que la rugosidad de la superficie del agregado, al crear una textura superficial, define en grado importante la capacidad de adherencia de éste con la pasta.

La capacidad de adherencia con la pasta es una de las más importantes propiedades del agregado, siendo por ello su textura superficial, al incidir sobre la resistencia por adherencia, una de las que más puede tener influencia sobre la resistencia del concreto.

Las partículas de textura suave no producen una buena adherencia con la pasta, tendiendo ello a reducir la resistencia. Este efecto puede ser compensado en parte por una reducción en la relación agua-material cementante que se obtiene gracias al incremento en la trabajabilidad y reducción en la demanda de agua que da este tipo de textura.

j. Limpieza

Los elementos contaminantes de los agregados actúan sobre el concreto reduciendo su resistencia, modificando la durabilidad y dañando la apariencia externa. Adicionalmente pueden alterar el proceso de mezclado al incrementar la demanda de agua o retrasar el proceso de mezclado.

La mayoría de los agregados presentan algún grado de contaminación, pero la norma determina el porcentaje máximo admisible. Los excesos pueden eliminarse fácilmente mediante el proceso de lavado, como sucede con los materiales fino ligeros.

Se considera que en el agregado pueden presentarse tres clases de sustancias inconvenientes que pueden afectar o modificar las propiedades del concreto:

Impurezas orgánicas

Los agregados pueden ser resistentes a las sollicitaciones mecánicas y la acción del desgaste y, aun así, no ser satisfactorios para preparar

concreto si ellos contienen impurezas orgánicas las cuales pueden interferir en el proceso de hidratación.

Revestimientos

Los revestimientos pueden formarse sobre los agregados debido a la deposición, por parte de las aguas, de sustancias minerales sobre la superficie de las partículas.

Si los revestimientos son químicamente reactivos y no pueden ser económicamente reactivos, los agregados afectados no deberán ser empleados en el concreto.

Sales

La presencia de sales en el agregado aumenta el riesgo de corrosión de los elementos metálicos embebidos.

k. Peso unitario

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen.

El peso unitario está influenciado por gravedad específica, su granulometría, su perfil y textura superficial, su condición de humedad, su grado de compactación de masa.

El peso unitario varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso incrementos en el contenido de humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente seco pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua origina que las partículas estén juntas

facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución del peso unitario.

El fenómeno anterior conocido como esponjamiento, es de pequeña importancia si el agregado va a ser dosificado en peso. Si se dosifica en volumen, el esponjamiento debe ser tomado en cuenta cuando varía el contenido de humedad.

Cuanto más alto el peso específico para una granulometría dada, mayor el peso unitario del concreto.

Los agregados redondeados de textura suavizada tienen, generalmente, un peso unitario más alto que las partículas de perfil angular y textura rugosa, de la misma composición mineralógica y granulometría.

I. Peso específico

El peso específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales.

El peso específico de un agregado es principalmente función de las características de la roca originaria.

Los valores comúnmente empleados son:

- Basalto = 2.8
- Pedernal = 2.54
- Granito = 2.69
- Caliza = 2.66

- Cuarzita = 2.62
- Arenisca = 2.50
- Arena y grava = 2.65

En relación con la importancia del peso específico del agregado, es conveniente considerar lo siguiente:

Los pesos específicos bajos generalmente indican un material poroso, absorbente y débil. Los altos generalmente indican buena calidad.

El valor del peso específico puede ser utilizado como una medida indirecta de la solidez o estabilidad de un agregado, siendo generalmente aceptado que éstos disminuyen conforme es menor el valor del peso específico.

m. Peso sólido

Se define como peso sólido de un agregado al producto de su gravedad específica por la densidad del agua. En la práctica se considera que el peso sólido es aquel que tendría el material si se pudiera eliminar totalmente los vacíos internos y/o externos. El peso sólido se emplea en la determinación del volumen absoluto o volumen de sólidos del material.

n. Volumen absoluto

Se define como volumen absoluto o volumen de sólidos, al espacio ocupado por las partículas de un material sin considerar sus vacíos internos o externos. El volumen absoluto de una masa de agregados es la suma de los volúmenes absolutos de todas sus partículas.

o. Contenido de vacíos

Con respecto a la masa del agregado, el término “vacíos” se refiere a los espacios no ocupados entre las partículas de agregado. Puede decirse

que este valor es la diferencia entre el volumen bruto o volumen total de la masa del agregado y el espacio realmente ocupado por las partículas. El criterio empleado para obtener la mejor combinación de agregados fino y grueso es que el porcentaje de sólidos sea tan grande como fuere posible. Desde que éste es controlado por la granulometría, perfil y textura superficial de las partículas, tanto el peso unitario como el porcentaje de vacíos del agregado sirven como índices aproximados de la adecuada selección de la granulometría.

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

p. Humedad y absorción

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

Seco, que es aquella condición en la que toda la humedad, tanto interna como externa, ha desaparecido, generalmente por calentamiento a 100°C.

Semiseco, o secado al ambiente, que es aquella condición en la cual no hay humedad superficial sobre las partículas, existiendo alguna humedad interna.

Saturado superficialmente seco, que es aquella condición en la que no hay humedad libre o superficial sobre las partículas, pero todos los poros dentro de ellas están llenos de agua.

Saturado o húmedo, que es aquella condición en que el agregado se encuentra saturado y con agua libre o superficial sobre las partículas.

Se entiende por absorción, al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

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

Se entiende por humedad superficial, o agua libre, a la diferencia entre los estados saturado o húmedo y el estado saturado superficialmente seco.

La humedad superficial o agua libre es aquella con la que contribuirá el agregado al agua de la mezcla.

Los agregados de alta absorción y poros pequeños, con valores por debajo de 0.004 mm a 0.005 mm, deben ser evitados dado que el agua no drena de ellos fácilmente. En una mezcla de concreto, si el agregado no está en condición de saturado superficialmente seco, parte del agua puede ser tomado por él para llegar a esa condición. Igualmente, la humedad libre presente sobre la superficie de las partículas contribuirá el agua total de la mezcla.

Por tanto, la determinación del contenido de humedad, porcentaje de absorción y humedad libre son importantes en la medida que permiten conocer el volumen de agua con que contribuirá o que absorberá el agregado en una mezcla de concreto.

q. Esponjamiento

El esponjamiento del agregado fino es definido como el incremento de volumen de un peso dado del material debido a que la humedad superficial tiende a mantener las partículas separadas unas de otras.

Aunque el esponjamiento en sí mismo no afecta las proporciones de un concreto dosificado en peso, en el caso, en el caso de las dosificaciones en volumen da lugar a que, en función de las diferentes condiciones de humedad del agregado, un volumen determinado del mismo puede significar pesos diferentes con la consiguiente modificación en las proporciones de la mezcla.

Como consecuencia de esta interrelación peso-volumen variable, una mezcla podría resultar muy deficiente en su contenido de agregado fino, aumentando las posibilidades de segregación y formación de cangrejeras. La magnitud del esponjamiento depende del porcentaje de humedad presente en el agregado fino y de la fineza del mismo. Incrementos en el contenido de humedad del 5% al 8%, para agregados finos en condición de saturados superficialmente secos, pueden significar esponjamientos del 20% al 30%.

Desde que el volumen que ocupa el agregado fino en condición de saturado es igual al que ocupa al estado seco, la forma más conveniente de determinar el esponjamiento es medir la disminución de volumen de un agregado fino dado cuando es llevado al punto de saturación.

r. Granulometría

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas.

El agregado comprende del 65% al 80% del volumen unitario del concreto. En razón de su importancia en el volumen de la mezcla, la granulometría seleccionada para los agregados fino y grueso deberá permitir obtener en las mezclas una máxima densidad, con una adecuada trabajabilidad y características de acabado del concreto fresco y con obtención de las propiedades deseadas en el concreto endurecido.

La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo.

El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la Malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla. Es importante indicar que los finos del agregado no deben ser confundidos con el limo, la marga u otras impurezas indeseables.

En general se recomienda que el agregado fino tenga un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla.

s. Módulo de fineza

El módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado.

Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con un área superficial total muy alta, lo que será necesario cubrir con pasta.

t. Superficie específica

Se define como superficie específica de una partícula de agregado al área superficial de la misma.

Cuanto mayor es la superficie específica mayor el área superficial a ser cubierta con pasta y menor el diámetro de las partículas. El agregado fino siempre tiene una superficie específica alta, en tanto que la del agregado grueso suele ser bastante baja.

Para relaciones agua-cemento y agregado-cemento constantes, no existe una relación única entre densidad y superficie específica, de tal manera que aun cuando la densidad varíe, si la superficie específica permanece constante la resistencia a la compresión también permanece significativamente constante. (Rivva, 2000, p.139-169)

2. Diseño de mezcla de concreto hidráulico

i. Requisitos de mezcla

Enrique Rivva López (2000) manifiesta que las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados.

La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en función del empleo que se va a dar a la estructura.

El costo de la unidad cúbica de concreto endurecido deberá ser el mínimo compatible con la calidad deseada. (Rivva, 2000, p.20-21)

Poros por aire incorporado

Fundamentalmente por razones de incremento en la durabilidad del concreto, por incremento en la protección de la pasta contra los procesos de congelación del agua en el interior de la misma, se puede incorporar en forma intencional, mediante el empleo de aditivos químicos, minúsculas burbujas de aire las cuales se conocen como poros por aire incorporado.

Las burbujas de aire incorporado son generalmente de perfil esférico, con diámetros variables que corresponden a un valor promedio de 0,08 a 0.10mm. Su volumen en la unidad cúbica de concreto puede ocupar hasta más del 5% de la misma, pudiendo encontrarse en un concreto con 5% de aire incorporado valores del orden de 330 mil burbujas de aire por centímetro cúbico de pasta.

La razón principal del empleo de las burbujas de aire incorporado es que este sistema de poros el cual está muy estrechamente espaciado permite un incremento significativo de la durabilidad del concreto al crear un gran número de cámaras en las que se puede congelar el agua presente en los poros capilares, evitando que la tensión generada por la conversión de agua a hielo contribuya a agrietar el concreto.

Ventajas adicionales incluyen el que los poros de aire incorporado tienden a incrementar la trabajabilidad, plasticidad y fluidez de las mezclas; disminuyen la consistencia permitiendo la reducción de agua sin pérdida de la consistencia original, reducen la segregación del agregado; y disminuyen la exudación de las mezclas.

El principal inconveniente de la presencia de burbujas de aire en la mezcla de concreto es que éstas, al incrementar la porosidad, tienden a disminuir las resistencias mecánicas en un 5% por cada 1% de aire incorporado. Esta disminución es más significativa en las mezclas ricas y tiende a

disminuir conforme la mezcla es más pobre, ello principalmente debido a que al mejorar las propiedades al estado fresco permiten una reducción en el contenido de agua con la consiguiente reducción en la relación agua-cemento. (Rivva, 2000, p.25-26)

ii. Propiedades fundamentales

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

Las propiedades más importantes del concreto al estado no endurecido incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación, y peso unitario.

Las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas, cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas, y apariencia. (Rivva, 2000, p.34)

iii. Importancia de la selección de materiales

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

En la selección del cemento debe considerarse, para los portland normales, la composición química y el tipo de cemento empleado, así como la influencia que estas características pueden tener sobre las propiedades del concreto. Si se trata de cemento combinados, deben tenerse en consideración las características de la puzolana, ceniza, escoria de altos hornos, o microsílíce empleada.

Igualmente la fineza y tiempo de fraguado del cemento y la influencia de todos éstos factores sobre las propiedades del concreto. (Rivva, 2000, p.34)

Enrique Pasquel Carbajal (1999) manifiesta que:

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales que intervienen se muestra en la tabla E. (Pasquel, 1999, p.18)

Tabla E. Componentes químicos principales del cemento.

Porcentaje	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita
5%	Óxidos de Magnesio, Sodio	Minerales Varios
	Potasio, Titanio, Azufre	
	Fósforo y Manganeso	

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

De acuerdo a las propiedades que se desea alcanzar, se deberá tener una consideración para el agregado su perfil, textura superficial, granulometría, tamaño máximo, módulo de fineza, superficie específica, dureza, resistencia, composición mineralógica, limpieza, y presencia de materia orgánica o materias extrañas.

El agua debe ser potable. En caso de no serlo se deberá tener en consideración la influencia de sus componentes sobre las propiedades del concreto.

El empleo de aditivos modifica significativamente las propiedades del concreto. Su uso deberá ser cuidadosamente estudiado a fin de alcanzar las propiedades deseadas en el concreto sin modificar otras. (Rivva, 2000, p.34-35)

iv. Importancia de la dosificación de la mezcla

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

a. Concepto

En la selección de las proporciones o dosificación de la mezcla de concreto deberá tenerse cuidado que haya la cantidad de pasta necesaria no sólo para recubrir el agregado y facilitar su movilidad, sino también para ocupar los vacíos existentes entre partículas.

Igualmente, la trabajabilidad y consistencia del concreto deberán ser las adecuadas para que la mezcla ocupe totalmente los encofrados y recubra el acero de refuerzo y elementos embebidos.

b. Contenido de agua

El agua que se coloca en la mezcla es, por razones de trabajabilidad, siempre mayor que aquella que se requiere por hidratación del cemento; siendo ésta última conocida como agua de consistencia normal y estando su valor en el orden del 28% en peso del cemento.

Por la razón expuesta, las pastas que tienen alta relación agua-cemento contienen más agua que no intervienen en el proceso de hidratación, o agua libre, que aquellas que tienen baja relación de agua-cemento. Desde que el agua libre ocupa espacios que después se transforman en poros capilares, la pasta de las mezclas de alta relación agua-cemento es más porosa que la de las mezclas ricas o de las mezclas con baja relación agua-cemento. (Rivva, 2000, p.98)

v. Efectos del cemento sobre las propiedades del concreto

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

a. Aspectos generales

El cemento debe ser caracterizado en función de sus efectos sobre las propiedades del concreto y en forma secundaria en función de su composición química. Para propiedades tales como la resistencia y estabilidad de volumen, existen ensayos rápidos y aceptables. Para otras que implican ensayos en el largo plazo, el tiempo requerido por estos y la dificultad de duplicar las condiciones de trabajo obligan a aceptar predicciones de comportamiento en el largo plazo a partir de resultados conocidos.

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

b. Agrietamiento térmico

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

En la mayoría de las construcciones de concreto el calor desarrollado es rápidamente disipado y tienen poca importancia. En estructuras tales como cimentaciones masivas, grandes estribos, o presas, deben tomarse precauciones para limitar la elevación de temperatura y evitar que la expansión térmica sea lo suficientemente importante como para que posteriormente se presente agrietamiento, ya sea en el exterior de la masa enfriada y las grietas debidas al empotramiento se imponen.

Los principales compuestos del cemento portland hidratan en diferentes magnitudes e igualmente rinden considerablemente diferentes volúmenes de calor por unidad de masa hidratada. En general el C3A desarrolla la mayoría del calor en el primer día y el C3S en la primera semana, el C2S y el C4AF hidratan más lentamente. (Rivva, 2000, p.99-100)

c. Trabajabilidad

Enrique Pasquel Carbajal (1999) manifiesta que:

La trabajabilidad constituye el parámetro más manejado por los que diseñan, producen y colocan concreto, sin embargo es el más difícil de definir, evaluar y cuantificar en términos absolutos.

Se define como el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los diferentes procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación y acabado.

Usualmente recurrimos al slump como evaluación de ésta característica, pero la experiencia demuestra que es una manera sumamente limitada de evaluarla pues solo resulta un indicador de la cantidad de agua en la mezcla. (Pasquel, 1999, p.180)

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

Diversas características del cemento pueden influir en el concreto y en la facilidad de colocación del mismo. A continuación se indican algunos de los factores que intervienen:

Cantidad de cemento

La cantidad de cemento a emplear en la mezcla es un primer factor que debe ser considerado. El cemento es el material que en el concreto tiene el menor tamaño de partículas. El volumen de cemento en la mezcla tiene un efecto importante sobre la plasticidad y factibilidad de colocación de esta.

Las llamadas mezclas pobres, o mezclas con un pobre contenido de cemento, tienden a ser ásperas y difíciles de trabajar, siendo por lo tanto más difíciles de colocar y acabar. Las llamadas mezclas ricas, o mezclas que contienen cantidades importantes de cemento, tienden a tener más cuerpo y son más cohesivas, fluidas y trabajables. Sin embargo, las mezclas muy ricas tienden a ser demasiado cohesivas y más difíciles de colocar.

Fineza del cemento

La fineza del cemento influye en la manejabilidad, trabajabilidad y contenido de agua de una mezcla de concreto de la misma manera como el volumen de cemento empleado en el mismo. Sin embargo, la importancia de la fineza del cemento es secundaria en relación a los efectos de la cantidad de cemento empleada.

Las mezclas de bajo contenido de cemento tienden a perder coherencia, exudar en forma excesiva, y segregar. El empleo de un cemento de partículas gruesas tiende a agravar esta tendencia. Conforme la fineza o la cantidad de cemento se incrementan, la mezcla será más cohesiva. Al mismo tiempo, la cantidad de agua requerida para obtener un asentamiento determinado puede disminuir, reduciéndose la tendencia a exudar y segregar.

En contenido de cemento intermedios, incrementos adicionales de cemento pueden hacer la mezcla más ligosa y difícil de colocar, debiendo incrementarse el contenido de agua. El contenido de cemento para el cual ocurre el mínimo requerimiento de agua y la óptima trabajabilidad, se reduce si la fineza del cemento se incrementa.

En el concreto, otros constituyentes tales como el aire incorporado, y los materiales finos y las arcillas presentes en el agregado, igualmente afectan la trabajabilidad, plasticidad y requisitos de agua de la mezcla.

Características del fraguado

Las características de fraguado o atestamiento del cemento son transferidas directamente a la mezcla de concreto. La tendencia de la mezcla a adquirir rigidez prematuramente o a perder asentamiento rápidamente, afecta directamente a la facilidad de manejo, la consolidación y las características de acabado. Las características de fraguado normal o de rigidización deberán determinar el tiempo disponible para colocación, consolidación y acabado. Las mezclas ricas frecuentemente fraguan un poco más rápido que las mezclas pobres.

La temperatura del concreto tiene un efecto significativo sobre su velocidad de endurecimiento. La temperatura del cemento en si misma tiene muy poca influencia sobre la temperatura del concreto y por consiguiente sobre su velocidad de endurecimiento.

Es importante distinguir entre la pérdida normal de asentamiento del concreto en el tiempo y los efectos de una falsa fragua del concreto. La pérdida de asentamiento normal es gradual y más o menos proporcional al tiempo hasta que ya no hay asentamiento. La pérdida de asentamiento ordinaria no puede ser restablecida por remezclado.

Con una falsa fragua todo asentamiento se pierde en 5 a 10 minutos, pero el remezclado permite recuperar la casi totalidad del asentamiento original. Un caso moderado de falsa fragua puede dar por resultado una alta velocidad de pérdida de asentamiento inmediatamente después del mezclado. La falsa fragua es menos afectada por la temperatura del concreto que el asentamiento, la pérdida del cual es más rápida en climas cálidos.

Los concretos que contienen un aditivo reductor de agua o un retardador pueden presentar pérdidas de asentamiento más rápidas que concretos

similares sin el aditivo. Este efecto es especialmente pronunciado y común cuando se emplea plastificantes.

Los cementos expansivos compensadores de la contracción pueden presentar una pérdida de asentamiento ligeramente mayor que la de los cementos portland en climas cálidos.

d. Resistencia

En los últimos 60 años muchos investigadores han trabajado la posibilidad de predecir la resistencia en compresión potencial del cemento portland a partir de su composición química expresada ya sea como compuestos potenciales u óxidos.

Como ya se ha indicado el C3S, C2S y C3A son los principales compuestos productores de resistencia en el cemento portland. La proporción de ellos puede variar en el proceso de fabricación cambiando tanto las características de la resistencia inicial como las de la resistencia en largo plazo.

Incrementos en la proporción de C3S aumentan la resistencia en edades de 10 a 20 horas a los 28 días. El porcentaje de C3S en el cemento portland varía del 35% al 70%.

El C2S contribuye ligeramente a la resistencia en edades de uno a dos días y significativamente en la resistencia a los 28 días. Su principal efecto es incrementar la resistencia en las edades posteriores. Sin embargo, los incrementos en la proporción de C2S con disminuciones proporcionales en el contenido de C3S generalmente disminuyen la resistencia a los 28 días e incrementan las edades entre los 45 a 60 días hasta los 5 años o más.

La contribución del C2S en la resistencia a largo plazo depende principalmente de la disponibilidad de humedad en secciones de concreto relativamente delgadas que se permiten que saquen a edades tempranas, la hidratación se detiene cuando la humedad relativa interna cae por debajo del 80% y no se obtienen los beneficios los C2S en edades posteriores.

Las secciones de concreto de gran espesor tienden a retener la humedad y obtener el beneficio de la contribución de la resistencia a largo plazo del C2S. Algunos de estos beneficios ocurren en secciones de 20 cm de espesor, pero los mayores efectos se presentan en secciones con espesores de 60 cm o mayores, dependiendo de las condiciones de secado. La mayoría de cementos portland contienen de 10% a 35% de C2S.

El C3A contribuye principalmente a la resistencia en las primeras 24 horas. El C3A por sí mismo hidrata rápidamente. Al mismo tiempo su hidratación genera calor lo cual tiene un modesto efecto en acelerar la hidratación del C3S y del C2S. El contenido de C3A de los cementos portland varía de 0% a 17%.

Algunos componentes menores del cemento portland también afectan la resistencia. En especial la cantidad de sulfato de calcio es normalmente elegidas para optimizar la resistencia y otras propiedades bajo las condiciones de empleo y curado comunes.

Las pérdidas por calcinación del cemento son generalmente un indicador de la cantidad de agua o bióxido de carbono, o ambos, químicamente combinadas con el cemento. La resistencia tiende a disminuir con incrementos en la pérdida por calcinación. La presencia de agua combinada en un cemento puede deberse a Clinker que ha estado almacenado demasiado tiempo. La presencia de agua combinada

produce un falso incremento en la fineza, determinada por el método Blaine, por lo que para mantener la fineza inicial el cemento debe ser molido a una fineza significativamente más alta. (Rivva, 2000, p.100-103)

e. Funciones del agregado

Las tres principales funciones del agregado en el concreto son:

Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de ésta por unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cúbica de concreto.

Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.

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

f. Interrelación agregado – concreto

Las propiedades del concreto resultantes del empleo de un agregado determinado dependen de:

La composición mineral de las partículas de agregado, la cual influye fundamentalmente sobre la resistencia, durabilidad y elasticidad del concreto.

Las características superficiales de las partículas, las cuales influyen especialmente sobre la trabajabilidad, fluidez y consistencia del concreto; así como sobre la adherencia entre la pasta y el agregado.

La granulometría de los agregados fino y grueso, definida por sí misma, así como por la superficie específica, módulo de fineza, y tamaño máximo del agregado grueso. Estas propiedades influyen fundamentalmente

sobre las propiedades del concreto al estado no endurecido, sobre su densidad y sobre la economía de la mezcla.

El volumen de agregado por unidad de volumen del concreto, el cual influye especialmente en los cambios de volumen debidos a los procesos de humedecimiento y secado; a los procesos de calentamiento y enfriamiento; así como en el costo de la unidad cúbica de concreto.

La porosidad y absorción del agregado, las cuales influyen sobre la relación agua-cemento efectiva, así como sobre las propiedades del concreto al estado no endurecido. (Rivva, 2000, p.103-104)

vi. Agua

Enrique Rivva López (2000) manifiesta que:

a. Conceptos generales

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr la formación de gel, permitir que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que en estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma; y en estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozcan que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto.

Debe recordarse que no todas las aguas que son adecuadas para beber son convenientes para el mezclado y que, igualmente, no todas las aguas

inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones que en las diferentes secciones se han de dar, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares.

Adicionalmente, el agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en éste.

Previamente a su empleo, será necesario investigar y asegurarse que la fuente de provisión no está siendo sometida a influencias que puedan modificar su composición y características con respecto a las conocidas que permitieron su empleo con resultados satisfactorios.

b. Requisitos de calidad

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación en la Tabla F se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto.

Tabla F. Valores máximos de sales y sustancias presentes en el agua.

Sales y sustancias presentes en el agua	Valores máximos en ppm
Cloruros	300
Sulfatos	300
Sales de magnesio	150
Sales solubles totales	500
pH	>7
Sólidos en suspensión	1500
Materia orgánica	10

La norma Peruana NTP 339 088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites: El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/lit (3ppm).

El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/lit (5000 ppm).

El pH estará comprendido entre 5.5 y 8.0.

El contenido de sulfatos, expresados como ion SO_4 , será menor de 0.6 gr/lit (600 ppm).

El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en NaHCO_3 , será menor de 1 gr/lit (1000 ppm).

Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de hierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.

El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión.

c. Utilización de aguas no potables

Cuando el agua a ser utilizada no cumpla con uno o varios de los requisitos indicados en el punto b, se deberá realizar ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua destilada o potable, manteniendo similitud de materiales y procedimientos. Dichos ensayos se realizarán, de preferencia, con el mismo cemento que será usado. Dichos ensayos incluirán la determinación del tiempo de fraguado de las pastas y la resistencia a la compresión de mortero a edades de 7 y 28 días.

Los morteros preparados con el agua en estudio y ensayados de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C 109 deben dar, a los 7 y 28 días, resistencias a la compresión no menores del 90% de la de muestras similares preparadas con agua potable. Es recomendable continuar los estudios a edades posteriores para certificar que no se presentan reducciones de la resistencia.

Cuando la concentración de sales, especialmente cloruros, exceda los límites indicados en estas recomendaciones, se efectuarán ensayos de resistencia a la compresión a edades de 180 y 365 días.

Ni el olor ni el sabor son índices de la calidad de agua. Tampoco lo son los resultados de los ensayos de estabilidad de volumen. Podrá utilizarse, previa autorización de la supervisión, aguas no potables si, además de cumplir los requisitos anteriores se tiene que:

Las impurezas presentes en el agua no alteran el tiempo de fraguado, la resistencia, durabilidad, o estabilidad de volumen del concreto, ni causan eflorescencias, ni procesos corrosivos en el acero de refuerzo.

El agua es limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica, o sustancias que pueden ser dañinas al concreto, acero de refuerzo, acabados o elementos embebidos.

La selección de las proporciones de la mezcla se basará en los resultados de ensayos de resistencia en compresión de concretos en cuya preparación se ha utilizado agua de la fuente elegida.

d. Aguas prohibidas

Está prohibido emplear en la preparación del concreto:

Aguas ácidas

Aguas calcáreas, minerales, carbonatadas o naturales.

Aguas provenientes de minas o relaves.

Aguas que contengan residuos industriales.

Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3% o un contenido de sulfato mayor del 1%.

Aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, partículas de carbón, turba, azufre, o descargas de desagües.

Aguas que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos.

Aguas que contengan azúcares o sus derivados.

Aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltos, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado.

e. Almacenamiento

El agua a emplearse en la preparación del concreto se almacenará, de preferencia, en tanques metálicos o silos. Se tomará las precauciones que eviten su contaminación.

f. Muestreo

El muestreo del agua de mezclado se efectuará de acuerdo en lo indicado en la Norma NTP 339 070 o ASTM D75. Se tendrá en consideración que:

La supervisión determinará la frecuencia de la toma de muestras.

Se deberá tener presente que una sola muestra de agua puede no ser representativa si existen variaciones climáticas u otros motivos.

Si se duda de la representatividad de la muestra, se deberán tomar muestras periódicas a distintas edades y días o, eventualmente, a la misma hora en distintos lugares. Igualmente cuando se presume que puede haber variado la composición del agua.

Cada muestra tendrá un volumen mínimo de cinco litros. Las muestras se envasarán en recipientes cilíndricos de plástico o vidrio incoloro, perfectamente limpios. El cierre será hermético.

g. Ensayo

El agua se ensayará de acuerdo a lo indicado en la Norma NTP 339 088. Iniciado el proceso de construcción no son necesarios nuevos ensayos a intervalos regulares, salvo que:

Las fuentes de suministro sean susceptibles de experimentar variaciones apreciables entre la estación seca y húmeda.

Exista la posibilidad que el agua de la fuente de abastecimiento pueda haber sido contaminada con un volumen excesivo de materiales en suspensión debido a una crecida anormal.

El flujo de agua disminuya al punto que la concentración de sales o materia orgánica en el agua pueda ser excesiva.

Para el ensayo de agua se tendrán en consideración las siguientes Normas:

NTP 339 070 Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento portland.

NTP 339 071 Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas usadas para elaborar morteros y concretos.

NTP 339 072 Método de ensayo para determinar por oxidabilidad el contenido de materia orgánica en las aguas usadas para elaborar morteros y concretos.

NTP 339 073 Método de ensayo para determinar el pH de las aguas para elaborar morteros y concretos.

NTP 339 074 Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos en las aguas usadas en la elaboración de concretos y morteros.

NTP 339 075 Método de ensayo para determinar el contenido de hierro en las aguas usadas en la elaboración de concretos y morteros.

NTP 339 076 Método de ensayo para determinar el contenido de cloruro en las aguas usadas en la elaboración de concretos y morteros.

(Rivva, 2000, p.254-262)

vii. Aditivos

a. Definición

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

Un aditivo es definido, tanto por el comité 116R del *American Concrete Institute* como por la Norma ASTM C 125, como un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado.

Los aditivos son materiales utilizados como componentes del concreto o del mortero, los cuales se añaden a éstos durante el mezclado a fin de:

Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados al trabajo que se está efectuando.

Facilitar su colocación

Reducir los costos de operación

En la decisión sobre el empleo de aditivos debe considerarse en qué casos:

Su utilización puede ser la única alternativa para lograr los resultados deseados.

Los objetivos deseados pueden lograrse, con mayoría económica y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla.

b. Condiciones de empleo

Los aditivos utilizados deberán cumplir con los requisitos de las Normas ASTM o ITINTEC correspondientes. Su empleo deberá estar indicado en las especificaciones del proyecto, o ser aprobado por la supervisión.

El empleo de aditivos incorporadores de aire es obligatorio en concretos que, en cualquier etapa de su vida, puedan estar expuestos a temperaturas ambientales menores de 0°C. En otros casos, el empleo de estos aditivos sólo es obligatorio cuando puede ser la única alternativa para lograr los resultados deseados.

El empleo de aditivos no autoriza a disminuir el contenido de cemento seleccionado para la unidad cúbica de concreto.

c. Razones de empleo

Entre las principales razones de empleo de aditivos, para modificar las propiedades del concreto no endurecido; se puede mencionar:

Reducción en el contenido de agua de la mezcla.

Incremento en la trabajabilidad sin modificación del contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.

Reducción, incremento o control del asentamiento.

Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial.

Modificación de la velocidad y/o magnitud de exudación.

Reducción o prevención de la segregación; o desarrollo de una ligera expansión.

Mejora en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas.

Entre las principales razones de empleo de los aditivos para modificar las propiedades de los concretos, morteros o lechada endurecidos se puede mencionar:

Retardo en el desarrollo del calor de hidratación o reducción en la magnitud de éste durante el endurecimiento inicial.

Aceleración en la velocidad de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto y en el incremento de la misma.

Incremento en la durabilidad, incluyendo su resistencia a condiciones severas de exposición.

Disminución de la permeabilidad del concreto.

Control de la expansión debida a la reacción álcali-agregados.

Incremento en las adherencias acero-concreto; y concreto antiguo-concreto fresco.

Incremento en las resistencias al impacto y/o la abrasión.

Control de la corrosión de los elementos metálicos embebidos en el concreto.

Producción de concretos o morteros celulares.

Producción de concretos o morteros coloreados.

d. Consideraciones en el empleo de aditivo

Los aditivos deben cumplir con los requerimientos de las Normas seleccionadas y las especificaciones de la obra, debiendo prestarse especial atención a las recomendaciones del fabricante y/o distribuidor del aditivo.

Las siguientes Normas ASTM; cubren los tipos o clases de aditivos de uso corriente:

Aditivos incorporadores de aire: ASTM C260

Aditivos reductores de agua y controladores de fragua: ASTM C494

Cloruro de Calcio: ASTM D98

Aditivos a ser empleados en la producción de concretos muy sueltos: ASTM C1017.

Los aditivos deben emplearse después de una evaluación de sus efectos en mezclas preparadas con los materiales a ser utilizados bajo condiciones similares a las de obra. Esta evaluación es especialmente importante en los siguientes casos.

El aditivo no ha sido previamente empleado con la combinación de materiales a ser empleados en obra.

Se especifica tipos especiales de cemento y/o se ha de emplear más de un tipo de aditivo.

Los procesos de mezcla y colocación del concreto se han de efectuar a temperaturas que están fuera del rango de temperaturas de concretado normalmente utilizadas.

Los aditivos que modifican las propiedades del concreto fresco pueden originar problemas si producen rigidización rápida de la pasta o prolongación excesiva del tiempo de fraguado. Debe estudiarse las causas recordándose que la rigidización temprana de la pasta puede deberse a cambios en la velocidad de reacción entre el silicato tricálcico y la fase sulfato, y que un retardo indebido puede tener su causa en una sobredosis de aditivos o una disminución de la temperatura ambiente con el consecuente retardo en la hidratación de los silicatos cálcicos.

Otro aspecto a ser considerado es el límite en la cantidad de cloruro de calcio que es permitida en la unidad cúbica de concreto al momento de la preparación. Tales límites están indicados en las recomendaciones ACI 318, 201, 222, 226 y en la Norma Técnica Peruana E-060. Ello obliga a conocer el contenido de ion cloruro del aditivo seleccionado y considerar aditivos o procedimientos alternativos.

e. Consideraciones económicas

La determinación del mayor costo del concreto debido al empleo de aditivos deberá basarse en los resultados obtenidos en concretos preparados en condiciones similares a aquellas que se espera en obra. Este estudio es fundamental cuando las características del concreto y los resultados obtenidos están directamente relacionados con:

Las propiedades de los materiales empleados en la mezcla.

Sus proporciones relativas en ésta.

La temperatura y humedad relativas ambientes.

Las condiciones de curado.

Al evaluar la posibilidad de emplear un aditivo determinado debe considerarse su efecto sobre el volumen de la tanda; así como las posibles modificaciones en el rendimiento, a fin de poder determinar las causas reales de la variación de las propiedades y el costo de dicha variación.

Si el empleo de aditivo produce cambios en la cantidad o características de los materiales empleados en la preparación del concreto, este efecto debe ser considerado cuando se evalúa la acción del aditivo, los beneficios resultantes, y los mayores costos debido a su empleo.

Adicionalmente, en todo análisis económico del empleo de un aditivo debe considerar:

El costo de utilizar un ingrediente extra y el efecto de ello sobre los costos de puesta en obra del concreto.

Los efectos económicos del aditivo sobre la trabajabilidad y consistencia del concreto, así como sobre la magnitud y velocidad de ganancias de resistencia.

Todos aquellos aspectos que puedan justificar el mayor costo del concreto debido al empleo de aditivo.

f. Clasificación

Una clasificación de aditivos en función de sus efectos no es fácil debido a que ellos pueden ser clasificados genéricamente o con relación a los efectos característicos derivados de su empleo; pueden modificar más de una propiedad del concreto; así como a que los diversos productos existentes en el mercado cumplen las mismas especificaciones.

De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- Tipo A: Reductores de agua.
- Tipo B: Retardadores de fragua.
- Tipo C: Acelerantes.
- Tipo D: Reductores de agua-retardadores de fragua.
- Tipo E: Reductores de agua-acelerantes.
- Tipo F: Super Reductores de agua.
- Tipo G: Super Reductores de agua-acelerantes.

La recomendación ACI 212 clasifica a los aditivos en los siguientes grupos:

Acelerantes, los cuales tienen por finalidad incrementar significativamente al desarrollo inicial de resistencia en compresión y/o acortar el tiempo de fraguado.

Incorporador De Aire, los cuales tienen por objetivo mejorar el comportamiento del concreto frente a los procesos de congelación y desheló que se producen en sus poros capilares cuando él está saturado y sometido a temperaturas bajo 0°C.

Reductores de agua y reguladores de fragua, los cuales tienen por finalidad reducir los requisitos de agua de la mezcla o modificar las condiciones de fraguado de la misma o ambas.

Aditivos minerales, ya sean cementantes o puzolánicos, los cuales tienen por finalidad mejorar el comportamiento al estado fresco de mezclas deficientes en partículas muy finas y, en algunos casos, incrementar la resistencia final del concreto.

Generadores de gas, los cuales tienen por finalidad controlar los procesos de exudación y asentamiento mediante la liberación de burbujas de gas en la mezcla fresca.

Aditivos para inyecciones, los cuales tienen por finalidad retardar el tiempo de fraguado en cimentaciones especiales en las que las distancias de bombeo son muy grandes.

Productores de expansión, los cuales tienen por finalidad minimizar los efectos adversos de la contracción por secado del concreto.

Ligantes, los cuales tienen por única finalidad incrementar las propiedades ligantes de mezclas mediante la emulsión de un polímero orgánico.

Ayudas para bombeo, las cuales tienen por finalidad mejorar la facilidad de bombeo del concreto por incremento de la viscosidad del agua de la mezcla.

Colorantes, los cuales tienen por finalidad producir en el concreto el color deseado sin afectar las propiedades de la mezcla.

Floculantes, los cuales tienen por finalidad incrementar la velocidad de exudación y disminuir el volumen de ésta, al mismo que reducen el flujo e incrementan la cohesividad y rigidización inicial de la mezcla.

Fungicidas, insecticidas y germicidas, los cuales tienen por finalidad inhibir o controlar el crecimiento de bacterias y hongos en pisos y paredes.

Impermeabilizantes, los cuales tienen por finalidad contribuir a controlar las filtraciones a través de las grietas, reduciendo la penetración del agua, en un concreto no saturado, desde el lado húmedo al lado seco.

Reductores de permeabilidad, los cuales tienen por finalidad reducir la velocidad con la cual el agua puede circular a través de un elemento de concreto saturado, bajo una gradiente hidráulica mantenida externamente.

Controladores de la reacción alcali-agregado, los cuales tienen por finalidad reducir, evitar o controlar la reacción entre los álcalis del cemento y elementos que puedan estar presentes en los agregados reactivos.

Inhibidores de la corrosión, los cuales tienen por finalidad inhibir, retardar o reducir la corrosión del acero de refuerzo y elementos metálicos embebidos en el concreto.

Superplastificantes, también conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua de la mezcla.

g. Selección del porcentaje de aditivo

En la selección de la cantidad de aditivo que debe ser empleada por unidad cúbica de concreto, se deberá tener en consideración:

Las recomendaciones del fabricante.

Las propiedades que se desea obtener.

Las características de los materiales de la mezcla.

El procedimiento de puesta en obra del concreto así como las condiciones ambientales.

Los resultados de los ensayos en laboratorio y obra.

h. Incorporación a la mezcla

Los aditivos líquidos se incorporaran a la mezcla en la planta, o mediante un tanque colocado en el camión mezclador que permite su adición a la mezcla en obra. La incorporación debe hacerse empleando sistemas dispersantes, de preferencia electromecánicos, y la verificación de la cantidad mediante tanques calibrados.

En la incorporación del aditivo a la tanda no sólo se tiene importancia la magnitud y velocidad de descarga, sino también el momento en que esta se produce. Cambios en el momento de la incorporación del aditivo al ciclo de mezclado pueden significar variaciones en las propiedades del concreto y/o en el grado de efectividad del aditivo.

Los requerimientos de agua de la mezcla igualmente pueden ser afectados, recomendándose que se determine en obra un procedimiento para controlar el tiempo y velocidad de adición del aditivo a las tandas y el mismo sea respetado.

A fin de garantizar uniformidad del aditivo en la mezcla durante el ciclo de carga, la velocidad de descarga del aditivo deberá ser regulable.

Dos o más aditivos pueden no ser compatibles en la misma solución. Es importante evitar mezclar aditivos antes de su incorporación a la mezcla, salvo que los ensayos o el fabricante indiquen lo contrario y la supervisión lo autorice.

i. Aire incorporado

A diferencia del aire accidentalmente atrapado en la masa de concreto, el aire incorporado es aquel que ha sido intencionalmente añadido a la mezcla mediante el empleo de un aditivo apropiado.

Este acápite está referido a aquellos agente conocidos como aditivos incorporadores de aire los cuales son añadidos al concreto inmediatamente antes o durante su mezclado, especialmente para resistir la acción de los procesos de congelación y deshielo.

Adicionalmente a su función principal, deberá emplearse aditivos incorporadores de aire en aquellos casos en que se emplee agentes químicos descongelantes, especialmente cuando se anticipe el empleo de cloruros de calcio o de sodio para esta función. Los pavimentos, pisos de garajes, y playas de estacionamiento están expuestos a esta condición si se encuentra en zonas de baja temperatura.

El mecanismo de congelación y la forma de acción del aire en el concreto serán analizados en este trabajo, teniendo presentes la influencia de los materiales, el proceso de puesta en obra, y el control de calidad.

Aire incorporado

Las burbujas de aire incorporado, segundo tipo presente en la pasta del concreto, son retenidas en el mismo como resultado de la adherencia, por fuerzas químicas superficiales, a las partículas de cemento y agregado, así como por la viscosidad inherente a la pasta.

Las burbujas de aire incorporado se caracterizan por tener un diámetro que varía entre 10 y 1000 micrones, así como un perfil esférico, o que se aproxima a dicha forma, el cual viene dado por la presión hidrostática a que están sujetas las burbujas por acción de la pasta, agua y agregado fino que las rodea.

Las burbujas de aire incorporado:

Se desarrollan mejor en mezclas ricas que contienen agregado fino bien graduado.

Mejoran la trabajabilidad de las mezclas debido al incremento en el espaciamiento de los sólidos en la masa y la disminución en la dilatación, y, para cargas que actúen en periodos cortos, facilitan el acomodo de las partículas de agregado.

j. Aditivos incorporadores de aire

1. Adición de incorporadores de aire

Los aditivos incorporadores de aire, líquidos o en polvo, pueden ser subdividido en:

Sales de resinas naturales de la madera y sus jabones. El más conocido de estos productos es la resina Vinsol.

Grasas o aceites animales y vegetales, tales como el aceite de sebo y aceite de oliva y sus ácidos grasos, tales como el ácido esteárico y el ácido oleico y sus jabones.

Agentes humedificantes tales como las sales alcalinas de compuestos orgánicos sulfatados. Los detergentes sintéticos caen dentro de esta clasificación.

Sales de lignosulfonatos, sales de ácidos de petróleo, sales de materiales derivados de las proteínas, sales orgánicas de hidrocarburos sulfonados.

Todos los materiales mencionados son, generalmente, insolubles en agua y deberán ser químicamente procesados antes de poder ser empleados como aditivos.

Si las resinas Vinsol son utilizadas sin un tratamiento previo, ellas pueden reaccionar químicamente con el cemento, por lo que, para evitar ello y al mismo tiempo hacerlas solubles en agua, son primeramente neutralizadas por la adición de hidróxido de sodio el cual las convierte en jabones.

k. Aditivos superplastificantes

Los aditivos conocidos como superplastificantes, o aditivos reductores de agua de alto rango, son químicamente diferentes a los aditivos reductores de agua normales y pueden ser empleados para reducir significativamente el contenido de agua del concreto en valores del orden del 30%, manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos no deseados sobre el fraguado.

Igualmente pueden ser empleados para incrementar el asentamiento significativamente sin necesidad de aumentar el agua de la mezcla original, La importancia de estos aditivos justifica que se efectúe un amplio estudio de los mismos.

Los superplastificantes son usados en el concreto para producir concretos con relación agua-cemento muy baja. Así se permite obtener concretos de alta resistencia con bajo contenido de agua y el mismo contenido de cemento, sin afectar la trabajabilidad. Se puede lograr reducciones de agua mayores del 30% y concretos con relaciones agua-cemento tan bajas como 0.28 satisfactoriamente colocados.

Igualmente se les emplea para producir concretos con contenidos reducidos de cemento sin cambiar la relación de agua-cemento. A pesar de reducir los requerimientos de cemento en un 20% a 30% no se afectan las resistencias normales.

Adicionalmente pueden ser empleados para producir concretos autocompactados, autonivelados y concretos fluidos. En estas aplicaciones no se intenta reducir la relación agua-cemento ni el contenido de cemento. El objetivo es incrementar la trabajabilidad sin causar segregación, permitiendo colocar el concreto en secciones con alto contenido de acero de refuerzo.

I. Almacenamiento de los aditivos

Los aditivos y adiciones deberán almacenarse en obra de una manera tal que se evite su deterioro o contaminación. No se utilizará aquellos que se encuentren en este estado.

Los aditivos se almacenarán siguiendo las recomendaciones del fabricante. Se prevendrá la contaminación, evaporación o deterioro de los mismos. En el almacenamiento de los aditivos se tendrá en consideración los siguientes aspectos.

Los aditivos líquidos serán protegidos de la congelación o cambios de temperatura que puedan afectar sus características.

Deberá evitarse el sobrecalentamiento o la congelación de los aditivos durante su almacenamiento.

Los aditivos no deberán ser almacenados por un periodo mayor a seis meses desde la fecha del último ensayo de aceptación, debiéndose evaluar su calidad antes de su empleo.

Los aditivos en proceso de deterioro o contaminación, o aquellos con fecha de vencimiento cumplida no serán utilizados. (Rivva, 2000, p.276-306,314)

3. Parámetros de calidad del concreto hidráulico

i. Definición

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.

La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

ii. Importancia

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, procesos de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales.

iii. Propiedades

Para cada caso particular de empleo se requieren en el concreto determinadas propiedades. Es por ello que el conocimiento de todas y cada una de las propiedades del concreto, así como de la interrelación entre ellas, es de importancia para el ingeniero el cual debe decidir , para cada caso particular de empleo del concreto, la mayor o menor importancia de cada una de ellas.

Al analizar las propiedades del concreto, el ingeniero debe recordar las limitaciones de las mismas en función de las múltiples variables que pueden actuar sobre el concreto modificándolo. En este análisis es importante que el ingeniero recuerde que el concreto, como cualquier otro material, puede sufrir adicionalmente modificaciones en el tiempo y que puede claudicar por fallas atribuibles a problemas de durabilidad, aun cuando su resistencia haya sido la adecuada.

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes; que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto; y que la relación agua-cemento lo es sobre las características de la pasta.

iv. Importancia del control

La preparación de un buen concreto exige de un adecuado control, ello implica:

Una cuidadosa supervisión en la selección de los materiales y de las proporciones de la unidad cúbica de concreto.

Una cuidadosa supervisión de los procesos de puesta en obra y acabado del concreto.

La realización de ensayos en todas las etapas del proceso de selección de materiales, dosificación de las mezclas, y colocación del concreto, a fin de garantizar la calidad de los materiales y del producto final.

v. Importancia de la preparación técnica

En la preparación del concreto el problema fundamental es obtener un producto satisfactorio a un costo razonable. El alcanzar ambas condiciones exige que la fase técnica del proceso de fabricación del concreto esté bajo la responsabilidad de un profesional plenamente familiarizado con los diversos aspectos del concreto como material y de su tecnología.

Conocimientos adecuados en el campo de la tecnología del concreto; un adecuado criterio; buena preparación del concreto; e inspección de su calidad, son todos ellos factores necesarios para lograr un balance adecuado entre todos los aspectos que intervienen en la preparación del concreto. Personal calificado y mano de obra especializada son indispensable si se desea que el producto final, la estructura, sea de buena calidad.

Es imposible preparar un concreto de buena calidad, el cual cumpla con los requisitos exigidos por el proyectista, si no se posee una adecuada preparación en los diversos aspectos de la tecnología del concreto.

Un concreto “malo”, un producto de inferior calidad, es preparado con cemento, agua y agregados. Son exactamente estos mismos materiales los ingredientes de un buen concreto. La diferencia radica únicamente en el cómo hacerlo, en la adecuada preparación profesional del ingeniero y el personal a sus órdenes, así como en la atención que haya sido dada a todos los aspectos de la preparación de un buen concreto.

vi. Factores en la variación de calidad

Algunos de los principales factores que pueden intervenir en la variación de la calidad del concreto se pueden agrupar en los siguientes rubros:

VARIABLES EN LOS MATERIALES, cuya responsabilidad es atribuible al constructor.

VARIABLES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN, cuya responsabilidad es atribuible al constructor.

VARIABLES DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO, cuya responsabilidad es atribuible a la supervisión o al laboratorio encargado del control.

VARIABLES DEBIDAS A LA PREPARACIÓN DEL PERSONAL QUE INTERVIENE EN LA OBRA.
(Rivva, 2000, p.8, 22, 24-25)

vii. Control de calidad

Enrique Rivva López (2000) manifiesta que:

a. Agregado

1. Generalidades

El propósito principal del control de calidad del agregado es asegurar un material uniforme que cumpla con los requerimientos de las especificaciones de obra durante la producción del concreto.

2. Almacenamiento de los agregados

Los agregados en proceso de deterioro o contaminación no deberán ser empleados. En el almacenamiento en obra de agregados de buena calidad deberán tomarse las siguientes precauciones:

Se almacenarán en pilas o silos de manera de impedir la segregación de los mismos, su contaminación con otros materiales, o su mezclado con agregados de características diferentes.

No se empleará agregados total o parcialmente congelados, debiendo evitarse esta condición durante el almacenamiento.

La zona de almacenamiento deberá ser lo suficientemente extensa y accesible para facilitar su acomodo y traslado al sitio de mezclado.

Durante la descarga del material para la formación de las pilas, deberá evitarse cualquier procedimiento que permita que éste ruede por los taludes de la pila y segregue.

El equipo pesado deberá mantenerse alejado de las pilas a fin de evitar roturas o contaminación del material.

Es recomendable almacenar el agregado en tolvas, debiéndose tener en consideración lo siguiente:

Las tolvas deben ser metálicas y tener la menor sección horizontal posible. El fondo de las tolvas debe ser ataludado hacia el centro, con ángulos no menores de 50° respecto a la horizontal a fin de facilitar la salida del material.

Las tolvas deberán llenarse con el material cayendo verticalmente; debiendo ser mantenidas tan llenas como sea posible a fin de evitar el fraccionamiento del agregado y reducir la posibilidad de cambios en su granulometría.

En las áreas de almacenamiento de uso continuo es recomendable:

Construir o habilitar una base compacta, de preferencia de concreto, a fin de evitar la contaminación de la parte inferior de la pila del agregado.

Construir muros separadores o dejar una distancia adecuada entre pilas de material, a fin de evitar en mezclado de agregados diferentes.

3. Muestreo de los agregados

En el proceso de control de la calidad del concreto la toma de muestras de los agregados constituye una operación de primera importancia. Según su razón de ser y el empleo a dársele al agregado, el muestreo puede efectuarse en el yacimiento, en la planta de tratamiento o en la obra.

Como es conocido por los contratistas, en trabajos en los que hay carencia de proveedores, se requiere la explotación eventual de yacimientos. En estos casos, para elegir canteras más adecuadas, determinar la potencia aprovechable y seleccionar los diferentes procedimientos de beneficio, se deben tomar muestras de calicatas extraídas a distancias y profundidades definidas, de acuerdo con el volumen de material requerido.

Si lo que se desea es conocer la calidad de un producto que se ofrece en el mercado se toma la muestra en la planta de producción, tomando la muestra de manera intermitente en tanto se carga el material a los vehículos.

Cuando se aprecian diferencias sustantivas en los materiales, ya sea en tamaño, textura o color, deberá ensayarse independientemente cada una de las muestras que se obtengan, las que se denominan “muestras representativas simples”.

El número de muestras a ser tomadas en obra para su envío al laboratorio dependen de cuan critica puede ser la variación en las propiedades a ser evaluadas, siendo recomendable seguir los criterios recomendados por la

norma. La unidad de materia representada por una muestra puede variar ampliamente, siendo usualmente de 50 toneladas.

Para su envío al laboratorio, las muestras representativas pueden reducirse hasta llegar al volumen mínimo adecuado, según los procedimientos de ensayo.

Las porciones a ser ensayadas son tomadas de la muestra por cuarteo y otro procedimiento adecuado siguiendo lo indicado en la Norma ASTM C 702.

El recipiente en que se remita la muestra de agregado al laboratorio deberá estar completamente limpio, a fin de evitar contaminación del material y desviación en los resultados. El recipiente deberá ser impermeable para prevenir pérdida de finos o de humedad, o contaminación.

La muestra deberá ser debidamente identificada; incluyéndose clase y procedencia del agregado; cantidad representada por la muestra; ubicación y otras condiciones de muestreo, remitente y razón de ensayo; y clase de ensayos deseadas.

4. Ensayo de los agregados

Los ensayos normalizados se efectuarán en un laboratorio autorizado o seleccionado por la supervisión. Los resultados de los ensayos se anotarán en el registro anexo al cuaderno de obra, con copia a la supervisión. Formarán parte de los documentos entregados al propietario con el acta de recepción de obra.

El agregado se ensayará de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C 33 y normas complementarias, o en las normas NTP correspondiente.

5. Ensayo rutinarios del control del agregado

Estos ensayos se efectúan para comprobar propiedades del agregado durante el proceso de producción, permitiendo alertar al producto sobre posibles problemas potenciales. Las muestras de agregado grueso son tomadas de la faja que conduce el material a las pilas de almacenamiento. Una cuidadosa remoción del material de una zona de la faja asegurará una muestra representativa. El muestreo se efectuará a intervalos determinados, debiendo combinarse las muestras individuales para obtener la muestra final. Las muestras del agregado fino se obtendrán, preferentemente, de las pilas de almacenamiento parcialmente drenadas, empleando un tubo de muestreo insertado en diversas ubicaciones alrededor del cono de la pila.

Las muestras empleadas en los ensayos rutinarios de control de humedad deberán ser tomadas de la balanza de pesado del agregado. Es importante contar con plataformas de trabajo, dispositivos de muestreo, y recipientes adecuados, a fin de garantizar una selección de las muestras representativas del agregado.

6. Ensayos de aceptación del agregado

Los ensayos de aceptación deberán realizarse sobre muestras representativas seleccionadas al azar, para determinar el cumplimiento de las especificaciones y la aceptación de los agregados. Se podrá aplicar evaluación estadística para mostrar la variabilidad del producto y la bondad del proceso de control.

En el control de la granulometría, característica con más frecuencia evaluada, los ensayos deberían ser efectuados en cada turno de la plata dosificadora del concreto, en muestras tomadas de las tolvas que la abastecen.

Cuando el agregado es adquirido, el comprador deberá solicitar que se efectúen ensayos en una muestra seleccionada de material que está siendo cargado de la pila del producto. Partir de ese momento el comprador asume la responsabilidad por las variaciones en la granulometría que pudieran producirse entre el punto de cargado del material y el momento de su empleo.

Es importante indicar que por muy exacto que sea el proceso de control, los resultados de los ensayos de granulometría pueden variar por lo que en concepto de uniformidad debe considerarse como un criterio relativo.

Las especificaciones de obra deberán incluir tolerancias de aceptación de los resultados de ensayos cuyos valores pueden estar fuera de los límites establecidos. Ello debido a que la variabilidad de los datos de los ensayos puede ser inherente al material o debida a fallas en el proceso de control; o puede estar asociada a errores en los procesos de muestreo y ensayo.

7. Inspección visual rutinaria del agregado

Las inspecciones visuales rutinarias permiten identificar condiciones que puedan influir en la operación de la planta o la calidad del producto resultante. Deben realizarse diariamente por el supervisor o un especialista en control de calidad.

El personal de la planta de tratamiento del agregado debe ser entrenado para detectar cambios en el material o problemas mecánicos en la planta. Los reportes diarios deben emplearse para documentar aquellos ítems que requieren modificaciones o cambios operacionales.

En la inspección de la cantera es importante comprobar la contaminación del material; el tamaño de la capa intemperizada; las zonas de roca de

pobre calidad; la litología local, los métodos de excavación, dosificación y mezclado de los diferentes estratos.

En la inspección de la plata de producción deberán verificarse los aspectos relacionados con el proceso y con el sistema de manejo del agregado.

8. Registro e informes del agregado

Los registros de resultados e informes sobre los mismos deberán ser tan simples como sea posible. Se recomienda cartas de control y esquemas sumarios. Debe recordarse que los ensayos de control de calidad del agregado tienen poca importancia salvo que la información sea analizada periódicamente.

El valor promedio y desviación estándar del porcentaje que pasa un tamaño de malla especificado deberán determinar la ubicación del valor promedio y el grado de control con relación a los límites indicados en las especificaciones. Ello puede ser efectuado para un período selectivo o acumulado. (Rivva, 2000, p.190-196)

b. Bases teóricas específicas

1. Agregados marginales

Enrique Rivva López (2000) afirma que:

i. Concepto

Debido al agotamiento de las canteras, la disponibilidad de “buenos” agregados. Ello, unido a los altos costos de transporte, ha incrementado la atención sobre la posibilidad del empleo de los denominados “agregados marginales”.

Los agregados marginales son aquellos que no cumplen con los requerimientos de las especificaciones de las normas y, usualmente, serían rechazadas. Sin embargo, un empleo limitado de tales agregados puede ser aceptado si el concreto resultante cumple con todos los requisitos de las especificaciones de la obra.

Si la actual tendencia continua es inevitable que la presión por el empleo de agregados marginales será cada vez mayor. Un empleo aceptable de los mismos depende tanto del criterio del ingeniero como de una adecuada evaluación de su calidad.

ii. Empleo de agregados marginales

Los concretos están expuestos a ambientes que pueden ser muy diferentes y ello interviene en la determinación de las propiedades del concreto necesarias y pertinentes a ser especificadas.

El empleo de agregados marginales implica la disminución en la severidad de los requisitos exigidos en las especificaciones para los agregados normales. En algunos casos esta decisión puede basarse sobre los requisitos de la obra y los resultados de ensayos.

Los agregados que no cumplen con los requisitos de las especificaciones pueden ser empleados en concreto siempre que estos estén expuestos a condiciones menos severas, o cuando se efectúen modificaciones en las proporciones de la mezcla para compensar por las diferencias del agregado.

Una deficiencia de finos en el agregado puede requerir el empleo de cementante adicional, adiciones minerales, aditivos incorporadores de aire, u otros aditivos a fin de proporcionar suficiente trabajabilidad en mezclas con contenidos de cemento medio o bajo.

El empleo de los agregados marginales en el concreto deberá ser decidido en cada caso particular, empleado métodos probados y el criterio adecuado del ingeniero.

iii. Preparación del agregado marginal

En algunos casos es posible lograr un agregado aceptable, dentro de determinados límites, gracias a una adecuada preparación. La siguiente tabla presenta algunos procedimientos empleados para mejorar la calidad del agregado.

Aunque los procedimientos de mejora pueden ser empleados para manipular diversas propiedades del agregado, en algunas oportunidades ellos puede ser impracticable si se lo compara con el costo de traer de mayor distancia un agregado de mejor calidad, a continuación se observa en la Tabla G el tratamiento del agregado marginal

Tabla G. Preparación del agregado marginal.

Tratamiento	Objetivos
Trituración	Retirar partículas desmenuzables
Separación	Retirar partículas livianas
Flujo de agua	Retirar partículas livianas
Inyección de aire	Retirar partículas livianas
Lavado	Retirar revestimientos y finos
Tamizado	Control de la granulometría
Mezclado	Control de componentes indeseables

iv. Economía de los agregados marginales

En aquellas áreas en las que los “buenos” agregados no son disponibles o son muy costosos, los agregados marginales quedan de ser una alternativa adecuada y económica en algunos tipos de elementos estructurales.

Un estudio detallado de costos deberá proporcionar las primeras indicaciones sobre la conveniencia o no de emplear agregados marginales. El costo de transportar agregados de buena calidad puede a menudo ser mayor que el de emplear agregados marginales sometidos a un tratamiento adecuado. (Rivva, 2000, p.187-189)

2. Resistencia a la compresión del concreto hidráulico

i. Alcance

Enrique Pasquel Carbajal (1999) manifiesta que:

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación agua/cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de las pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto,

Un factor indirecto pero no por eso menos importante es la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 450 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencias sobre los 700 kg/cm². (Pasquel, 2000, p.141)

Enrique Rivva López (2000) sostiene que:

La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. En pavimentos suele utilizarse la resistencia en flexión. La resistencia al corte no se utiliza.

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 kg/cm². Por esta razón no se ha profundizado el análisis de la influencia del agregado en la resistencia del concreto.

Lo expresado anteriormente es de fácil comprobación, si se observa la fractura de los especímenes de concreto sometidos a ensayos de compresión. En ellos, la rotura se presenta en el mortero o en la zona de adherencia con el agregado grueso y, por excepción, en los agregados descompuestos o alterados.

Pocas veces se determina la resistencia a la compresión de los agregados; en estos casos, se evalúa la resistencia de la roca en probetas talladas para la prueba. Los resultados obtenidos no son indicativos, por la influencia intrínseca de los posibles planos de débiles de la roca y lo incierto de extrapolar valores a las partículas fragmentadas.

Eventualmente, se emplea un ensayo de aplastamiento o trituración, colocando la muestra de granulometría normalizada dentro de un molde cilíndrico y sometiendo a compresión por medio de un émbolo en la máquina de prueba. La calificación del agregado se efectúa por análisis granulométrico, para definir el porcentaje fragmentado en el ensayo. Por las limitaciones del método, su uso ha quedado restringido a los agregados ligeros.

Aunque la durabilidad es tanto o más importante que la resistencia, ésta se emplea para la aceptación del concreto. Otras propiedades, dependiendo de las características y ubicación de la obra, pueden ser más importantes que aquellas.

Abrams indicó, en 1918, que en un conjunto dado de materiales y condiciones de trabajo, el factor determinante de la resistencia era la relación agua-cemento de diseño, en la que se excluye el agua absorbida por el agregado. En esta teoría las resistencias son mayores con la disminución de la relación agua-cemento.

Posteriormente se demostró por Gilkey y Walker que la resistencia era función de cuatro factores:

Relación agua-cemento.

Relación cemento-agregado.

Granulometría, dureza, resistencia, perfil y textura superficial del agregado.

Tamaño máximo del agregado.

El concepto anterior se ha complementado por Powers con las teorías sobre grado de hidratación, relación gel-espacio y resistencia por adherencia pasta-agregado.

A la fecha se acepta que la resistencia a la compresión que puede ser desarrollada a una edad determinada por una mezcla de materiales dados varía en función de:

- La marca, tipo, antigüedad, superficie específica y composición química del cemento.
- La calidad del agua.
- La dureza, resistencia, perfil, textura superficial, porosidad, limpieza, granulometría, tamaño máximo y superficie específica del agregado.
- Las adiciones minerales empleadas.
- Los aditivos químicos empleados.
- La resistencia de la pasta.
- La relación agua libre de la mezcla al material cementante.

- La relación material cementante-agregado.
- La relación del agregado fino al agregado grueso.
- La relación de la pasta a la superficie específica del agregado.
- La resistencia por adherencia pasta-agregado.
- La porosidad de la pasta.
- La permeabilidad del concreto.
- El grado de hidratación del cemento.
- La relación gel-espacio.
- La presencia intencional en la pasta de fibra metálica, de vidrio o plástica.
- Las condiciones del proceso de puesta en obra.

ii. Influencia de la dureza del agregado

La dureza de un agregado está dada por su resistencia al desgaste por erosión o abrasión. Ella depende de los elementos constituyentes del agregado.

Se define como partículas blandas a las que fallan en los procesos de abrasión, desgaste o frotamiento, debido a la trituración de los granos que las componen.

La dureza se clasifica de acuerdo a la Escala de Mohs, teniendo los valores más altos los piroxenos, anfíboles, vidrios volcánicos, feldespatos y cuarzo. Por su dureza son recomendables en concreto el cuarzo, la cuarzita, las rocas densas de origen volcánico y las silicosas.

Los agregados de dureza baja pueden incrementar los requerimientos de agua, con modificación de la relación agua-cemento y disminución de la resistencia, al aumentar la cantidad de finos de la mezcla por destrucción durante el mezclado.

La dureza del agregado se determina mediante el Ensayo de Abrasión de Los Ángeles, de acuerdo a ASTM C 131. Este ensayo puede no ser determinante en caso de concreto para estructuras, pero si lo sería en pavimentos y obras hidráulicas. El ensayo es obligatorio en los dos últimos casos, pero no lo es si se trata de estructuras de concreto armado para edificaciones, salvo aquellas partes de éstas que puedan estar sujetas a procesos de abrasión.

iii. Influencia de la resistencia del agregado

La resistencia a la compresión del agregado deberá ser tal que permita desarrollar totalmente la resistencia potencial de la matriz cementante. Usualmente el problema no existe dado que el valor mínimo de resistencia a la trituración de las rocas promedio varía de 700 a 3500 kg/cm².

Si los granos constituyentes del agregado no están bien cementados, o están compuestos de partículas débiles, pueden presentarse problemas. Granitos compuestos de cristales duros o de cuarzo y feldespato pueden demostrar baja resistencia debido a pobre interconexión de éstos, los gabros y diabasas pueden poseer mayor resistencia y mejores propiedades elásticas.

La información sobre resistencia del agregado se obtiene usualmente a partir de:

- Ensayos de trituración en muestras de la roca originaria.
- Ensayos de capacidad de trituración de la masa del agregado.
- Ensayos de comportamiento del agregado en el concreto.

El método más simple es emplear el agregado en mezclas de concreto las cuales han dado una resistencia determinada con un agregado previamente ensayado. Si la resistencia en compresión es menor y

muchas partículas aparecen fracturadas después de la rotura del espécimen, la resistencia del agregado empleado es menor que la de la mezcla en que es empleado.

iv. Influencia de la textura superficial

La textura superficial del agregado depende de la dureza, tamaño del grano y porosidad de la roca original, así como de las fuerzas que han actuado sobre la superficie de las partículas para suavizarlas o darles rugosidad.

La importancia de la textura superficial en la resistencia del concreto radica en que la mayor o menor rugosidad del agregado define en forma importante la capacidad de adherencia de éste con la pasta, siendo ella mayor conforme el agregado es más rugoso.

La adherencia pasta-agregado es función de fenómenos físico-químicos complejos y de la posibilidad de penetración de la pasta en los poros del agregado. Ambos procesos establecen un grado de unión pasta-agregado el cual es, entre otros factores, función de la rugosidad superficial del agregado.

La textura rugosa de agregados que provienen de roca triturada resistencias por adherencia mayores que las que se obtendría por el empleo de agregados de textura suave. Esta ventaja puede perderse si el agregado está recubierto por el polvo proveniente del proceso de trituración.

El efecto sobre la disminución de la resistencia de las partículas de textura suave puede compensarse por la reducción en la relación agua-cemento debida al incremento en la trabajabilidad y reducción en la demanda de agua de este tipo de agregados.

La textura superficial del agregado influye sobre la resistencia del concreto por su efecto sobre la resistencia por adherencia pasta-agregado. Los mayores efectos son sobre la resistencia en flexión y las altas resistencias.

Las partículas cuya superficie se encuentran altamente intemperizada o descompuesta deben ser rechazadas, dado que al desprenderse la cáscara superficial del núcleo sano se producen dos acciones inconvenientes: por una parte se reduce la adherencia pasta-agregado con la consiguiente disminución en la resistencia del concreto, por otra parte el material desprendido de la superficie del agregado tiende a aumentar las partículas más finas con el consiguiente incremento en la demanda de agua, el incremento en la relación agua-cemento y disminución de la resistencia.

v. Influencia del perfil del agregado

El contenido de vacíos de la masa de concreto disminuye conforme se incrementa la cantidad de partículas de perfil redondeado, facilitando el acomodo del agregado en el concreto.

El agregado de perfil angular requiere más agua por su superficie específica, pero puede dar la misma resistencia para un factor cemento determinado si es adecuadamente dosificado. En concretos de alta resistencia el agregado de perfil angular produce resistencias en compresión más altas que el redondeado de granulometría y calidad comparables.

Por su menor superficie específica y menor demanda de cemento y agua, el agregado de perfil redondeado parecería ser más adecuado que el de perfil angular. Sin embargo, el mayor contenido de cemento requerido es compensado por las mayores resistencias resultantes de una mayor

adherencia entre el agregado y la pasta, así como de una mayor ligazón en la textura del concreto endurecido.

Las partículas de perfil elongado o laminado son objetables debido a su efecto adverso sobre la resistencia al incrementar la demanda de agua y sobre el costo al obligar a emplear un contenido de cemento más alto.

La relación agua-cemento del mortero, para una consistencia dada, tiene relación con el perfil del agregado fino, requiriendo el perfil redondeado menos agua para obtener una resistencia determinada.

vi. Limpieza del agregado

La presencia de limo, arcilla, mica, carbón, humus, materia orgánica, o sales en la superficie del agregado pueden disminuir la resistencia del concreto debido a que:

- Se incrementan los requisitos de agua.
- Se facilita la acción de intemperismo.
- Se inhibe el desarrollo de una máxima adherencia entre la pasta y el agregado.
- Se modifica la hidratación normal del cemento.
- Se facilita la reacción química del agregado con los componentes de la pasta.

a. Materia orgánica

Si el agregado tiene materia orgánica ella podría interferir en la hidratación del cemento y en el desarrollo de resistencia del concreto. La materia orgánica es más frecuente en el agregado fino y puede eliminarse mediante el lavado adecuado.

Si el agregado fino tiene alto contenido de materia orgánica hay disminución importante en la resistencia inicial del concreto, pudiendo el

efecto desaparecer a los 28 días si la acción de la materia orgánica sobre la resistencia es sólo temporal.

b. Materiales finos

La arcilla presente como revestimiento superficial puede interferir con una buena adherencia pasta-agregado, reduciendo la resistencia.

El limo y el polvo de roca, además de producir los mismos efectos de la arcilla, debido a su alta fineza y gran superficie específica incrementan la demanda de agua de la mezcla, elevando la relación agua-cemento y disminuyendo la resistencia.

c. Revestimientos

Los revestimientos se forman por deposición de sustancias minerales sobre la superficie del agregado, especialmente del grueso. Los revestimientos pueden ser de arcilla, limo, carbonato de calcio, óxido de hierro, ópalo, yeso, fosfatos solubles, sulfatos, etc.

Los revestimientos pueden interferir con una buena adherencia pasta-agregado. Igualmente pueden reaccionar químicamente modificando el fraguado y las resistencias iniciales y/o final del concreto.

d. Partículas no estables

Los esquistos, las partículas de baja densidad, las lentes de arcilla, y el carbón, suelen ser considerados elementos inestables que pueden originar ampollamiento y descascaramiento del concreto. Si están presentes en cantidades que estén sobre el 2% al 5% en peso del agregado pueden afectar la resistencia del concreto.

El carbón puede hincharse por absorción de oxígeno y agua incrementando su volumen y desarrollando esfuerzos de tensión. En forma de partículas muy finas pueden alterar el proceso de

endurecimiento. La mica, el yeso y los sulfatos en presencia de los productos de hidratación pueden dar reacciones que modifiquen la resistencia.

La pirita y la marcasita reaccionan con el oxígeno y el agua para dar sulfatos ferrosos que posteriormente se descomponen para formar el hidróxido ferroso, mientras que el ion sulfato reacciona con el aluminato de calcio del cemento. Estas reacciones pueden dar lugar a ampollamiento, descascaramiento y destrucción del concreto.

vii. Influencia de la granulometría

La granulometría del agregado influye sobre el agua necesaria en la mezcla. Características granulométricas inadecuadas requieren más agua y obligan a aumentar el factor cemento para no perder resistencia.

Modificaciones en la granulometría en relación con la empleada para la selección de las proporciones de la mezcla, al cambiar la superficie específica, hacen variar la demanda de agua para mantener la consistencia y tienden a modificar la resistencia del concreto.

La granulometría, perfil y cantidad total de agregado fino influyen sobre la resistencia por su efecto sobre los requerimientos de agua. Ello obliga a ajustar las proporciones de la mezcla para compensar cambios en el agregado fino.

Igualmente, siendo la resistencia función de la relación vacíos-cemento, y ésta de la granulometría del agregado es evidente que la resistencia del concreto está afectada por la granulometría.

viii. Efectos del agregado fino

La resistencia del mortero es afectada por la fineza del agregado, siendo mayor conforme el agregado es más fino. Ello posiblemente debido al alto

contenido de pasta de dichos morteros más que a una relación directa entre fineza y resistencia.

La resistencia se reduce conforme la cantidad de agregado fino se incrementa debido a que la cantidad de pasta por unidad de volumen de mortero decrece. El efecto de la fineza es indirecto dado que él determina la cantidad de agregado grueso requerido.

Se ha determinado que las arenas naturales, al requerir menos agua que las manufacturadas, permiten obtener más altas resistencias. Igualmente que la resistencia en flexión del concreto es afectada en forma diferente a la resistencia en compresión debido a las propiedades del agregado fino.

ix. Efectos del agregado grueso

Los agregados a base de grava producen resistencias adecuadas en elementos en compresión pura debido a la mayor facilidad de acomodo del agregado y a la consiguiente menor demanda de agua por unidad cúbica de concreto, que permite obtener una menor relación agua-cemento para la misma consistencia, y por tanto una mejor resistencia en compresión.

En elementos en flexión y flexo compresión, la grava presenta desventajas en relación al agregado de perfil angular y textura rugosa, dado que se obtiene una menor resistencia por adherencia presentándose superficies en las que el mortero tendrá menores posibilidades de ligarse bien.

El agregado fino producido por rotura del grueso durante el proceso de transporte, si está en el orden del 4% en peso, no tiene efecto importante sobre la resistencia en compresión del concreto.

x. Influencia del tamaño máximo del agregado

Desde 1918 con Abrams se pensó que, alcanzada una compactación total, una relación agua-cemento dada debería dar resistencias uniformes. Se estimaba que las propiedades del agregado sólo eran importantes en la medida de su influencia sobre la relación agua-cemento requerida.

Como consecuencia se consideró que, para materiales determinados, la resistencia se incrementaba conforme la relación agua-cemento disminuía, lo que era favorecido por el empleo de agregados de tamaños mayores y bien perfilados.

Igualmente se consideró que podía obtenerse una reducción en el contenido de agua incrementando el tamaño máximo del agregado grueso lo que reducía la superficie total y la demanda de agua, e incrementaba la resistencia por adherencia al haber una mayor cantidad de pasta disponible por unidad de superficie del agregado.

Los estudios sobre interrelación entre el tamaño máximo del agregado y la resistencia han permitido concluir que:

Empleando agregado que varía de $\frac{3}{4}$ " a $2 \frac{1}{2}$ ", el cual difiere en características físicas y minerales, se encuentran reducciones en el agua conforme se incrementa el tamaño. Sin embargo no se logra encontrar el correspondiente incremento en la resistencia, la cual alcanza su máximo para los tamaños intermedios y luego disminuye.

Variaciones en el agregado fino y tamaño de las probetas, para agregados gruesos de diferente granulometría y propiedades físicas, confirman que las máximas resistencias obtenibles corresponden a tamaños intermedios.

Ensayos con mezcla sobre y poco arenosas confirman que, independientemente que los requisitos de agua se incrementaban al aumentar el porcentaje de fino y reducir el tamaño máximo del grueso, incrementos en el tamaño máximo del agregado por encima de un valor intermedio no mejoran la resistencia del concreto.

De los estudios se acepta que los cambios en el tamaño máximo tienen dos influencias opuestas:

Conforme el tamaño máximo del agregado se incrementa los requisitos de agua de la mezcla se reducen, disminuyendo la relación agua-cemento y teniendo a mejorar la resistencia dentro de un determinado rango de valores.

La inclusión de partículas mayores es dañina para la resistencia debido a una disminución en la resistencia por adherencia y en la sección transversal de agregado que resiste al corte.

Como conclusión puede decirse que para incrementos en el tamaño de las partículas hasta $\frac{3}{4}$ " el efecto de la reducción de agua predomina y la resistencia del concreto se incrementa. Por encima de $\frac{3}{4}$ " se compensa la ventaja de la reducción de agua por los tamaños mayores del agregado los cuales causan reducción de la resistencia.

Ensayos posteriores han mostrado que el tamaño del agregado grueso ejerce gran influencia sobre la resistencia independiente de la relación agua-cemento, siendo menor la resistencia para una relación agua-cemento dada conforme el tamaño máximo del agregado se incrementa. Para iguales factores cemento y asentamiento en efecto del tamaño máximo del agregado puede compensarse por la reducción en el agua de la mezcla, la cual siempre acompaña a incrementos en el tamaño del agregado.

En los concretos con aire incorporado la resistencia se reduce progresivamente conforme el tamaño máximo del agregado se incrementa por encima de $\frac{3}{4}$ " y, en muchos casos, por encima de $\frac{3}{8}$ ". Aún las mezclas más pobres no muestran ventajas por el empleo mayor de $\frac{3}{4}$ ".

La experiencia indica que, independientemente de las variaciones en características y composición mineral, existe en todos los casos un valor crítico el cual corresponde a los tamaños intermedio de agregado grueso, más allá del cual no hay ganancia de resistencia.

Igualmente se reconoce que la disminución de la resistencia es porcentualmente más pronunciada en los concretos con agregado de tamaño mayor y alto factor cemento. Igualmente, los concretos con aire incorporado muestran mayores reducciones en la resistencia para los tamaños mayores de agregado. La edad de la muestra tiene poco efecto sobre los resultados.

Hay un incremento en los cambios de volumen derivado del empleo de agregado grueso de tamaño menor. La contracción por secado está relacionada a la cantidad de agua de la mezcla y refleja los mayores volúmenes requeridos por el agregado grueso de tamaño menor. Sin embargo, para los agregados de $\frac{3}{4}$ " a $2\frac{1}{2}$ " las diferencias en la contracción por secado son demasiado pequeñas como para ser de significación práctica en concretos con resistencia en compresión hasta 280 kg/cm^2 .

Se ha planteado la posibilidad que los efectos observados sean el resultado de esfuerzos internos desarrollados en el concreto, después del endurecimiento inicial, por contracción progresiva. La magnitud de estos esfuerzos está relacionada, proporcionalmente, al tamaño máximo de las partículas de agregado.

Los esfuerzos internos pueden ser tan grandes que un concreto con alto contenido de cemento y baja relación agua-cemento pueda fallar bajo la aplicación de esfuerzos externos menores que aquellos que pueden ser resistidos por un concreto de mayor relación agua-cemento y menor tamaño de agregado el cual, teóricamente debería ser más débil.

Para concretos cuya resistencia en compresión a los 28 días es mayor de 350 kg/cm² la teoría de Abrams no se cumple. En estos concretos el tamaño máximo del agregado debería estar en el orden de 1/2", debiéndose limitar el tamaño máximo a 3/8" para concretos por encima de 450 kg/cm² a los 28 días.

Las principales conclusiones de los trabajos de Abrams, Gilkey, Walker y posteriores investigadores serían:

Diversos tamaños de agregados plantean diferentes relaciones entre resistencia y relación agua.

Para una relación agua dada, la resistencia del concreto será menor conforme el tamaño máximo del agregado se incrementa.

La relación entre la resistencia y el tamaño máximo del agregado varía dependiendo de las características del agregado.

La ventaja de los menores tamaños de agregado en la relación agua-resistencia, puede o no ser suficiente para dejar de lado los efectos de su mayor demanda de agua.

Desde el punto de vista de la resistencia el óptimo tamaño máximo de agregado variará con su tipo, dureza, perfil, textura superficial, limpieza y mineralogía, así como con el factor cemento.

Finalmente puede indicarse que es dable llegar a la conclusión que al igual que el tamaño del agregado, otras características del mismo son de importancia para la resistencia del concreto. Aún en las mezclas pobres, donde los agregados de tamaño mayor dan la más alta resistencia, la ventaja, siendo importante, es secundaria en relación a las diferencias en resistencia entre agregados del mismo tamaño y diferente origen, o propiedades físicas, químicas y mecánicas diversas.

xi. Resistencia por adherencia pasta – agregado

La adherencia entre la pasta y el agregado, si las condiciones de éste son adecuadas y la pasta es de buena calidad, tiende a estar por encima de los límites de la resistencia que puede ser obtenida por un conjunto determinado de materiales.

La capacidad de adherencia entre la pasta y el agregado está influenciada por la textura superficial, composición mineral, tamaño, perfil, y limpieza del agregado.

Generalmente la pasta se adhiere mejor a una superficie rugosa que a una suavizada. La textura superficial es más importante para el agregado grueso que para el fino.

Los revestimientos superficiales pueden interferir con una buena adherencia entre la pasta y el agregado. Los revestimientos removidos durante el proceso de mezclado incrementan el porcentaje de fino y por tanto la demanda de agua para mantener la consistencia.

Los revestimientos que permanecen sobre la superficie del agregado después de los procesos de mezcla y colocación no tienen efecto especial, salvo que por su naturaleza interfieran con la adherencia, o su composición química pueda producir reacciones dañinas con los álcalis del cemento. Los revestimientos arcillosos deberán perjudicar la

adherencia, en tanto que los revestimientos de polvo no adherido incrementarán la demanda de agua como una consecuencia del incremento de finos.

Una posible explicación de la relación entre la capacidad de adherencia y el tamaño del agregado es que en la pasta el proceso de endurecimiento puede ser acompañado por cambios dimensionales, los cuales pueden ser lo bastante grandes como para dar origen a considerables esfuerzos internos en la película de pasta en contacto con la superficie de los agregados, ya que estos se oponen a la tendencia de la pasta a moverse. Así, cuanto mayor es la superficie, mayor es el esfuerzo desarrollado y menor la capacidad de adherencia.

Igualmente, un aumento en el contenido de pasta tenderá a incrementar los efectos que la relación capacidad de adherencia-tamaño máximo del agregado pueda tener sobre el concreto. Ello podría ser la razón por la que los agregados de tamaño mayor dan lugar a una reducción en la resistencia más pronunciada en concretos con alto factor cemento. (Rivva, 2000, p.176-185)

3. Durabilidad del concreto hidráulico

Enrique Pasquel Carbajal (1999) afirma que:

La durabilidad de una estructura de concreto o sea “su variación el tiempo sin modificaciones esenciales en su comportamiento” es definida por el Comité 201 del *American Concrete Institute* (ACI) como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”.

Otros investigadores se inclinan a definir la durabilidad de una estructura como “la capacidad del concreto para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectado, las condiciones físicas y químicas a las que estará expuesto, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural, siempre que las acciones del medio ambiente y las condiciones de exposición se consideren como factores de diseño y construcción de las estructuras”. (Pasquel, 1999, p.2)

i. Durabilidad en la fase de ejecución

La buena calidad de la ejecución de la obra y, especialmente, del proceso de curado, tienen una influencia decisiva para conseguir una estructura durable. Por ello, las especificaciones relativas a la durabilidad deberán cumplirse en su totalidad durante la fase de ejecución, no debería permitirse compensar los efectos derivados del incumplimiento de algunas de ellas.

La estrategia de durabilidad deberá incluir, al menos, los siguientes aspectos:

- Selección de formas estructurales adecuadas.
- Consecución de una calidad adecuada del concreto y, en especial de su capa exterior.
- Adopción de un espesor de recubrimiento adecuado para la protección de las armaduras.
- Control del valor máximo de abertura de fisuras.
- Disposición de protecciones superficiales en el caso de ambientes muy agresivos.
- Disminución al máximo de la permeabilidad.

En el proyecto deberán definirse esquemas estructurales, formas geométricas y detalles, que sean compatibles con la consecución de una adecuada durabilidad de la estructura, en función del entorno en que ella ha de estar ubicada. Se procurará evitar el empleo de diseños estructurales que sean especialmente sensibles frente a la acción del agua; y se tenderá a reducir al mínimo el contacto directo entre la superficie del concreto y el agua.

Un principio básico para el logro de una estructura durable consiste en obtener, en la medida de lo posible, el máximo de aislamiento respecto al agua. La mayoría de los ataques que sufre el concreto están relacionados con ésta. Así, en algunos casos, provienen de sustancias disueltas que penetran a través del concreto, caso de los ataques químicos. En otras ocasiones, es la propia agua la que provoca el deterioro (mecanismos de hielo-deshielo). Finalmente, hay veces que si bien el agua no es la causa única o suficiente, si es un elemento necesario para que se desarrollen los procesos de degradación. (Pasquel, 1999, p.8-10)

ii. Costo de la durabilidad

El ingeniero debe tener presente el concepto de durabilidad en todas las etapas del proyecto elección de los materiales, proceso de puesta en obra, acabados y mantenimiento de una estructura de concreto. En el análisis de una obra no se puede ni se debe dejar de analizar el llamado costo de la durabilidad, el cual se puede asociar con un ahorro a largo plazo. La situación ideal, sería lograr un material que, con el menor costo posible, nos permita satisfacer las condiciones de servicio, durante toda la vida útil de la estructura.

Esta concepción teórica no siempre se cumple en la vida real. Basta ver las estructuras dañadas debido a la no aplicación del concepto de durabilidad. Lo fundamental para evitar estos problemas es tener una idea clara, de qué y para qué se está construyendo la obra que se nos ha encomendado. Este concepto es fundamental para predecir el funcionamiento de la estructura, durante toda su vida útil de servicio. Diferentes controles surgen de acuerdo a la ubicación de la estructura proyectada, así como también del tipo de materiales que se empleen para la elaboración del concreto.

Con referencia a la durabilidad del concreto respecto a la ubicación de la estructura, se debe tener en cuenta los posibles ataques en distintas atmósferas, ataques químicos externos al concreto, problemas de fisuración y acciones físicas. Con respecto a los materiales empleados, hay que tener en cuenta las posibles reacciones deletéreas internas, la estructura de los poros y los mecanismos de transporte de fluidos dentro de la masa de concreto. Cada situación expuesta tiene su solución, la cual debe ser analizada desde la concepción de la estructura, ya que la aparición de los problemas genera costos mucho más altos para su reparación, los cuales hubieran sido minimizados si se hubiesen analizado en el momento adecuado. (Pasquel, 1999, p.10-11)

iii. Patología

El concreto puede sufrir, durante su vida, daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden estar congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencias de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros.

Para determinar sus causas, es necesaria una investigación en la estructura, la cual incluye:

- Conocimiento previo, antecedente e historial de la estructura, incluyendo cargas de diseño, el microclima que lo rodea, el diseño de ésta, la vida útil estimada y el proceso constructivo.

- Inspección visual que permita apreciar las condiciones reales de la estructura.

- Auscultación visual que permita apreciar las condiciones reales de la estructura.

- Auscultación de los elementos afectados, ya sea mediante mediciones de campo o pruebas no destructivas.

- Verificación de aspectos de la mezcla de concreto que pueden ser importantes en el diagnóstico, tales como la consistencia empleada, tamaño máximo real del agregado grueso empleado, contenido de aire, proceso de elaboración de los especímenes, procedimiento de determinación de las resistencias en compresión, flexión y tracción.

-Conocimiento del diseño y cálculo de la estructura, los materiales empleados, las practicas constructivas y los procedimientos de protección y curado, los cuales son factores determinantes del comportamiento de la estructura en el tiempo.

-Verificación que el acero de refuerzo cumpla con la resistencia requerida por el Ingeniero Estructural de acuerdo con las especificaciones indicadas en los planos y memoria de cálculo de las estructuras. Correspondiendo al Ingeniero Constructor y a la supervisión comprobar que se cumplan las Normas ASTM correspondientes. (Pasquel, 1999, p.3-4)

iv. Vida prevista

Se entiende por vida prevista de una estructura de concreto al periodo para el cual es diseñada y construida a fin de que satisfaga el conjunto de requisitos arquitectónicos, funcionales, estructurales, de durabilidad, de comportamiento y de seguridad, sin que se generen costos inesperados por mantenimiento o por reparación. Para estructuras convencionales la vida prevista puede ser de 50 años. Para obras de infraestructura, de 100 años o más.

Debe estudiarse, si está técnica y económicamente justificado el costo que garantiza la permanencia en el tiempo de las condiciones originales, analizando, en un estudio comparativo, si es más apropiado reparar, demoler o reconstruir la estructura. (Pasquel, 1999, p.6)

v. Vida útil

Se define como “vida útil del proyecto” al periodo previsto para que un mecanismo de daño, o un agente agresor, dé inicio al deterioro del concreto, habiéndose vencido la barrera de protección, pero sin que aún se haya iniciado del debilitamiento de la estructura.

Se define como “vida útil total” o “límite de fractura” al periodo que va desde que se inicia la ejecución de la estructura hasta que se presenta un colapso total o parcial como consecuencia de los mecanismos de daño. (Pasquel, 1999, p.6-7)

vi. Factores que afectan el proceso de deterioro

El deterioro del concreto se puede ver adicionalmente afectado por el efecto de tres factores: la humedad, la temperatura, y la presión. El factor principal es la humedad en el concreto y no en la atmósfera circundante, aunque ésta última contribuye con los fenómenos de deterioro en la medida que se presentan ciclos de humedecimiento y secado en el concreto. El efecto de la temperatura es muy importante por cuanto ella incide en la velocidad con la cual pueden ocurrir los fenómenos de deterioro en el concreto. Las reacciones químicas se aceleran con el aumento de la temperatura, considerándose que un aumento de la temperatura de 10°C dobla la velocidad de la reacción.

La presión atmosférica y el régimen de vientos tienen incidencia sobre la durabilidad al contribuir al deterioro debido a la erosión de partículas arrastradas por el viento; que pueden promover los ciclos de humedecimiento y secado; o afectar los ciclos de enfriamiento y calentamiento de la superficie de la tierra. (Pasquel, 1999, p.10)

vii. Agresividad del medio ambiente

El medio ambiente que rodea una estructura de concreto tiene una incidencia directa sobre los procesos de deterioro de la misma, debiendo tenerse en cuenta el macroclima, el clima local y el microclima. La presencia de aire poluto y lluvias ácidas puede tener fuerte impacto sobre la durabilidad. El clima local, que rodea a la estructura hasta pocos metros de distancia; y el microclima próximo a la superficie de la estructura ejercen una influencia decisiva en la durabilidad de ésta. La clasificación

de la agresividad del medio ambiente debe tener en cuenta el macroclima, el clima, el microclima, y la durabilidad del concreto y el acero.

Se define como ambiente ligero o débil a aquellos ambientes interiores secos y ambientes exteriores con humedad relativa menor al 60%.

Se define como ambiente moderado al interior de edificaciones los ambientes húmedos y cambiantes con humedad relativa entre 60% y 98%. Ello incluye riesgo temporal de vapores de agua; condensaciones de agua; exposición a ciclos de humedecimiento y secado; contacto con agua dulce en movimiento; ambientes rurales lluviosos; ambientes urbanos sin alta concentración de gases agresivos; estructuras en contacto con suelos ordinarios.

Se define como ambiente severo a aquellos ambientes húmedos con hielo de agua dulce y agentes de deshielo; ambientes marinos o con macroclima industrial y humedad relativa entre el 60% y el 98%; ambientes urbanos con alta condensación de gases agresivos; y estructuras en contacto con suelos agresivos.

Se define como ambientes muy severos a las zonas de salpicaduras o sumergidas en el agua del mar con una cara expuesta al aire; elementos en aire saturado de sal; ambientes con agua de mar y hielo; exposición directa a líquidos con pequeñas cantidades de ácidos, ambientes salinos o aguas fuertemente oxigenadas; gases agresivos o suelos particularmente agresivos; y ambientes industriales muy agresivos. (Pasquel, 1999, p.13-14)

viii. Muestreo y aceptación del concreto

Con la finalidad de evitar futuras fallas en el elemento estructural, el concreto como material debe de cumplir con todos los requisitos indicados por el Proyectista. La toma de muestras de concreto para comprobar si la calidad del mismo corresponde a las necesidades de las especificaciones es aspecto fundamental en el control de la durabilidad del concreto.

Las muestras de concreto deben tomarse cumpliendo con lo indicado en las respectivas Normas ASTM o NTP y estar compuestas de porciones de distintas partes del volumen que conforma la porción central de la descarga del concreto muestreado, y nunca de la porción inicial o final de la descarga.

La muestra debe tomarse de una sola tanda, protegerse del sol y el viento, y su volumen debe ser suficiente para efectuar todos los ensayos solicitados incluyendo:

- Determinación de la temperatura del concreto fresco, el asentamiento y el contenido de aire.

- Elaboración de seis probetas estándar de 15 x 30 cm. Dos para ensayo a los 7 días, dos para ensayo a los 28 días y dos como testigos. Todas debidamente marcadas y curadas.

- Para la resistencia en flexión se elaborarán seis viguetas estándar de 15x15x50 cm. Dos para los 7 días, dos para los 28 días, y dos como testigos. Todas debidamente marcadas y curadas.

Las muestras para ensayos de resistencia se tomarán no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto, o una vez cada 200 m² de área de placas o muros. Adicionalmente, si el volumen total de concreto es tal que la frecuencia de los ensayos da lugar a menos

de 5 ensayos de resistencia para una misma clase de concreto, las muestras deberán tomarse de por lo menos 5 mezclas seleccionadas al azar, o en cada mezcla si se usan menos de 5.

Se entiende por “ensayo” el valor individual de resistencia a la compresión de dos probetas de la misma edad, elaboradas de la misma mezcla. El Constructor y la Supervisión deberán llevar un registro riguroso y adecuado de cada muestra de concreto, que incluya la siguiente información:

- Fecha y hora de la toma de muestras.
- Identificación de las probetas o viguetas elaboradas.
- Tipo de concreto.
- Ubicación de los elementos vaciados con el concreto de la muestra.
- Temperatura del concreto fresco.
- Consistencia.
- Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de todas las probetas y viguetas ensayadas.

Las recomendaciones del Comité ACI 318 y de la Norma Peruana E.060 se tomarán como criterios de aceptación o rechazo del concreto fresco y/o endurecido. Se considerará que el concreto satisface los requerimientos de resistencia y durabilidad del proyecto, cuando se cumpla simultáneamente con los requisitos establecidos en ellas. (Pasquel, 1999, p.14-16)

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis principal

Se logra satisfacer los parámetros de resistencia y durabilidad con el uso de agregado fino marginal y aditivos, en la elaboración de concreto hidráulico en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”.

2.3.2. Hipótesis secundarias

- a. El agregado fino marginal influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”.
- b. El uso de aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 contribuyen en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico en el proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”.

2.3.3. Definición de términos

a. Agregado

Material granular, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. (ACI-318-08, 2008, p.30)

b. Agregado fino

Se define como agregado fino aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cuál pasa por el tamiz NTP 9.4mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33. (Enrique Rivva López, 2000, p.179)

c. Concreto hidráulico

Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (ACI-318-08, 2008, p.32)

d. Agregado marginal

Es aquel que no cumple con los requerimientos de las especificaciones de las normas y, usualmente, serían rechazados. Sin embargo, un empleo limitado de tales agregados pueden ser aceptados si el concreto resultante cumple con todos los requisitos de las especificaciones de obra. (Enrique Rivva López, 2000, p.187)

e. Aditivo

Es un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado. (Enrique Rivva López, 2000, p.264)

f. Granulometría

La granulometría de un agregado es la distribución por tamaños de las partículas del mismo, la que se logra por separación mediante el empleo de tamices de aberturas determinadas. (Enrique Rivva López, 2000, p.177)

g. Resistencia

Es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. (Enrique Rivva López, 2000, p.232)

h. Durabilidad

La durabilidad del hormigón del cemento hidráulico se define como la capacidad para resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. Un hormigón durable conservará su forma, calidad y serviciabilidad originales al estar expuesto a su ambiente. (ACI-201-2R, 2001, p.02)

i. Petrografía

Determina la naturaleza de los materiales constitutivos del concreto y la manera en que cada componente aporta a las propiedades físicas del mismo.

Conoce el efecto de la mineralogía y estructura cristalina de los agregados en la resistencia del concreto. De la naturaleza del contacto entre los

agregados y la pasta de cemento depende en gran medida del comportamiento y desempeño del concreto en una estructura. (Luis Octavio Gonzáles Salcedo, 2008, p.47)

j. Canteras

Es la fuente de recursos para obtener agregados, previo a esto los materiales deben pasar por ensayos de aceptación para aprobar su uso como material de construcción. (Enrique Rivva López, 2000, p.137)

2.3.4. Operacionalización de las variables

A continuación se presenta en la Tabla H la Operacionalización de variables.

Tabla H. Operacionalización de variables.

VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN
HIPOTESIS PRINCIPAL: Se logra satisfacer los parámetros de resistencia y durabilidad con el uso de agregado fino marginal y aditivos, en la elaboración de concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".					
Resistencia del concreto hidráulico (V. Dependiente)	Es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto.	Ensayo de resistencia a la compresión no confinada.	- 7 días : 70% del f'c de diseño	kg/cm2	EG - 2000
			- 14 días : 90% del f'c de diseño	kg/cm2	
			- 28 días : 100% del f'c de diseño	kg/cm2	
Durabilidad del concreto hidráulico (V. Dependiente)	Es aquella propiedad del concreto que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto, los efectos de la abrasión, la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro . La durabilidad es aspecto esencial de la calidad de una estructura siendo tan importante como la resistencia.	Fase 1: - Índice de plasticidad - Equivalente de arena - Pasante de malla N°200	Fase 1: - Plástico / No Plástico - 65% min para f'c ≤ 210 kg/cm2 - 5% máximo	Fase 1: - P / NP - Porcentaje (%) - Porcentaje (%)	Fase 1: - ASTM C 136 - MTC E 114 - MTC E 202
		Fase 2: - Valor azul de metileno	Fase 2: - 8% máximo	Fase 2: - Porcentaje (%)	Fase 2: - ASTM C 837
		Fase 3: - Análisis petrográfico	Fase 3: - Reactivo / No Reactivo	Fase 3: - R / NR	Fase 3: - ASTM C 295
HIPOTESIS SECUNDARIA 1: El agregado fino marginal influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".					
Agregado fino marginal (V. Independiente)	Es aquel que no cumple con los requerimientos de las especificaciones de las normas y, usualmente, serían rechazados. Sin embargo, un empleo limitado de tales agregados pueden ser aceptados si el concreto resultante cumple con todos los requisitos de las especificaciones de obra.	- Terrones de arcilla y partículas desesnables	- 3% máximo	- Porcentaje (%)	- MTC E 212
		- Material que pasa el tamiz N°200	- 5% máximo	- Porcentaje (%)	- MTC E 202
		- Cantidad de partículas livianas	- 0.50% máximo	- Porcentaje (%)	- MTC E 211
		- Contenido de sulfatos	- 1.20% máximo	- Porcentaje (%)	- NTP 400.042
		- Contenido de cloruros	- 0.10% máximo	- Porcentaje (%)	- NTP 400.042
		- Impurezas orgánicas	- Igual a muestra patrón	- Grados	- MTC E 213
		- Análisis granulométrico por tamizado	- Huso granulométrico	- % que pasa tamiz	- ASTM C 236
		- Módulo de fineza	- 2.3 a 3.1	- Módulo de fineza	- ASTM C 236
		- Durabilidad al sulfato de magnesio	- 15% máximo	- Porcentaje (%)	- MTC E 209
- Equivalente de arena	- 65% min para f'c ≤ 210 kg/cm2	- Porcentaje (%)	- MTC E 2014		

CAPÍTULO III: MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

3.1.1. Tipo y nivel de la investigación

Se establece que el tipo de investigación seleccionado para encaminar esta tesis es una investigación aplicada y de nivel explicativo, el cual está basado en demostrar técnicamente que con el uso de agregado fino que no cumple con algunas de las especificaciones de la norma EG-2000 se logra concreto hidráulico de calidad, satisfaciendo parámetros de resistencia y durabilidad.

3.1.2. Métodos y diseño de la investigación

Esta investigación es de diseño experimental ya que se va a manipular el agregado fino marginal como variable independiente. Como variables dependientes se tiene a la resistencia y durabilidad, que serán demostradas mediante ensayos para obtener resultados cuantitativos.

3.2. Caracterización geotécnica de los agregados

3.2.1. Especificaciones técnicas

a. Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM C 150.

Si los documentos del proyecto, no especifican lo contrario, se empleará el denominado tipo I o cemento Portland normal. **Ver anexo 01.**

b. Agregado fino

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos que se muestran en la Tabla 01:

Tabla 01. Requisitos de límites de aceptación del agregado fino para concreto estructural.

Características	Normas de Ensayo	Especificaciones
1. Contenido de Sustancias Perjudiciales		
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E 212 / NTP 400.015	3.00% máx.
Material que pasa el tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202 / NTP 400.018	5.00% máx.
Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	0.50% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO ₄	NTP 400.042	1.20% máx.
Contenido de cloruros, expresados como ion Cl	NTP 400.042	0.10% máx.
Impurezas Orgánicas	MTC E 213 /NTP 400.013 /NTP 400.024	Igual a muestra patrón.
2. Reactividad		
Reactividad con álcalis del cemento	ASTM C 289	Es potencialmente reactivo si: SiO ₂ > R cuando R > 70 SiO ₂ > 35 + 0.5R cuando R < 70
3. Granulometría		
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM C 136	Huso granulométrico
Módulo de fineza		2.3 - 3.1
4. Durabilidad		
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209 / NTO 400.016	15.0% máx.
5. Limpieza		
Equivalente de arena	MTC E 114 / NTP 339.129	65% mín. para f'c ≤ 210 kg/cm ² 75% mín. para f'c > 210 kg/cm ²

De la tabla 01, se consideran como ensayos especiales a:

Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables ASTM C 142. **Ver anexo 02.**

Ensayo de cantidad de partículas livianas MTC E 211. **Ver anexo 03.**

Ensayo de contenido de sulfatos, expresados como ion SO₄ ASTM E 275. **Ver anexo 04.**

Ensayo de contenido de cloruros, expresados como ion Cl ASTM D 3370. **Ver anexo 05.**

Ensayo de impurezas orgánicas ASTM C 40. **Ver anexo 06.**

Ensayo de reactividad con álcalis del cemento MTC E 217. **Ver anexo 07.**

c. Agregado grueso

Los requisitos que deben cumplir el agregado grueso son los siguientes presentados en la Tabla 02:

Tabla 02. Requisitos de límites de aceptación del agregado grueso para concreto estructural.

Características	Normas de Ensayo	Especificaciones
1. Contenido de Sustancias Perjudiciales		
Terrones de arcilla y partículas deleznableles	MTC E 212 / NTP 400.015	3.00% máx.
Contenido de carbón y lignito	MTC E 211 / NTP 400.023	0.50% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ion SO ₄	NTP 400.042	1.20% máx.
Contenido de cloruros, expresados como ion Cl	NTP 400.042	0.10% máx.
2. Reactividad		
Reactividad con álcalis del cemento	ASTM C 289	Es potencialmente reactivo si: SiO ₂ > R cuando R > 70 SiO ₂ > 35 + 0.5R cuando R < 70
3. Durabilidad		
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209 / NTP 400.016	18% máx.
4. Abrasión los ángeles		
Abrasión los ángeles	MTC E 207 / NTP 400.019 / NTP 400.020	40% máx
5. Granulometría		
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM C 136	Huso granulométrico.
6. Forma		
% de partículas chatas y alargadas	NTP 400.040	15% máx.

De la tabla 02, se consideran como ensayos especiales a:

Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables ASTM C 142. **Ver anexo 08.**

Ensayo de contenido de carbón y lignito MTC E 215. **Ver anexo 09.**

Ensayo de contenido de sulfatos, expresados como ion SO_4 ASTM E 275.
Ver anexo 10.

Ensayo de contenido de cloruros, expresados como ion Cl ASTM D 3370.
Ver anexo 11.

Ensayo de reactividad con álcalis del cemento MTC E 217. **Ver anexo 12.**

d. Agua

El agua por emplearse en las mezclas de concreto provendrá de las fuentes autorizadas en el estudio, deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según norma MTC E 716 y demás deberán cumplir con los requisitos de la norma AASHTO T-26.

El pH medido no podrá ser inferior a 7 como se observa en la Tabla 03. El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de este sobre el concreto.

Informe de calidad de fuentes de agua evaluadas. **Ver anexo 13.**

Tabla 03. Ensayos de aceptación del agua.

Ensayos	Tolerancias (ppm)
Sólidos en suspensión	5000 máx.
Materia orgánica	3.00 máx.
Alcalinidad NaHCO_3	1000 máx.
Sulfatos como ión SO_4	1000 máx.
pH	> 7

e. Aditivos

Debido a las condiciones climatológicas, factores ambientales y requerimientos en obra sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura se utilizará aditivo WR 91 y AIRMIX 200.

Informe de calidad del aditivo EUCO WR-91. **Ver anexo 14.**

Informe de calidad del aditivo AIRMIX 200. **Ver anexo 15.**

3.2.2. Calidad de los agregados

En la presente investigación se muestra la calidad de los agregados fino y grueso chancados provenientes de la cantera Caliza 2 ubicada en el Km 10 + 200. Estos agregados serán utilizados para la preparación de concreto hidráulico de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Se hizo un análisis de control de la calidad de propiedades de los agregados grueso y fino del acopio producido de acuerdo a lo exigido en las especificaciones técnicas del proyecto. Los ensayos realizados se muestran en las tablas siguientes.

a. Agregado fino

Ensayos Marzo 2015

Debido a los requerimientos de producción de concreto hidráulico en obra en el mes de marzo, se ensayó dos veces el agregado fino. De la tabla 04 se observa que los ensayos que no cumplen con las especificaciones técnicas de la norma son: Análisis granulométrico por tamizado, Material que pasa el tamiz N°200 y Equivalente de arena.

Del Gráfico 01, se muestra la curva granulométrica del agregado fino del mes de marzo, la cual no se mantiene dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Ensayos del agregado fino – Marzo 2015. **Ver anexo 16.**

Tabla 04. Resumen de calidad de agregado fino – Marzo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DATOS ESTADÍSTICOS DE AGREGADO FINO - CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

N° PROD.	FECHA PROD.	MAT. CANTERA KM	% QUE PASA POR TAMIZ								MODULO FINEZA	MAT. < N° 200	L.L. (%)	I.P. (%)	DURAB. (%)	EQUIV. ARENA. (%)	HUM. NAT. (%)	SALES SALUB. (%)	MAT. ORG. (%)	IMPUR. ORG.	ABS. (%)	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	P.ESP. (g/cm ³)	
			3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200															
1	19-03-15	CANTERA CALIZA 2	100.0	97.4	81.3	51.9	32.5	17.3	6.7	6.2	3.13	11.88	16	NP	193	60	4.24	0.033	0.060	Patron 1	1603	1524	1719	2.721	
2	20-03-15		100.0	96.7	82.2	53.4	28.9	16.4	10.8	7.5	3.12	11.82	-	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n			2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Σ			200.0	194.1	163.5	105.3	61.4	33.7	17.5	13.7	6.25	23.7	16	-	193	121	4.2	0.033	0.060	-	1603	1524	1719	2.721	
ESPECIFICACIÓN			100.0	95 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	2 - 10	0 - 5	2.3 - 3.1	< 5%	-	-	< 15%	> 65%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xp			100.0	97.1	81.8	52.7	30.7	16.9	8.8	6.9	3.12	11.85	-	-	-	61	4.24	0.033	0.060	-	1603	1524	1719	2.721	
MIN			100.0	96.7	81.3	51.9	28.9	16.4	6.7	6.2	3.12	11.82	-	-	-	60	4.24	0.033	0.060	-	1603	1524	1719	2.721	
MAX			100.0	97.4	82.2	53.4	32.5	17.3	10.8	7.5	3.13	11.88	-	-	-	61	4.24	0.033	0.060	-	1603	1524	1719	2.721	
DESV. ESTANDAR			0.0	0.5	0.6	1.1	2.5	0.6	2.9	0.9	0.01	0.04	-	-	-	0.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VARIANZA			0.0	0.2	0.4	1.1	6.5	0.4	8.4	0.8	0.00	0.00	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEF. VARIACIÓN			0.0	0.5	0.8	2.0	8.3	3.8	33.1	13.4	0.31	0.36	-	-	-	1.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EVALUACIÓN			No cumple								No cumple		Cumple		No cumple										

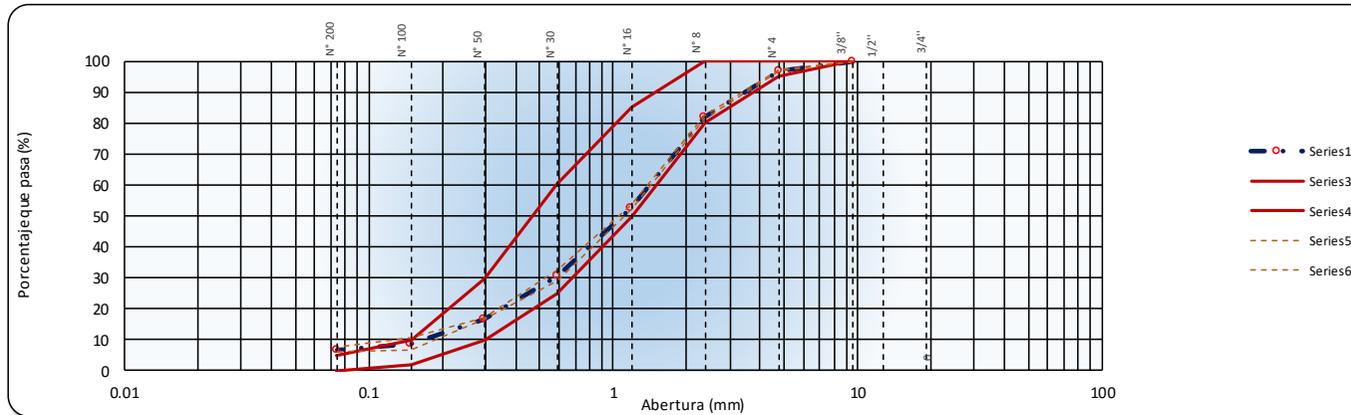
Gráfico 01. Curva granulométrica estadística del agregado fino - Marzo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CURVA GRANULOMÉTRICA ESTADÍSTICA DEL AGREGADO FINO
CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ESTADÍSTICAS	TAMIZ							
ABERTURA	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
MINIMO ESPECIFICACIÓN	100.0	95.0	80.0	50.0	25.0	10.0	2.0	0.0
MINIMO ESTADÍSTICO	100.0	96.7	81.3	51.9	28.9	16.4	6.7	6.2
Xp (Media)	100.0	97.1	81.8	52.7	30.7	16.9	8.8	6.9
MÁXIMO ESTADÍSTICO	100.0	97.4	82.2	53.4	32.5	17.3	10.8	7.5
MÁXIMO ESPECIFICACIÓN	100.0	100.0	100.0	85.0	60.0	30.0	10.0	5.0



Ensayos Abril 2015

Debido a los requerimientos de producción de concreto hidráulico en obra en el mes de abril, se ensayó diecinueve veces el agregado fino. De la tabla 05 se observa que los ensayos que no cumplen con las especificaciones técnicas de la norma son: Análisis granulométrico por tamizado, Material que pasa el tamiz N°200 y Equivalente de arena.

Del Gráfico 02, se muestra la curva granulométrica del agregado fino del mes de abril, la cual no se mantiene dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Ensayos del agregado fino – Abril 2015. **Ver anexo 17.**

Tabla 05. Resumen de calidad de agregado fino – Abril 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DATOS ESTADÍSTICOS DE AGREGADO FINO - CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

N° PROD.	FECHA PROD.	MAT. CANTERA KM	% QUE PASA POR TAMIZ								MODULO FINEZA	MAT. < N° 200	L.L. (%)	I.P. (%)	DURAB. (%)	EQUIV. ARENAL. (%)	HUM. NAT. (%)	SALES SALUB. (%)	MAT. ORG. (%)	IMPUR. ORG.	ABS. (%)	P.U.S. (g/cm³)	P.U.C. (g/cm³)	P.ESP. (g/cm³)		
			3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200																
1	06-04-15	CALIZA 2	100.0	95.6	81.3	51.3	32.1	19.1	9.5	6.8	3.111	7.3	15	NP	2.33	48	4.33	0.041	0.06	Patron 1	1603	1523	1718	2.714		
2	07-04-15		100.0	97.0	80.8	51.6	32.5	18.7	8.9	6.7	3.1051	7.5	-	-	2.13	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	08-04-15		100.0	96.3	82.3	53.1	30.7	17.3	9.0	6.8	3.1122	8.2	-	-	1.93	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	08-04-15		100.0	96.2	80.8	55.8	32.9	14.7	8.7	7.5	3.1099	8.0	-	-	2.43	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	09-04-15		100.0	95.7	81.4	52.6	32.9	16.3	10.6	7.1	3.1066	10.7	-	-	2.03	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	09-04-15		100.0	96.1	81.6	54.6	34.9	13.4	8.4	6.1	3.1104	7.7	-	-	1.96	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	10-04-15		100.0	96.5	81.8	53.5	29.6	18.3	9.4	8.2	3.1103	10.6	-	-	2.08	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	11-04-15		100.0	95.9	82.1	54.1	32.5	13.5	9.9	8.8	3.1188	9.8	-	-	1.96	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	13-04-15		100.0	96.6	81.8	53.4	30.4	14.3	7.7	6.0	3.1580	15.0	-	-	2.05	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	14-04-15		100.0	95.6	80.9	55.4	25.8	17.3	11.9	8.5	3.1306	17.1	-	-	2.11	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	15-04-15		100.0	95.3	81.3	52.0	28.1	17.1	10.8	6.1	3.1543	-	-	-	-	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	16-04-15		100.0	95.0	82.6	51.4	31.6	15.4	9.4	7.0	3.1466	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	17-04-15		100.0	95.3	80.7	52.9	26.8	15.4	12.2	10.4	3.1665	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	18-04-15		100.0	98.7	80.1	51.8	26.5	18.1	13.9	11.3	3.1085	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	18-04-15		100.0	96.3	80.6	56.0	27.9	12.8	8.7	7.0	3.1752	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	24-04-15		100.0	95.2	81.1	53.7	29.1	17.5	13.0	10.0	3.1045	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	24-04-15		100.0	95.6	82.8	52.7	31.0	15.1	10.7	9.4	3.1211	-	-	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	25-04-15		100.0	95.6	80.8	50.5	25.5	19.0	15.8	14.5	3.1282	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	25-04-15		100.0	95.1	80.8	53.8	25.9	12.3	8.9	7.2	3.2309	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
n			19	19	19	19	19	19	19	19	10	1	1	10	19	1	1	1	0	1	1	1	1	1		
Σ			1800.0	1823.6	1545.6	1010.2	566.7	305.6	177.4	155.4	59.51	102.0	15	0	2101	1051	4.33	0.04	0.06	-	1603	1523	1718	2.714		
ESPECIFICACIÓN			100.0	95 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	2 - 10	0 - 5	2.3 - 3.1	-	NP	< 15%	> 65%	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Xp			100.0	96.0	81.3	53.2	29.8	16.1	10.4	8.2	3.1320	10.20	-	-	2.10	55	4.33	0.04	0.06	-	1603	1523	1718	2.714		
MIN			100.0	95.0	80.1	50.5	25.5	12.3	7.7	6.0	3.10	7.34	-	-	1.93	48	4.33	0.04	0.06	-	1603	1523	1718	2.714		
MAX			100.0	98.7	82.8	56.0	34.9	19.1	15.8	14.5	3.23	17.12	-	-	2.43	62	4.33	0.04	0.06	-	1603	1523	1718	2.714		
DESV. ESTANDAR			0.0	0.9	0.7	1.6	2.9	2.2	2.1	2.2	0.03	3.37	-	-	0.16	4	-	-	-	-	-	-	-	-		
VARIANZA			0.0	0.7	0.5	2.4	8.2	4.7	4.5	4.7	0.00	11.39	-	-	0.03	19	-	-	-	-	-	-	-	-		
COEF. VARIACIÓN			0.0	0.9	0.9	2.9	9.6	13.5	20.4	26.5	105	33.10	-	-	7.75	8	-	-	-	-	-	-	-	-		
EVALUACIÓN			No cumple									No cumple				Cumple	No cumple									

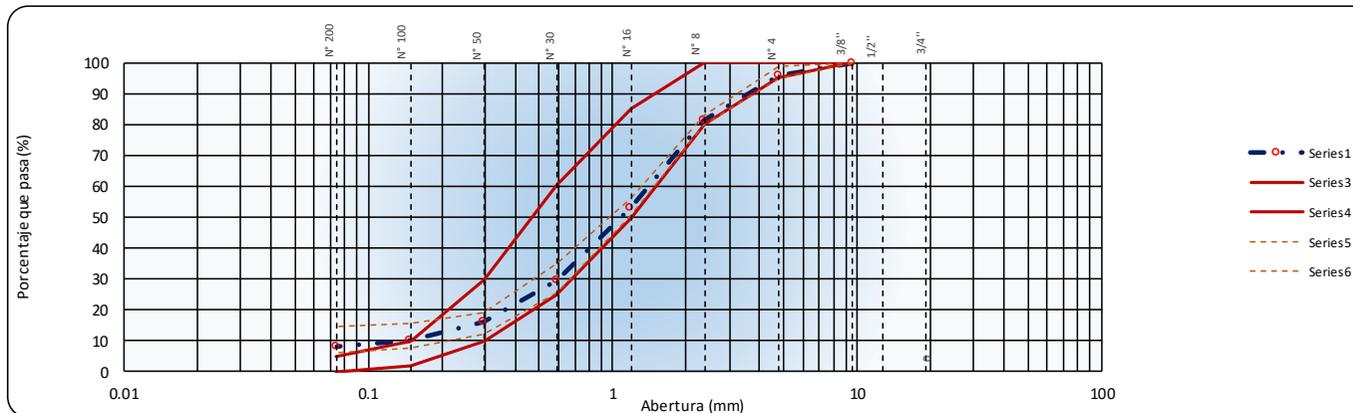
Gráfico 02. Curva granulométrica estadística del agregado fino - Abril 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CURVA GRANULOMÉTRICA ESTADÍSTICA DEL AGREGADO FINO
CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ESTADÍSTICAS	TAMIZ								
	ABERTURA	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
MINIMO ESPECIFICACIÓN	100.0	95.0	80.0	50.0	25.0	10.0	2.0	0.0	
MINIMO ESTADÍSTICO	100.0	95.0	80.1	50.5	25.5	12.3	7.7	6.0	
Xp (Media)	100.0	96.0	81.3	53.2	29.8	16.1	10.4	8.2	
MÁXIMO ESTADÍSTICO	100.0	98.7	82.8	56.0	34.9	19.1	15.8	14.5	
MÁXIMO ESPECIFICACIÓN	100.0	100.0	100.0	85.0	60.0	30.0	10.0	5.0	



Ensayos Setiembre 2015

Debido a los requerimientos de producción de concreto hidráulico en obra en el mes de setiembre, se ensayó cinco veces el agregado fino. De la tabla 06 se observa que los ensayos que no cumplen con las especificaciones técnicas de la norma son: Análisis granulométrico por tamizado, Material que pasa el tamiz N°200 y Equivalente de arena.

Del Gráfico 03, se muestra la curva granulométrica del agregado fino del mes de setiembre, la cual no se mantiene dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Ensayos del agregado fino – Setiembre 2015. **Ver anexo 18.**

Tabla 06. Resumen de calidad de agregado fino – Setiembre 2015.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS" </div>																									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																									
DATOS ESTADÍSTICOS DE AGREGADO FINO - CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO																									
N° PROD.	FECHA PROD.	MAT. CANTERA KM	% QUE PASA POR TAMIZ								MODULO O FINEZA	MAT. < N° 200	L.L. (%)	I.P. (%)	DURAB. (%)	EQUIV. ARENA. (%)	HUM. NAT. (%)	SALES SALUB. (%)	MAT. ORG. (%)	IMPUR. ORG.	ABS. (%)	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	P.ESP. (g/cm ³)	
			3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200															
1	10/9/15	CANTERA CALIZA 2	100.0	95.6	819	516	26.4	17.6	14.1	12.6	3.1281	6.69	17	NP	2.93	59	4.49	0.034	0.427	Patron 1	156	1597	1769	2769	
2	11/9/15		100.0	95.6	814	516	26.0	17.1	14.6	14.0	3.1373	7.49	-	-	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	12/9/15		100.0	95.5	80.4	54.7	28.3	16.2	11.9	11.0	3.1297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	13/9/15		100.0	95.7	82.0	53.2	25.4	16.2	12.5	10.5	3.1501	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	14/9/15		100.0	95.2	819	56.1	30.9	14.4	9.4	7.6	3.1213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n			5	5	5	5	5	5	5	5	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Σ			500.0	477.6	407.6	267.2	137.0	815	62.5	55.7	15.67	14.18	17	0	2.93	116.00	4.49	0.03	0.43	-	156	1597	1769	2769	
ESPECIFICACIÓN			100.0	95 - 100	80 - 100	50 - 85	25 - 60	10 - 30	2 - 10	0 - 5	2.3 - 3.1	5% max	NP	NP	< 15%	> 65%	-	-	-	Patron 1	-	-	-	-	
Xp			100.0	95.5	815	53.4	27.4	16.3	12.5	11.1	3.13	7.09	-	-	2.93	58.00	4.49	0.034	0.427	-	156	1597	1769	2769	
MIN			100.0	95.2	80.4	516	25.4	14.4	9.4	7.6	3.12	6.69	-	-	2.93	57.00	4.49	0.034	0.427	-	156	1597	1769	2769	
MAX			100.0	95.7	82.0	56.1	30.9	17.6	14.6	14.0	3.15	7.49	-	-	2.93	59.00	4.49	0.034	0.427	-	156	1597	1769	2769	
DESV. ESTANDAR			0.0	0.2	0.7	2.0	2.2	12	2.1	2.4	0.01	0.56	-	-	-	141	-	-	-	-	-	-	-	-	
VARIANZA			0.0	0.0	0.4	3.9	5.0	15	4.2	5.8	0.00	0.32	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
COEF. VARIACIÓN			0.0	0.2	0.8	3.7	8.2	7.5	16.5	21.7	0.35	7.96	-	-	-	2.44	-	-	-	-	-	-	-	-	
EVALUACIÓN			No cumple									No cumple			Cumple		No cumple		-						

Gráfico 03. Curva granulométrica estadística del agregado fino - Setiembre 2015.

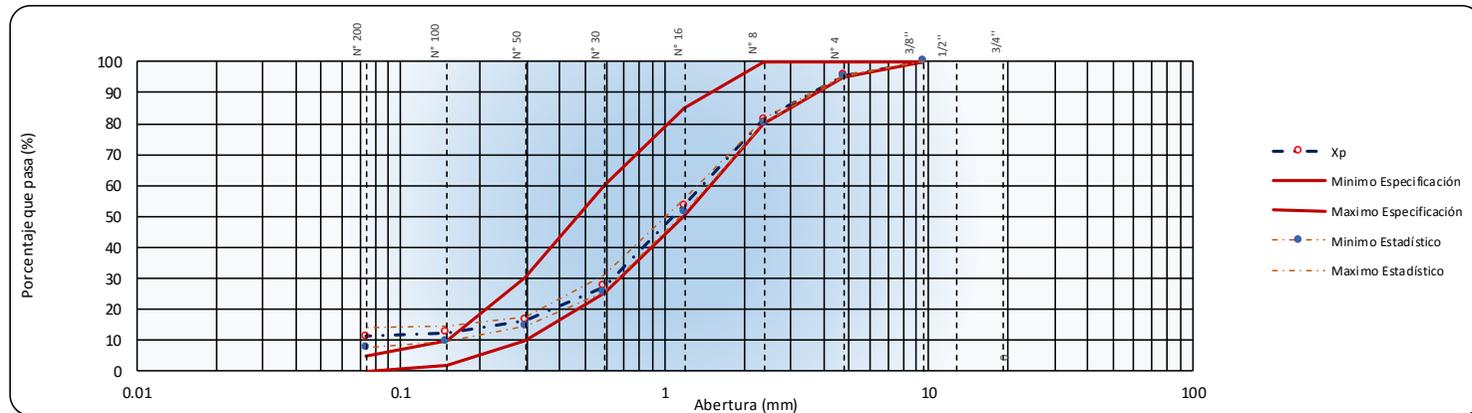
PROYECTO:

"REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CURVA GRANULOMÉTRICA ESTADÍSTICA DEL AGREGADO FINO
CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ESTADÍSTICAS	TAMIZ							
ABERTURA	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	N° 200
MINIMO ESPECIFICACIÓN	100.0	95.0	80.0	50.0	25.0	10.0	2.0	0.0
MINIMO ESTADÍSTICO	100.0	95.2	80.4	51.6	25.4	14.4	9.4	7.6
Xp (Media)	100.0	95.5	81.5	53.4	27.4	16.3	12.5	11.1
MÁXIMO ESTADÍSTICO	100.0	95.7	82.0	56.1	30.9	17.6	14.6	14.0
MÁXIMO ESPECIFICACIÓN	100.0	100.0	100.0	85.0	60.0	30.0	10.0	5.0



Después de realizar los ensayos correspondientes para cada mes, se observa tres ensayos que no cumplen con las especificaciones de la norma EG-2000, por lo que en la siguiente tabla 07 se muestra el coeficiente de variación para cada ensayo.

Tabla 07. Coeficiente de variación de ensayos observados – Agregado fino.

Coeficiente de variación (%)			
Ensayos	Marzo	Abril	Setiembre
Módulo de fineza	2.14%	5.47%	1.13%
Material que pasa el tamiz N°200	0.36%	33.10%	7.96%
Equivalente de arena	1.17%	8.00%	2.44%

De la tabla 07, se observa que para los ensayos mostrados, los valores más homogéneos se manifiestan en el mes de marzo, esto debido a la cantidad de días ensayados por mes.

b. Agregado grueso

Ensayos Marzo 2015

Debido a los requerimientos de producción de concreto hidráulico en obra en el mes de marzo, se ensayó doce veces el agregado grueso. De la tabla 08 se observa que los ensayos cumplen con todas las especificaciones técnicas de la norma.

Del Gráfico 04, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso del mes de marzo, la cual se mantiene dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Ensayos del agregado grueso – Marzo 2015. **Ver anexo 19.**

Tabla 08. Resumen de calidad de agregado grueso para concreto - Marzo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DATOS ESTADÍSTICOS DE AGREGADO GRUESO - CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO METSO I

N° PROD.	FECHA PROD.	MAT. CANTERA KM	% QUE PASA POR TAMIZ								DURAB. (%)	P. CHATAS Y ALARG. (%)	CA. FRACT. (%)		ABRAS. (%)	HUM. NAT. (%)	SALES SALUB. (%)	ABS. (%)	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	P.ESP. (g/cm ³)
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8			UNA	2 O MAS							
1	09-03-15	CANTERA CALIZA 2	100.0	100.0	100.0	95.2	60.3	41.0	5.3	0.5	0.78	3.1	100.0	100.0	25.0	-	-	-	-	-	-
2	10-03-15		100.0	100.0	100.0	96.0	62.9	43.4	6.9	2.5	0.96	2.8	100.0	100.0	25.8	-	-	-	-	-	-
3	11-03-15		100.0	100.0	100.0	96.1	61.1	42.3	6.9	2.4	1.04	3.2	100.0	100.0	26.2	-	-	-	-	-	-
4	12-03-15		100.0	100.0	100.0	96.7	62.5	42.1	6.5	2.5	1.70	2.9	100.0	100.0	27.5	-	-	-	-	-	-
5	13-03-15		100.0	100.0	100.0	96.8	62.2	44.3	6.7	2.9	1.10	3.0	100.0	100.0	27.0	-	-	-	-	-	-
6	19-03-15		100.0	100.0	100.0	95.4	59.3	42.2	7.9	2.6	0.65	2.8	100.0	100.0	20.1	12	0.063	2.084	1506	1637	2.697
7	20-03-15		100.0	100.0	100.0	97.8	71.3	52.3	3.7	0.0	1.08	3.0	100.0	100.0	25.6	-	-	-	-	-	-
8	23-03-15		100.0	100.0	100.0	96.6	63.8	43.6	7.7	3.4	0.94	2.9	100.0	100.0	23.8	-	-	-	-	-	-
9	24-03-15		100.0	100.0	100.0	97.8	67.8	43.4	6.2	2.3	0.81	3.0	100.0	100.0	24.9	-	-	-	-	-	-
10	25-03-15		100.0	100.0	100.0	96.0	62.1	42.3	7.0	3.0	0.73	3.5	100.0	100.0	20.1	-	-	-	-	-	-
11	26-03-15		100.0	100.0	100.0	96.3	62.8	43.7	7.6	2.6	1.12	3.2	100.0	100.0	24.8	-	-	-	-	-	-
12	27-03-15		100.0	100.0	100.0	95.6	60.8	43.3	7.3	2.8	1.30	3.1	100.0	100.0	23.7	-	-	-	-	-	-
n			12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1
Σ			1200.0	1200.0	1200.0	1156.3	756.9	523.9	79.7	27.5	12.2	36.5	1200.0	1200.0	294.5	12	0.063	2.084	1506	1637	2.697
ESPECIFICACIÓN			-	-	100	95 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5	< 18%	< 15%	> 80%	> 40%	< 40%	-	-	-	-	-	-
Xp			100.0	100.0	100.0	96.4	63.1	43.7	6.6	2.3	1.0	3.0	100.0	100.0	24.5	12	0.063	2.084	1506	1637	2.697
MIN			100.0	100.0	100.0	95.2	59.3	41.0	3.7	0.0	0.7	2.8	100.0	100.0	20.1	12	0.063	2.084	1506	1637	2.697
MAX			100.0	100.0	100.0	97.8	71.3	52.3	7.9	3.4	1.7	3.5	100.0	100.0	27.5	12	0.063	2.084	1506	1637	2.697
DESV. ESTANDAR			0.0	0.0	0.0	0.8	3.4	2.9	1.2	1.0	0.3	0.2	0.0	0.0	2.4	-	-	-	-	-	-
VARIANZA			0.0	0.0	0.0	0.7	1.2	8.2	1.4	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	5.6	-	-	-	-	-	-
COEF. VARIACIÓN			0.0	0.0	0.0	0.9	5.3	6.6	17.6	43.9	28.0	6.5	0.0	0.0	9.6	-	-	-	-	-	-
EVALUACIÓN			-	-	Cumple	Cumple	-	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	-	-	-	-	-	-

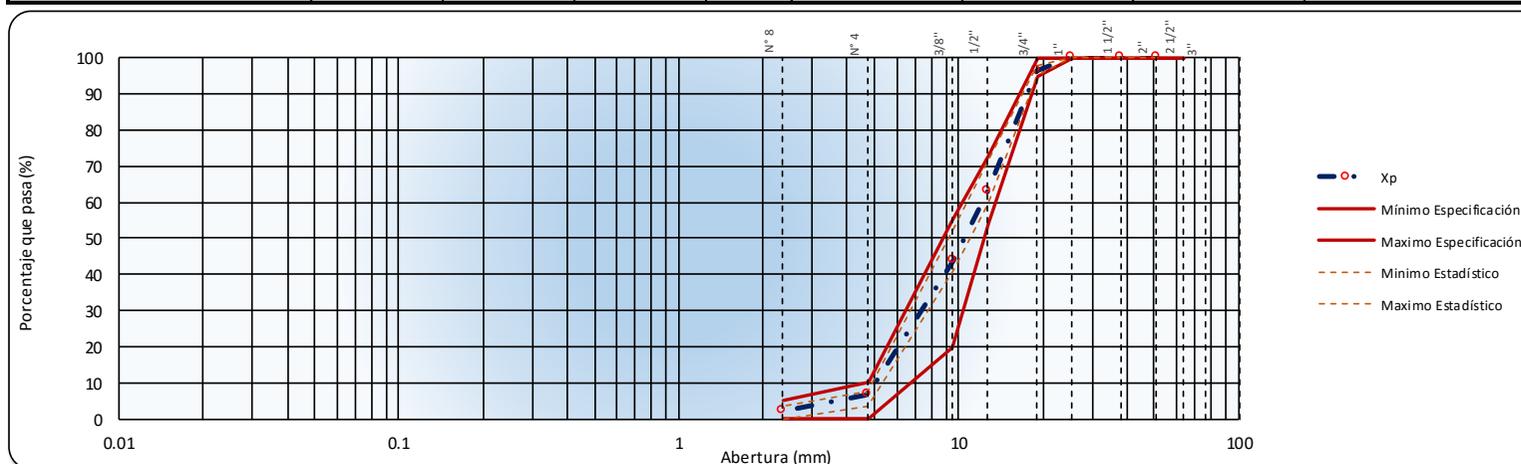
Gráfico 04. Curva granulométrica estadística del agregado grueso - Marzo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CURVA GRANULOMÉTRICA ESTADÍSTICA DEL AGREGADO GRUESO
CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ESTADÍSTICAS	TAM IZ								
	ABERTURA	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
MINIMO ESPECIFICACIÓN	-	-	100.0	95.0	-	20.0	0.0	0.0	0.0
MINIMO ESTADÍSTICO	100.0	100.0	100.0	95.2	59.3	41.0	3.7	0.0	0.0
Xp (Media)	100.0	100.0	100.0	96.4	63.1	43.7	6.6	2.3	0.0
MÁXIMO ESTADÍSTICO	100.0	100.0	100.0	97.8	71.3	52.3	7.9	3.4	0.0
MÁXIMO ESPECIFICACIÓN	-	-	100.0	100.0	-	55.0	10.0	5.0	0.0



Ensayos Abril 2015

Debido a los requerimientos de producción de concreto hidráulico en obra en el mes de abril, se ensayó dieciséis veces el agregado grueso. De la tabla 09 se observa que los ensayos cumplen con todas las especificaciones técnicas de la norma.

Del Gráfico 05, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso del mes de abril, la cual se mantiene dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Ensayos del agregado grueso – Abril 2015. **Ver anexo 20.**

Tabla 09. Resumen de calidad de agregado grueso para concreto - Abril 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DATOS ESTADÍSTICOS DE AGREGADO GRUESO - CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO METSO I

N° PROD.	FECHA PROD.	MAT. CANTERA KM	% QUE PASA POR TAMIZ								DURAB. (%)	P. CHATAS Y ALARG. (%)	CA. FRACT. (%)		ABRAS. (%)	HUM. NAT. (%)	SALES SALUB. (%)	ABS. (%)	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	P.ESP. (g/cm ³)
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8			UNA	2 O MAS							
1	06-04-15	CALIZA 2	100.0	100.0	100.0	97.1	58.4	33.8	3.5	15	125	3.3	100.0	100.0	24.4	-	-	-	-	-	-
2	07-04-15		100.0	100.0	100.0	97.6	55.8	34.2	3.5	12	100	2.9	100.0	100.0	26.2	-	-	-	-	-	-
3	08-04-15		100.0	100.0	100.0	97.5	55.5	34.0	3.5	12	0.76	3.2	100.0	100.0	26.4	-	-	-	-	-	-
4	09-04-15		100.0	100.0	100.0	97.5	61.4	38.3	4.3	0.8	-	3.8	100.0	100.0	-	13	-	-	-	-	-
5	10-04-15		100.0	100.0	100.0	97.7	65.3	41.1	6.4	17	-	3.5	100.0	100.0	22.2	1.17	-	2.032	1508	1640	2.700
6	11-04-15		100.0	100.0	100.0	97.8	66.7	42.8	6.9	18	1.10	3.6	100.0	100.0	25.1	-	-	-	-	-	-
7	13-04-15		100.0	100.0	100.0	97.7	58.9	40.2	5.8	0.2	0.85	3.7	100.0	100.0	26.9	-	-	-	-	-	-
8	14-04-15		100.0	100.0	100.0	96.3	62.6	39.2	5.7	14	0.97	3.8	100.0	100.0	24.2	-	-	-	-	-	-
9	15-04-15		100.0	100.0	100.0	94.3	53.0	31.6	5.1	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	16-04-15		100.0	100.0	100.0	96.1	62.3	40.7	7.9	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	17-04-15		100.0	100.0	100.0	94.5	48.6	29.2	3.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	18-04-15		100.0	100.0	100.0	95.1	52.5	30.7	4.3	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	18-04-15		100.0	100.0	100.0	95.0	55.7	35.6	5.1	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	24-04-15		100.0	100.0	100.0	94.9	55.1	34.6	4.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	24-04-15		100.0	100.0	100.0	94.9	52.0	30.0	3.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	25-04-15		100.0	100.0	100.0	94.5	52.4	30.4	3.5	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n		16	16	16	16	16	16	16	16	6	8	8	8	7	2	0	1	1	1	1	
Σ		1600.0	1600.0	1600.0	1538.5	916.2	566.4	76.3	20.2	5.93	27.8	800.0	800.0	175.4	2.5	0.000	2.032	1508	1640	2.700	
ESPECIFICACIÓN		-	-	100	95 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5	< 18%	< 5%	> 80%	> 40%	< 40%	-	-	-	-	-	-	
Xp		100.0	100.0	100.0	96.2	57.3	35.4	4.8	13	0.99	1.8	100.0	100.0	25.1	12	-	2.032	1508	1640	2.700	
MIN		100.0	100.0	100.0	94.3	48.6	29.2	3.2	0.0	0.8	2.9	100.0	100.0	22.2	12	-	2.032	1508	1640	2.700	
MAX		100.0	100.0	100.0	97.8	66.7	42.8	7.9	3.2	1.3	3.8	100.0	100.0	26.9	13	-	2.032	1508	1640	2.700	
DESV. ESTANDAR		0.0	0.0	0.0	1.4	5.2	4.4	1.4	0.9	0.2	0.3	0.0	0.0	1.6	0.1	-	-	-	-	-	
VARIANZA		0.0	0.0	0.0	1.9	27.2	19.8	2.0	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0	2.6	0.0	-	-	-	-	-	
COEF. VARIACIÓN		0.0	0.0	0.0	1.4	9.1	12.6	30.0	73.1	17.7	18.2	0.0	0.0	6.5	7.4	-	-	-	-	-	
EVALUACIÓN		-	-	Cumple	Cumple	-	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple							

Gráfico 05. Curva granulométrica estadística del agregado grueso - Abril 2015.

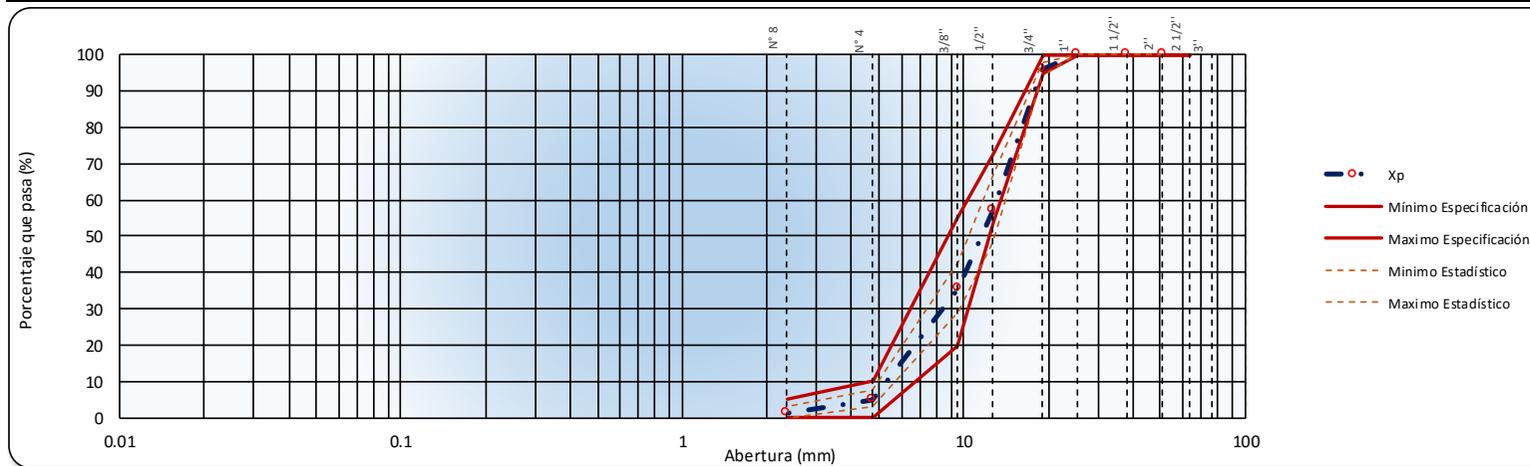
PROYECTO:

**"REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**CURVA GRANULOMÉTRICA ESTADÍSTICA DEL AGREGADO GRUESO
CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO**

ESTADÍSTICAS	TAMIZ								
	ABERTURA	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
MINIMO ESPECIFICACIÓN	-	-	100.0	95.0	-	20.0	0.0	0.0	0.0
MINIMO ESTADÍSTICO	100.0	100.0	100.0	94.3	48.6	29.2	3.2	0.0	0.0
Xp (Media)	100.0	100.0	100.0	96.2	57.3	35.4	4.8	1.3	0.0
MÁXIMO ESTADÍSTICO	100.0	100.0	100.0	97.8	66.7	42.8	7.9	3.2	0.0
MÁXIMO ESPECIFICACIÓN	-	-	100.0	100.0	-	55.0	10.0	5.0	0.0



Ensayos Setiembre 2015

Debido a los requerimientos de producción de concreto hidráulico en obra en el mes de setiembre, se ensayó cinco veces el agregado grueso. De la tabla 10 se observa que los ensayos cumplen con todas las especificaciones técnicas de la norma.

Del Gráfico 06, se muestra la curva granulométrica del agregado grueso del mes de setiembre, la cual se mantiene dentro de los parámetros del huso granulométrico.

Ensayos del agregado grueso – Setiembre 2015. **Ver anexo 21.**

Tabla 10. Resumen de calidad de agregado grueso para concreto - Setiembre 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DATOS ESTADÍSTICOS DE AGREGADO GRUESO - CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO

N° PROD.	FECHA PROD.	MAT. CANTERA KM	% QUE PASA POR TAMIZ								DURAB. (%)	P. CHATAS Y ALARG. (%)	CA. FRACT. (%)		ABRAS. (%)	HUM. NAT. (%)	SALES SALUB. (%)	ABS. (%)	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	P.ESP. (g/cm ³)
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8			UNA	2 O MAS							
1	10/9/15	CANTERA CALIZA 2	100.0	100.0	100.0	95.8	513	315	5.5	2.5	111	2.7	100.0	100.0	23.6	126	0.048	2.3	1532	1653	2.697
2	11/9/15		100.0	100.0	100.0	93.5	49.9	319	6.4	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	12/9/15		100.0	100.0	100.0	93.5	515	32.5	6.2	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	13/9/15		100.0	100.0	100.0	93.5	50.7	319	5.6	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	14/9/15		100.0	100.0	100.0	95.2	52.7	33.2	6.9	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n			5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Σ			500.0	500.0	500.0	4715	256.0	1610	30.6	13.1	111	2.7	100.0	100.0	23.6	126	0.048	2.3	1532	1653	2.697
ESPECIFICACIÓN			-	-	100	95 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5	< 18%	< 15%	> 80%	> 40%	< 40%	-	-	-	-	-	-
Xp			100.0	100.0	100.0	94.3	512	32.2	6.1	2.6	111	2.7	100.0	100.0	23.6	1260	0.048	2.28	1532	1653	2.697
MIN			100.0	100.0	100.0	93.5	49.9	315	5.5	2.0	111	2.7	100.0	100.0	23.6	1260	0.048	2.28	1532	1653	2.697
MAX			100.0	100.0	100.0	95.8	52.7	33.2	6.9	3.2	111	2.7	100.0	100.0	23.6	1260	0.048	2.28	1532	1653	2.697
DESV. ESTANDAR			0.0	0.0	0.0	1.1	1.0	0.7	0.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VARIANZA			0.0	0.0	0.0	1.2	1.1	0.4	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COEF. VARIACIÓN			0.0	0.0	0.0	1.2	2.0	2.0	9.6	17.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EVALUACIÓN			-	-	Cumple	Cumple	-	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple						

Gráfico 06. Curva granulométrica estadística del agregado grueso - Setiembre 2015.

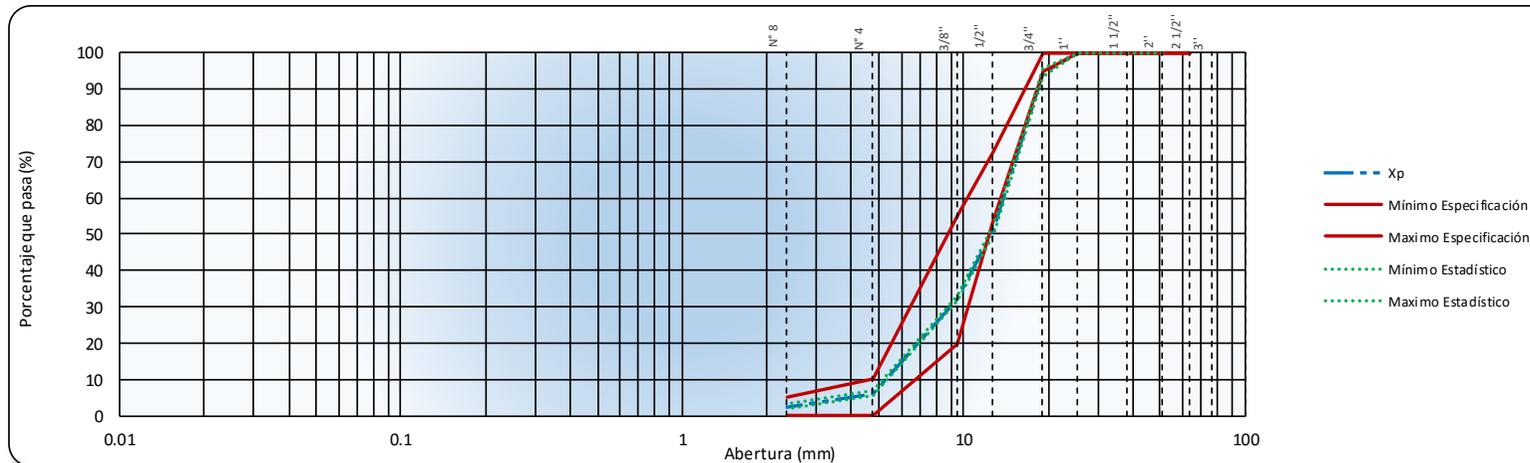
PROYECTO:

**"REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DV. IMPERIAL - PAMPAS"**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**CURVA GRANULOMÉTRICA ESTADÍSTICA DEL AGREGADO GRUESO
CANTERA CALIZA 2 KM 10+200 LADO IZQUIERDO**

ESTADÍSTICAS	TAMIZ								
	ABERTURA	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
MINIMO ESPECIFICACIÓN	-	-	100.0	95.0	-	-	20.0	0.0	0.0
MINIMO ESTADÍSTICO	100.0	100.0	100.0	93.5	49.9	-	31.5	5.5	2.0
Xp (Media)	100.0	100.0	100.0	94.3	51.2	-	32.2	6.1	2.6
M ÁXIMO ESTADÍSTICO	100.0	100.0	100.0	95.8	52.7	-	33.2	6.9	3.2
M ÁXIMO ESPECIFICACIÓN	-	-	100.0	100.0	-	-	55.0	10.0	5.0



Después de realizar los ensayos correspondientes para cada mes, se observa que los ensayos cumplen con todas las especificaciones de la norma EG-2000.

3.2.3. Agregado marginal

De acuerdo al ítem anterior, se observa que en el agregado fino, tres de los ensayos no cumplen con los requerimientos de la norma EG-2000 (material que pasa el tamiz N°200, Análisis granulométrico por tamizado, Equivalente de arena).

Se toma como referencia lo indicado en el capítulo 3 del reglamento ACI 318-08, sobre la calidad de los agregados para la preparación de concreto hidráulico, es posible utilizar agregados que no cumplan con todos los requerimientos de las especificaciones técnica, siempre y cuando se demuestre que el concreto producido con estos agregados tendrá resistencia y durabilidad adecuada.

Textualmente el reglamento indica:

EXCEPCIONES: Agregados que han demostrado a través de ensayos o por experiencias prácticas que producen de concreto de resistencias y durabilidad adecuadas, y que han sido aprobados por la autoridad competente.

Para verificar que el agregado fino no contiene elementos que afecten la durabilidad del concreto hidráulico, se realizaron ensayos para descartar la presencia de material activo que produzca contracciones y así se genere fisuraciones en el concreto hidráulico, adicionalmente de los ensayos especiales.

Como primer indicador de presencia de material activo, se realiza el ensayo de Límites de Consistencia (ASTM D 4318), el cual muestra que no contiene material plástico, por lo tanto el índice de plasticidad es nulo.

Para confirmar la escasez de arcilla en la composición de los finos, se continuó con un segundo control, ensayo “Valor azul de metileno” en agregados finos y llenantes minerales (*Methylene Blue Value of Clays, Mineral Filler and Fines*). Este ensayo ha servido básicamente para la determinación de la cantidad de arcillas presentes en el agregado, es así que la cantidad de solución de azul de metileno utilizada en la determinación del valor será directamente proporcional a la cantidad de arcilla presente en el agregado. El valor resultante de este ensayo fue 0.68%, este valor demuestra que el agregado fino ensayado presenta contenidos mínimos de material arcilloso perjudicial, pudiendo dar por descartado que pudiesen existir contracciones en el concreto que produzcan su fisuración, ya que el valor máximo permisible según la norma AASHTO TP 57 es 8.00%.

Ensayo valor azul de metileno ASTM C 837. **Ver anexo 22.**

Para determinar los orígenes y composición del material, como último control se realizó el ensayo “Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto ASTM C 295” donde se determinó que de acuerdo a su abundancia litológica, se ha establecido como roca caliza grainstone, a la clasificación de la roca representativa del lote; aunque existen algunos muy pocos del tipo mudstone (caliza de grano fino, de textura matriz sostenida).

Los componentes mayoritarios son principalmente calcita, ya sea como componentes de los granos de caparazones de los fósiles incluidos en la roca o sea por la matriz fina que las engloba.

Por lo expuesto, la roca se considera no reactiva, para su uso como agregado.

Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto ASTM C 295. Ver anexo 23.

3.2.4. Canteras

Según los estudios básicos de canteras del proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”, se determina que para la elaboración de concreto hidráulico se utilizará agregados provenientes de la cantera Caliza 2, la cual se ubica a 10.2 km del inicio de la vía proyectada (Km 00 + 000).

La cantera Caliza 2 es un depósito de roca natural, sedimentarias calcáreas de color gris claro. Para la fase de explotación de la cantera, se recomienda efectuar el proceso de explotación mediante voladura controlada, dejando rampas de cuatro metros de anchura y siete metros de altura. Se debe considerar la ejecución de banquetas de estabilidad, contemplando un ancho mínimo de cuatro metros, por el cual transitarán las unidades de extracción de materiales. El análisis macroscópico efectuados, definen rocas sedimentarias petrográficamente definidas como calizas, de buena resistencia.

La evaluación del macizo rocoso, corresponde a una roca de buena a muy buena calidad, es decir tipo I y tipo II, consiguientemente, es apropiado su empleo como material de cantera.

De manera global en esta cantera la voladura controlada permitirá la obtención de bloques de hasta 20” de tamaño, adecuados para la chancadora primaria.

A continuación se muestra la Tabla 11 resumen de volúmenes de cantera Caliza 2 "Km 10 + 200".

Tabla 11. Volúmenes de la cantera Caliza 2 "Km 10 + 200".

Descripción	Volúmenes	Porcentajes
Volumen bruto (Vb)	301,360.80	100.00%
Volumen de desbroce	9,346.30	3.10%
Volumen neto (Vn)	292,014.50	96.90%
Volumen de over >20"	29,201.45	10.00%
Volumen utilizable (Vu)	262,813.05	87.21%

A continuación se muestra fotografías de la cantera Caliza 2 y la chancadora primaria. **Ver figura 06, 07, 08, 09.**



Figura 06. Roca natural, sedimentarias calcáreas de color gris claro, cantera Caliza 2.



Figura 07. Vista panorámica cantera Caliza 2.



Figura 08. Vista panorámica de chancadora primaria.



Figura 09. Vista proceso de chancado de bloques de hasta 20" de tamaño.

3.3. Población y muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2006) sostienen que el interés se centra en qué o quienes, es decir, en los sujetos, objetos, suceso o comunidades de estudio, lo cual depende del planteamiento de la investigación.

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. En realidad, pocas veces es posible medir a toda la población, por lo que obtenemos o seleccionamos una muestra y, desde luego, se pretende que este subconjunto sea un reflejo fiel del conjunto de la población.

Según los conceptos antes mencionados, en la presente investigación las unidades de análisis son los 60 muros de contención del proyecto “rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”, todos estos constituyen la población o universo de estudio para la investigación planteada.

Como anteriormente se ha indicado, el universo de estudio está integrado por la totalidad de los muros de contención del proyecto “rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas”, donde se aplica criterios muestrales de 23 muros de contención que se delimitarán a una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, verificando que se llegue a la resistencia de diseño en 7, 14 y 28 días de haber sido vaciada la estructura y así mismo sea durable.

Por lo tanto basados en los objetivos planteados, y el proceso constructivo, donde se sectorizaron los muros por paños para el vaciado de concreto hidráulico, se obtendrá un total de 1458 probetas de concreto para así evaluar diferentes calidades de concretos hidráulicos apoyados en la estadística y poder sustentar las hipótesis planteadas.

3.4. Diseño de mezcla de concreto hidráulico

En la presente tesis se muestra el diseño de concreto hidráulico para muros de contención $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para el diseño presentado, se utilizó cemento portland tipo I marca andino, agregado grueso y agregado fino provenientes de la cantera caliza 2, aditivo incorporador de aire Airmix 200, aditivo plastificante Euco WR 91 y fuentes de agua ubicados a lo largo de la carretera, cuyos controles de calidad fueron presentados en el ítem 3.2. Caracterización geotécnica de los agregados.

A continuación se presenta las Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14 de los diseños de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para muros de contención para los meses marzo, abril y setiembre del 2015, esto debido a requerimientos de producción.

Tabla 12. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² – Marzo 2015.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO							
OBRA : Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Dv. Imperial - Pampas							
TRAMO : Km 0+000 al 36+285							
CEMENTO : Andino Tipo 1							
AG. FINO : Arena Tamaño Max. 1/4"							
AG. GRUESO : Piedra Tamaño Max. 1"					ADITIVOS:		
CANTERA : KM 10+200					INCORP. DE AIRE- AIR MIX 200:		0.02%
LADO : IZQUIERDO					REDUCTOR DE AGUA - WR 91:		0.40%
CONCRETO:					$f'c=$ 210 Kg/cm²		MORTERO:
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO K/M 3	MODULO DE DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO K/M 3	PESO SECO COMPACTADO K/M 3	TAM AÑO M AXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	1500		1"
ARENA ZARAND.	2721	3.12	4.24	1.60	1524	1719	
AGREG. GRUESO	2697	0.00	1.20	2.08	1506	1637	
VALORES DE DISEÑO							
1) $f'cr$ Kg/cm ² :		295		6) RELACION DE A/C:		0.627	
2) ASENTAMIENTO:		3" a 4"		7) AGUA		200 LT.	
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:		3/4"		8) AIRE INCORPORADO		SI	
4) CON AIRE INCORPORADO		SI					
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:		0.481		<input type="button" value="Ingresar Agua"/> <input type="button" value="Interpoliar Rel A/C"/>			
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:				<input type="button" value="Porcentaje de Agregado"/>			
FACTOR CEMENTO:		319		kg/m3			
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:		787		kg/m3			
CANTIDAD DE AGREG. FINO ZARAND:		971		kg/m3			
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:		0.101		m3			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:		0.200		m3			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:		0.050		m3			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:		0.292		m3			
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :		0.643		m3			
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:		0.643		m3			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO ZARAND:		0.357		m3			
TOTAL:		1.000					
CANTIDAD DE MATERIALES				COEFICIENTE DE APORTE			
CEMENTO:		319		kg/m3		7.51	
AGUA:		200		lt/m3		47.9	
AGREGADO FINO ZARAND:		971		kg/m3		0.64	
AGREGADO GRUESO:		787		kg/m3		0.52	
INCORPORADOR DE AIRE:		0.064		kg/m3			
REDUCTOR DE AGUA		1.276		kg/m3			
CORRECCION POR HUMEDAD				CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS			
FINO ZARA. HUM:		1012		kg/m3		AGREGADO FINO ZARAND: 2.64 % 25.63 lt	
GRUESO HUM.:		797		kg/m3		AGREGADO GRUESO: -0.88 % -6.96 lt	
						VOLUMEN DE AGUA: % 18.67 lt	
						AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.: 181 lt/m3	
CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR METRO CUBICO				VOLUMEN APARENTE EN PIE3			
CEMENTO:		319		kg/m3		7.51	
RANGO DE AGUA:		181		lt/m3		24.16	
AGREG. FINO HUMEDO ZARAND:		1012		kg/m3		23.46	
AGREG. GRUESO HUMEDO:		797		kg/m3		18.69	
PROPORCION EN PESO				PROPORCION EN VOLUMEN PIE3			
Cemento :		1				Cemento : 1	
Agua :		0.568				Agua : 24.16	
Aren Zar :		3.2				Aren Zar : 3.13	
Grava :		2.5				Grava : 2.49	

Tabla 13. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² – Abril 2015.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO							
OBRA : Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Dv. Imperial - Pampas TRAMO : Km 0+000 al 36+285 CEMENTO : Andino Tipo 1 AG. FINO : Arena Tamaño Max. 1/4" AG. GRUESO : Piedra Tamaño Max. 1" CANTERA : KM 10+200 LADO : IZQUIERDO						ADITIVOS: INCORP. DE AIRE- AIR MIX 200: 0.02% REDUCTOR DE AGUA - WR 91: 0.40%	
CONCRETO:				$f'c=$	210	Kg/cm²	MORTERO:
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO K/M ³	MODULO DE DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO K/M ³	PESO SECO COMPACTADO K/M ³	TAMAÑO MAXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	1500		1"
ARENA ZARAND.	2714	3.13	4.33	1.60	1523	1718	
AGREG. GRUESO	2700	0.00	1.17	2.03	1508	1640	
VALORES DE DISEÑO							
1) $f'cr$ Kg/cm ² :			295		6) RELACION DE A/C:	0.627	
2) ASENTAMIENTO:			3" a 4"		7) AGUA	200	LT.
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:			3/4"		8) AIRE INCORPORADO	SI	
4) CON AIRE INCORPORADO			SI				
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:			0.481				
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO: <div style="float: right; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="Ingresar Agua"/> <input type="button" value="Interpolar Rel A/C"/> </div>							
Porcentaje de Agregado							
FACTOR CEMENTO:			319	kg/m ³			
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:			788	kg/m ³			
CANTIDAD DE AGREG. FINO ZARAND:			968	kg/m ³			
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:			0.101	m ³			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:			0.200	m ³			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:			0.050	m ³	PASTA:	0.3513	m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:			0.292	m ³	MORTERO:	0.7081	m ³
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :			0.643	m ³			
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:			0.643	m ³			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO ZARAND:			0.357	m ³			
TOTAL:			1.000				
CANTIDAD DE MATERIALES				COEFICIENTE DE APORTE			
CEMENTO:	319	kg/m ³			7.51	bol/m ^{3c}	
AGUA:	200	lt/m ³			47.7	gl/m ^{3c}	
AGREGADO FINO ZARAND:	968	kg/m ³			0.64	m ^{3a} /m ^{3c}	
AGREGADO GRUESO:	788	kg/m ³			0.52	m ^{3p} /m ^{3c}	
INCORPORADOR DE AIRE:	0.064	kg/m ³					
REDUCTOR DE AGUA	1.276	kg/m ³					
CORRECCION POR HUMEDAD				CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS			
FINO ZARA. HUM:	1010	kg/m ³		AGREGADO FINO ZARAND:	2.73	%	26.41
GRUESO HUM.:	797	kg/m ³		AGREGADO GRUESO:	-0.86	%	-6.79
				VOLUMEN DE AGUA:		%	19.61
				AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:			180
CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR METRO CUBICO				VOLUMEN APARENTE EN PIE3			
CEMENTO:	319	kg/m ³		7.51			
RANGO DE AGUA:	180	lt/m ³		24.03			
AGREG. FINO HUMEDO ZARAN:	1010	kg/m ³		23.42			
AGREG. GRUESO HUMEDO:	797	kg/m ³		18.70			
PROPORCION EN PESO				PROPORCION EN VOLUMEN PIE3			
Cemento :	1			Cemento :	1		
Agua :	0.566			Agua :	24.03		
Aren Zar :	3.2			Aren Zar :	3.12		
Grava :	2.5			Grava :	2.49		

Tabla 14. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² – Setiembre 2015.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO							
OBRA	: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Dv. Imperial - Pampas						
TRAMO	: Km 0+000 al 36+285						
CEMENTO	: Andino Tipo 1						
AG. FINO	: Arena Tamaño Max. 1/4"						
AG. GRUESO	: Piedra Tamaño Max, 1"					ADITIVOS:	
CANTERA	: KM 10+200					INCORP. DE AIRE- AIR MIX 200:	0.02%
LADO	: IZQUIERDO					REDUCTOR DE AGUA - WR 91:	0.40%
CONCRETO:				$f'c=$ 210 Kg/cm ²		MORTERO:	
CARACTERIST.	PESO ESPECIFICO K/M3	MODULO DE DE FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO K/M3	PESO SECO COMPACTADO K/M3	TAMANO MAXIMO
CEMENTO	3150	--	--	--	1500		1"
ARENA ZARAND.	2769	3.13	4.49	1.56	1597	1769	
AGREG. GRUESO	2697	0.00	1.26	2.28	1532	1653	
VALORES DE DISEÑO							
1) $f'cr$ Kg/cm ² :	295			6) RELACION DE A/C:	0.627		
2) ASENTAMIENTO:	3" a 4"			7) AGUA	200 LT.		
3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	3/4"			8) AIRE INCORPORADO	SI		
4) CON AIRE INCORPORADO	SI			<input type="button" value="Ingresar Agua"/> <input type="button" value="Interpoliar Rel A/C"/>			
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:	0.476			<input type="button" value="Porcentaje de Agregado"/>			
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:							
FACTOR CEMENTO:	319 kg/m3						
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	787 kg/m3						
CANTIDAD DE AGREG. FINO ZARAND:	988 kg/m3						
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.101 m3						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.200 m3						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.050 m3			PASTA:			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.292 m3			MORTERO:			
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :	0.643 m3			0.3513 m3			
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.643 m3			0.7081 m3			
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO ZARAND:	0.357 m3						
TOTAL:	1.000						
CANTIDAD DE MATERIALES				COEFICIENTE DE APORTE			
CEMENTO:	319	kg/m3			7.51	bol/m3c	
AGUA:	200	lt/m3			47.3	gln/m3c	
AGREGADO FINO ZARAND:	988	kg/m3			0.62	m3a/m3c	
AGREGADO GRUESO:	787	kg/m3			0.51	m3p/m3c	
INCORPORADOR DE AIRE:	0.064	kg/m3					
REDUCTOR DE AGUA	1.276	kg/m3					
CORRECCION POR HUMEDAD				CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS			
FINO ZARA. HUM:	1032	kg/m3			AGREGADO FINO ZARAND:	2.93	%
GRUESO HUM.:	797	kg/m3			AGREGADO GRUESO:	-1.02	%
				VOLUMEN DE AGUA:			
				AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:			
				28.95 lt			
				-8.03 lt			
				20.92 lt			
				179 lt/m3			
CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR METRO CUBICO				VOLUMEN APARENTE EN PIE3			
CEMENTO:	319	kg/m3			7.51	✓	
RANGO DE AGUA:	179	lt/m3			23.86	✓	
AGREG. FINO HUMEDO ZARAND:	1032	kg/m3			23.93	✓	
AGREG. GRUESO HUMEDO:	797	kg/m3			18.69	✓	
PROPORCION EN PESO				PROPORCION EN VOLUMEN PIE3			
Cemento :	1			Cemento :	1		
Agua :	0.561			Agua :	23.86		
Aren Zar :	3.2			Aren Zar :	3.19		
Grava :	2.5			Grava :	2.49		

3.4.1. Propiedades fundamentales

Para obtener concreto hidráulico de calidad se debe seguir los procedimientos adecuados en la elaboración del mismo, para lograr así las propiedades requeridas de un concreto hidráulico en estado no endurecido y endurecido.

A continuación se muestran de la figura 10 a la figura 13 las principales propiedades del concreto hidráulico no endurecido.



Figura 10. Mezclado de agregado fino para ensayos.



Figura 11. Concreto hidráulico en obra antes de vaciado.



Figura 12. Concreto hidráulico en obra para ensayo de slump.



Figura 13. Concreto hidráulico en obra para verificación de consistencia.

De las figuras mostradas anteriormente, se aprecian que se cumple con las propiedades de trabajabilidad, consistencia y fluidez, logrando el slump requerido por las especificaciones de la obra, evitando así la segregación y exudación del concreto hidráulico.

A continuación se muestran de la figura 14 a la figura 17 las principales propiedades del concreto hidráulico endurecido.



Figura 14. Limpieza y aplicación de desmoldante en moldes.



Figura 15. Llenado de moldes para ensayo de compresión no confinada.



Figura 16. Llenado de moldes para ensayo de compresión no confinada.



Figura 17. Ensayo de compresión no confinada.

De las figuras mostradas anteriormente, se aprecian que se realizan trabajos para la verificación de resistencia para roturas a los 7, 14 y 28 días, mediante el ensayo de compresión no confinada, la cual indica que el concreto hidráulico cumple con el parámetro de resistencia, satisfaciendo los requerimientos mínimos de la norma EG-2000.

3.5. Parámetros de calidad del concreto hidráulico

3.5.1. Resistencia a la compresión del concreto hidráulico

Para comprobar la resistencia requerida del concreto hidráulico con el uso de agregado fino marginal, a continuación se muestran las Tablas 15 hasta la Tabla 25b de los ensayos a compresión no confinada que se obtuvieron para el diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² para muros de contención, éstos son superiores al 100% de la resistencia de diseño a los 28 días, pudiendo con estos resultados asegurar que los finos presentes no son perjudiciales y que la resistencia del concreto no está viéndose afectada ni por el exceso de finos que contiene la arena.

Tabla 15. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Abril 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 17	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/04/2015	25/04/2015	7	5.0	180.0	43400	33510	186.2	88.7	88.2	70.0
	2	210				18/04/2015	25/04/2015	7	5.0	181.4	45000	33608	185.3	88.2		70.0
	3	210				18/04/2015	25/04/2015	7	5.0	180.9	44000	33310	184.1	87.7		70.0
2	10	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 15 Y 20	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/04/2015	27/04/2015	7	4.5	181.5	43400	32217	177.5	84.5	89.8	70.0
	11	210				20/04/2015	27/04/2015	7	4.5	182.0	45000	37201	204.4	97.3		70.0
	12	210				20/04/2015	27/04/2015	7	4.5	180.0	44000	33104	183.9	87.6		70.0
3	19	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 18	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/04/2015	28/04/2015	7	4.5	181.5	43400	36316	200.1	95.3	93.2	70.0
	20	210				21/04/2015	28/04/2015	7	4.5	181.5	45000	31800	175.2	83.4		70.0
	21	210				21/04/2015	28/04/2015	7	4.5	180.0	44000	38151	212.0	100.9		70.0
4	28	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/04/2015	29/04/2015	7	5.0	181.7	43400	36316	199.9	95.2	93.1	70.0
	29	210				22/04/2015	29/04/2015	7	5.0	180.4	45000	31800	176.3	83.9		70.0
	30	210				22/04/2015	29/04/2015	7	5.0	181.6	44000	38151	210.1	100.0		70.0
5	37	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 20	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/04/2015	30/04/2015	7	4.5	180.7	43400	33842	187.3	89.2	87.8	70.0
	38	210				23/04/2015	30/04/2015	7	4.5	181.1	45000	32664	180.4	85.9		70.0
	39	210				23/04/2015	30/04/2015	7	4.5	180.1	44000	33425	185.6	88.4		70.0
6	46	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/04/2015	01/05/2015	7	4.5	181.9	43400	33698	185.3	88.2	89.3	70.0
	47	210				24/04/2015	01/05/2015	7	4.5	182.0	45000	34610	190.2	90.6		70.0
	48	210				24/04/2015	01/05/2015	7	4.5	181.4	44000	33999	187.4	89.3		70.0
7	55	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 19	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/04/2015	02/05/2015	7	4.0	182.2	43400	33698	185.0	88.1	89.3	70.0
	56	210				25/04/2015	02/05/2015	7	4.0	181.0	45000	34610	191.2	91.1		70.0
	57	210				25/04/2015	02/05/2015	7	4.0	182.4	44000	33999	186.4	88.8		70.0
8	64	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/04/2015	02/05/2015	7	4.5	182.2	43400	33698	185.0	88.1	89.3	70.0
	65	210				25/04/2015	02/05/2015	7	4.5	181.0	45000	34610	191.2	91.1		70.0
	66	210				25/04/2015	02/05/2015	7	4.5	182.4	44000	33999	186.4	88.8		70.0
9	73	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 14 Y 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	180.4	43400	33798	187.4	89.2	89.1	70.0
	74	210				27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	180.0	45000	33510	186.2	88.7		70.0
	75	210				27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	181.3	44000	34081	188.0	89.5		70.0
10	82	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 28	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	180.4	43400	33798	187.4	89.2	89.1	70.0
	83	210				27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	180.0	45000	33510	186.2	88.7		70.0
	84	210				27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	181.3	44000	34081	188.0	89.5		70.0
11	91	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	180.4	43400	33798	187.4	89.2	89.1	70.0
	92	210				27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	180.0	45000	33510	186.2	88.7		70.0
	93	210				27/04/2015	04/05/2015	7	4.5	181.3	44000	34081	188.0	89.5		70.0
12	100	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	182.1	43400	33682	185.0	88.1	89.4	70.0
	101	210				28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	181.4	45000	34008	187.5	89.3		70.0
	102	210				28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	180.7	44000	34436	190.6	90.7		70.0
13	109	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 22	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	182.1	43400	33682	185.0	88.1	89.4	70.0
	110	210				28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	181.4	45000	34008	187.5	89.3		70.0
	111	210				28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	180.7	44000	34436	190.6	90.7		70.0
14	118	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATAS DE MURO PAÑOS N° 25 Y 30	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	182.1	43400	33682	185.0	88.1	89.4	70.0
	119	210				28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	181.4	45000	34008	187.5	89.3		70.0
	120	210				28/04/2015	05/05/2015	7	4.0	180.7	44000	34436	190.6	90.7		70.0
15	127	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	181.4	43400	33682	185.7	88.4	89.3	70.0
	128	210				29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	182.3	45000	34008	186.5	88.8		70.0
	129	210				29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	180.7	44000	34436	190.6	90.7		70.0
16	136	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	181.4	43400	33682	185.7	88.4	89.3	70.0
	137	210				29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	182.3	45000	34008	186.5	88.8		70.0
	138	210				29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	180.7	44000	34436	190.6	90.7		70.0
17	145	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 27 Y 32	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	181.4	43400	33682	185.7	88.4	89.3	70.0
	146	210				29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	182.3	45000	34008	186.5	88.8		70.0
	147	210				29/04/2015	06/05/2015	7	4.5	180.7	44000	34436	190.6	90.7		70.0
18	154	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 26 Y 28	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	179.9	43400	33244	184.8	88.0	87.7	70.0
	155	210				30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	180.9	45000	33401	184.6	87.9		70.0
	156	210				30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	181.0	44000	33109	182.9	87.1		70.0
19	163	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 5, 7 Y 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	179.9	43400	33244	184.8	88.0	87.7	70.0
	164	210				30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	180.9	45000	33401	184.6	87.9		70.0
	165	210				30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	181.0	44000	33109	182.9	87.1		70.0
20	172	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	179.9	43400	33244	184.8	88.0	87.7	70.0
	173	210				30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	180.9	45000	33401	184.6	87.9		70.0
	174	210				30/04/2015	07/05/2015	7	4.5	181.0	44000	33109	182.9	87.1		70.0

Tabla 16. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Abril 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c = (kg/cm²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	4	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 17	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/04/2015	02/05/2015	14	5.0	181.6	43400	38625	212.7	101.3	100.1	90.0
	5	210				18/04/2015	02/05/2015	14	5.0	182.4	45000	38102	208.9	99.5		90.0
	6	210				18/04/2015	02/05/2015	14	5.0	181.9	44000	37979	208.8	99.4		90.0
2	13	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 15 Y 20	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/04/2015	04/05/2015	14	4.5	181.5	43400	37757	208.0	99.1	98.3	90.0
	14	210				20/04/2015	04/05/2015	14	4.5	182.2	45000	36999	203.1	96.7		90.0
	15	210				20/04/2015	04/05/2015	14	4.5	182.5	44000	37965	208.0	99.1		90.0
3	22	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 18	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/04/2015	05/05/2015	14	4.5	180.4	43400	37844	209.8	99.9	98.4	90.0
	23	210				21/04/2015	05/05/2015	14	4.5	181.0	45000	36892	203.8	97.1		90.0
	24	210				21/04/2015	05/05/2015	14	4.5	182.4	44000	37662	206.5	98.3		90.0
4	31	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/04/2015	06/05/2015	14	5.0	181.3	43400	37844	208.7	99.4	98.7	90.0
	32	210				22/04/2015	06/05/2015	14	5.0	180.8	45000	36892	204.0	97.2		90.0
	33	210				22/04/2015	06/05/2015	14	5.0	180.3	44000	37662	208.9	99.5		90.0
5	40	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 20	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/04/2015	07/05/2015	14	4.5	180.6	43400	37426	207.2	98.7	98.1	90.0
	41	210				23/04/2015	07/05/2015	14	4.5	181.2	45000	37542	207.2	98.7		90.0
	42	210				23/04/2015	07/05/2015	14	4.5	181.8	44000	36982	203.4	96.9		90.0
6	49	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/04/2015	08/05/2015	14	4.5	182.0	43400	36989	203.2	96.8	97.8	90.0
	50	210				24/04/2015	08/05/2015	14	4.5	180.4	45000	37142	205.9	98.0		90.0
	51	210				24/04/2015	08/05/2015	14	4.5	180.9	44000	37410	206.8	98.5		90.0
7	58	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 19	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/04/2015	09/05/2015	14	4.0	181.2	43400	36989	204.1	97.2	97.4	90.0
	59	210				25/04/2015	09/05/2015	14	4.0	182.0	45000	37142	204.1	97.2		90.0
	60	210				25/04/2015	09/05/2015	14	4.0	181.9	44000	37410	205.7	97.9		90.0
8	67	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/04/2015	09/05/2015	14	4.5	181.2	43400	36989	204.1	97.2	97.4	90.0
	68	210				25/04/2015	09/05/2015	14	4.5	182.0	45000	37142	204.1	97.2		90.0
	69	210				25/04/2015	09/05/2015	14	4.5	181.9	44000	37410	205.7	97.9		90.0
9	76	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 14 Y 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	181.4	43400	37468	206.5	98.4	97.6	90.0
	77	210				27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	180.3	45000	37292	206.8	98.5		90.0
	78	210				27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	180.9	44000	36417	201.3	95.9		90.0
10	85	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 28	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	181.4	43400	37468	206.5	98.4	97.6	90.0
	86	210				27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	180.3	45000	37292	206.8	98.5		90.0
	87	210				27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	180.9	44000	36417	201.3	95.9		90.0
11	94	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	181.4	43400	37468	206.5	98.4	97.6	90.0
	95	210				27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	180.3	45000	37292	206.8	98.5		90.0
	96	210				27/04/2015	11/05/2015	14	4.5	180.9	44000	36417	201.3	95.9		90.0
12	103	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	181.5	43400	36701	202.2	96.3	98.1	90.0
	104	210				28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	182.0	45000	38023	208.9	99.5		90.0
	105	210				28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	180.0	44000	37215	206.8	98.5		90.0
13	112	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 22	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	181.5	43400	36701	202.2	96.3	98.1	90.0
	113	210				28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	182.0	45000	38023	208.9	99.5		90.0
	114	210				28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	180.0	44000	37215	206.8	98.5		90.0
14	121	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATAS DE MURO PAÑOS N° 25 Y 30	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	181.5	43400	36701	202.2	96.3	98.1	90.0
	122	210				28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	182.0	45000	38023	208.9	99.5		90.0
	123	210				28/04/2015	12/05/2015	14	4.0	180.0	44000	37215	206.8	98.5		90.0
15	130	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	179.8	43400	36701	204.1	97.2	98.5	90.0
	131	210				29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	180.7	45000	38023	210.4	100.2		90.0
	132	210				29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	180.5	44000	37215	206.2	98.2		90.0
16	139	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	179.8	43400	36701	204.1	97.2	98.5	90.0
	140	210				29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	180.7	45000	38023	210.4	100.2		90.0
	141	210				29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	180.5	44000	37215	206.2	98.2		90.0
17	148	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 27 Y 32	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	179.8	43400	36701	204.1	97.2	98.5	90.0
	149	210				29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	180.7	45000	38023	210.4	100.2		90.0
	150	210				29/04/2015	13/05/2015	14	4.5	180.5	44000	37215	206.2	98.2		90.0
18	157	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 26 Y 28	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	179.9	43400	36988	205.6	97.9	97.5	90.0
	158	210				30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	180.6	45000	36817	203.9	97.1		90.0
	159	210				30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	181.3	44000	37161	205.0	97.6		90.0
19	166	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 5, 7 Y 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	179.9	43400	36988	205.6	97.9	97.5	90.0
	167	210				30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	180.6	45000	36817	203.9	97.1		90.0
	168	210				30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	181.3	44000	37161	205.0	97.6		90.0
20	175	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	179.9	43400	36988	205.6	97.9	97.5	90.0
	176	210				30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	180.6	45000	36817	203.9	97.1		90.0
	177	210				30/04/2015	14/05/2015	14	4.5	181.3	44000	37161	205.0	97.6		90.0

Tabla 17. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Abril 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		% REQUERIDO REFERENCIAL	
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)		
1	7	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 17	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/04/2015	16/05/2015	28	5.0	180.1	43400	47217	262.2	124.8	124.7	100.0
	8	210				18/04/2015	16/05/2015	28	5.0	181.7	45000	47381	260.8	124.2		100.0
	9	210				18/04/2015	16/05/2015	28	5.0	180.9	44000	47486	262.5	125.0		100.0
2	16	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 15 Y 20	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/04/2015	18/05/2015	28	4.5	181.0	43400	47468	262.3	124.9	124.4	100.0
	17	210				20/04/2015	18/05/2015	28	4.5	182.0	45000	47382	260.3	124.0		100.0
	18	210				20/04/2015	18/05/2015	28	4.5	181.7	44000	47500	261.4	124.5		100.0
3	25	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 18	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/04/2015	19/05/2015	28	4.5	181.4	43400	47824	263.6	125.5	125.4	100.0
	26	210				21/04/2015	19/05/2015	28	4.5	182.0	45000	48006	263.8	125.6		100.0
	27	210				21/04/2015	19/05/2015	28	4.5	181.7	44000	47675	262.4	124.9		100.0
4	34	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/04/2015	20/05/2015	28	5.0	182.0	43400	47824	262.8	125.1	125.4	100.0
	35	210				22/04/2015	20/05/2015	28	5.0	181.5	45000	48006	264.5	126.0		100.0
	36	210				22/04/2015	20/05/2015	28	5.0	181.5	44000	47675	262.7	125.1		100.0
5	43	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 20	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/04/2015	21/05/2015	28	4.5	180.8	43400	48628	269.0	128.1	125.6	100.0
	44	210				23/04/2015	21/05/2015	28	4.5	182.1	45000	46971	257.9	122.8		100.0
	45	210				23/04/2015	21/05/2015	28	4.5	181.9	44000	48064	264.2	125.8		100.0
6	52	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/04/2015	22/05/2015	28	4.5	182.0	43400	47520	261.1	124.3	125.2	100.0
	53	210				24/04/2015	22/05/2015	28	4.5	181.7	45000	48000	264.2	125.8		100.0
	54	210				24/04/2015	22/05/2015	28	4.5	182.2	44000	47968	263.3	125.4		100.0
7	61	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 19	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/04/2015	23/05/2015	28	4.0	180.6	43400	46220	255.9	121.9	122.9	100.0
	62	210				25/04/2015	23/05/2015	28	4.0	181.7	45000	47500	261.4	124.5		100.0
	63	210				25/04/2015	23/05/2015	28	4.0	182.1	44000	46800	257.0	122.4		100.0
8	70	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/04/2015	23/05/2015	28	4.5	180.6	43400	46220	255.9	121.9	122.9	100.0
	71	210				25/04/2015	23/05/2015	28	4.5	181.7	45000	47500	261.4	124.5		100.0
	72	210				25/04/2015	23/05/2015	28	4.5	182.1	44000	46800	257.0	122.4		100.0
9	79	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 14 Y 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	181.8	43400	46820	257.5	122.6	123.0	100.0
	80	210				27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	182.4	45000	47250	259.0	123.4		100.0
	81	210				27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	181.7	44000	46950	258.4	123.0		100.0
10	88	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 28	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	181.8	43400	46820	257.5	122.6	123.0	100.0
	89	210				27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	182.4	45000	47250	259.0	123.4		100.0
	90	210				27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	181.7	44000	46950	258.4	123.0		100.0
11	97	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	181.8	43400	46820	257.5	122.6	123.0	100.0
	98	210				27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	182.4	45000	47250	259.0	123.4		100.0
	99	210				27/04/2015	25/05/2015	28	4.5	181.7	44000	46950	258.4	123.0		100.0
12	106	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	181.5	43400	50003	275.5	131.2	127.0	100.0
	107	210				28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	180.0	45000	46904	260.6	124.1		100.0
	108	210				28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	182.0	44000	48096	264.3	125.8		100.0
13	115	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 22	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	181.5	43400	50003	275.5	131.2	127.0	100.0
	116	210				28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	180.0	45000	46904	260.6	124.1		100.0
	117	210				28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	182.0	44000	48096	264.3	125.8		100.0
14	124	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATAS DE MURO PAÑOS N° 25 Y 30	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	181.5	43400	50003	275.5	131.2	127.0	100.0
	125	210				28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	180.0	45000	46904	260.6	124.1		100.0
	126	210				28/04/2015	26/05/2015	28	4.0	182.0	44000	48096	264.3	125.8		100.0
15	133	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	181.5	43400	47036	259.2	123.4	124.2	100.0
	134	210				29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	181.5	45000	48007	264.5	126.0		100.0
	135	210				29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	182.0	44000	47102	258.8	123.2		100.0
16	142	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	181.5	43400	47036	259.2	123.4	124.2	100.0
	143	210				29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	181.5	45000	48007	264.5	126.0		100.0
	144	210				29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	182.0	44000	47102	258.8	123.2		100.0
17	151	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 27 Y 32	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	181.5	43400	47036	259.2	123.4	124.2	100.0
	152	210				29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	181.5	45000	48007	264.5	126.0		100.0
	153	210				29/04/2015	27/05/2015	28	4.5	182.0	44000	47102	258.8	123.2		100.0
18	160	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 26 Y 28	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	181.5	43400	48093	265.0	126.2	127.3	100.0
	161	210				30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	180.0	45000	47994	266.6	127.0		100.0
	162	210				30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	181.5	44000	49087	270.5	128.8		100.0
19	169	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 5, 7 Y 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	181.5	43400	48093	265.0	126.2	127.3	100.0
	170	210				30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	180.0	45000	47994	266.6	127.0		100.0
	171	210				30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	181.5	44000	49087	270.5	128.8		100.0
20	178	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	181.5	43400	48093	265.0	126.2	127.3	100.0
	179	210				30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	180.0	45000	47994	266.6	127.0		100.0
	180	210				30/04/2015	28/05/2015	28	4.5	181.5	44000	49087	270.5	128.8		100.0

Tabla 18a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Mayo 2015.

PROYECTO:

"REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f' _c = (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO				ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)	EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)		Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
21	181	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	181.6	43400	33901	186.7	88.9	88.5	70.0
	182	210				01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	182.0	45000	34000	186.8	89.0		70.0
	183	210				01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	182.5	44000	33569	183.9	87.6		70.0
22	190	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	181.6	43400	33901	186.7	88.9	88.5	70.0
	191	210				01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	182.0	45000	34000	186.8	89.0		70.0
	192	210				01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	182.5	44000	33569	183.9	87.6		70.0
23	199	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 21	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	181.6	43400	33901	186.7	88.9	88.5	70.0
	200	210				01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	182.0	45000	34000	186.8	89.0		70.0
	201	210				01/05/2015	08/05/2015	7	4.5	182.5	44000	33569	183.9	87.6		70.0
24	208	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 23	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/05/2015	11/05/2015	7	5.0	180.6	43400	33468	185.3	88.2	88.5	70.0
	209	210				04/05/2015	11/05/2015	7	5.0	181.4	45000	33729	185.9	88.5		70.0
	210	210				04/05/2015	11/05/2015	7	5.0	180.2	44000	33617	186.6	88.8		70.0
25	217	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 6 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/05/2015	11/05/2015	7	5.0	180.6	43400	33468	185.3	88.2	88.5	70.0
	218	210				04/05/2015	11/05/2015	7	5.0	181.4	45000	33729	185.9	88.5		70.0
	219	210				04/05/2015	11/05/2015	7	5.0	180.2	44000	33617	186.6	88.8		70.0
26	226	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 25 Y 27	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	181.5	43400	32917	181.4	86.4	86.4	70.0
	227	210				05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	180.2	45000	31996	177.6	84.6		70.0
	228	210				05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	182.0	44000	33711	185.2	88.2		70.0
27	235	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	181.5	43400	32917	181.4	86.4	86.4	70.0
	236	210				05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	180.2	45000	31996	177.6	84.6		70.0
	237	210				05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	182.0	44000	33711	185.2	88.2		70.0
28	244	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	181.5	43400	32917	181.4	86.4	86.4	70.0
	245	210				05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	180.2	45000	31996	177.6	84.6		70.0
	246	210				05/05/2015	12/05/2015	7	4.5	182.0	44000	33711	185.2	88.2		70.0
29	253	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	181.7	43400	33181	182.6	87.0	87.2	70.0
	254	210				06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33268	184.2	87.7		70.0
	255	210				06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	182.0	44000	33201	182.4	86.9		70.0
30	262	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	181.7	43400	33181	182.6	87.0	87.2	70.0
	263	210				06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33268	184.2	87.7		70.0
	264	210				06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	182.0	44000	33201	182.4	86.9		70.0
31	271	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 32	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	181.7	43400	33181	182.6	87.0	87.2	70.0
	272	210				06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33268	184.2	87.7		70.0
	273	210				06/05/2015	13/05/2015	7	4.0	182.0	44000	33201	182.4	86.9		70.0
32	280	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/05/2015	14/05/2015	7	3.8	180.6	43400	33161	183.6	87.4	87.5	70.0
	281	210				07/05/2015	14/05/2015	7	3.8	181.4	45000	33095	182.4	86.9		70.0
	282	210				07/05/2015	14/05/2015	7	3.8	181.2	44000	33506	184.9	88.1		70.0
33	289	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 30 Y 36	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/05/2015	14/05/2015	7	3.8	180.6	43400	33161	183.6	87.4	87.5	70.0
	290	210				07/05/2015	14/05/2015	7	3.8	181.4	45000	33095	182.4	86.9		70.0
	291	210				07/05/2015	14/05/2015	7	3.8	181.2	44000	33506	184.9	88.1		70.0
34	298	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	179.8	43400	32482	180.7	86.0	86.6	70.0
	299	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33017	182.8	87.1		70.0
	300	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.3	44000	32876	182.3	86.8		70.0
35	307	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 1 Y 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	179.8	43400	32482	180.7	86.0	86.6	70.0
	308	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33017	182.8	87.1		70.0
	309	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.3	44000	32876	182.3	86.8		70.0
36	316	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑOS N° 8 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	179.8	43400	32482	180.7	86.0	86.6	70.0
	317	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33017	182.8	87.1		70.0
	318	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.3	44000	32876	182.3	86.8		70.0
37	325	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 29 Y 34	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	179.8	43400	32482	180.7	86.0	86.6	70.0
	326	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.6	45000	33017	182.8	87.1		70.0
	327	210				08/05/2015	15/05/2015	7	4.0	180.3	44000	32876	182.3	86.8		70.0
38	334	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 33	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	181.4	43400	32185	177.4	84.5	84.5	70.0
	335	210				09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	180.6	45000	32244	178.5	85.0		70.0
	336	210				09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	181.7	44000	32101	176.7	84.1		70.0
39	343	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑOS N° 6 Y 11	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	181.4	43400	32185	177.4	84.5	84.5	70.0
	344	210				09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	180.6	45000	32244	178.5	85.0		70.0
	345	210				09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	181.7	44000	32101	176.7	84.1		70.0
40	352	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 2,5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	181.4	43400	32185	177.4	84.5	84.5	70.0
	353	210				09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	180.6	45000	32244	178.5	85.0		70.0
	354	210				09/05/2015	16/05/2015	7	3.5	181.7	44000	32101	176.7	84.1		70.0

Tabla 18b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _{cc} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
41	361	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 35	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	180.5	43400	32268	178.8	85.1	85.1	70.0
	362	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32482	179.1	85.3		70.0
	363	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.3	44000	32335	178.4	84.9		70.0
42	370	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	180.5	43400	32268	178.8	85.1	85.1	70.0
	371	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32482	179.1	85.3		70.0
	372	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.3	44000	32335	178.4	84.9		70.0
43	379	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	180.5	43400	32268	178.8	85.1	85.1	70.0
	380	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32482	179.1	85.3		70.0
	381	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.3	44000	32335	178.4	84.9		70.0
44	388	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	180.5	43400	32268	178.8	85.1	85.1	70.0
	389	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32482	179.1	85.3		70.0
	390	210				11/05/2015	18/05/2015	7	4.0	181.3	44000	32335	178.4	84.9		70.0
45	397	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	181.6	43400	32728	180.2	85.8	86.2	70.0
	398	210				12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	182.2	45000	33008	181.2	86.3		70.0
	399	210				12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	181.4	44000	32965	181.7	86.5		70.0
46	406	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	181.6	43400	32728	180.2	85.8	86.2	70.0
	407	210				12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	182.2	45000	33008	181.2	86.3		70.0
	408	210				12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	181.4	44000	32965	181.7	86.5		70.0
47	415	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 31	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	181.6	43400	32728	180.2	85.8	86.2	70.0
	416	210				12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	182.2	45000	33008	181.2	86.3		70.0
	417	210				12/05/2015	19/05/2015	7	3.8	181.4	44000	32965	181.7	86.5		70.0
48	424	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 3 y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	181.5	43400	32897	181.3	86.3	87.8	70.0
	425	210				13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	182.0	45000	34067	182.2	89.1		70.0
	426	210				13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	180.0	44000	33217	184.5	87.9		70.0
49	433	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	181.5	43400	32897	181.3	86.3	87.8	70.0
	434	210				13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	182.0	45000	34067	182.2	89.1		70.0
	435	210				13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	180.0	44000	33217	184.5	87.9		70.0
50	442	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	181.5	43400	32897	181.3	86.3	87.8	70.0
	443	210				13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	182.0	45000	34067	182.2	89.1		70.0
	444	210				13/05/2015	20/05/2015	7	3.5	180.0	44000	33217	184.5	87.9		70.0
51	451	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	14/05/2015	21/05/2015	7	3.5	181.6	43400	31969	176.0	83.8	84.5	70.0
	452	210				14/05/2015	21/05/2015	7	3.5	181.4	45000	32748	180.5	86.0		70.0
	453	210				14/05/2015	21/05/2015	7	3.5	182.2	44000	32080	176.1	83.8		70.0
52	460	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	14/05/2015	21/05/2015	7	3.5	181.6	43400	31969	176.0	83.8	84.5	70.0
	461	210				14/05/2015	21/05/2015	7	3.5	181.4	45000	32748	180.5	86.0		70.0
	462	210				14/05/2015	21/05/2015	7	3.5	182.2	44000	32080	176.1	83.8		70.0
53	469	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	182.2	43400	30969	170.0	80.9	83.8	70.0
	470	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32510	179.2	85.3		70.0
	471	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	180.0	44000	32121	178.5	85.0		70.0
54	739	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	182.2	43400	30969	170.0	80.9	83.8	70.0
	740	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32510	179.2	85.3		70.0
	741	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	180.0	44000	32121	178.5	85.0		70.0
55	748	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	182.2	43400	30969	170.0	80.9	83.8	70.0
	749	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32510	179.2	85.3		70.0
	750	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	180.0	44000	32121	178.5	85.0		70.0
56	757	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 10,11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	182.2	43400	30969	170.0	80.9	83.8	70.0
	758	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	181.4	45000	32510	179.2	85.3		70.0
	759	210				15/05/2015	22/05/2015	7	4.0	180.0	44000	32121	178.5	85.0		70.0
57	766	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 9 Y 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	181.8	43400	31770	174.8	83.2	83.1	70.0
	767	210				16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	180.9	45000	30980	171.3	81.5		70.0
	768	210				16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	180.7	44000	32040	177.3	84.4		70.0
58	775	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	181.8	43400	31770	174.8	83.2	83.1	70.0
	776	210				16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	180.9	45000	30980	171.3	81.5		70.0
	777	210				16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	180.7	44000	32040	177.3	84.4		70.0
59	784	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	181.8	43400	31770	174.8	83.2	83.1	70.0
	785	210				16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	180.9	45000	30980	171.3	81.5		70.0
	786	210				16/05/2015	23/05/2015	7	4.0	180.7	44000	32040	177.3	84.4		70.0
60	793	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/05/2015	24/05/2015	7	3.5	180.6	43400	32120	177.9	84.7	83.8	70.0
	794	210				17/05/2015	24/05/2015	7	3.5	181.4	45000	31900	175.9	83.7		70.0
	795	210				17/05/2015	24/05/2015	7	3.5	182.0	44000	31745	174.4	83.1		70.0

Tabla 18c. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f_{cm} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO				ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (dia)	ROTURA (dia)	EDAD (dias)	SLUMP (Pulg.)		Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
61	802	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/05/2015	25/05/2015	7	3.5	182.2	43400	32060	176.0	83.8	84.1	70.0
	18/05/2015	25/05/2015				7	3.5	180.0	45000	31790	176.6	84.1	70.0			
	18/05/2015	25/05/2015				7	3.5	181.6	44000	32150	177.0	84.3	70.0			
62	811	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/05/2015	25/05/2015	7	3.5	182.2	43400	32060	176.0	83.8	84.1	70.0
	18/05/2015	25/05/2015				7	3.5	180.0	45000	31790	176.6	84.1	70.0			
	18/05/2015	25/05/2015				7	3.5	181.6	44000	32150	177.0	84.3	70.0			
63	820	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	26/05/2015	7	4.0	181.5	43400	32716	180.3	85.8	87.4	70.0
	19/05/2015	26/05/2015				7	4.0	182.0	45000	33046	181.6	86.5	70.0			
	19/05/2015	26/05/2015				7	4.0	180.0	44000	34002	188.9	90.0	70.0			
64	829	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 7 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	26/05/2015	7	4.0	181.5	43400	32716	180.3	85.8	87.4	70.0
	19/05/2015	26/05/2015				7	4.0	182.0	45000	33046	181.6	86.5	70.0			
	19/05/2015	26/05/2015				7	4.0	180.0	44000	34002	188.9	90.0	70.0			
65	838	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	26/05/2015	7	4.0	181.5	43400	32716	180.3	85.8	87.4	70.0
	19/05/2015	26/05/2015				7	4.0	182.0	45000	33046	181.6	86.5	70.0			
	19/05/2015	26/05/2015				7	4.0	180.0	44000	34002	188.9	90.0	70.0			
66	847	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 11	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/05/2015	27/05/2015	7	4.0	180.0	43400	31810	176.7	84.2	84.4	70.0
	20/05/2015	27/05/2015				7	4.0	180.0	45000	31810	176.7	84.2	70.0			
	20/05/2015	27/05/2015				7	4.0	181.5	44000	32402	178.5	85.0	70.0			
67	856	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/05/2015	27/05/2015	7	4.0	180.0	43400	31810	176.7	84.2	84.4	70.0
	20/05/2015	27/05/2015				7	4.0	180.0	45000	31810	176.7	84.2	70.0			
	20/05/2015	27/05/2015				7	4.0	181.5	44000	32402	178.5	85.0	70.0			
68	865	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	28/05/2015	7	4.5	182.0	43400	34102	187.4	89.2	86.5	70.0
	21/05/2015	28/05/2015				7	4.5	182.0	45000	31998	175.8	83.7	70.0			
	21/05/2015	28/05/2015				7	4.5	181.5	44000	33042	182.0	86.7	70.0			
69	874	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	28/05/2015	7	4.5	182.0	43400	34102	187.4	89.2	86.5	70.0
	21/05/2015	28/05/2015				7	4.5	182.0	45000	31998	175.8	83.7	70.0			
	21/05/2015	28/05/2015				7	4.5	181.5	44000	33042	182.0	86.7	70.0			
70	883	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 15+240 L KM 15+245 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	28/05/2015	7	4.5	182.0	43400	34102	187.4	89.2	86.5	70.0
	21/05/2015	28/05/2015				7	4.5	182.0	45000	31998	175.8	83.7	70.0			
	21/05/2015	28/05/2015				7	4.5	181.5	44000	33042	182.0	86.7	70.0			
71	892	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 14+099 L KM 14+105 L.DER.	PARAMENTO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/05/2015	29/05/2015	7	4.0	181.8	43400	31482	173.2	82.5	83.0	70.0
	22/05/2015	29/05/2015				7	4.0	180.7	45000	31668	175.3	83.5	70.0			
	22/05/2015	29/05/2015				7	4.0	181.0	44000	31583	174.5	83.1	70.0			
72	901	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/05/2015	29/05/2015	7	4.0	181.8	43400	31482	173.2	82.5	83.0	70.0
	22/05/2015	29/05/2015				7	4.0	180.7	45000	31668	175.3	83.5	70.0			
	22/05/2015	29/05/2015				7	4.0	181.0	44000	31583	174.5	83.1	70.0			
73	910	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 9 Y 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	30/05/2015	7	4.0	181.5	43400	32102	176.9	84.2	83.0	70.0
	23/05/2015	30/05/2015				7	4.0	181.5	45000	33617	185.2	88.2	70.0			
	23/05/2015	30/05/2015				7	4.0	182.0	44000	29274	160.8	76.6	70.0			
74	919	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	30/05/2015	7	4.0	181.5	43400	32102	176.9	84.2	83.0	70.0
	23/05/2015	30/05/2015				7	4.0	181.5	45000	33617	185.2	88.2	70.0			
	23/05/2015	30/05/2015				7	4.0	182.0	44000	29274	160.8	76.6	70.0			
75	928	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 7 Y 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	30/05/2015	7	4.0	181.5	43400	32102	176.9	84.2	83.0	70.0
	23/05/2015	30/05/2015				7	4.0	181.5	45000	33617	185.2	88.2	70.0			
	23/05/2015	30/05/2015				7	4.0	182.0	44000	29274	160.8	76.6	70.0			
76	937	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/05/2015	31/05/2015	7	3.8	180.0	43400	33406	185.6	88.4	88.0	70.0
	24/05/2015	31/05/2015				7	3.8	180.0	45000	32704	181.7	86.5	70.0			
	24/05/2015	31/05/2015				7	3.8	181.5	44000	34002	187.3	89.2	70.0			
77	946	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 5 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/05/2015	01/06/2015	7	4.5	181.0	43400	32649	180.4	85.9	85.9	70.0
	25/05/2015	01/06/2015				7	4.5	181.4	45000	32761	180.6	86.0	70.0			
	25/05/2015	01/06/2015				7	4.5	179.8	44000	32409	180.3	85.8	70.0			
78	955	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/05/2015	01/06/2015	7	4.5	181.0	43400	32649	180.4	85.9	85.9	70.0
	25/05/2015	01/06/2015				7	4.5	181.4	45000	32761	180.6	86.0	70.0			
	25/05/2015	01/06/2015				7	4.5	179.8	44000	32409	180.3	85.8	70.0			
79	964	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/05/2015	02/06/2015	7	3.5	181.5	43400	32382	178.4	85.0	85.3	70.0
	26/05/2015	02/06/2015				7	3.5	181.1	45000	32417	179.0	85.2	70.0			
	26/05/2015	02/06/2015				7	3.5	180.7	44000	32505	179.9	85.7	70.0			
80	973	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/05/2015	02/06/2015	7	3.5	181.5	43400	32382	178.4	85.0	85.3	70.0
	26/05/2015	02/06/2015				7	3.5	181.1	45000	32417	179.0	85.2	70.0			
	26/05/2015	02/06/2015				7	3.5	180.7	44000	32505	179.9	85.7	70.0			

Tabla 18d. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f_{c'}$ (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
81	982	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/05/2015	03/06/2015	7	4.0	180.6	43400	32482	179.9	85.6	85.5	70.0
	27/05/2015	03/06/2015				7	4.0	181.3	45000	32517	179.4	85.4	70.0			
	27/05/2015	03/06/2015				7	4.0	180.9	44000	32500	179.7	85.6	70.0			
82	991	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	04/06/2015	7	4.0	181.2	43400	32300	178.3	84.9	85.2	70.0
	28/05/2015	04/06/2015				7	4.0	180.3	45000	32481	180.1	85.8	70.0			
	28/05/2015	04/06/2015				7	4.0	182.1	44000	32519	178.6	85.0	70.0			
83	1000	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	04/06/2015	7	4.0	181.2	43400	32300	178.3	84.9	85.2	70.0
	28/05/2015	04/06/2015				7	4.0	180.3	45000	32481	180.1	85.8	70.0			
	28/05/2015	04/06/2015				7	4.0	182.1	44000	32519	178.6	85.0	70.0			
84	1009	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 15+240 L KM 15+245 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	04/06/2015	7	4.0	181.2	43400	32300	178.3	84.9	85.2	70.0
	28/05/2015	04/06/2015				7	4.0	180.3	45000	32481	180.1	85.8	70.0			
	28/05/2015	04/06/2015				7	4.0	182.1	44000	32519	178.6	85.0	70.0			
85	1018	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	05/06/2015	7	3.8	181.2	43400	32300	178.3	84.9	85.2	70.0
	29/05/2015	05/06/2015				7	3.8	180.3	45000	32481	180.1	85.8	70.0			
	29/05/2015	05/06/2015				7	3.8	182.1	44000	32519	178.6	85.0	70.0			
86	1027	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	05/06/2015	7	3.8	181.2	43400	32300	178.3	84.9	85.2	70.0
	29/05/2015	05/06/2015				7	3.8	180.3	45000	32481	180.1	85.8	70.0			
	29/05/2015	05/06/2015				7	3.8	182.1	44000	32519	178.6	85.0	70.0			
87	1036	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	ZAPATA PAÑOS N° 5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	05/06/2015	7	3.8	181.2	43400	32300	178.3	84.9	85.2	70.0
	29/05/2015	05/06/2015				7	3.8	180.3	45000	32481	180.1	85.8	70.0			
	29/05/2015	05/06/2015				7	3.8	182.1	44000	32519	178.6	85.0	70.0			
88	1045	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	06/06/2015	7	3.5	180.4	43400	32344	179.3	85.4	85.1	70.0
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	181.1	45000	32016	176.8	84.2	70.0			
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	180.9	44000	32542	179.9	85.7	70.0			
89	1054	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 14+320 L KM 24+350 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	06/06/2015	7	3.5	180.4	43400	32344	179.3	85.4	85.1	70.0
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	181.1	45000	32016	176.8	84.2	70.0			
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	180.9	44000	32542	179.9	85.7	70.0			
90	1063	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 14+099 AL KM 14+105 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	06/06/2015	7	3.5	180.4	43400	32344	179.3	85.4	85.1	70.0
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	181.1	45000	32016	176.8	84.2	70.0			
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	180.9	44000	32542	179.9	85.7	70.0			
91	1072	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	06/06/2015	7	3.5	180.4	43400	32344	179.3	85.4	85.1	70.0
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	181.1	45000	32016	176.8	84.2	70.0			
	30/05/2015	06/06/2015				7	3.5	180.9	44000	32542	179.9	85.7	70.0			
92	1081	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	31/05/2015	07/06/2015	7	3.5	180.7	43400	32478	179.7	85.6	85.5	70.0
	31/05/2015	07/06/2015				7	3.5	181.0	45000	32542	179.8	85.6	70.0			
	31/05/2015	07/06/2015				7	3.5	181.8	44000	32600	179.3	85.4	70.0			
93	1090	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	31/05/2015	07/06/2015	7	3.5	180.7	43400	32478	179.7	85.6	85.5	70.0
	31/05/2015	07/06/2015				7	3.5	181.0	45000	32542	179.8	85.6	70.0			
	31/05/2015	07/06/2015				7	3.5	181.8	44000	32600	179.3	85.4	70.0			

Tabla 19a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f'_c =$ (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
21	184	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	15/05/2015	14	4.5	181.4	43400	36348	200.4	95.4	96.1	90.0
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	180.7	45000	36554	202.3	96.3	90.0			
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	181.7	44000	36817	202.6	96.5	90.0			
22	193	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	15/05/2015	14	4.5	181.4	43400	36348	200.4	95.4	96.1	90.0
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	180.7	45000	36554	202.3	96.3	90.0			
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	181.7	44000	36817	202.6	96.5	90.0			
23	202	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 21	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	15/05/2015	14	4.5	181.4	43400	36348	200.4	95.4	96.1	90.0
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	180.7	45000	36554	202.3	96.3	90.0			
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	181.7	44000	36817	202.6	96.5	90.0			
24	211	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 23	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/05/2015	18/05/2015	14	5.0	181.2	43400	36408	200.9	95.7	96.4	90.0
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.7	45000	36517	202.1	96.2	90.0			
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.0	44000	36801	204.5	97.4	90.0			
25	220	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 6 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/05/2015	18/05/2015	14	5.0	181.2	43400	36408	200.9	95.7	96.4	90.0
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.7	45000	36517	202.1	96.2	90.0			
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.0	44000	36801	204.5	97.4	90.0			
26	229	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 25 Y 27	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	19/05/2015	14	4.5	180.0	43400	36749	204.2	97.2	95.6	90.0
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.9	45000	35488	195.1	92.9	90.0			
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.6	44000	36879	203.1	96.7	90.0			
27	238	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	19/05/2015	14	4.5	180.0	43400	36749	204.2	97.2	95.6	90.0
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.9	45000	35488	195.1	92.9	90.0			
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.6	44000	36879	203.1	96.7	90.0			
28	247	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	19/05/2015	14	4.5	180.0	43400	36749	204.2	97.2	95.6	90.0
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.9	45000	35488	195.1	92.9	90.0			
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.6	44000	36879	203.1	96.7	90.0			
29	256	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	20/05/2015	14	4.0	182.0	43400	38001	208.8	99.4	97.6	90.0
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	180.0	45000	36207	201.2	95.8	90.0			
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	181.5	44000	37194	204.9	97.6	90.0			
30	265	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	20/05/2015	14	4.0	182.0	43400	38001	208.8	99.4	97.6	90.0
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	180.0	45000	36207	201.2	95.8	90.0			
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	181.5	44000	37194	204.9	97.6	90.0			
31	274	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 32	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	20/05/2015	14	4.0	182.0	43400	38001	208.8	99.4	97.6	90.0
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	180.0	45000	36207	201.2	95.8	90.0			
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	181.5	44000	37194	204.9	97.6	90.0			
32	283	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/05/2015	21/05/2015	14	3.8	182.2	43400	37775	207.3	98.7	98.2	90.0
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	180.0	45000	36899	205.0	97.6	90.0			
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	181.9	44000	37499	206.2	98.2	90.0			
33	292	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 30 Y 36	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/05/2015	21/05/2015	14	3.8	182.2	43400	37775	207.3	98.7	98.2	90.0
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	180.0	45000	36899	205.0	97.6	90.0			
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	181.9	44000	37499	206.2	98.2	90.0			
34	301	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
35	310	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 1 Y 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
36	319	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑOS N° 8 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
37	328	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 29 Y 34	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
38	337	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 33	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	23/05/2015	14	3.5	181.4	43400	38020	209.6	99.8	99.5	90.0
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	180.4	45000	37780	209.4	99.7	90.0			
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	182.1	44000	37900	208.1	99.1	90.0			
39	346	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZO.	PARAMENTO PAÑOS N° 6 Y 11	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	23/05/2015	14	3.5	181.4	43400	38020	209.6	99.8	99.5	90.0
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	180.4	45000	37780	209.4	99.7	90.0			
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	182.1	44000	37900	208.1	99.1	90.0			
40	355	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 2,5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	23/05/2015	14	3.5	181.4	43400	38020	209.6	99.8	99.5	90.0
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	180.4	45000	37780	209.4	99.7	90.0			
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	182.1	44000	37900	208.1	99.1	90.0			

Tabla 19b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
41	364	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 35	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	365	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	366	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
42	373	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	374	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	375	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
43	382	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	383	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	384	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
44	391	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	392	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	393	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
45	400	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	181.5	43400	37102	204.4	97.3	96.9	90.0
	401	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	182.0	45000	36501	200.6	95.5		90.0
	402	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	180.0	44000	37006	205.6	97.9		90.0
46	409	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	181.5	43400	37102	204.4	97.3	96.9	90.0
	410	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	182.0	45000	36501	200.6	95.5		90.0
	411	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	180.0	44000	37006	205.6	97.9		90.0
47	418	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 31	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	181.5	43400	37102	204.4	97.3	96.9	90.0
	419	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	182.0	45000	36501	200.6	95.5		90.0
	420	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	180.0	44000	37006	205.6	97.9		90.0
48	427	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 3 y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	181.5	43400	35998	198.3	94.4	95.3	90.0
	428	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	45000	37101	203.9	97.1		90.0
	429	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36047	198.1	94.3		90.0
49	436	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	181.5	43400	35998	198.3	94.4	95.3	90.0
	437	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	45000	37101	203.9	97.1		90.0
	438	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36047	198.1	94.3		90.0
50	445	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	181.5	43400	35998	198.3	94.4	95.3	90.0
	446	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	45000	37101	203.9	97.1		90.0
	447	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36047	198.1	94.3		90.0
51	454	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	180.0	43400	34997	194.4	92.6	94.7	90.0
	455	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	181.5	45000	37042	204.1	97.2		90.0
	456	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36063	198.1	94.4		90.0
52	463	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	180.0	43400	34997	194.4	92.6	94.7	90.0
	464	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	181.5	45000	37042	204.1	97.2		90.0
	465	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36063	198.1	94.4		90.0
53	472	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	473	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	474	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
54	742	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	743	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	744	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
55	751	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	752	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	753	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
56	760	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 10,11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	761	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	762	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
57	769	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 9 Y 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	43400	35997	198.3	94.4	95.8	90.0
	770	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	45000	36418	200.7	95.5		90.0
	771	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	182.0	44000	37216	204.5	97.4		90.0
58	778	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	43400	35997	198.3	94.4	95.8	90.0
	779	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	45000	36418	200.7	95.5		90.0
	780	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	182.0	44000	37216	204.5	97.4		90.0
59	787	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	43400	35997	198.3	94.4	95.8	90.0
	788	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	45000	36418	200.7	95.5		90.0
	789	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	182.0	44000	37216	204.5	97.4		90.0
60	796	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/05/2015	31/05/2015	14	3.5	180.0	43400	36816	204.5	97.4	96.5	90.0
	797	210				17/05/2015	31/05/2015	14	3.5	180.0	45000	35894	199.4	95.0		90.0
	798	210				17/05/2015	31/05/2015	14	3.5	181.5	44000	37002	203.9	97.1		90.0

Tabla 19c. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
61	805	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	182.1	43400	36762	201.9	96.1	96.4	90.0
	806	210				18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	181.6	45000	36885	203.1	96.7		90.0
	807	210				18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	181.0	44000	36614	202.3	96.3		90.0
62	814	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	182.1	43400	36762	201.9	96.1	96.4	90.0
	815	210				18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	181.6	45000	36885	203.1	96.7		90.0
	816	210				18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	181.0	44000	36614	202.3	96.3		90.0
63	823	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.4	43400	36348	200.4	95.4	95.4	90.0
	824	210				19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	180.5	45000	36468	202.0	96.2		90.0
	825	210				19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.9	44000	36180	198.9	94.7		90.0
64	832	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 7 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.4	43400	36348	200.4	95.4	95.4	90.0
	833	210				19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	180.5	45000	36468	202.0	96.2		90.0
	834	210				19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.9	44000	36180	198.9	94.7		90.0
65	841	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.4	43400	36348	200.4	95.4	95.4	90.0
	842	210				19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	180.5	45000	36468	202.0	96.2		90.0
	843	210				19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.9	44000	36180	198.9	94.7		90.0
66	850	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 11	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	180.7	43400	36492	201.9	96.2	96.2	90.0
	851	210				20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	180.3	45000	36606	203.0	96.7		90.0
	852	210				20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	181.3	44000	36502	201.3	95.9		90.0
67	859	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	180.7	43400	36492	201.9	96.2	96.2	90.0
	860	210				20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	180.3	45000	36606	203.0	96.7		90.0
	861	210				20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	181.3	44000	36502	201.3	95.9		90.0
68	868	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	179.8	43400	36569	203.4	96.9	96.5	90.0
	869	210				21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	180.6	45000	36616	202.7	96.5		90.0
	870	210				21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	181.0	44000	36499	201.7	96.0		90.0
69	877	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	179.8	43400	36569	203.4	96.9	96.5	90.0
	878	210				21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	180.6	45000	36616	202.7	96.5		90.0
	879	210				21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	181.0	44000	36499	201.7	96.0		90.0
70	886	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 15+240 L KM 15+245 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	179.8	43400	36569	203.4	96.9	96.5	90.0
	887	210				21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	180.6	45000	36616	202.7	96.5		90.0
	888	210				21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	181.0	44000	36499	201.7	96.0		90.0
71	895	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 14+099 L KM 14+105 L.DER.	PARAMENTO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	181.5	43400	36582	201.6	96.0	96.2	90.0
	896	210				22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	181.0	45000	36662	202.6	96.5		90.0
	897	210				22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	182.0	44000	36704	201.7	96.0		90.0
72	904	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	181.5	43400	36582	201.6	96.0	96.2	90.0
	905	210				22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	181.0	45000	36662	202.6	96.5		90.0
	906	210				22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	182.0	44000	36704	201.7	96.0		90.0
73	913	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 9 Y 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	181.0	43400	36585	202.1	96.3	96.6	90.0
	914	210				23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	180.8	45000	36701	203.0	96.7		90.0
	915	210				23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	180.5	44000	36691	203.3	96.8		90.0
74	922	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	181.0	43400	36585	202.1	96.3	96.6	90.0
	923	210				23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	180.8	45000	36701	203.0	96.7		90.0
	924	210				23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	180.5	44000	36691	203.3	96.8		90.0
75	931	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 7 Y 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	181.0	43400	36585	202.1	96.3	96.6	90.0
	932	210				23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	180.8	45000	36701	203.0	96.7		90.0
	933	210				23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	180.5	44000	36691	203.3	96.8		90.0
76	940	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/05/2015	07/06/2015	14	3.8	181.4	43400	36682	202.2	96.3	96.4	90.0
	941	210				24/05/2015	07/06/2015	14	3.8	180.7	45000	36747	203.4	96.8		90.0
	942	210				24/05/2015	07/06/2015	14	3.8	181.8	44000	36700	201.9	96.1		90.0
77	949	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 5 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	182.1	43400	36549	200.7	95.6	96.3	90.0
	950	210				25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	181.6	45000	36671	201.9	96.2		90.0
	951	210				25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	180.5	44000	36781	203.8	97.0		90.0
78	958	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	182.1	43400	36549	200.7	95.6	96.3	90.0
	959	210				25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	181.6	45000	36671	201.9	96.2		90.0
	960	210				25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	180.5	44000	36781	203.8	97.0		90.0
79	967	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	181.3	43400	36745	202.7	96.5	96.3	90.0
	968	210				26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	182.0	45000	36490	200.5	95.5		90.0
	969	210				26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37000	203.4	96.9		90.0
80	976	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	181.3	43400	36745	202.7	96.5	96.3	90.0
	977	210				26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	182.0	45000	36490	200.5	95.5		90.0
	978	210				26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37000	203.4	96.9		90.0

Tabla 19d. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f_{c'}$ (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
81	985	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/05/2015	10/06/2015	14	4.0	179.8	43400	37182	206.8	98.5	98.2	90.0
	27/05/2015	10/06/2015				14	4.0	180.7	45000	37200	205.9	98.0	90.0			
	27/05/2015	10/06/2015				14	4.0	181.1	44000	37348	206.2	98.2	90.0			
82	994	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	28/05/2015	11/06/2015				14	4.0	180.7	45000	37500	207.5	98.8	90.0			
	28/05/2015	11/06/2015				14	4.0	180.9	44000	37500	207.3	98.7	90.0			
83	1003	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	28/05/2015	11/06/2015				14	4.0	180.7	45000	37500	207.5	98.8	90.0			
	28/05/2015	11/06/2015				14	4.0	180.9	44000	37500	207.3	98.7	90.0			
84	1012	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 15+240 L KM 15+245 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	28/05/2015	11/06/2015				14	4.0	180.7	45000	37500	207.5	98.8	90.0			
	28/05/2015	11/06/2015				14	4.0	180.9	44000	37500	207.3	98.7	90.0			
85	1021	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	29/05/2015	12/06/2015				14	3.8	180.7	45000	37500	207.5	98.8	90.0			
	29/05/2015	12/06/2015				14	3.8	180.9	44000	37500	207.3	98.7	90.0			
86	1030	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	29/05/2015	12/06/2015				14	3.8	180.7	45000	37500	207.5	98.8	90.0			
	29/05/2015	12/06/2015				14	3.8	180.9	44000	37500	207.3	98.7	90.0			
87	1039	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	ZAPATA PAÑOS N° 5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	29/05/2015	12/06/2015				14	3.8	180.7	45000	37500	207.5	98.8	90.0			
	29/05/2015	12/06/2015				14	3.8	180.9	44000	37500	207.3	98.7	90.0			
88	1048	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1	90.0			
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5	90.0			
89	1057	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+320 L KM 24+350 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1	90.0			
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5	90.0			
90	1066	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 14+099 AL KM 14+105 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1	90.0			
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5	90.0			
91	1075	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1	90.0			
	30/05/2015	13/06/2015				14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5	90.0			
92	1084	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	180.5	43400	37450	207.5	98.8	98.3	90.0
	31/05/2015	14/06/2015				14	3.5	181.8	45000	37490	206.2	98.2	90.0			
	31/05/2015	14/06/2015				14	3.5	182.0	44000	37400	205.5	97.9	90.0			
93	1093	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	180.5	43400	37450	207.5	98.8	98.3	90.0
	31/05/2015	14/06/2015				14	3.5	181.8	45000	37490	206.2	98.2	90.0			
	31/05/2015	14/06/2015				14	3.5	182.0	44000	37400	205.5	97.9	90.0			

Tabla 19e. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
21	184	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	15/05/2015	14	4.5	181.4	43400	36348	200.4	95.4	96.1	90.0
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	180.7	45000	36554	202.3	96.3	90.0			
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	181.7	44000	36817	202.6	96.5	90.0			
22	193	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	15/05/2015	14	4.5	181.4	43400	36348	200.4	95.4	96.1	90.0
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	180.7	45000	36554	202.3	96.3	90.0			
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	181.7	44000	36817	202.6	96.5	90.0			
23	202	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 21	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/05/2015	15/05/2015	14	4.5	181.4	43400	36348	200.4	95.4	96.1	90.0
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	180.7	45000	36554	202.3	96.3	90.0			
	01/05/2015	15/05/2015				14	4.5	181.7	44000	36817	202.6	96.5	90.0			
24	211	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 23	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/05/2015	18/05/2015	14	5.0	181.2	43400	36408	200.9	95.7	96.4	90.0
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.7	45000	36517	202.1	96.2	90.0			
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.0	44000	36801	204.5	97.4	90.0			
25	220	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 6 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/05/2015	18/05/2015	14	5.0	181.2	43400	36408	200.9	95.7	96.4	90.0
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.7	45000	36517	202.1	96.2	90.0			
	04/05/2015	18/05/2015				14	5.0	180.0	44000	36801	204.5	97.4	90.0			
26	229	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 25 Y 27	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	19/05/2015	14	4.5	180.0	43400	36749	204.2	97.2	95.6	90.0
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.9	45000	35488	195.1	92.9	90.0			
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.6	44000	36879	203.1	96.7	90.0			
27	238	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	19/05/2015	14	4.5	180.0	43400	36749	204.2	97.2	95.6	90.0
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.9	45000	35488	195.1	92.9	90.0			
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.6	44000	36879	203.1	96.7	90.0			
28	247	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	05/05/2015	19/05/2015	14	4.5	180.0	43400	36749	204.2	97.2	95.6	90.0
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.9	45000	35488	195.1	92.9	90.0			
	05/05/2015	19/05/2015				14	4.5	181.6	44000	36879	203.1	96.7	90.0			
29	256	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	20/05/2015	14	4.0	182.0	43400	38001	208.8	99.4	97.6	90.0
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	180.0	45000	36207	201.2	95.8	90.0			
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	181.5	44000	37194	204.9	97.6	90.0			
30	265	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 15	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	20/05/2015	14	4.0	182.0	43400	38001	208.8	99.4	97.6	90.0
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	180.0	45000	36207	201.2	95.8	90.0			
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	181.5	44000	37194	204.9	97.6	90.0			
31	274	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 32	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/05/2015	20/05/2015	14	4.0	182.0	43400	38001	208.8	99.4	97.6	90.0
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	180.0	45000	36207	201.2	95.8	90.0			
	06/05/2015	20/05/2015				14	4.0	181.5	44000	37194	204.9	97.6	90.0			
32	283	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/05/2015	21/05/2015	14	3.8	182.2	43400	37775	207.3	98.7	98.2	90.0
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	180.0	45000	36899	205.0	97.6	90.0			
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	181.9	44000	37499	206.2	98.2	90.0			
33	292	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 30 Y 36	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/05/2015	21/05/2015	14	3.8	182.2	43400	37775	207.3	98.7	98.2	90.0
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	180.0	45000	36899	205.0	97.6	90.0			
	07/05/2015	21/05/2015				14	3.8	181.9	44000	37499	206.2	98.2	90.0			
34	301	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
35	310	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 1 Y 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
36	319	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑOS N° 8 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
37	328	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑOS N° 29 Y 34	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/05/2015	22/05/2015	14	4.0	180.6	43400	37968	210.2	100.1	97.9	90.0
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	181.7	45000	37520	206.5	98.3	90.0			
	08/05/2015	22/05/2015				14	4.0	182.2	44000	36498	200.3	95.4	90.0			
38	337	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 33	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	23/05/2015	14	3.5	181.4	43400	38020	209.6	99.8	99.5	90.0
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	180.4	45000	37780	209.4	99.7	90.0			
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	182.1	44000	37900	208.1	99.1	90.0			
39	346	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑOS N° 6 Y 11	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	23/05/2015	14	3.5	181.4	43400	38020	209.6	99.8	99.5	90.0
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	180.4	45000	37780	209.4	99.7	90.0			
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	182.1	44000	37900	208.1	99.1	90.0			
40	355	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 2,5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	09/05/2015	23/05/2015	14	3.5	181.4	43400	38020	209.6	99.8	99.5	90.0
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	180.4	45000	37780	209.4	99.7	90.0			
	09/05/2015	23/05/2015				14	3.5	182.1	44000	37900	208.1	99.1	90.0			

Tabla 19f. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
41	364	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 35	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	365	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	366	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
42	373	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	374	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	375	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
43	382	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L. KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	383	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	384	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
44	391	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 04+577 L. KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	180.1	43400	36870	204.7	97.5	97.5	90.0
	392	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	181.7	45000	37050	203.9	97.1		90.0
	393	210				11/05/2015	25/05/2015	14	4.0	182.2	44000	37500	205.8	98.0		90.0
45	400	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L. KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	181.5	43400	37102	204.4	97.3	96.9	90.0
	401	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	182.0	45000	36501	200.6	95.5		90.0
	402	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	180.0	44000	37006	205.6	97.9		90.0
46	409	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	181.5	43400	37102	204.4	97.3	96.9	90.0
	410	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	182.0	45000	36501	200.6	95.5		90.0
	411	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	180.0	44000	37006	205.6	97.9		90.0
47	418	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 31	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	181.5	43400	37102	204.4	97.3	96.9	90.0
	419	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	182.0	45000	36501	200.6	95.5		90.0
	420	210				12/05/2015	26/05/2015	14	3.8	180.0	44000	37006	205.6	97.9		90.0
48	427	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L. KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS N° 3 y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	181.5	43400	35998	198.3	94.4	95.3	90.0
	428	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	45000	37101	203.9	97.1		90.0
	429	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36047	198.1	94.3		90.0
49	436	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 13+733 AL KM 13+827 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	181.5	43400	35998	198.3	94.4	95.3	90.0
	437	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	45000	37101	203.9	97.1		90.0
	438	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36047	198.1	94.3		90.0
50	445	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	181.5	43400	35998	198.3	94.4	95.3	90.0
	446	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	45000	37101	203.9	97.1		90.0
	447	210				13/05/2015	27/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36047	198.1	94.3		90.0
51	454	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L. KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	180.0	43400	34997	194.4	92.6	94.7	90.0
	455	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	181.5	45000	37042	204.1	97.2		90.0
	456	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36063	198.1	94.4		90.0
52	463	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L. KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	180.0	43400	34997	194.4	92.6	94.7	90.0
	464	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	181.5	45000	37042	204.1	97.2		90.0
	465	210				14/05/2015	28/05/2015	14	3.5	182.0	44000	36063	198.1	94.4		90.0
53	472	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L. KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	473	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	474	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
54	742	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L. KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	743	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	744	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
55	751	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 8+555 AL KM 8+756.52 L.DER	PARAMENTO PAÑO N° 16	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	752	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	753	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
56	760	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 10,11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	180.3	43400	36482	202.3	96.4	95.5	90.0
	761	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.4	45000	36213	199.6	95.1		90.0
	762	210				15/05/2015	29/05/2015	14	4.0	181.7	44000	36305	199.8	95.1		90.0
57	769	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 9 Y 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	43400	35997	198.3	94.4	95.8	90.0
	770	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	45000	36418	200.7	95.5		90.0
	771	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	182.0	44000	37216	204.5	97.4		90.0
58	778	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L. KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	43400	35997	198.3	94.4	95.8	90.0
	779	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	45000	36418	200.7	95.5		90.0
	780	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	182.0	44000	37216	204.5	97.4		90.0
59	787	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L. KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	43400	35997	198.3	94.4	95.8	90.0
	788	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	181.5	45000	36418	200.7	95.5		90.0
	789	210				16/05/2015	30/05/2015	14	4.0	182.0	44000	37216	204.5	97.4		90.0
60	796	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L. KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/05/2015	31/05/2015	14	3.5	180.0	43400	36816	204.5	97.4	96.5	90.0
	797	210				17/05/2015	31/05/2015	14	3.5	180.0	45000	35894	199.4	95.0		90.0
	798	210				17/05/2015	31/05/2015	14	3.5	181.5	44000	37002	203.9	97.1		90.0

Tabla 19g. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Mayo 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
61	805	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	182.1	43400	36762	201.9	96.1	96.4	90.0
	18/05/2015	01/06/2015				14	3.5	181.6	45000	36885	203.1	96.7	90.0			
	18/05/2015	01/06/2015				14	3.5	181.0	44000	36614	202.3	96.3	90.0			
62	814	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 04+577 L KM 04+620 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/05/2015	01/06/2015	14	3.5	182.1	43400	36762	201.9	96.1	96.4	90.0
	18/05/2015	01/06/2015				14	3.5	181.6	45000	36885	203.1	96.7	90.0			
	18/05/2015	01/06/2015				14	3.5	181.0	44000	36614	202.3	96.3	90.0			
63	823	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.4	43400	36348	200.4	95.4	95.4	90.0
	19/05/2015	02/06/2015				14	4.0	180.5	45000	36468	202.0	96.2	90.0			
	19/05/2015	02/06/2015				14	4.0	181.9	44000	36180	198.9	94.7	90.0			
64	832	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS Nº 7 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.4	43400	36348	200.4	95.4	95.4	90.0
	19/05/2015	02/06/2015				14	4.0	180.5	45000	36468	202.0	96.2	90.0			
	19/05/2015	02/06/2015				14	4.0	181.9	44000	36180	198.9	94.7	90.0			
65	841	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/05/2015	02/06/2015	14	4.0	181.4	43400	36348	200.4	95.4	95.4	90.0
	19/05/2015	02/06/2015				14	4.0	180.5	45000	36468	202.0	96.2	90.0			
	19/05/2015	02/06/2015				14	4.0	181.9	44000	36180	198.9	94.7	90.0			
66	850	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 11	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	180.7	43400	36492	201.9	96.2	96.2	90.0
	20/05/2015	03/06/2015				14	4.0	180.3	45000	36606	203.0	96.7	90.0			
	20/05/2015	03/06/2015				14	4.0	181.3	44000	36502	201.3	95.9	90.0			
67	859	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/05/2015	03/06/2015	14	4.0	180.7	43400	36492	201.9	96.2	96.2	90.0
	20/05/2015	03/06/2015				14	4.0	180.3	45000	36606	203.0	96.7	90.0			
	20/05/2015	03/06/2015				14	4.0	181.3	44000	36502	201.3	95.9	90.0			
68	868	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 01+701.5 L KM 01+788.6 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	179.8	43400	36569	203.4	96.9	96.5	90.0
	21/05/2015	04/06/2015				14	4.5	180.6	45000	36616	202.7	96.5	90.0			
	21/05/2015	04/06/2015				14	4.5	181.0	44000	36499	201.7	96.0	90.0			
69	877	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	179.8	43400	36569	203.4	96.9	96.5	90.0
	21/05/2015	04/06/2015				14	4.5	180.6	45000	36616	202.7	96.5	90.0			
	21/05/2015	04/06/2015				14	4.5	181.0	44000	36499	201.7	96.0	90.0			
70	886	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 15+240 L KM 15+245 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	21/05/2015	04/06/2015	14	4.5	179.8	43400	36569	203.4	96.9	96.5	90.0
	21/05/2015	04/06/2015				14	4.5	180.6	45000	36616	202.7	96.5	90.0			
	21/05/2015	04/06/2015				14	4.5	181.0	44000	36499	201.7	96.0	90.0			
71	895	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 14+099 L KM 14+105 L.DER.	PARAMENTO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	181.5	43400	36582	201.6	96.0	96.2	90.0
	22/05/2015	05/06/2015				14	4.0	181.0	45000	36662	202.6	96.5	90.0			
	22/05/2015	05/06/2015				14	4.0	182.0	44000	36704	201.7	96.0	90.0			
72	904	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/05/2015	05/06/2015	14	4.0	181.5	43400	36582	201.6	96.0	96.2	90.0
	22/05/2015	05/06/2015				14	4.0	181.0	45000	36662	202.6	96.5	90.0			
	22/05/2015	05/06/2015				14	4.0	182.0	44000	36704	201.7	96.0	90.0			
73	913	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS Nº 9 Y 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	181.0	43400	36585	202.1	96.3	96.6	90.0
	23/05/2015	06/06/2015				14	4.0	180.8	45000	36701	203.0	96.7	90.0			
	23/05/2015	06/06/2015				14	4.0	180.5	44000	36691	203.3	96.8	90.0			
74	922	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	181.0	43400	36585	202.1	96.3	96.6	90.0
	23/05/2015	06/06/2015				14	4.0	180.8	45000	36701	203.0	96.7	90.0			
	23/05/2015	06/06/2015				14	4.0	180.5	44000	36691	203.3	96.8	90.0			
75	931	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS Nº 7 Y 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/05/2015	06/06/2015	14	4.0	181.0	43400	36585	202.1	96.3	96.6	90.0
	23/05/2015	06/06/2015				14	4.0	180.8	45000	36701	203.0	96.7	90.0			
	23/05/2015	06/06/2015				14	4.0	180.5	44000	36691	203.3	96.8	90.0			
76	940	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/05/2015	07/06/2015	14	3.8	181.4	43400	36682	202.2	96.3	96.4	90.0
	24/05/2015	07/06/2015				14	3.8	180.7	45000	36747	203.4	96.8	90.0			
	24/05/2015	07/06/2015				14	3.8	181.8	44000	36700	201.9	96.1	90.0			
77	949	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS Nº 5 Y 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	182.1	43400	36549	200.7	95.6	96.3	90.0
	25/05/2015	08/06/2015				14	4.5	181.6	45000	36671	201.9	96.2	90.0			
	25/05/2015	08/06/2015				14	4.5	180.5	44000	36781	203.8	97.0	90.0			
78	958	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 27+598 AL KM 27+675 L.DER.	PARAMENTO PAÑOS Nº 11 Y 13	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/05/2015	08/06/2015	14	4.5	182.1	43400	36549	200.7	95.6	96.3	90.0
	25/05/2015	08/06/2015				14	4.5	181.6	45000	36671	201.9	96.2	90.0			
	25/05/2015	08/06/2015				14	4.5	180.5	44000	36781	203.8	97.0	90.0			
79	967	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	181.3	43400	36745	202.7	96.5	96.3	90.0
	26/05/2015	09/06/2015				14	3.5	182.0	45000	36490	200.5	95.5	90.0			
	26/05/2015	09/06/2015				14	3.5	181.9	44000	37000	203.4	96.9	90.0			
80	976	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/05/2015	09/06/2015	14	3.5	181.3	43400	36745	202.7	96.5	96.3	90.0
	26/05/2015	09/06/2015				14	3.5	182.0	45000	36490	200.5	95.5	90.0			
	26/05/2015	09/06/2015				14	3.5	181.9	44000	37000	203.4	96.9	90.0			

Tabla 19 h. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Mayo 2015.

PROYECTO:

"REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f_{c'}$ (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
81	985	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/05/2015	10/06/2015	14	4.0	179.8	43400	37182	206.8	98.5	98.2	90.0
	986	210				27/05/2015	10/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37200	205.9	98.0		90.0
	987	210				27/05/2015	10/06/2015	14	4.0	181.1	44000	37348	206.2	98.2		90.0
82	994	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	995	210				28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37500	207.5	98.8		90.0
	996	210				28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	180.9	44000	37500	207.3	98.7		90.0
83	1003	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	1004	210				28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37500	207.5	98.8		90.0
	1005	210				28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	180.9	44000	37500	207.3	98.7		90.0
84	1012	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 15+240 L KM 15+245 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	1013	210				28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37500	207.5	98.8		90.0
	1014	210				28/05/2015	11/06/2015	14	4.0	180.9	44000	37500	207.3	98.7		90.0
85	1021	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	1022	210				29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	180.7	45000	37500	207.5	98.8		90.0
	1023	210				29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	180.9	44000	37500	207.3	98.7		90.0
86	1030	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	1031	210				29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	180.7	45000	37500	207.5	98.8		90.0
	1032	210				29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	180.9	44000	37500	207.3	98.7		90.0
87	1039	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	ZAPATA PAÑOS N° 5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37400	206.2	98.2	98.6	90.0
	1040	210				29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	180.7	45000	37500	207.5	98.8		90.0
	1041	210				29/05/2015	12/06/2015	14	3.8	180.9	44000	37500	207.3	98.7		90.0
88	1048	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+870 L KM 24+931 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	1049	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1		90.0
	1050	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5		90.0
89	1057	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO CICLOPEO/ARMADO KM 24+320 L KM 24+350 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6 Y 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	1058	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1		90.0
	1059	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5		90.0
90	1066	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 14+099 AL KM 14+105 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO UNICO	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	1067	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1		90.0
	1068	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5		90.0
91	1075	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	179.9	43400	37250	207.1	98.6	98.4	90.0
	1076	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.5	45000	37400	206.1	98.1		90.0
	1077	210				30/05/2015	13/06/2015	14	3.5	181.0	44000	37450	206.9	98.5		90.0
92	1084	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	180.5	43400	37450	207.5	98.8	98.3	90.0
	1085	210				31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	181.8	45000	37490	206.2	98.2		90.0
	1086	210				31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	182.0	44000	37400	205.5	97.9		90.0
93	1093	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	180.5	43400	37450	207.5	98.8	98.3	90.0
	1094	210				31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	181.8	45000	37490	206.2	98.2		90.0
	1095	210				31/05/2015	14/06/2015	14	3.5	182.0	44000	37400	205.5	97.9		90.0

Tabla 20a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'_{cm} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO				ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (dia)	ROTURA (dia)	EDAD (dias)	SLUMP (Pulg.)		Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
94	1099	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO Nº 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/06/2015	08/06/2015	7	3.5	180.3	43400	32405	179.7	85.6	85.6	70.0
	1100	210				01/06/2015	08/06/2015	7	3.5	181.1	45000	32572	179.9	85.6		70.0
	1101	210				01/06/2015	08/06/2015	7	3.5	182.0	44000	32682	179.6	85.5		70.0
95	1108	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/06/2015	08/06/2015	7	3.5	180.3	43400	32405	179.7	85.6	85.6	70.0
	1109	210				01/06/2015	08/06/2015	7	3.5	181.1	45000	32572	179.9	85.6		70.0
	1110	210				01/06/2015	08/06/2015	7	3.5	182.0	44000	32682	179.6	85.5		70.0
96	1117	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO Nº 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	181.6	43400	32620	179.6	85.5	84.8	70.0
	1118	210				02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	180.0	45000	31900	177.2	84.4		70.0
	1119	210				02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	181.0	44000	32157	177.7	84.6		70.0
97	1126	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	ZAPATA PAÑOS Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	181.6	43400	32620	179.6	85.5	84.8	70.0
	1127	210				02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	180.0	45000	31900	177.2	84.4		70.0
	1128	210				02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	181.0	44000	32157	177.7	84.6		70.0
98	1135	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	181.6	43400	32620	179.6	85.5	84.8	70.0
	1136	210				02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	180.0	45000	31900	177.2	84.4		70.0
	1137	210				02/06/2015	09/06/2015	7	4.0	181.0	44000	32157	177.7	84.6		70.0
99	1144	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO Nº 2 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/06/2015	10/06/2015	7	4.0	180.7	43400	31984	177.0	84.3	84.2	70.0
	1145	210				03/06/2015	10/06/2015	7	4.0	181.5	45000	31817	175.3	83.5		70.0
	1146	210				03/06/2015	10/06/2015	7	4.0	182.0	44000	32482	178.5	85.0		70.0
100	1153	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/06/2015	10/06/2015	7	4.0	180.7	43400	31984	177.0	84.3	84.2	70.0
	1154	210				03/06/2015	10/06/2015	7	4.0	181.5	45000	31817	175.3	83.5		70.0
	1155	210				03/06/2015	10/06/2015	7	4.0	182.0	44000	32482	178.5	85.0		70.0
101	1162	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	181.4	43400	32450	178.9	85.2	85.4	70.0
	1163	210				06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	180.7	45000	32481	179.8	85.6		70.0
	1164	210				06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	180.2	44000	32305	179.3	85.4		70.0
102	1171	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	181.4	43400	32450	178.9	85.2	85.4	70.0
	1172	210				06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	180.7	45000	32481	179.8	85.6		70.0
	1173	210				06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	180.2	44000	32305	179.3	85.4		70.0
103	1180	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	181.4	43400	32450	178.9	85.2	85.4	70.0
	1181	210				06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	180.7	45000	32481	179.8	85.6		70.0
	1182	210				06/06/2015	13/06/2015	7	3.5	180.2	44000	32305	179.3	85.4		70.0
104	1189	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/06/2015	15/06/2015	7	3.8	180.4	43400	32500	180.2	85.8	85.5	70.0
	1190	210				08/06/2015	15/06/2015	7	3.8	181.2	45000	32400	178.8	85.1		70.0
	1191	210				08/06/2015	15/06/2015	7	3.8	180.7	44000	32460	179.6	85.5		70.0
105	1198	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO Nº 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/06/2015	17/06/2015	7	4.0	180.6	43400	32485	179.9	85.7	85.5	70.0
	1199	210				10/06/2015	17/06/2015	7	4.0	181.4	45000	32517	179.3	85.4		70.0
	1200	210				10/06/2015	17/06/2015	7	4.0	181.9	44000	32600	179.2	85.3		70.0
106	1207	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/06/2015	17/06/2015	7	4.0	180.6	43400	32485	179.9	85.7	85.5	70.0
	1208	210				10/06/2015	17/06/2015	7	4.0	181.4	45000	32517	179.3	85.4		70.0
	1209	210				10/06/2015	17/06/2015	7	4.0	181.9	44000	32600	179.2	85.3		70.0
107	1216	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/06/2015	18/06/2015	7	4.0	181.1	43400	33646	185.8	88.5	87.8	70.0
	1217	210				11/06/2015	18/06/2015	7	4.0	180.0	45000	32986	183.3	87.3		70.0
	1218	210				11/06/2015	18/06/2015	7	4.0	180.6	44000	33197	183.8	87.5		70.0
108	1225	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/06/2015	18/06/2015	7	4.0	181.1	43400	33646	185.8	88.5	87.8	70.0
	1226	210				11/06/2015	18/06/2015	7	4.0	180.0	45000	32986	183.3	87.3		70.0
	1227	210				11/06/2015	18/06/2015	7	4.0	180.6	44000	33197	183.8	87.5		70.0
109	1234	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/06/2015	19/06/2015	7	4.0	181.4	43400	33790	186.3	88.7	88.8	70.0
	1235	210				12/06/2015	19/06/2015	7	4.0	181.9	45000	34160	187.8	89.4		70.0
	1236	210				12/06/2015	19/06/2015	7	4.0	180.7	44000	33469	185.2	88.2		70.0
110	1243	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/06/2015	19/06/2015	7	4.0	181.4	43400	33790	186.3	88.7	88.8	70.0
	1244	210				12/06/2015	19/06/2015	7	4.0	181.9	45000	34160	187.8	89.4		70.0
	1245	210				12/06/2015	19/06/2015	7	4.0	180.7	44000	33469	185.2	88.2		70.0
111	1252	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS Nº 4 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/06/2015	20/06/2015	7	3.8	180.0	43400	33182	184.3	87.8	88.5	70.0
	1253	210				13/06/2015	20/06/2015	7	3.8	182.5	45000	33912	185.8	88.5		70.0
	1254	210				13/06/2015	20/06/2015	7	3.8	182.1	44000	34080	187.1	89.1		70.0
112	1261	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS Nº Y 13 Y 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/06/2015	20/06/2015	7	3.8	180.0	43400	33182	184.3	87.8	88.5	70.0
	1262	210				13/06/2015	20/06/2015	7	3.8	182.5	45000	33912	185.8	88.5		70.0
	1263	210				13/06/2015	20/06/2015	7	3.8	182.1	44000	34080	187.1	89.1		70.0
113	1270	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO Nº 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/06/2015	22/06/2015	7	3.8	181.3	43400	33696	185.9	88.5	89.1	70.0
	1271	210				15/06/2015	22/06/2015	7	3.8	182.5	45000	35087	192.3	91.6		70.0
	1272	210				15/06/2015	22/06/2015	7	3.8	180.9	44000	33108	183.0	87.2		70.0

Tabla 20b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
114	1279	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO KM 31+216 AL KM 31+241 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/06/2015	22/06/2015	7	3.8	181.3	43400	33696	185.9	88.5	89.1	70.0
	1280	210				15/06/2015	22/06/2015	7	3.8	182.5	45000	35087	192.3	91.6		70.0
	1281	210				15/06/2015	22/06/2015	7	3.8	180.9	44000	33108	183.0	87.2		70.0
115	1288	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/06/2015	23/06/2015	7	3.8	180.6	43400	32846	181.9	86.6	86.2	70.0
	1289	210				16/06/2015	23/06/2015	7	3.8	181.3	45000	32901	181.5	86.4		70.0
	1290	210				16/06/2015	23/06/2015	7	3.8	181.9	44000	32714	179.8	85.6		70.0
116	1297	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/06/2015	23/06/2015	7	4.0	180.6	43400	32846	181.9	86.6	86.2	70.0
	1298	210				16/06/2015	23/06/2015	7	4.0	181.3	45000	32901	181.5	86.4		70.0
	1299	210				16/06/2015	23/06/2015	7	4.0	181.9	44000	32714	179.8	85.6		70.0
117	1306	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/06/2015	24/06/2015	7	4.0	182.3	43400	33710	184.9	88.1	87.8	70.0
	1307	210				17/06/2015	24/06/2015	7	4.0	181.4	45000	34000	187.4	89.3		70.0
	1308	210				17/06/2015	24/06/2015	7	4.0	182.8	44000	33096	181.1	86.2		70.0
118	1315	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/06/2015	24/06/2015	7	4.0	182.3	43400	33710	184.9	88.1	87.8	70.0
	1316	210				17/06/2015	24/06/2015	7	4.0	181.4	45000	34000	187.4	89.3		70.0
	1317	210				17/06/2015	24/06/2015	7	4.0	182.8	44000	33096	181.1	86.2		70.0
119	1324	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/06/2015	25/06/2015	7	4.0	180.7	43400	33573	185.8	88.5	88.5	70.0
	1325	210				18/06/2015	25/06/2015	7	4.0	181.6	45000	33959	187.0	89.0		70.0
	1326	210				18/06/2015	25/06/2015	7	4.0	182.9	44000	33762	184.6	87.9		70.0
120	1333	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/06/2015	25/06/2015	7	4.0	180.7	43400	33573	185.8	88.5	88.5	70.0
	1334	210				18/06/2015	25/06/2015	7	4.0	181.6	45000	33959	187.0	89.0		70.0
	1335	210				18/06/2015	25/06/2015	7	4.0	182.9	44000	33762	184.6	87.9		70.0
121	1342	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/06/2015	26/06/2015	7	4.0	181.4	43400	33548	184.9	88.1	86.6	70.0
	1343	210				19/06/2015	26/06/2015	7	4.0	182.2	45000	33090	181.6	86.5		70.0
	1344	210				19/06/2015	26/06/2015	7	4.0	182.2	44000	32582	178.8	85.2		70.0
122	1351	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/06/2015	26/06/2015	7	4.0	181.4	43400	33548	184.9	88.1	86.6	70.0
	1352	210				19/06/2015	26/06/2015	7	4.0	182.2	45000	33090	181.6	86.5		70.0
	1353	210				19/06/2015	26/06/2015	7	4.0	182.2	44000	32582	178.8	85.2		70.0
123	1360	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	180.6	43400	33620	186.2	88.6	87.7	70.0
	1361	210				20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	181.3	45000	32920	181.6	86.5		70.0
	1362	210				20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	181.9	44000	33580	184.6	87.9		70.0
124	1369	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	180.6	43400	33620	186.2	88.6	87.7	70.0
	1370	210				20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	181.3	45000	32920	181.6	86.5		70.0
	1371	210				20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	181.9	44000	33580	184.6	87.9		70.0
125	1378	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	180.6	43400	33620	186.2	88.6	87.7	70.0
	1379	210				20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	181.3	45000	32920	181.6	86.5		70.0
	1380	210				20/06/2015	27/06/2015	7	4.0	181.9	44000	33580	184.6	87.9		70.0
126	1387	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/06/2015	29/06/2015	7	4.0	180.0	43400	33568	186.5	88.8	89.3	70.0
	1388	210				22/06/2015	29/06/2015	7	4.0	181.3	45000	33968	187.4	89.2		70.0
	1389	210				22/06/2015	29/06/2015	7	4.0	180.9	44000	34148	188.8	89.9		70.0
127	1396	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/06/2015	29/06/2015	7	4.0	180.0	43400	33568	186.5	88.8	89.3	70.0
	1397	210				22/06/2015	29/06/2015	7	4.0	181.3	45000	33968	187.4	89.2		70.0
	1398	210				22/06/2015	29/06/2015	7	4.0	180.9	44000	34148	188.8	89.9		70.0
128	1405	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/06/2015	30/06/2015	7	3.5	181.6	43400	34240	188.5	89.8	88.7	70.0
	1406	210				23/06/2015	30/06/2015	7	3.5	181.4	45000	33620	185.3	88.3		70.0
	1407	210				23/06/2015	30/06/2015	7	3.5	182.5	44000	33760	185.0	88.1		70.0
129	1414	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/06/2015	30/06/2015	7	4.0	181.6	43400	34240	188.5	89.8	88.7	70.0
	1415	210				23/06/2015	30/06/2015	7	4.0	181.4	45000	33620	185.3	88.3		70.0
	1416	210				23/06/2015	30/06/2015	7	4.0	182.5	44000	33760	185.0	88.1		70.0
130	1423	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/06/2015	01/07/2015	7	3.5	181.3	43400	33584	185.2	88.2	88.3	70.0
	1424	210				24/06/2015	01/07/2015	7	3.5	181.8	45000	33701	185.4	88.3		70.0
	1425	210				24/06/2015	01/07/2015	7	3.5	180.6	44000	33484	185.4	88.3		70.0
131	1432	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/06/2015	02/07/2015	7	4.0	180.6	43400	33484	185.4	88.3	88.0	70.0
	1433	210				25/06/2015	02/07/2015	7	4.0	181.1	45000	33241	183.6	87.4		70.0
	1434	210				25/06/2015	02/07/2015	7	4.0	180.7	44000	33500	185.4	88.3		70.0
132	1441	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/06/2015	03/07/2015	7	4.0	180.4	43400	33090	183.4	87.3	87.3	70.0
	1442	210				26/06/2015	03/07/2015	7	4.0	182.5	45000	33799	185.2	88.2		70.0
	1443	210				26/06/2015	03/07/2015	7	4.0	181.6	44000	32879	181.1	86.2		70.0
133	1450	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/06/2015	03/07/2015	7	3.5	180.4	43400	33090	183.4	87.3	87.3	70.0
	1451	210				26/06/2015	03/07/2015	7	3.5	182.5	45000	33799	185.2	88.2		70.0
	1452	210				26/06/2015	03/07/2015	7	3.5	181.6	44000	32879	181.1	86.2		70.0

Tabla 20c. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Junio 2015.

PROYECTO:

"REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f_c =$ (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
134	1459	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/06/2015	04/07/2015	7	3.8	181.5	43400	33769	186.1	88.6	86.4	70.0
	27/06/2015	04/07/2015				7	3.8	180.9	45000	32128	177.6	84.6	70.0			
	27/06/2015	04/07/2015				7	3.8	182.4	44000	32960	180.7	86.0	70.0			
135	1468	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/06/2015	04/07/2015	7	3.8	181.5	43400	33769	186.1	88.6	86.4	70.0
	27/06/2015	04/07/2015				7	3.8	180.9	45000	32128	177.6	84.6	70.0			
	27/06/2015	04/07/2015				7	3.8	182.4	44000	32960	180.7	86.0	70.0			
136	1477	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.4 AL KM 34+553.331 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/06/2015	06/07/2015	7	3.5	181.7	43400	33584	184.8	88.0	88.0	70.0
	29/06/2015	06/07/2015				7	3.5	180.4	45000	33467	185.5	88.3	70.0			
	29/06/2015	06/07/2015				7	3.5	181.2	44000	33400	184.3	87.8	70.0			
137	1486	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.32 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/06/2015	07/07/2015	7	4.0	180.4	43400	33248	184.3	87.8	87.2	70.0
	30/06/2015	07/07/2015				7	4.0	181.8	45000	33103	182.1	86.7	70.0			
	30/06/2015	07/07/2015				7	4.0	182.0	44000	33347	183.2	87.3	70.0			
138	1495	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1 Y 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/06/2015	07/07/2015	7	4.0	180.4	43400	33248	184.3	87.8	87.2	70.0
	30/06/2015	07/07/2015				7	4.0	181.8	45000	33103	182.1	86.7	70.0			
	30/06/2015	07/07/2015				7	4.0	182.0	44000	33347	183.2	87.3	70.0			

Tabla 21a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _{cm} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
94	1102	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/06/2015	15/06/2015	14	3.5	180.5	43400	37300	206.6	98.4	98.2	90.0
	1103	210				01/06/2015	15/06/2015	14	3.5	181.3	45000	37400	206.3	98.2		90.0
	1104	210				01/06/2015	15/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37380	205.5	97.9		90.0
95	1111	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/06/2015	15/06/2015	14	3.5	180.5	43400	37300	206.6	98.4	98.2	90.0
	1112	210				01/06/2015	15/06/2015	14	3.5	181.3	45000	37400	206.3	98.2		90.0
	1113	210				01/06/2015	15/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37380	205.5	97.9		90.0
96	1120	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	179.8	43400	37250	207.2	98.7	98.4	90.0
	1121	210				02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37350	206.7	98.4		90.0
	1122	210				02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	181.4	44000	37400	206.2	98.2		90.0
97	1129	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	ZAPATA PAÑOS N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	179.8	43400	37250	207.2	98.7	98.4	90.0
	1130	210				02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37350	206.7	98.4		90.0
	1131	210				02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	181.4	44000	37400	206.2	98.2		90.0
98	1138	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	179.8	43400	37250	207.2	98.7	98.4	90.0
	1139	210				02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	180.7	45000	37350	206.7	98.4		90.0
	1140	210				02/06/2015	16/06/2015	14	4.0	181.4	44000	37400	206.2	98.2		90.0
99	1147	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/06/2015	17/06/2015	14	4.0	181.3	43400	37348	206.0	98.1	98.4	90.0
	1148	210				03/06/2015	17/06/2015	14	4.0	180.6	45000	37416	207.2	98.7		90.0
	1149	210				03/06/2015	17/06/2015	14	4.0	181.5	44000	37501	206.6	98.4		90.0
100	1156	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/06/2015	17/06/2015	14	4.0	181.3	43400	37348	206.0	98.1	98.4	90.0
	1157	210				03/06/2015	17/06/2015	14	4.0	180.6	45000	37416	207.2	98.7		90.0
	1158	210				03/06/2015	17/06/2015	14	4.0	181.5	44000	37501	206.6	98.4		90.0
101	1165	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	181.5	43400	37824	208.4	99.2	98.7	90.0
	1166	210				06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	180.6	45000	36987	204.8	97.5		90.0
	1167	210				06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37998	208.9	99.5		90.0
102	1174	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	181.5	43400	37824	208.4	99.2	98.7	90.0
	1175	210				06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	180.6	45000	36987	204.8	97.5		90.0
	1176	210				06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37998	208.9	99.5		90.0
103	1183	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	181.5	43400	37824	208.4	99.2	98.7	90.0
	1184	210				06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	180.6	45000	36987	204.8	97.5		90.0
	1185	210				06/06/2015	20/06/2015	14	3.5	181.9	44000	37998	208.9	99.5		90.0
104	1192	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/06/2015	22/06/2015	14	3.8	182.2	43400	37458	205.6	97.9	98.9	90.0
	1193	210				08/06/2015	22/06/2015	14	3.8	181.9	45000	38050	209.2	99.6		90.0
	1194	210				08/06/2015	22/06/2015	14	3.8	182.5	44000	37963	208.0	99.1		90.0
105	1201	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/06/2015	24/06/2015	14	4.0	180.0	43400	37964	210.9	100.4	99.4	90.0
	1202	210				10/06/2015	24/06/2015	14	4.0	181.9	45000	38154	209.8	99.9		90.0
	1203	210				10/06/2015	24/06/2015	14	4.0	180.5	44000	37080	205.4	97.8		90.0
106	1210	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/06/2015	24/06/2015	14	4.0	180.0	43400	37964	210.9	100.4	99.4	90.0
	1211	210				10/06/2015	24/06/2015	14	4.0	181.9	45000	38154	209.8	99.9		90.0
	1212	210				10/06/2015	24/06/2015	14	4.0	180.5	44000	37080	205.4	97.8		90.0
107	1219	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/06/2015	25/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37840	208.6	99.3	98.9	90.0
	1220	210				11/06/2015	25/06/2015	14	4.0	182.0	45000	36972	203.1	96.7		90.0
	1221	210				11/06/2015	25/06/2015	14	4.0	180.7	44000	38196	211.4	100.7		90.0
108	1228	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/06/2015	25/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37840	208.6	99.3	98.9	90.0
	1229	210				11/06/2015	25/06/2015	14	4.0	182.0	45000	36972	203.1	96.7		90.0
	1230	210				11/06/2015	25/06/2015	14	4.0	180.7	44000	38196	211.4	100.7		90.0
109	1237	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/06/2015	26/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37644	207.5	98.8	99.5	90.0
	1238	210				12/06/2015	26/06/2015	14	4.0	181.2	45000	38145	210.5	100.2		90.0
	1239	210				12/06/2015	26/06/2015	14	4.0	182.0	44000	37987	208.7	99.4		90.0
110	1246	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/06/2015	26/06/2015	14	4.0	181.4	43400	37644	207.5	98.8	99.5	90.0
	1247	210				12/06/2015	26/06/2015	14	4.0	181.2	45000	38145	210.5	100.2		90.0
	1248	210				12/06/2015	26/06/2015	14	4.0	182.0	44000	37987	208.7	99.4		90.0
111	1255	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 4 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/06/2015	27/06/2015	14	3.8	182.4	43400	38080	208.8	99.4	97.4	90.0
	1256	210				13/06/2015	27/06/2015	14	3.8	180.0	45000	36124	200.7	95.6		90.0
	1257	210				13/06/2015	27/06/2015	14	3.8	181.0	44000	36974	204.3	97.3		90.0
112	1264	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° Y 13 Y 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/06/2015	27/06/2015	14	3.8	182.4	43400	38080	208.8	99.4	97.4	90.0
	1265	210				13/06/2015	27/06/2015	14	3.8	180.0	45000	36124	200.7	95.6		90.0
	1266	210				13/06/2015	27/06/2015	14	3.8	181.0	44000	36974	204.3	97.3		90.0
113	1273	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/06/2015	29/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37942	209.2	99.6	98.7	90.0
	1274	210				15/06/2015	29/06/2015	14	3.8	182.5	45000	38059	208.5	99.3		90.0
	1275	210				15/06/2015	29/06/2015	14	3.8	181.5	44000	37100	204.4	97.3		90.0

Tabla 21b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _{cc} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
114	1282	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO KM 31+216 AL KM 31+241 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/06/2015	29/06/2015	14	3.8	181.4	43400	37942	209.2	99.6	98.7	90.0
	1283	210				15/06/2015	29/06/2015	14	3.8	182.5	45000	38059	208.5	99.3		90.0
	1284	210				15/06/2015	29/06/2015	14	3.8	181.5	44000	37100	204.4	97.3		90.0
115	1291	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/06/2015	30/06/2015	14	3.8	181.8	43400	37250	204.9	97.6	99.5	90.0
	1292	210				16/06/2015	30/06/2015	14	3.8	180.6	45000	37890	209.8	99.9		90.0
	1293	210				16/06/2015	30/06/2015	14	3.8	180.4	44000	38285	212.2	101.1		90.0
116	1300	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/06/2015	30/06/2015	14	4.0	181.8	43400	37250	204.9	97.6	99.5	90.0
	1301	210				16/06/2015	30/06/2015	14	4.0	180.6	45000	37890	209.8	99.9		90.0
	1302	210				16/06/2015	30/06/2015	14	4.0	180.4	44000	38285	212.2	101.1		90.0
117	1309	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/06/2015	01/07/2015	14	4.0	180.5	43400	37748	209.1	99.6	99.2	90.0
	1310	210				17/06/2015	01/07/2015	14	4.0	180.9	45000	37601	207.9	99.0		90.0
	1311	210				17/06/2015	01/07/2015	14	4.0	181.0	44000	37598	207.7	98.9		90.0
118	1318	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/06/2015	01/07/2015	14	4.0	180.5	43400	37748	209.1	99.6	99.2	90.0
	1319	210				17/06/2015	01/07/2015	14	4.0	180.9	45000	37601	207.9	99.0		90.0
	1320	210				17/06/2015	01/07/2015	14	4.0	181.0	44000	37598	207.7	98.9		90.0
119	1327	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/06/2015	02/07/2015	14	4.0	179.8	43400	37641	209.3	99.7	99.1	90.0
	1328	210				18/06/2015	02/07/2015	14	4.0	180.4	45000	37532	208.0	99.1		90.0
	1329	210				18/06/2015	02/07/2015	14	4.0	181.0	44000	37481	207.1	98.6		90.0
120	1336	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/06/2015	02/07/2015	14	4.0	179.8	43400	37641	209.3	99.7	99.1	90.0
	1337	210				18/06/2015	02/07/2015	14	4.0	180.4	45000	37532	208.0	99.1		90.0
	1338	210				18/06/2015	02/07/2015	14	4.0	181.0	44000	37481	207.1	98.6		90.0
121	1345	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/06/2015	03/07/2015	14	4.0	181.5	43400	36964	203.7	97.0	98.0	90.0
	1346	210				19/06/2015	03/07/2015	14	4.0	180.9	45000	37158	205.4	97.8		90.0
	1347	210				19/06/2015	03/07/2015	14	4.0	181.3	44000	37758	208.3	99.2		90.0
122	1354	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/06/2015	03/07/2015	14	4.0	181.5	43400	36964	203.7	97.0	98.0	90.0
	1355	210				19/06/2015	03/07/2015	14	4.0	180.9	45000	37158	205.4	97.8		90.0
	1356	210				19/06/2015	03/07/2015	14	4.0	181.3	44000	37758	208.3	99.2		90.0
123	1363	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	180.0	43400	37379	207.7	98.9	97.3	90.0
	1364	210				20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	181.4	45000	35798	197.3	94.0		90.0
	1365	210				20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37578	207.7	98.9		90.0
124	1372	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	180.0	43400	37379	207.7	98.9	97.3	90.0
	1373	210				20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	181.4	45000	35798	197.3	94.0		90.0
	1374	210				20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37578	207.7	98.9		90.0
125	1381	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	180.0	43400	37379	207.7	98.9	97.3	90.0
	1382	210				20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	181.4	45000	35798	197.3	94.0		90.0
	1383	210				20/06/2015	04/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37578	207.7	98.9		90.0
126	1390	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/06/2015	06/07/2015	14	4.0	179.9	43400	36841	204.8	97.5	97.5	90.0
	1391	210				22/06/2015	06/07/2015	14	4.0	180.5	45000	36902	204.4	97.4		90.0
	1392	210				22/06/2015	06/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37084	205.0	97.6		90.0
127	1399	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/06/2015	06/07/2015	14	4.0	179.9	43400	36841	204.8	97.5	97.5	90.0
	1400	210				22/06/2015	06/07/2015	14	4.0	180.5	45000	36902	204.4	97.4		90.0
	1401	210				22/06/2015	06/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37084	205.0	97.6		90.0
128	1408	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/06/2015	07/07/2015	14	3.5	180.8	43400	36754	203.3	96.8	96.3	90.0
	1409	210				23/06/2015	07/07/2015	14	3.5	181.1	45000	36604	202.1	96.2		90.0
	1410	210				23/06/2015	07/07/2015	14	3.5	181.9	44000	36557	201.0	95.7		90.0
129	1417	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/06/2015	07/07/2015	14	4.0	180.8	43400	36754	203.3	96.8	96.3	90.0
	1418	210				23/06/2015	07/07/2015	14	4.0	181.1	45000	36604	202.1	96.2		90.0
	1419	210				23/06/2015	07/07/2015	14	4.0	181.9	44000	36557	201.0	95.7		90.0
130	1426	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/06/2015	08/07/2015	14	3.5	181.7	43400	36845	202.8	96.6	96.6	90.0
	1427	210				24/06/2015	08/07/2015	14	3.5	182.4	45000	36716	201.3	95.9		90.0
	1428	210				24/06/2015	08/07/2015	14	3.5	180.6	44000	36901	204.3	97.3		90.0
131	1435	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/06/2015	09/07/2015	14	4.0	179.8	43400	36940	205.5	97.8	97.2	90.0
	1436	210				25/06/2015	09/07/2015	14	4.0	180.6	45000	36874	204.2	97.2		90.0
	1437	210				25/06/2015	09/07/2015	14	4.0	182.0	44000	36900	202.7	96.5		90.0
132	1444	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/06/2015	10/07/2015	14	4.0	180.6	43400	36910	204.4	97.3	96.9	90.0
	1445	210				26/06/2015	10/07/2015	14	4.0	181.3	45000	36874	203.4	96.9		90.0
	1446	210				26/06/2015	10/07/2015	14	4.0	181.7	44000	36800	202.5	96.4		90.0
133	1453	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/06/2015	10/07/2015	14	3.5	180.6	43400	36910	204.4	97.3	96.9	90.0
	1454	210				26/06/2015	10/07/2015	14	3.5	181.3	45000	36874	203.4	96.9		90.0
	1455	210				26/06/2015	10/07/2015	14	3.5	181.7	44000	36800	202.5	96.4		90.0

Tabla 21c. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f_{cc} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
134	1462	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/06/2015	11/07/2015	14	3.8	180.8	43400	36825	203.7	97.0	96.8	90.0
	27/06/2015	11/07/2015				14	3.8	181.3	45000	36695	202.4	96.4	90.0			
	27/06/2015	11/07/2015				14	3.8	180.5	44000	36785	203.8	97.0	90.0			
135	1471	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/06/2015	11/07/2015	14	3.8	180.8	43400	36825	203.7	97.0	96.8	90.0
	27/06/2015	11/07/2015				14	3.8	181.3	45000	36695	202.4	96.4	90.0			
	27/06/2015	11/07/2015				14	3.8	180.5	44000	36785	203.8	97.0	90.0			
136	1480	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.4 AL KM 34+553.331 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/06/2015	13/07/2015	14	3.5	180.9	43400	36841	203.7	97.0	97.1	90.0
	29/06/2015	13/07/2015				14	3.5	181.8	45000	36916	203.1	96.7	90.0			
	29/06/2015	13/07/2015				14	3.5	180.2	44000	36994	205.3	97.8	90.0			
137	1489	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.32 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/06/2015	14/07/2015	14	4.0	180.6	43400	36778	203.6	97.0	97.1	90.0
	30/06/2015	14/07/2015				14	4.0	181.4	45000	37010	204.0	97.2	90.0			
	30/06/2015	14/07/2015				14	4.0	181.7	44000	37124	204.3	97.3	90.0			
138	1498	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1 Y 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/06/2015	14/07/2015	14	4.0	180.6	43400	36778	203.6	97.0	97.1	90.0
	30/06/2015	14/07/2015				14	4.0	181.4	45000	37010	204.0	97.2	90.0			
	30/06/2015	14/07/2015				14	4.0	181.7	44000	37124	204.3	97.3	90.0			

Tabla 22a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _{cc} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
94	1105	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/06/2015	29/06/2015	28	3.5	182.7	43400	46842	256.4	122.1	123.9	100.0
	01/06/2015	29/06/2015				28	3.5	181.6	45000	47320	260.6	124.1	100.0			
	01/06/2015	29/06/2015				28	3.5	181.4	44000	47778	263.4	125.4	100.0			
95	1114	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/06/2015	29/06/2015	28	3.5	182.7	43400	46842	256.4	122.1	123.9	100.0
	01/06/2015	29/06/2015				28	3.5	181.6	45000	47320	260.6	124.1	100.0			
	01/06/2015	29/06/2015				28	3.5	181.4	44000	47778	263.4	125.4	100.0			
96	1123	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	30/06/2015	28	4.0	182.6	43400	47830	261.9	124.7	124.3	100.0
	02/06/2015	30/06/2015				28	4.0	181.5	45000	46980	258.8	123.3	100.0			
	02/06/2015	30/06/2015				28	4.0	180.8	44000	47470	262.6	125.0	100.0			
97	1132	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	ZAPATA PAÑOS N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	30/06/2015	28	4.0	182.6	43400	47830	261.9	124.7	124.3	100.0
	02/06/2015	30/06/2015				28	4.0	181.5	45000	46980	258.8	123.3	100.0			
	02/06/2015	30/06/2015				28	4.0	180.8	44000	47470	262.6	125.0	100.0			
98	1141	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/06/2015	30/06/2015	28	4.0	182.6	43400	47830	261.9	124.7	124.3	100.0
	02/06/2015	30/06/2015				28	4.0	181.5	45000	46980	258.8	123.3	100.0			
	02/06/2015	30/06/2015				28	4.0	180.8	44000	47470	262.6	125.0	100.0			
99	1150	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/06/2015	01/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47591	261.8	124.7	124.9	100.0
	03/06/2015	01/07/2015				28	4.0	182.1	45000	47600	261.4	124.5	100.0			
	03/06/2015	01/07/2015				28	4.0	180.7	44000	47701	264.0	125.7	100.0			
100	1159	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/06/2015	01/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47591	261.8	124.7	124.9	100.0
	03/06/2015	01/07/2015				28	4.0	182.1	45000	47600	261.4	124.5	100.0			
	03/06/2015	01/07/2015				28	4.0	180.7	44000	47701	264.0	125.7	100.0			
101	1168	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 20+809 AL KM 20+859 L.IZQ.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	04/07/2015	28	3.5	182.2	43400	47591	261.2	124.4	124.8	100.0
	06/06/2015	04/07/2015				28	3.5	181.6	45000	47600	262.1	124.8	100.0			
	06/06/2015	04/07/2015				28	3.5	181.4	44000	47701	263.0	125.2	100.0			
102	1177	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 28+820 AL KM 28+890 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	04/07/2015	28	3.5	182.2	43400	47591	261.2	124.4	124.8	100.0
	06/06/2015	04/07/2015				28	3.5	181.6	45000	47600	262.1	124.8	100.0			
	06/06/2015	04/07/2015				28	3.5	181.4	44000	47701	263.0	125.2	100.0			
103	1186	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	06/06/2015	04/07/2015	28	3.5	182.2	43400	47591	261.2	124.4	124.8	100.0
	06/06/2015	04/07/2015				28	3.5	181.6	45000	47600	262.1	124.8	100.0			
	06/06/2015	04/07/2015				28	3.5	181.4	44000	47701	263.0	125.2	100.0			
104	1195	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	08/06/2015	06/07/2015	28	3.8	182.0	43400	47210	259.4	123.5	123.7	100.0
	08/06/2015	06/07/2015				28	3.8	181.7	45000	46989	258.6	123.1	100.0			
	08/06/2015	06/07/2015				28	3.8	180.6	44000	47161	261.1	124.4	100.0			
105	1204	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 24+239 AL KM 24+288 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/06/2015	08/07/2015	28	4.0	182.1	43400	47291	259.7	123.7	124.2	100.0
	10/06/2015	08/07/2015				28	4.0	181.5	45000	47301	260.6	124.1	100.0			
	10/06/2015	08/07/2015				28	4.0	180.8	44000	47375	262.0	124.8	100.0			
106	1213	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/06/2015	08/07/2015	28	4.0	182.1	43400	47291	259.7	123.7	124.2	100.0
	10/06/2015	08/07/2015				28	4.0	181.5	45000	47301	260.6	124.1	100.0			
	10/06/2015	08/07/2015				28	4.0	180.8	44000	47375	262.0	124.8	100.0			
107	1222	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/06/2015	09/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47187	259.6	123.6	123.7	100.0
	11/06/2015	09/07/2015				28	4.0	182.1	45000	47204	259.2	123.4	100.0			
	11/06/2015	09/07/2015				28	4.0	180.7	44000	47100	260.7	124.1	100.0			
108	1231	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/06/2015	09/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47187	259.6	123.6	123.7	100.0
	11/06/2015	09/07/2015				28	4.0	182.1	45000	47204	259.2	123.4	100.0			
	11/06/2015	09/07/2015				28	4.0	180.7	44000	47100	260.7	124.1	100.0			
109	1240	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/06/2015	10/07/2015	28	4.0	181.6	43400	47248	260.2	123.9	124.6	100.0
	12/06/2015	10/07/2015				28	4.0	180.4	45000	47191	261.6	124.6	100.0			
	12/06/2015	10/07/2015				28	4.0	179.9	44000	47304	262.9	125.2	100.0			
110	1249	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	12/06/2015	10/07/2015	28	4.0	181.6	43400	47248	260.2	123.9	124.6	100.0
	12/06/2015	10/07/2015				28	4.0	180.4	45000	47191	261.6	124.6	100.0			
	12/06/2015	10/07/2015				28	4.0	179.9	44000	47304	262.9	125.2	100.0			
111	1258	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° 4 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/06/2015	11/07/2015	28	3.8	181.8	43400	47428	260.9	124.2	124.7	100.0
	13/06/2015	11/07/2015				28	3.8	182.1	45000	47571	261.2	124.4	100.0			
	13/06/2015	11/07/2015				28	3.8	180.4	44000	47502	263.3	125.4	100.0			
112	1267	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑOS N° Y 13 Y 14	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	13/06/2015	11/07/2015	28	3.8	181.8	43400	47428	260.9	124.2	124.7	100.0
	13/06/2015	11/07/2015				28	3.8	182.1	45000	47571	261.2	124.4	100.0			
	13/06/2015	11/07/2015				28	3.8	180.4	44000	47502	263.3	125.4	100.0			
113	1276	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 12	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/06/2015	13/07/2015	28	3.8	182.0	43400	47519	261.1	124.3	125.2	100.0
	15/06/2015	13/07/2015				28	3.8	180.7	45000	47616	263.5	125.5	100.0			
	15/06/2015	13/07/2015				28	3.8	180.0	44000	47501	263.9	125.7	100.0			

Tabla 22b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
114	1285	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO KM 31+216 AL KM 31+241 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/06/2015	13/07/2015	28	3.8	182.0	43400	47519	261.1	124.3	125.2	100.0
	15/06/2015	13/07/2015				28	3.8	180.7	45000	47616	263.5	125.5	100.0			
	15/06/2015	13/07/2015				28	3.8	180.0	44000	47501	263.9	125.7	100.0			
115	1294	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 10	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/06/2015	14/07/2015	28	3.8	181.5	43400	47516	261.8	124.7	125.2	100.0
	16/06/2015	14/07/2015				28	3.8	180.9	45000	47610	263.2	125.3	100.0			
	16/06/2015	14/07/2015				28	3.8	181.2	44000	47800	263.8	125.6	100.0			
116	1303	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/06/2015	14/07/2015	28	4.0	181.5	43400	47516	261.8	124.7	125.2	100.0
	16/06/2015	14/07/2015				28	4.0	180.9	45000	47610	263.2	125.3	100.0			
	16/06/2015	14/07/2015				28	4.0	181.2	44000	47800	263.8	125.6	100.0			
117	1312	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 9	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/06/2015	15/07/2015	28	4.0	180.3	43400	47781	265.0	126.2	125.4	100.0
	17/06/2015	15/07/2015				28	4.0	181.4	45000	47653	262.7	125.1	100.0			
	17/06/2015	15/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47689	262.5	125.0	100.0			
118	1321	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 28+520 AL KM 28+548 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/06/2015	15/07/2015	28	4.0	180.3	43400	47781	265.0	126.2	125.4	100.0
	17/06/2015	15/07/2015				28	4.0	181.4	45000	47653	262.7	125.1	100.0			
	17/06/2015	15/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47689	262.5	125.0	100.0			
119	1330	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/06/2015	16/07/2015	28	4.0	181.4	43400	47691	262.9	125.2	125.8	100.0
	18/06/2015	16/07/2015				28	4.0	180.7	45000	47816	264.6	126.0	100.0			
	18/06/2015	16/07/2015				28	4.0	180.2	44000	47802	265.3	126.3	100.0			
120	1339	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/06/2015	16/07/2015	28	4.0	181.4	43400	47691	262.9	125.2	125.8	100.0
	18/06/2015	16/07/2015				28	4.0	180.7	45000	47816	264.6	126.0	100.0			
	18/06/2015	16/07/2015				28	4.0	180.2	44000	47802	265.3	126.3	100.0			
121	1348	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/06/2015	17/07/2015	28	4.0	180.6	43400	47786	264.6	126.0	125.6	100.0
	19/06/2015	17/07/2015				28	4.0	181.3	45000	47826	263.8	125.6	100.0			
	19/06/2015	17/07/2015				28	4.0	180.9	44000	47601	263.1	125.3	100.0			
122	1357	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	19/06/2015	17/07/2015	28	4.0	180.6	43400	47786	264.6	126.0	125.6	100.0
	19/06/2015	17/07/2015				28	4.0	181.3	45000	47826	263.8	125.6	100.0			
	19/06/2015	17/07/2015				28	4.0	180.9	44000	47601	263.1	125.3	100.0			
123	1366	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+216 AL KM 31+241.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	18/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47701	262.4	124.9	125.6	100.0
	20/06/2015	18/07/2015				28	4.0	180.7	45000	47698	264.0	125.7	100.0			
	20/06/2015	18/07/2015				28	4.0	180.3	44000	47765	264.9	126.2	100.0			
124	1375	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	18/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47701	262.4	124.9	125.6	100.0
	20/06/2015	18/07/2015				28	4.0	180.7	45000	47698	264.0	125.7	100.0			
	20/06/2015	18/07/2015				28	4.0	180.3	44000	47765	264.9	126.2	100.0			
125	1384	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/06/2015	18/07/2015	28	4.0	181.8	43400	47701	262.4	124.9	125.6	100.0
	20/06/2015	18/07/2015				28	4.0	180.7	45000	47698	264.0	125.7	100.0			
	20/06/2015	18/07/2015				28	4.0	180.3	44000	47765	264.9	126.2	100.0			
126	1393	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/06/2015	20/07/2015	28	4.0	181.0	43400	47685	263.5	125.5	125.0	100.0
	22/06/2015	20/07/2015				28	4.0	182.1	45000	47710	262.0	124.8	100.0			
	22/06/2015	20/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47600	262.0	124.7	100.0			
127	1402	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/06/2015	20/07/2015	28	4.0	181.0	43400	47685	263.5	125.5	125.0	100.0
	22/06/2015	20/07/2015				28	4.0	182.1	45000	47710	262.0	124.8	100.0			
	22/06/2015	20/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47600	262.0	124.7	100.0			
128	1411	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/06/2015	21/07/2015	28	3.5	181.4	43400	47695	262.9	125.2	125.3	100.0
	23/06/2015	21/07/2015				28	3.5	182.0	45000	48000	263.7	125.6	100.0			
	23/06/2015	21/07/2015				28	3.5	181.7	44000	47794	263.0	125.3	100.0			
129	1420	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 28+520.36 AL KM 28+548.71 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/06/2015	21/07/2015	28	4.0	181.4	43400	47695	262.9	125.2	125.3	100.0
	23/06/2015	21/07/2015				28	4.0	182.0	45000	48000	263.7	125.6	100.0			
	23/06/2015	21/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47794	263.0	125.3	100.0			
130	1429	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 1	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	24/06/2015	22/07/2015	28	3.5	182.2	43400	46791	256.8	122.3	124.7	100.0
	24/06/2015	22/07/2015				28	3.5	180.6	45000	47754	264.4	125.9	100.0			
	24/06/2015	22/07/2015				28	3.5	181.7	44000	48050	264.4	125.9	100.0			
131	1438	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/06/2015	23/07/2015	28	4.0	181.4	43400	47123	259.8	123.7	125.0	100.0
	25/06/2015	23/07/2015				28	4.0	182.2	45000	48210	264.6	126.0	100.0			
	25/06/2015	23/07/2015				28	4.0	181.6	44000	47728	262.8	125.2	100.0			
132	1447	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.865 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/06/2015	24/07/2015	28	4.0	180.0	43400	48074	267.1	127.2	126.2	100.0
	26/06/2015	24/07/2015				28	4.0	181.1	45000	47962	264.8	126.1	100.0			
	26/06/2015	24/07/2015				28	4.0	181.6	44000	47759	263.0	125.2	100.0			
133	1456	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	26/06/2015	24/07/2015	28	3.5	180.0	43400	48074	267.1	127.2	126.2	100.0
	26/06/2015	24/07/2015				28	3.5	181.1	45000	47962	264.8	126.1	100.0			
	26/06/2015	24/07/2015				28	3.5	181.6	44000	47759	263.0	125.2	100.0			

Tabla 22c. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Junio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f_{c-} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
134	1465	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 6	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/06/2015	25/07/2015	28	3.8	182.2	43400	47364	260.0	123.8	125.3	100.0
	27/06/2015	25/07/2015				28	3.8	181.4	45000	47528	262.0	124.8	100.0			
	27/06/2015	25/07/2015				28	3.8	180.9	44000	48367	267.4	127.3	100.0			
135	1474	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	27/06/2015	25/07/2015	28	3.8	182.2	43400	47364	260.0	123.8	125.3	100.0
	27/06/2015	25/07/2015				28	3.8	181.4	45000	47528	262.0	124.8	100.0			
	27/06/2015	25/07/2015				28	3.8	180.9	44000	48367	267.4	127.3	100.0			
136	1483	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.4 AL KM 34+553.33 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	29/06/2015	27/07/2015	28	3.5	181.2	43400	47694	263.2	125.3	125.2	100.0
	29/06/2015	27/07/2015				28	3.5	180.9	45000	47128	260.5	124.1	100.0			
	29/06/2015	27/07/2015				28	3.5	181.4	44000	48092	265.1	126.2	100.0			
137	1492	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.32 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/06/2015	28/07/2015	28	4.0	182.2	43400	46789	256.8	122.3	124.7	100.0
	30/06/2015	28/07/2015				28	4.0	180.9	45000	48100	265.9	126.6	100.0			
	30/06/2015	28/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47820	263.2	125.3	100.0			
138	1501	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 1 Y 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	30/06/2015	28/07/2015	28	4.0	182.2	43400	46789	256.8	122.3	124.7	100.0
	30/06/2015	28/07/2015				28	4.0	180.9	45000	48100	265.9	126.6	100.0			
	30/06/2015	28/07/2015				28	4.0	181.7	44000	47820	263.2	125.3	100.0			

Tabla 23a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Julio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _{cc} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
139	1504	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/07/2015	08/07/2015	7	4.0	180.8	43400	33184	183.5	87.4	87.5	70.0
	1505	210				01/07/2015	08/07/2015	7	4.0	181.4	45000	33245	183.3	87.3		70.0
	1506	210				01/07/2015	08/07/2015	7	4.0	180.3	44000	33308	184.7	88.0		70.0
140	1513	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/07/2015	08/07/2015	7	4.0	180.8	43400	33184	183.5	87.4	87.5	70.0
	1514	210				01/07/2015	08/07/2015	7	4.0	181.4	45000	33245	183.3	87.3		70.0
	1515	210				01/07/2015	08/07/2015	7	4.0	180.3	44000	33308	184.7	88.0		70.0
141	1522	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	181.4	43400	33084	182.4	86.8	86.7	70.0
	1523	210				02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	180.8	45000	32981	182.4	86.9		70.0
	1524	210				02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	181.9	44000	33003	181.4	86.4		70.0
142	1531	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	181.4	43400	33084	182.4	86.8	86.7	70.0
	1532	210				02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	180.8	45000	32981	182.4	86.9		70.0
	1533	210				02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	181.9	44000	33003	181.4	86.4		70.0
143	1540	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	181.4	43400	33084	182.4	86.8	86.7	70.0
	1541	210				02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	180.8	45000	32981	182.4	86.9		70.0
	1542	210				02/07/2015	09/07/2015	7	4.5	181.9	44000	33003	181.4	86.4		70.0
144	1549	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/07/2015	10/07/2015	7	4.0	180.7	43400	32784	181.4	86.4	86.3	70.0
	1550	210				03/07/2015	10/07/2015	7	4.0	181.8	45000	32691	179.8	85.6		70.0
	1551	210				03/07/2015	10/07/2015	7	4.0	180.6	44000	32902	182.2	86.8		70.0
145	1558	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 (AL 70 %)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/07/2015	10/07/2015	7	4.0	180.7	43400	32784	181.4	86.4	86.3	70.0
	1559	210				03/07/2015	10/07/2015	7	4.0	181.8	45000	32691	179.8	85.6		70.0
	1560	210				03/07/2015	10/07/2015	7	4.0	180.6	44000	32902	182.2	86.8		70.0
146	1567	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 6 (AL 30%)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/07/2015	11/07/2015	7	4.0	181.3	43400	32648	180.1	85.8	85.6	70.0
	1568	210				04/07/2015	11/07/2015	7	4.0	180.6	45000	32402	179.4	85.4		70.0
	1569	210				04/07/2015	11/07/2015	7	4.0	180.2	44000	32349	179.5	85.5		70.0
147	1576	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 (AL 70 %)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/07/2015	11/07/2015	7	4.3	181.3	43400	32648	180.1	85.8	85.6	70.0
	1577	210				04/07/2015	11/07/2015	7	4.3	180.6	45000	32402	179.4	85.4		70.0
	1578	210				04/07/2015	11/07/2015	7	4.3	180.2	44000	32349	179.5	85.5		70.0
148	1585	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/07/2015	14/07/2015	7	4.0	181.1	43400	33804	186.7	88.9	88.1	70.0
	1586	210				07/07/2015	14/07/2015	7	4.0	180.4	45000	32998	182.9	87.1		70.0
	1587	210				07/07/2015	14/07/2015	7	4.0	182.2	44000	33795	185.5	88.3		70.0
149	1594	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/07/2015	14/07/2015	7	4.0	181.1	43400	33804	186.7	88.9	88.1	70.0
	1595	210				07/07/2015	14/07/2015	7	4.0	180.4	45000	32998	182.9	87.1		70.0
	1596	210				07/07/2015	14/07/2015	7	4.0	182.2	44000	33795	185.5	88.3		70.0
150	1603	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/07/2015	17/07/2015	7	3.5	181.4	43400	32895	181.3	86.4	87.8	70.0
	1604	210				10/07/2015	17/07/2015	7	3.5	182.2	45000	33890	186.0	88.6		70.0
	1605	210				10/07/2015	17/07/2015	7	3.5	181.6	44000	33785	186.0	88.6		70.0
151	1612	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/07/2015	17/07/2015	7	3.5	181.4	43400	32895	181.3	86.4	87.8	70.0
	1613	210				10/07/2015	17/07/2015	7	3.5	182.2	45000	33890	186.0	88.6		70.0
	1614	210				10/07/2015	17/07/2015	7	3.5	181.6	44000	33785	186.0	88.6		70.0
152	1621	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/07/2015	18/07/2015	7	4.0	180.6	43400	32743	181.3	86.3	85.9	70.0
	1622	210				11/07/2015	18/07/2015	7	4.0	181.3	45000	32691	180.3	85.9		70.0
	1623	210				11/07/2015	18/07/2015	7	4.0	181.9	44000	32703	179.8	85.6		70.0
153	1630	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/07/2015	22/07/2015	7	3.5	181.6	43400	33028	181.9	86.6	85.4	70.0
	1631	210				15/07/2015	22/07/2015	7	3.5	180.7	45000	32407	179.3	85.4		70.0
	1632	210				15/07/2015	22/07/2015	7	3.5	181.6	44000	32122	176.9	84.2		70.0
154	1639	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/07/2015	23/07/2015	7	3.8	181.4	43400	33519	184.8	88.0	87.0	70.0
	1640	210				16/07/2015	23/07/2015	7	3.8	182.5	45000	33100	181.4	86.4		70.0
	1641	210				16/07/2015	23/07/2015	7	3.8	180.7	44000	32900	182.1	86.7		70.0
155	1648	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/07/2015	23/07/2015	7	3.8	181.4	43400	33519	184.8	88.0	87.0	70.0
	1649	210				16/07/2015	23/07/2015	7	3.8	182.5	45000	33100	181.4	86.4		70.0
	1650	210				16/07/2015	23/07/2015	7	3.8	180.7	44000	32900	182.1	86.7		70.0
156	1657	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/07/2015	24/07/2015	7	4.0	181.4	43400	33764	186.1	88.6	88.8	70.0
	1658	210				17/07/2015	24/07/2015	7	4.0	182.2	45000	34090	187.1	89.1		70.0
	1659	210				17/07/2015	24/07/2015	7	4.0	181.6	44000	33816	186.2	88.7		70.0
157	1666	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/07/2015	25/07/2015	7	4.0	182.4	43400	33815	185.4	88.3	88.3	70.0
	1667	210				18/07/2015	25/07/2015	7	4.0	181.9	45000	33678	185.1	88.2		70.0
	1668	210				18/07/2015	25/07/2015	7	4.0	182.6	44000	33964	186.0	88.6		70.0
158	1675	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/07/2015	25/07/2015	7	4.0	182.4	43400	33815	185.4	88.3	88.3	70.0
	1676	210				18/07/2015	25/07/2015	7	4.0	181.9	45000	33678	185.1	88.2		70.0
	1677	210				18/07/2015	25/07/2015	7	4.0	182.6	44000	33964	186.0	88.6		70.0

Tabla 23b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 7 días, Julio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f_{cs} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
159	1684	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/07/2015	27/07/2015	7	4.3	181.6	43400	33800	186.1	88.6	88.5	70.0
	20/07/2015	27/07/2015				7	4.3	182.2	45000	34005	186.6	88.9	70.0			
	20/07/2015	27/07/2015				7	4.3	180.9	44000	33428	184.8	88.0	70.0			
160	1693	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/07/2015	29/07/2015	7	4.0	180.6	43400	33269	184.2	87.7	88.8	70.0
	22/07/2015	29/07/2015				7	4.0	181.2	45000	33756	186.3	88.7	70.0			
	22/07/2015	29/07/2015				7	4.0	180.9	44000	34129	188.7	89.8	70.0			
161	1702	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/07/2015	30/07/2015	7	4.3	181.2	43400	34100	188.2	89.6	89.0	70.0
	23/07/2015	30/07/2015				7	4.3	182.4	45000	34000	186.4	88.8	70.0			
	23/07/2015	30/07/2015				7	4.3	180.9	44000	33685	186.2	88.7	70.0			
162	1711	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/07/2015	01/08/2015	7	4.0	180.5	43400	33249	184.2	87.7	88.5	70.0
	25/07/2015	01/08/2015				7	4.0	181.5	45000	34151	188.2	89.6	70.0			
	25/07/2015	01/08/2015				7	4.0	182.4	44000	33816	185.4	88.3	70.0			

Tabla 24a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Julio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _c = (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (Kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
139	1507	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/07/2015	15/07/2015	14	4.0	181.0	43400	36879	203.8	97.0	96.7	90.0
	1508	210				01/07/2015	15/07/2015	14	4.0	182.2	45000	36908	202.6	96.5		90.0
	1509	210				01/07/2015	15/07/2015	14	4.0	181.5	44000	36780	202.6	96.5		90.0
140	1516	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/07/2015	15/07/2015	14	4.0	181.0	43400	36879	203.8	97.0	96.7	90.0
	1517	210				01/07/2015	15/07/2015	14	4.0	182.2	45000	36908	202.6	96.5		90.0
	1518	210				01/07/2015	15/07/2015	14	4.0	181.5	44000	36780	202.6	96.5		90.0
141	1525	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	182.2	43400	36795	201.9	96.2	96.5	90.0
	1526	210				02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	181.9	45000	36881	202.8	96.5		90.0
	1527	210				02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	180.7	44000	36781	203.5	96.9		90.0
142	1534	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	182.2	43400	36795	201.9	96.2	96.5	90.0
	1535	210				02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	181.9	45000	36881	202.8	96.5		90.0
	1536	210				02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	180.7	44000	36781	203.5	96.9		90.0
143	1543	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	182.2	43400	36795	201.9	96.2	96.5	90.0
	1544	210				02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	181.9	45000	36881	202.8	96.5		90.0
	1545	210				02/07/2015	16/07/2015	14	4.5	180.7	44000	36781	203.5	96.9		90.0
144	1552	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/07/2015	17/07/2015	14	4.0	180.0	43400	36910	205.1	97.6	97.1	90.0
	1553	210				03/07/2015	17/07/2015	14	4.0	181.4	45000	36785	202.8	96.6		90.0
	1554	210				03/07/2015	17/07/2015	14	4.0	180.3	44000	36795	204.1	97.2		90.0
145	1561	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 (AL 70 %)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/07/2015	17/07/2015	14	4.0	180.0	43400	36910	205.1	97.6	97.1	90.0
	1562	210				03/07/2015	17/07/2015	14	4.0	181.4	45000	36785	202.8	96.6		90.0
	1563	210				03/07/2015	17/07/2015	14	4.0	180.3	44000	36795	204.1	97.2		90.0
146	1570	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 6 (AL 30%)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/07/2015	18/07/2015	14	4.0	179.9	43400	36894	205.1	97.7	97.4	90.0
	1571	210				04/07/2015	18/07/2015	14	4.0	180.7	45000	36786	203.6	96.9		90.0
	1572	210				04/07/2015	18/07/2015	14	4.0	180.1	44000	36910	204.9	97.6		90.0
147	1579	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 (AL 70 %)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/07/2015	18/07/2015	14	4.3	179.9	43400	36894	205.1	97.7	97.4	90.0
	1580	210				04/07/2015	18/07/2015	14	4.3	180.7	45000	36786	203.6	96.9		90.0
	1581	210				04/07/2015	18/07/2015	14	4.3	180.1	44000	36910	204.9	97.6		90.0
148	1588	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/07/2015	21/07/2015	14	4.0	182.1	43400	37510	206.0	98.1	97.9	90.0
	1589	210				07/07/2015	21/07/2015	14	4.0	180.6	45000	36964	204.7	97.5		90.0
	1590	210				07/07/2015	21/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37318	206.3	98.2		90.0
149	1597	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/07/2015	21/07/2015	14	4.0	182.1	43400	37510	206.0	98.1	97.9	90.0
	1598	210				07/07/2015	21/07/2015	14	4.0	180.6	45000	36964	204.7	97.5		90.0
	1599	210				07/07/2015	21/07/2015	14	4.0	180.9	44000	37318	206.3	98.2		90.0
150	1606	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/07/2015	24/07/2015	14	3.5	181.6	43400	36798	202.6	96.5	97.4	90.0
	1607	210				10/07/2015	24/07/2015	14	3.5	181.9	45000	37128	204.1	97.2		90.0
	1608	210				10/07/2015	24/07/2015	14	3.5	182.3	44000	37694	206.8	98.5		90.0
151	1615	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/07/2015	24/07/2015	14	3.5	181.6	43400	36798	202.6	96.5	97.4	90.0
	1616	210				10/07/2015	24/07/2015	14	3.5	181.9	45000	37128	204.1	97.2		90.0
	1617	210				10/07/2015	24/07/2015	14	3.5	182.3	44000	37694	206.8	98.5		90.0
152	1624	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/07/2015	25/07/2015	14	4.0	180.6	43400	37108	205.5	97.8	96.8	90.0
	1625	210				11/07/2015	25/07/2015	14	4.0	181.9	45000	36968	203.2	96.8		90.0
	1626	210				11/07/2015	25/07/2015	14	4.0	180.7	44000	36370	201.3	95.8		90.0
153	1633	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/07/2015	29/07/2015	14	3.5	180.9	43400	37244	205.9	98.0	97.9	90.0
	1634	210				15/07/2015	29/07/2015	14	3.5	182.2	45000	36968	202.9	96.6		90.0
	1635	210				15/07/2015	29/07/2015	14	3.5	180.4	44000	37500	207.9	99.0		90.0
154	1642	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/07/2015	30/07/2015	14	3.8	181.4	43400	37369	206.0	98.1	98.0	90.0
	1643	210				16/07/2015	30/07/2015	14	3.8	182.2	45000	37728	207.1	98.6		90.0
	1644	210				16/07/2015	30/07/2015	14	3.8	180.7	44000	36867	204.0	97.2		90.0
155	1651	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/07/2015	30/07/2015	14	3.8	181.4	43400	37369	206.0	98.1	98.0	90.0
	1652	210				16/07/2015	30/07/2015	14	3.8	182.2	45000	37728	207.1	98.6		90.0
	1653	210				16/07/2015	30/07/2015	14	3.8	180.7	44000	36867	204.0	97.2		90.0
156	1660	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/07/2015	31/07/2015	14	4.0	180.6	43400	37458	207.4	98.8	99.3	90.0
	1661	210				17/07/2015	31/07/2015	14	4.0	181.4	45000	38060	209.8	99.9		90.0
	1662	210				17/07/2015	31/07/2015	14	4.0	181.9	44000	37900	208.4	99.2		90.0
157	1669	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/07/2015	01/08/2015	14	4.0	181.6	43400	38106	209.8	99.9	98.6	90.0
	1670	210				18/07/2015	01/08/2015	14	4.0	180.9	45000	37057	204.8	97.5		90.0
	1671	210				18/07/2015	01/08/2015	14	4.0	182.2	44000	37646	206.6	98.4		90.0
158	1678	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/07/2015	01/08/2015	14	4.0	181.6	43400	38106	209.8	99.9	98.6	90.0
	1679	210				18/07/2015	01/08/2015	14	4.0	180.9	45000	37057	204.8	97.5		90.0
	1680	210				18/07/2015	01/08/2015	14	4.0	182.2	44000	37646	206.6	98.4		90.0

Tabla 24b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 14 días, Julio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO																
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22																
Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f_{c=}$ (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
159	1687	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/07/2015	03/08/2015	14	4.3	180.3	43400	37673	208.9	99.5	100.2	90.0
	20/07/2015	03/08/2015				14	4.3	181.9	45000	38047	209.2	99.6	90.0			
	20/07/2015	03/08/2015				14	4.3	180.8	44000	38500	212.9	101.4	90.0			
160	1696	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/07/2015	05/08/2015	14	4.0	181.6	43400	38538	212.2	101.1	100.4	90.0
	22/07/2015	05/08/2015				14	4.0	180.9	45000	37964	209.9	99.9	90.0			
	22/07/2015	05/08/2015				14	4.0	180.6	44000	38000	210.4	100.2	90.0			
161	1705	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/07/2015	06/08/2015	14	4.3	180.0	43400	37648	209.2	99.6	99.8	90.0
	23/07/2015	06/08/2015				14	4.3	181.9	45000	38108	209.5	99.8	90.0			
	23/07/2015	06/08/2015				14	4.3	180.7	44000	37933	209.9	100.0	90.0			
162	1714	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/07/2015	08/08/2015	14	4.0	180.0	43400	37120	206.2	98.2	99.3	90.0
	25/07/2015	08/08/2015				14	4.0	181.0	45000	38049	210.2	100.1	90.0			
	25/07/2015	08/08/2015				14	4.0	180.7	44000	37799	209.2	99.6	90.0			

Tabla 25a. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Julio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f'c= (kg/cm²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
139	1510	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/07/2015	29/07/2015	28	4.0	180.6	43400	47544	263.3	125.4	125.3	100.0
	01/07/2015	29/07/2015				28	4.0	181.3	45000	47315	261.0	124.3	100.0			
	01/07/2015	29/07/2015				28	4.0	180.9	44000	48000	265.3	126.4	100.0			
140	1519	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	01/07/2015	29/07/2015	28	4.0	180.6	43400	47544	263.3	125.4	125.3	100.0
	01/07/2015	29/07/2015				28	4.0	181.3	45000	47315	261.0	124.3	100.0			
	01/07/2015	29/07/2015				28	4.0	180.9	44000	48000	265.3	126.4	100.0			
141	1528	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	30/07/2015	28	4.5	181.4	43400	46969	258.9	123.3	123.9	100.0
	02/07/2015	30/07/2015				28	4.5	182.2	45000	47024	258.1	122.9	100.0			
	02/07/2015	30/07/2015				28	4.5	181.6	44000	47869	263.6	125.5	100.0			
142	1537	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	30/07/2015	28	4.5	181.4	43400	46969	258.9	123.3	123.9	100.0
	02/07/2015	30/07/2015				28	4.5	182.2	45000	47024	258.1	122.9	100.0			
	02/07/2015	30/07/2015				28	4.5	181.6	44000	47869	263.6	125.5	100.0			
143	1546	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	02/07/2015	30/07/2015	28	4.5	181.4	43400	46969	258.9	123.3	123.9	100.0
	02/07/2015	30/07/2015				28	4.5	182.2	45000	47024	258.1	122.9	100.0			
	02/07/2015	30/07/2015				28	4.5	181.6	44000	47869	263.6	125.5	100.0			
144	1555	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO/MIXTO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/07/2015	31/07/2015	28	4.0	180.7	43400	47809	264.6	126.0	125.9	100.0
	03/07/2015	31/07/2015				28	4.0	181.4	45000	47410	261.4	124.5	100.0			
	03/07/2015	31/07/2015				28	4.0	181.9	44000	48642	267.4	127.3	100.0			
145	1564	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 (AL 70 %)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	03/07/2015	31/07/2015	28	4.0	180.7	43400	47809	264.6	126.0	125.9	100.0
	03/07/2015	31/07/2015				28	4.0	181.4	45000	47410	261.4	124.5	100.0			
	03/07/2015	31/07/2015				28	4.0	181.9	44000	48642	267.4	127.3	100.0			
146	1573	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2 Y 6 (AL 30%)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/07/2015	01/08/2015	28	4.0	180.0	43400	48175	267.6	127.4	125.1	100.0
	04/07/2015	01/08/2015				28	4.0	182.0	45000	47008	258.3	123.0	100.0			
	04/07/2015	01/08/2015				28	4.0	181.4	44000	47587	262.3	124.9	100.0			
147	1582	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+510.40 AL KM 34+553.33 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 6 (AL 70 %)	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	04/07/2015	01/08/2015	28	4.3	180.0	44733	48175	267.6	127.4	125.1	100.0
	04/07/2015	01/08/2015				28	4.3	182.0	45033	47008	258.3	123.0	100.0			
	04/07/2015	01/08/2015				28	4.3	181.4	45333	47587	262.3	124.9	100.0			
148	1591	210	MURO DE CONTENCIÓN ARMADO KM 23+095 AL KM 23+159.87 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/07/2015	04/08/2015	28	4.0	181.3	44733	48054	265.1	126.2	125.6	100.0
	07/07/2015	04/08/2015				28	4.0	182.4	45033	47629	261.1	124.3	100.0			
	07/07/2015	04/08/2015				28	4.0	180.9	45333	47968	265.2	126.3	100.0			
149	1600	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	07/07/2015	04/08/2015	28	4.0	181.4	44733	48054	264.9	126.1	125.6	100.0
	07/07/2015	04/08/2015				28	4.0	182.4	45033	47629	261.1	124.3	100.0			
	07/07/2015	04/08/2015				28	4.0	180.9	45333	47968	265.2	126.3	100.0			
150	1609	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 31+852 AL KM 31+888.38 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/07/2015	07/08/2015	28	3.5	181.4	44733	47649	262.7	125.1	126.0	100.0
	10/07/2015	07/08/2015				28	3.5	180.0	45033	47848	265.8	126.6	100.0			
	10/07/2015	07/08/2015				28	3.5	181.7	45333	48159	265.0	126.2	100.0			
151	1618	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	10/07/2015	07/08/2015	28	3.5	181.4	44733	47649	262.7	125.1	126.0	100.0
	10/07/2015	07/08/2015				28	3.5	180.0	45033	47848	265.8	126.6	100.0			
	10/07/2015	07/08/2015				28	3.5	181.7	45333	48159	265.0	126.2	100.0			
152	1627	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	11/07/2015	08/08/2015	28	4.0	181.8	44733	47520	261.4	124.5	123.8	100.0
	11/07/2015	08/08/2015				28	4.0	180.9	45033	46900	259.3	123.5	100.0			
	11/07/2015	08/08/2015				28	4.0	181.5	45333	47100	259.5	123.6	100.0			
153	1636	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	15/07/2015	12/08/2015	28	3.5	181.3	44733	47861	264.0	125.7	125.2	100.0
	15/07/2015	12/08/2015				28	3.5	180.8	45033	47200	261.1	124.3	100.0			
	15/07/2015	12/08/2015				28	3.5	182.1	45333	48000	263.6	125.5	100.0			
154	1645	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/07/2015	13/08/2015	28	3.8	182.2	44733	47302	259.6	123.6	125.2	100.0
	16/07/2015	13/08/2015				28	3.8	181.9	45033	48090	264.4	125.9	100.0			
	16/07/2015	13/08/2015				28	3.8	180.4	45333	47758	264.7	126.1	100.0			
155	1654	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	16/07/2015	13/08/2015	28	3.8	182.2	44733	47302	259.6	123.6	125.2	100.0
	16/07/2015	13/08/2015				28	3.8	181.9	45033	48090	264.4	125.9	100.0			
	16/07/2015	13/08/2015				28	3.8	180.4	45333	47758	264.7	126.1	100.0			
156	1663	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	17/07/2015	14/08/2015	28	4.0	182.0	44733	48054	264.0	125.7	125.7	100.0
	17/07/2015	14/08/2015				28	4.0	180.6	45033	47933	265.4	126.4	100.0			
	17/07/2015	14/08/2015				28	4.0	181.1	45333	47514	262.4	124.9	100.0			
157	1672	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 23+602.5 AL KM 23+637.5 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/07/2015	15/08/2015	28	4.0	181.9	44733	47674	262.1	124.8	125.9	100.0
	18/07/2015	15/08/2015				28	4.0	180.0	45033	48002	266.7	127.0	100.0			
	18/07/2015	15/08/2015				28	4.0	181.3	45333	47933	264.4	125.9	100.0			
158	1681	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 3	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	18/07/2015	15/08/2015	28	4.0	181.9	44733	47674	262.1	124.8	125.9	100.0
	18/07/2015	15/08/2015				28	4.0	180.0	45033	48002	266.7	127.0	100.0			
	18/07/2015	15/08/2015				28	4.0	181.3	45333	47933	264.4	125.9	100.0			

Tabla 25b. Ensayos a compresión de testigos de concreto - Rotura a 28 días, Julio 2015.

PROYECTO: "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

Nº DE SERIE	Nº DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f_{cm} (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA	SUB ESTRUCTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
						MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (Lb)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
159	1690	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 2	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	20/07/2015	17/08/2015	28	4.3	181.3	44733	47205	260.4	124.0	125.2	100.0
	20/07/2015	17/08/2015				28	4.3	180.6	45033	46974	260.1	123.9	100.0			
	20/07/2015	17/08/2015				28	4.3	180.1	45333	48357	268.5	127.9	100.0			
160	1699	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 3 Y 5	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	22/07/2015	19/08/2015	28	4.0	179.8	44733	47698	265.3	126.3	126.2	100.0
	22/07/2015	19/08/2015				28	4.0	180.7	45033	48000	265.6	126.5	100.0			
	22/07/2015	19/08/2015				28	4.0	181.3	45333	47901	264.2	125.8	100.0			
161	1708	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	ZAPATA DE MURO PAÑO N° 8	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	23/07/2015	20/08/2015	28	4.3	180.6	44733	48100	266.3	126.8	126.4	100.0
	23/07/2015	20/08/2015				28	4.3	180.1	45033	47841	265.6	126.5	100.0			
	23/07/2015	20/08/2015				28	4.3	181.8	45333	48003	264.0	125.7	100.0			
162	1717	210	MURO DE CONTENCIÓN MIXTO ARMADO/CICLOPEO KM 34+353.20 AL KM 34+411.24 L.DER.	PARAMENTO PAÑO N° 4 Y 7	ZAPATA DE ESTRIBO IZQUIERDO KM 84+653	25/07/2015	22/08/2015	28	4.0	182.4	44733	47814	262.1	124.8	125.4	100.0
	25/07/2015	22/08/2015				28	4.0	181.9	45033	47914	263.4	125.4	100.0			
	25/07/2015	22/08/2015				28	4.0	182.0	45333	48105	264.3	125.9	100.0			

3.5.2. Durabilidad del concreto hidráulico

Si bien la durabilidad del concreto hidráulico depende principalmente del diseño de mezcla, se tiene otros factores que están estrechamente relacionados con la definición, la durabilidad de una estructura de concreto hidráulico está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales están sometidas.

A continuación se muestran de la figura 18 a la figura 22 los factores que influyen en la durabilidad.



Figura 18. Preparación de mezcla de concreto.



Figura 19. Inclusión de aditivos en la mezcla de concreto.



Figura 20. Mezclado de componentes del concreto.



Figura 21. Proceso constructivo de muro de contención $f'c$ 210 kg/cm².



Figura 22. Muro de contención del km 8 + 555.00 al km 8+756.52 vaciado en abril del 2015.

De las figuras anteriormente mostradas, se observa que se toman todas las medidas de control para el diseño de la mezcla respetándose la cantidad de cemento, agregados, aditivos y agua. En el proceso constructivo se toman todos los cuidados tanto en forma de vaciado y vibrado del concreto para evitar segregación, fisuraciones y volúmenes de vacío que afecten la durabilidad del muro de contención. Finalmente se muestra que para un muro vaciado en el mes de abril no existe evidencia que la durabilidad del concreto esté afectada pese a las condiciones ambientales de la zona.

3.6. Técnicas de recolección de datos

Balestrini Acuña (2006) afirma que otro importante aspecto a desarrollar en el marco metodológico del proyecto de investigación, toda vez que se ha delimitado, el tipo de investigación, su diseño, la población o universo de estudio así como su muestra; está relacionado con la definición de los métodos, instrumentos y técnicas de recolección de la información que se incorporan a lo largo de todo el proceso de investigación, en función del problema y de las interrogantes planteadas; así como, de los objetivos que han sido definidos. Por cierto, conjunto de técnicas que permitirán cumplir con los requisitos establecidos en el paradigma científico, vinculados al carácter específico de las diferentes etapas de este proceso investigativo y especialmente referidos al momento teórico y al momento metodológico de la investigación. Estas técnicas son diversas según el objeto a que se apliquen y no se excluyen entre sí. Todavía es preciso, por una parte, saber elegir la más adecuada y, por otra utilizarla convenientemente.

En atención al planteamiento del autor antes señalado y con respecto a los objetivos definidos en la presente investigación, se empleó una técnica de recolección de la información y una serie de instrumentos, orientadas de manera fundamental a alcanzar los fines propuestos.

La técnica empleada para obtener la información necesaria para la evaluación de la calidad de concretos hidráulicos usando agregado fino marginal fue la de realizar ensayos de laboratorio que disponen las normas EG-2000 y ACI-318. Es con los ensayos de laboratorio que se recolectó y analizó los datos, con los que se pudo contestar las preguntas de la presente tesis y probar las hipótesis. Estos ensayos confiaron en la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística, donde se diseñó un plan de orden secuencial que aportaron evidencia a favor de las variables resistencia y durabilidad de los muros de concreto hidráulico, lo que generó confianza en la teoría apoyada.

3.6.1. Descripción de los instrumentos

Los instrumentos utilizados para conseguir la información necesaria para la evaluación de la calidad de concretos hidráulicos fueron: Estufa con indicación digital para el secado del agregado marginal, cono de Abrams para medir el slump (trabajabilidad del concreto hidráulico); probetas o testigos para evaluar la resistencia del concreto hidráulico a los 7, 14 y 28 días, sometiéndolos a una fuerza de compresión en la prensa hidráulica; tamices normalizados para el análisis granulométrico y máquina los ángeles para determinar la resistencia al desgaste del agregado grueso. Todos estos instrumentos han logrado determinar la relación causa – efecto de los agregados marginales en concordancia con la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico.

3.6.2. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Para la presente investigación de tesis se mide la validez y confiabilidad de los instrumentos antes mencionados mediante el certificado de calibración, donde se aprueba que el instrumento está operativo y no presenta restricciones, con el cual se obtiene resultados confiables para determinada cantidad de ensayos.

Certificados de calibración de instrumentos. **Ver anexo 24.**

3.7. Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta el respeto por la veracidad de los resultados y la confiabilidad de la información proporcionada por la empresa Cosapi S.A., que en previa coordinación con el asesor de tesis Mg. Ing. Guillermo Lazo Lázaro - Gerente Técnico de Cosapi S.A., el Ing. Luis Carrasco - Gerente de Proyecto y todo el equipo staff del proyecto Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas, se pudo realizar la visita a obra sin ninguna restricción para desarrollar los respectivos trabajos de campo y gabinete, con lo que se logró elaborar satisfactoriamente una investigación completa y concisa.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

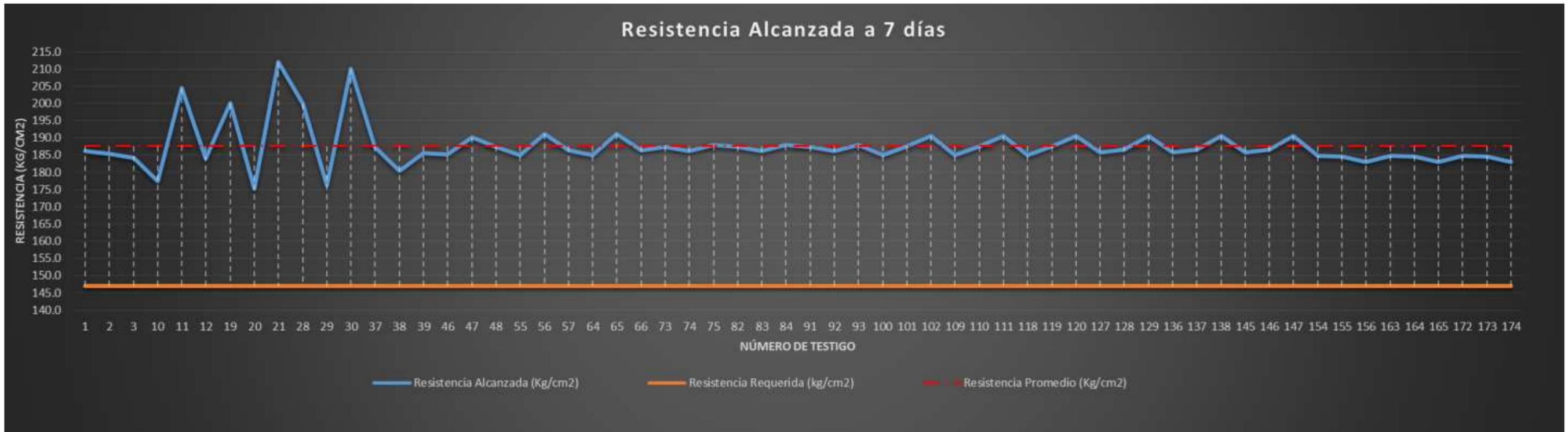
Para muros de contención vaciados en el mes de abril se tienen las Tabla 26, Tabla 27 y Tabla 28 con los resultados estadísticos.

Tabla 26. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Abril 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 7 DÍAS	RESIST. (kg/cm^2)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	60.00	
Suma	11,255.04	5,359.54
Resistencia Promedio	187.58	89.33
Resistencia Mínima	175.21	83.43
Resistencia Máxima	211.95	100.93
Desviación estándar	6.41	3.05
Varianza	41.12	9.32
Coeficiente de variación de producción	3.42	3.42
Resistencia Requerida	147.00	70.00

De la tabla 26, se observa que de una muestra de 60 probetas para el mes de abril, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 187.58 kg/cm^2 lo que equivale al 89.33% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 175.21 kg/cm^2 (83.43% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 70% de la resistencia de diseño.

Gráfico 07. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Abril 2015.



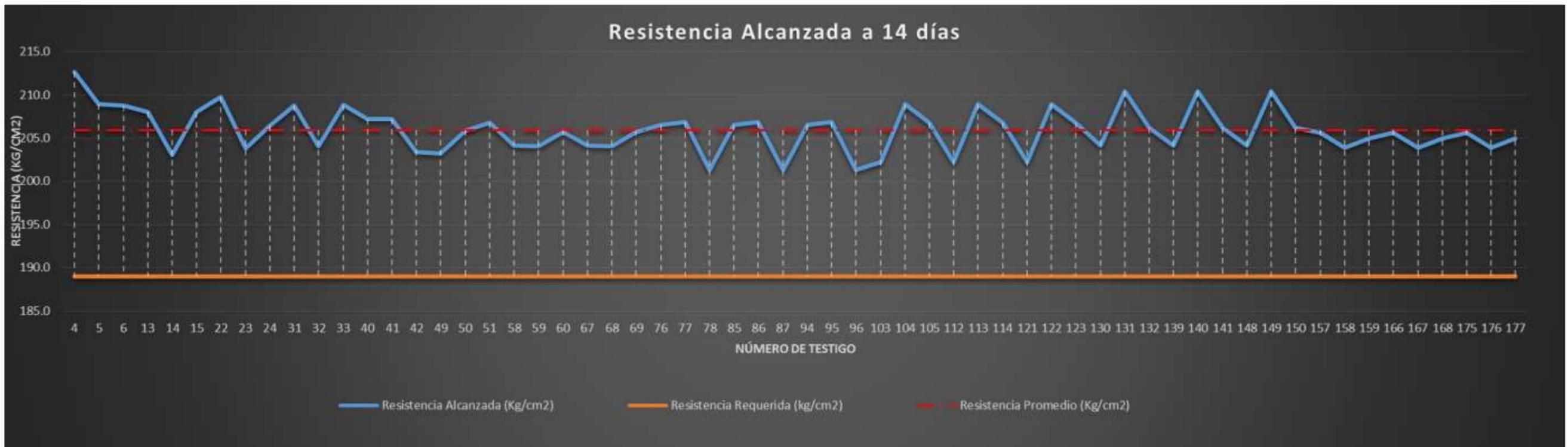
Del gráfico 07, se tiene picos y depresiones en las primeras probetas ensayadas, donde la desviación estándar es baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 36.74 kg/cm². Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Tabla 27. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Abril 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 14 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	60.00	
Resistencia Promedio	205.93	98.06
Resistencia Mínima	201.31	95.86
Resistencia Máxima	212.69	101.28
Desviación estándar	2.52	1.20
Varianza	6.35	1.44
Coefficiente de variación de producción	1.22	1.22
Resistencia Requerida	189.00	90.00

De la tabla 27, se observa que de una muestra de 60 probetas para el mes de abril, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 205.93 kg/cm² lo que equivale al 98.06% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 201.31 kg/cm² (95.86% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 90% de la resistencia de diseño.

Gráfico 08. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Abril 2015.



Del gráfico 08, se tiene picos y depresiones en todas las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 11.38 kg/cm² mostrando variaciones homogéneas. Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

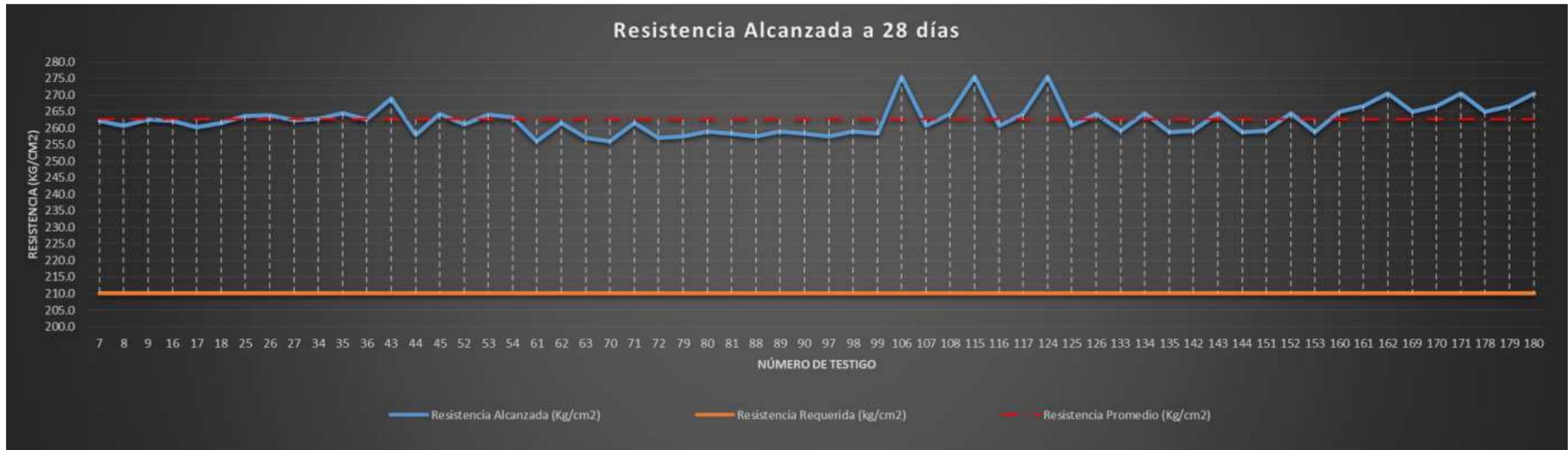
Tabla 28. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Abril 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 28 DÍAS	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	60.00	
Resistencia Promedio	262.62	125.06
Resistencia Mínima	255.92	121.87
Resistencia Máxima	275.50	131.19
Desviación estándar	4.64	2.21
Varianza	21.51	4.88
Coficiente de variación de producción	1.77	1.77
Resistencia Requerida	210.00	100.00

De la tabla 28, se observa que de una muestra de 60 probetas para el mes de abril, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 262.62 kg/cm² lo que equivale al 125.06% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 255.92 kg/cm² (121.87% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 100% de la resistencia de diseño.

Adicionalmente se tiene que la diferencia en porcentaje de resistencia promedio alcanza (125.06%) con la resistencia requerida (100%) es 25.06% con lo que se concluye que el valor está por encima del 10% de lo que indica la norma EG-2000 para ser suficiente en compensar la disminución de la resistencia en obra.

Gráfico 09. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Abril 2015.



Del gráfico 09, se tiene picos en algunas de las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 19.57 kg/cm². Estos valores incrementan indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Para muros de contención vaciados en el mes de mayo se tienen la Tabla 29, Tabla 30 y Tabla 31 con los resultados estadísticos.

Tabla 29. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Mayo 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 7 DÍAS	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	219.00	
Resistencia Promedio	179.81	85.62
Resistencia Mínima	160.85	76.59
Resistencia Máxima	188.90	89.95
Desviación estándar	4.40	2.09
Varianza	19.35	4.39
Coefficiente de variación de producción	2.45	2.45
Resistencia Requerida	147.00	70.00

De la tabla 29, se observa que de una muestra de 219 probetas para el mes de mayo se tiene como resultado que la resistencia promedio es 179.81 kg/cm² lo que equivale al 85.62% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 160.85 kg/cm² (76.59% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 70% de la resistencia de diseño.

Gráfico 10. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Mayo 2015.



Del gráfico 10, se tiene picos y depresiones en las probetas ensayadas en la tercera semana del mes, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 28.05 kg/cm². Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Tabla 30. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Mayo 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 14 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	219.00	
Resistencia Promedio	203.50	96.90
Resistencia Mínima	194.43	92.58
Resistencia Máxima	210.23	100.11
Desviación estándar	3.25	1.55
Varianza	10.54	2.39
Coefficiente de variación de producción	1.60	1.60
Resistencia Requerida	189.00	90.00

De la tabla 30, se observa que de una muestra de 219 probetas para el mes de mayo, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 203.50 kg/cm² lo que equivale al 96.90% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 194.43 kg/cm² (92.58% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 90% de la resistencia de diseño.

Gráfico 11. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Mayo 2015.



Del gráfico 11, se tiene picos y depresiones en todas las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 11.38 kg/cm² mostrando variaciones homogéneas. Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

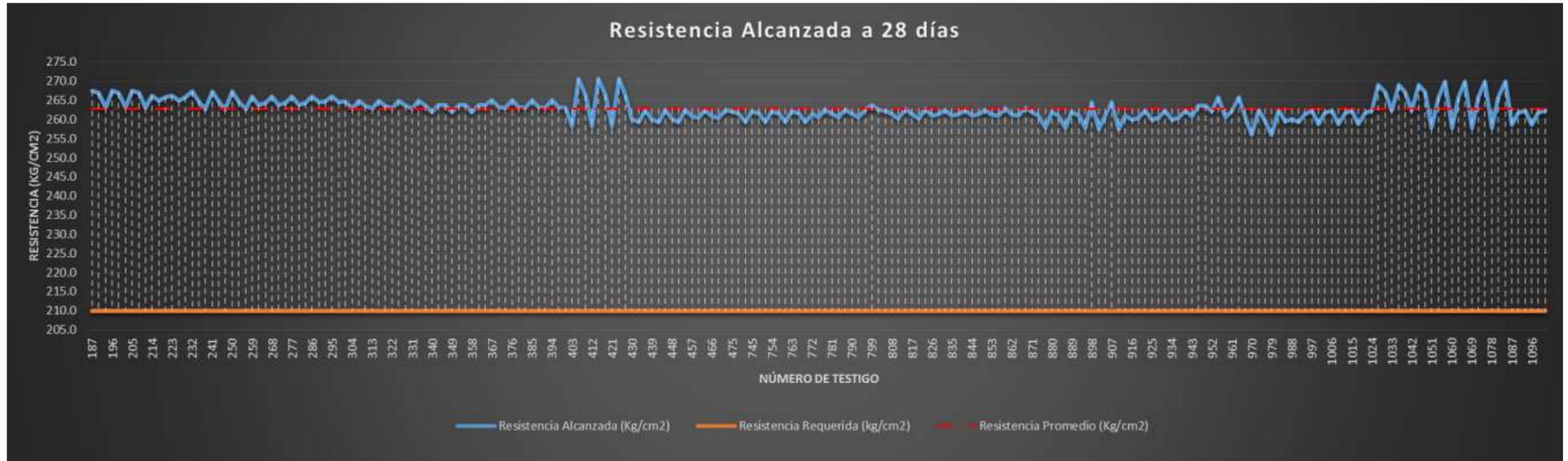
Tabla 31. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Mayo 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 28 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	219.00	
Resistencia Promedio	262.79	125.14
Resistencia Mínima	256.04	121.93
Resistencia Máxima	270.61	128.86
Desviación estándar	2.90	1.38
Varianza	8.41	1.91
Coefficiente de variación de producción	1.10	1.10
Resistencia Requerida	210.00	100.00

De la tabla 31, se observa que de una muestra de 219 probetas para el mes de mayo, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 262.79 kg/cm² lo que equivale al 125.14% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 256.04 kg/cm² (121.93% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 100% de la resistencia de diseño.

Adicionalmente se tiene que la diferencia en porcentaje de resistencia promedio alcanzada (125.14%) con la resistencia requerida (100%) es 25.14% con lo que se concluye que el valor está por encima del 10% de lo que indica la norma EG-2000 para ser suficiente en compensar la disminución de la resistencia en obra.

Gráfico 12. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Mayo 2015.



Del gráfico 12, se tiene picos y depresiones en algunas de las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 14.57 kg/cm². Estos valores incrementan indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

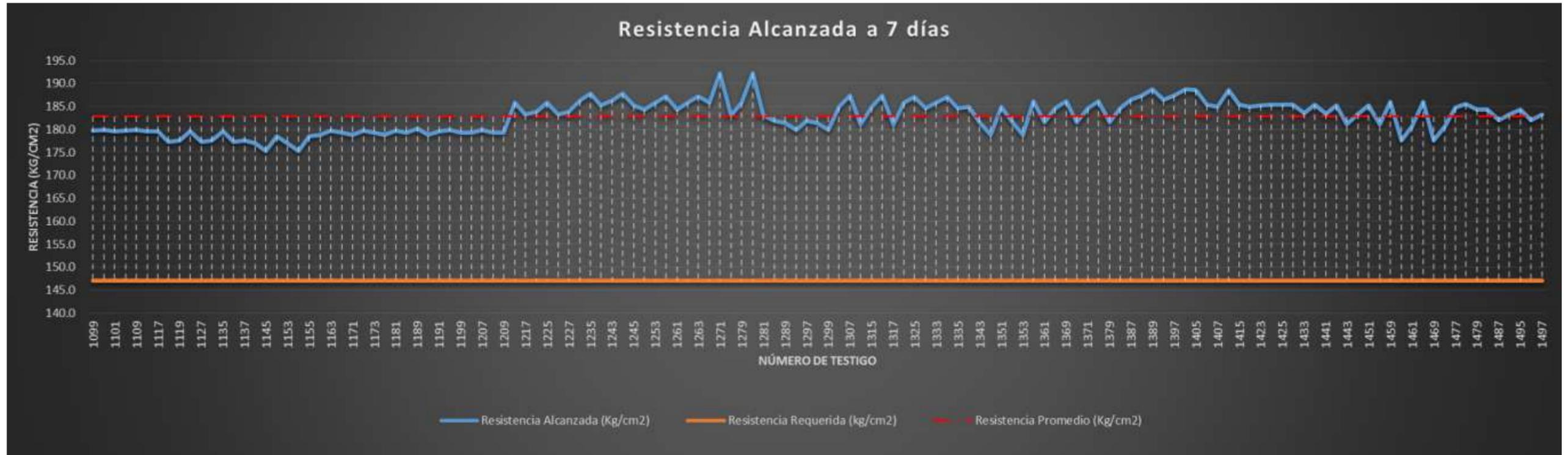
Para muros de contención vaciados en el mes de junio se tienen la Tabla 32, Tabla 33 y la Tabla 34 con los los siguientes resultados estadísticos.

Tabla 32. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Junio 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 7 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	135.00	
Resistencia Promedio	182.85	87.07
Resistencia Mínima	175.30	83.48
Resistencia Máxima	192.26	91.55
Desviación estándar	3.53	1.68
Varianza	12.46	2.82
Coefficiente de variación de producción	1.93	1.93
Resistencia Requerida	147.00	70.00

De la tabla 32, se observa que de una muestra de 135 probetas para el mes de junio, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 182.85 kg/cm² lo que equivale al 87.07% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 175.30 kg/cm² (83.48% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 70% de la resistencia de diseño.

Gráfico 13. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Junio 2015.



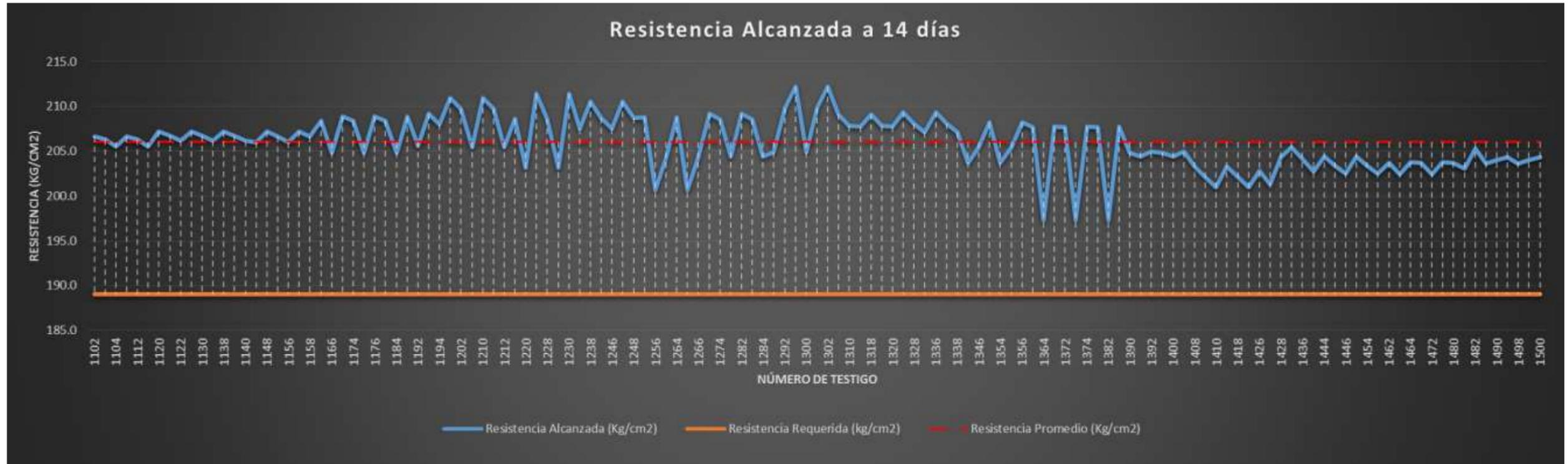
Del gráfico 13, se tiene que no presenta variaciones en los primeros ensayos pero en los restantes se muestran picos y depresiones, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 16.96 kg/cm². Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Tabla 33. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Junio 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 14 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	135.00	
Resistencia Promedio	206.02	98.10
Resistencia Mínima	197.34	93.97
Resistencia Máxima	212.22	101.06
Desviación estándar	2.91	1.39
Varianza	8.46	1.92
Coeficiente de variación de producción	1.41	1.41
Resistencia Requerida	189.00	90.00

De la tabla 33, se observa que de una muestra de 135 probetas para el mes de junio, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 206.02 kg/cm² lo que equivale al 98.10% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 197.34 kg/cm² (93.97% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 90% de la resistencia de diseño.

Gráfico 14. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Junio 2015.



Del gráfico 14, se tiene picos y depresiones en todas las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 14.88 kg/cm² mostrando variaciones homogéneas. Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

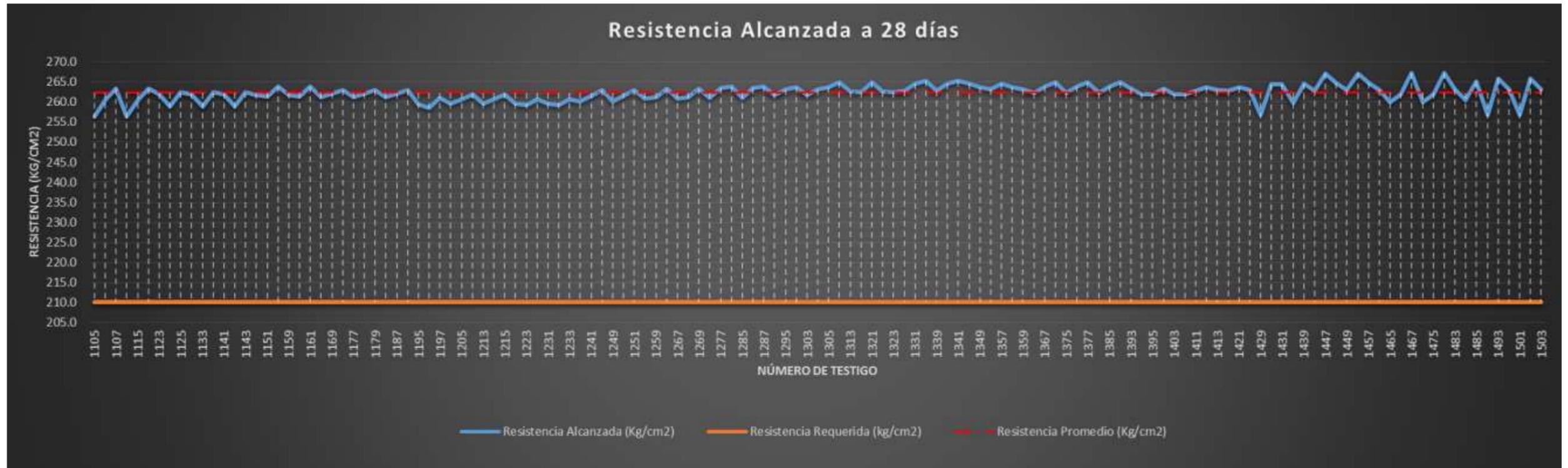
Tabla 34. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Junio 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 28 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	135.00	
Resistencia Promedio	262.37	124.94
Resistencia Mínima	256.39	122.09
Resistencia Máxima	267.37	127.32
Desviación estándar	2.15	1.02
Varianza	4.61	1.04
Coefficiente de variación de producción	0.82	0.82
Resistencia Requerida	210.00	100.00

De la tabla 34, se observa que de una muestra de 135 probetas para el mes de junio, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 262.37 kg/cm² lo que equivale al 124.94% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 256.39 kg/cm² 122.09% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 100% de la resistencia de diseño.

Adicionalmente se tiene que la diferencia en porcentaje de resistencia promedio alcanza (124.94%) con la resistencia requerida (100%) es 24.94% con lo que se concluye que el valor está por encima del 10% de lo que indica la norma EG-2000 para ser suficiente en compensar la disminución de la resistencia en obra.

Gráfico 15. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Junio 2015.



Del gráfico 15, se tiene picos en algunas de las probetas ensayadas, donde la desviación estándar es baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 10.98 kg/cm². Estos valores incrementan indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Para muros de contención vaciados en el mes de julio se tienen la Tabla 35, Tabla 36 y Tabla 37 con los los siguientes resultados estadísticos.

Tabla 35. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Julio 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 7 DÍAS	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	72.00	
Resistencia Promedio	183.43	87.35
Resistencia Mínima	176.88	84.23
Resistencia Máxima	188.66	89.84
Desviación estándar	2.63	1.25
Varianza	6.93	1.57
Coefficiente de variación de producción	1.44	1.44
Resistencia Requerida	147.00	70.00

De la tabla 35, se observa que de una muestra de 72 probetas para el mes de julio, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 183.43 kg/cm² lo que equivale al 87.35% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 176.88 kg/cm² (84.23% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 70% de la resistencia de diseño.

Gráfico 16. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Julio 2015.



Del gráfico 16, se tiene picos y depresiones en las todas probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 11.78 kg/cm². Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Tabla 36. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Julio 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 14 DÍAS	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	72.00	
Resistencia Promedio	205.57	97.89
Resistencia Mínima	201.27	95.84
Resistencia Máxima	212.94	101.40
Desviación estándar	2.75	1.31
Varianza	7.55	1.71
Coefficiente de variación de producción	1.34	1.34
Resistencia Requerida	189.00	90.00

De la tabla 36, se observa que de una muestra de 72 probetas para el mes de julio, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 205.57 kg/cm² lo que equivale al 97.89% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 201.27 kg/cm² (95.84% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 90% de la resistencia de diseño.

Gráfico 17. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Julio 2015.



Del gráfico 17, se tiene picos y depresiones en todas las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 11.67 kg/cm² mostrando variaciones homogéneas. Estos valores incrementan y decrecen indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

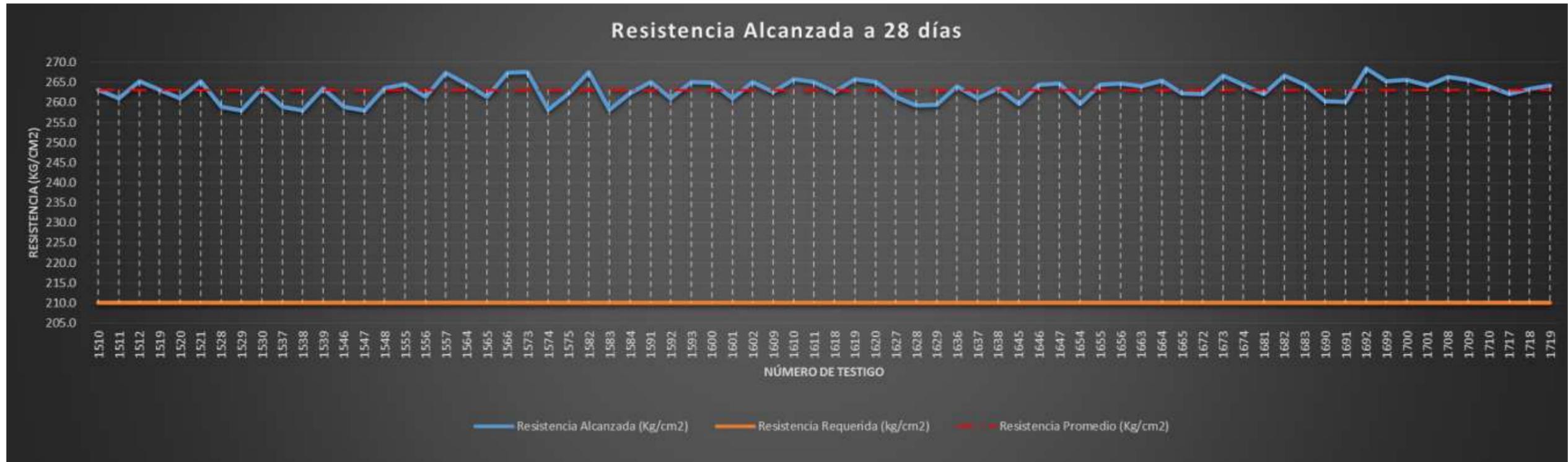
Tabla 37. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Julio 2015.

ROTURAS DE CONCRETO A 28 DÍAS	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)
Cantidad de probetas	72.00	
Resistencia Promedio	263.17	125.32
Resistencia Mínima	258.09	122.90
Resistencia Máxima	268.50	127.86
Desviación estándar	2.69	1.28
Varianza	7.24	1.64
Coefficiente de variación de producción	1.02	1.02
Resistencia Requerida	210.00	100.00

De la tabla 37, se observa que de una muestra de 72 probetas para el mes de julio, se tiene como resultado que la resistencia promedio es 263.17 kg/cm² lo que equivale al 125.32% de resistencia de diseño. Como resistencia mínima alcanzada se logró 258.09 kg/cm² (122.90% de la resistencia de diseño), concluyendo que los valores alcanzados logran satisfacer el requerimiento de la norma EG-2000 la cual indica que la resistencia mínima requerida es el 100% de la resistencia de diseño.

Adicionalmente se tiene que la diferencia en porcentaje de resistencia promedio alcanza (125.32%) con la resistencia requerida (100%) es 25.32% con lo que se concluye que el valor está por encima del 10% de lo que indica la norma EG-2000 para ser suficiente en compensar la disminución de la resistencia en obra.

Gráfico 18. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Julio 2015.



Del gráfico 18, se tiene picos en todas de las probetas ensayadas, donde la desviación estándar sea baja ya que la variación entre el valor máximo y mínimo es 10.41 kg/cm². Estos valores incrementan indirectamente debido a diferentes factores como procesos de moldeo de probetas y/o segregación del agregado.

Para los vaciados de muros realizados entre los meses de abril hasta julio se tienen la Tabla 38, Tabla 39 y Tabla 40 con los siguientes datos estadísticos.

Tabla 38. Resumen estadístico de rotura de probetas a 7 días – Abril a Julio 2015.

DESCRIPCION	RESISTENCIA ALCANZADA 7 días (kg/cm ²)			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cantidad de probetas	60.00	219.00	135.00	72.00
Resistencia Promedio	187.58	179.81	182.85	183.43
Resistencia Mínima	175.21	160.85	175.30	176.88
Resistencia Máxima	211.95	188.90	192.26	188.66
Desviación estándar	6.41	4.40	3.53	2.63
Varianza	41.12	19.35	12.46	6.93
Coefficiente de variación de producción	3.42	2.45	1.93	1.44
Resistencia Requerida (kg/cm²)	147.00	147.00	147.00	147.00

Del gráfico 19, se observa que para el histórico de roturas de probetas a los 7 días, se llega a superar para todos los meses el valor mínimo, siendo este el 70% de la resistencia de diseño. Se concluye que para el parámetro de resistencia, el concreto hidráulico con uso de agregado marginal cumple satisfactoriamente la resistencia requerida a los 7 días.

De la misma manera de la tabla 38, se concluye que el mes con resultados más homogéneos con respecto a la resistencia a la compresión es julio, debido a que su coeficiente de variación es menor.

Gráfico 19. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 7 días – Abril a Julio 2015.

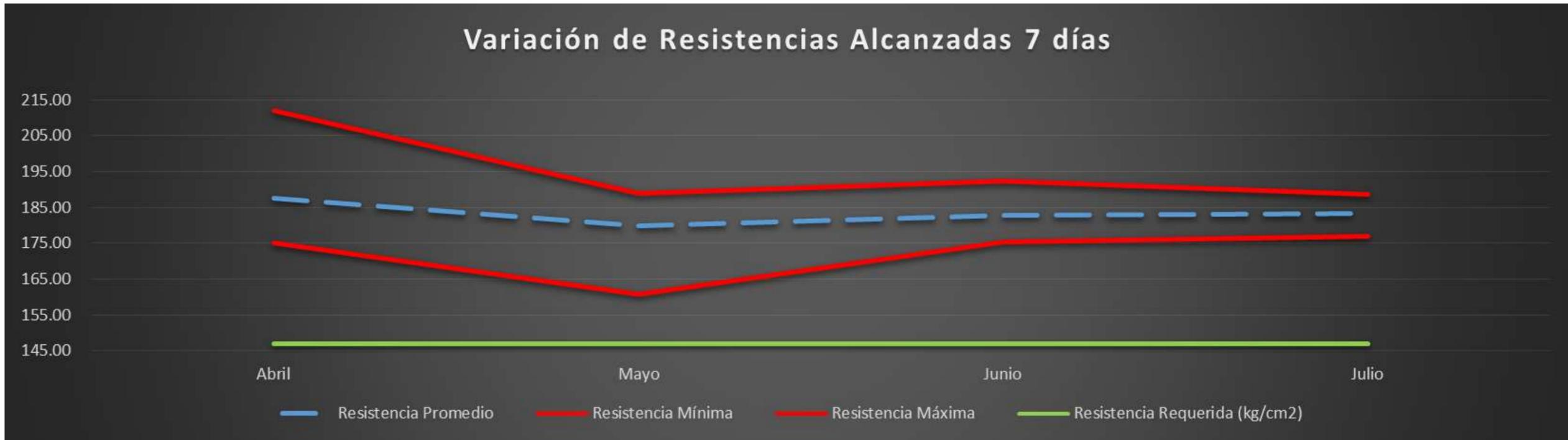


Tabla 39. Resumen estadístico de rotura de probetas a 14 días – Abril a Julio 2015.

DESCRIPCION	RESISTENCIA ALCANZADA 14 días (kg/cm ²)			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cantidad de probetas	60.00	219.00	135.00	72.00
Resistencia Promedio	205.93	203.50	206.02	205.57
Resistencia Mínima	201.31	194.43	197.34	201.27
Resistencia Máxima	212.69	210.23	212.22	212.94
Desviación estándar	2.52	3.25	2.91	2.75
Varianza	6.35	10.54	8.46	7.55
Coefficiente de variación de producción	1.22	1.60	1.41	1.34
Resistencia Requerida (kg/cm²)	189.00	189.00	189.00	189.00

Del gráfico 20, se observa que para el histórico de roturas de probetas a los 14 días, se llega a superar para todos los meses el valor mínimo, siendo este el 90% de la resistencia de diseño. Se concluye que para el parámetro de resistencia, el concreto hidráulico con uso de agregado marginal cumple satisfactoriamente la resistencia requerida a los 14 días.

De la misma manera de la tabla 39, se concluye que el mes con resultados más homogéneos con respecto a la resistencia a la compresión es abril, debido a que su coeficiente de variación es menor.

Gráfico 20. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 14 días – Abril a Julio 2015.

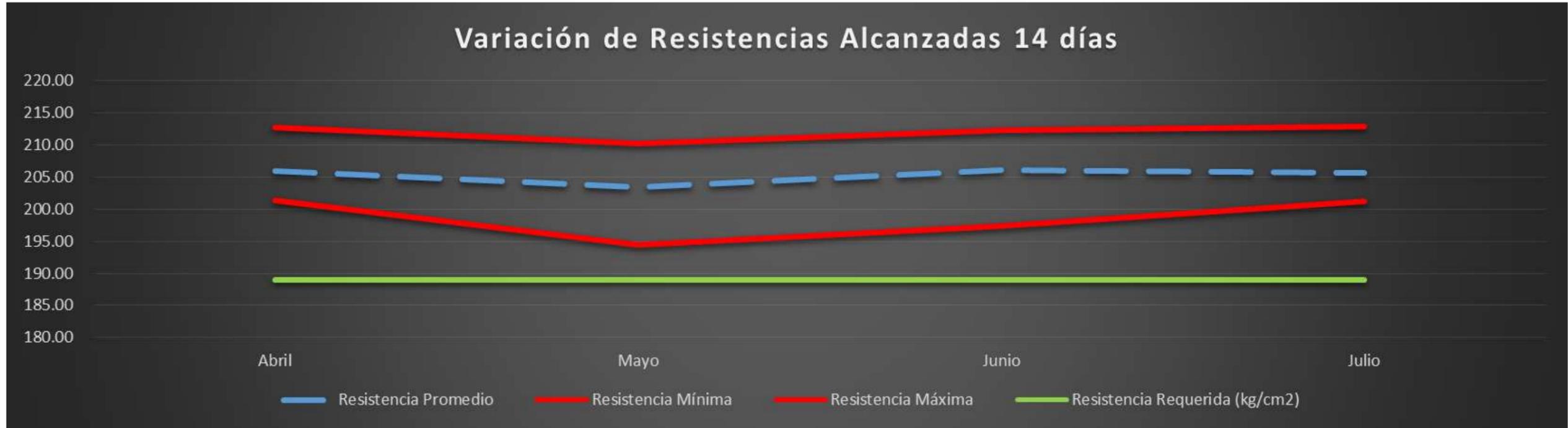


Tabla 40. Resumen estadístico de rotura de probetas a 28 días – Abril a Julio 2015.

DESCRIPCION	RESISTENCIA ALCANZADA 28 días (kg/cm ²)			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cantidad de probetas	60.00	219.00	135.00	72.00
Resistencia Promedio	262.62	262.79	262.37	263.17
Resistencia Mínima	255.92	256.04	256.39	258.09
Resistencia Máxima	275.50	270.61	267.37	268.50
Desviación estándar	4.64	2.90	2.15	2.69
Varianza	21.51	8.41	4.61	7.24
Coficiente de variación de producción	1.77	1.10	0.82	1.02
Resistencia Requerida (kg/cm²)	210.00	210.00	210.00	210.00

Del gráfico 21, se observa que para el histórico de roturas de probetas a los 28 días, se llega a superar para todos los meses el valor mínimo, siendo este el 100% de la resistencia de diseño. Se concluye que con uso de agregado marginal cumple satisfactoriamente la resistencia requerida a los 28 días.

De la misma manera de la tabla 40, se concluye que el mes con resultados más homogéneos con respecto a la resistencia a la compresión es junio, debido a que su coeficiente de variación es menor.

Gráfico 21. Variación de resistencia alcanzada, roturas de probetas a los 28 días – Abril a Julio 2015.



4.2. Contrastación de hipótesis

A continuación se muestra Tabla 41 donde se verifica las hipótesis planteadas al inicio de la investigación.

Tabla 41. Contratación de hipótesis.

Hipótesis Planteadas	Variabes	Contratación de Hipótesis	Contratación de Hipótesis con Imágenes
<p>Principal: Se logra satisfacer los parámetros de resistencia y durabilidad con el uso de agregado fino marginal y aditivos, en la elaboración de concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>	Resistencia del concreto hidráulico	<p>Quedó demostrado que a través de ensayos a compresión no confinada de testigos de concreto, se alcanzó resistencias superiores a lo requerido en la norma EG-2000. Así mismo del informe petrográfico se concluyó que la composición principal del agregado es la caliza, la cual es materia prima para la elaboración del cemento, que de alguna manera adicional ayuda a cumplir satisfactoriamente el parámetro de resistencia.</p>	
	Durabilidad del concreto hidráulico	<p>Se realizaron distintos ensayos a los agregados de la cantera Caliza 2; los que no cumplieron con las especificaciones de la norma EG-2000 fueron el de Equivalente de arena, Material que pasa el Tamiz N°200 y Análisis granulométrico por tamizado, por lo cual se efectuaron unos análisis más rigurosos como: el ensayo de Valor de azul de metileno y el ensayo de Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados, donde se obtuvo como resultado que la arena no presenta elementos activos en su composición, lo que quiere decir que ante las condiciones ambientales de la zona estos elementos no se expanden ni se contraen, controlando las fisuraciones y obteniendo un concreto hidráulico durable en el tiempo.</p>	
<p>Secundaria 1: El agregado fino marginal influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>	Agregado fino marginal	<p>Se demostró que es posible utilizar agregado fino marginal o que no cumplen con todos los requerimientos de la EG-2000, ya que se elaboró un concreto hidráulico resultante de calidad que logró satisfacer los parámetros de resistencia y durabilidad.</p>	
<p>Secundaria 2: El uso de aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 contribuyen en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>		<p>Al incluir en la composición de la mezcla de concreto hidráulico el aditivo incorporador de aire AIRMIX 200, este contribuye en la durabilidad, ya que genera intencionalmente vacíos dentro de la mezcla de concreto para que si en caso hubiera algún porcentaje mínimo de arcilla que muestre actividad, éste tenga espacio suficiente para expandirse o contraerse sin afectar al concreto.</p> <p>El aditivo plastificante WR -91 contribuye en la resistencia porque reduce la relación a/c y crea un interface entre el cemento y el agua de pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación y se obtiene mejores características de trabajabilidad</p>	

CONCLUSIONES

1. Los ensayos de agregado fino que no cumplieron con las especificaciones de la norma EG-2000 para elaborar concreto hidráulico de calidad fueron Equivalente de arena MTC E 114, Material que pasa el Tamiz N°200 MTC E 202 y Análisis granulométrico por tamizado ASTM C 136, por lo que se pasó a un siguiente nivel de análisis más rigurosos como el ensayo de Valor de azul de metileno y el ensayo de Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto ASTM C 295, donde se obtuvo como resultado que la arena no presenta elementos activos en su composición, lo que quiere decir que ante las condiciones ambientales de la zona estos elementos no se expanden ni se contraen, controlando las fisuraciones y obteniendo un concreto hidráulico durable en el tiempo.
2. Con el uso de agregado fino marginal, se obtuvo a los 7 días una resistencia a la compresión del concreto hidráulico superior al 70% de la resistencia de diseño.
3. Con el uso de agregado fino marginal, se obtuvo a los 14 días una resistencia a la compresión del concreto hidráulico superior al 90% de la resistencia de diseño.
4. Con el uso de agregado fino marginal, se obtuvo a los 28 días una resistencia a la compresión del concreto hidráulico superior al 100% de la resistencia de diseño.
5. Del informe petrográfico se concluye que la composición principal del agregado es la caliza, la cual es materia prima para la elaboración del cemento, que de alguna manera adicional ayuda a cumplir satisfactoriamente el parámetro de resistencia. Así mismo quedó demostrado que a través de

ensayos a compresión no confinada de testigos de concreto, se alcanzó resistencias superiores a lo requerido en la norma EG-2000.

6. Al incluir en la composición de la mezcla de concreto hidráulico el aditivo incorporador de aire AIRMIX 200, este contribuye en la durabilidad, ya que genera intencionalmente vacíos dentro de la mezcla de concreto para que si en caso hubiera algún porcentaje mínimo de arcilla que muestre actividad, éste tenga espacio suficiente para expandirse o contraerse sin afectar al concreto.

7. El aditivo plastificante WR -91 contribuye en la resistencia porque reduce la relación a/c y crea un interface entre el cemento y el agua de pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación y se obtiene mejores características de trabajabilidad.

RECOMENDACIONES

1. Para los agregados que no cumplan con algunas especificaciones de la norma EG-2000, se debe realizar análisis más minuciosos para verificar que el agregado no contenga elementos que perjudiquen la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico.
2. El uso de aditivo incorporador de aire cuando por efectos de congelamiento y descongelamiento, este permita asimilar los desplazamientos generados por el agua y pueda eliminar las tensiones.
3. El uso de una muestra mayor de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión, con el fin de obtener resultados más confiables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM (1987) Standard, *Standard Test Method for Bleeding of Concrete*, USA.

ASTM, Editores Klieger P. y J. F. Lamond, *Significance of Tests and Properties of Properties of Concrete and Concrete-making materials*, USA.

Carta Geológica Nacional. (2003). INGEMMET. Lima, Perú.
<http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geologica-nacional>.

Comité American Concrete Institute ACI-318S-08. (2008). *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario*. Michigan, USA.

Ferreira, J. (2009). *Aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto* (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia.

González, M. (1985). *Los insumos del concreto: Cemento y agregados*. Lima, Perú.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Iztapalapa, México.

ICG, Instituto de Construcción y Gerencia, ed., *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Lima: El Peruano, 2006).

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2000). *Manual de carreteras – Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2000*. Lima, Perú.

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras – Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. Lima, Perú.

Murillo, E. (1995). *Aspectos sociales y organizativos en el manejo de los residuos sólidos*. Bogotá, Colombia.

Pasquel, E. (1999). *Tópicos de tecnología del concreto*. Lima, Perú

Rivera, G. (2011). *Tecnología del concreto y mortero*. Cauca, Colombia.

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 01. Informe de calidad del Cemento andino Tipo I.



INFORME DE CALIDAD

MARCA	Andino Tipo IP	Fecha:
TIPO DE CEMENTO:	Portland Tipo IP	Segunda Quincena Enero 2015
ESPECIFICACIÓN VIGENTE:	ASTM C-595 NTP 334.090	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

PRUEBAS FÍSICAS:	Result. Ensayo	Spec. Límite	ANÁLISIS QUÍMICO:	Result. Ensayo	Spec. Límite
1) Superficie específica (BLAINE)	cm ² /gr.	4454	—	3,45	% 5,0 Máx.
			2) Residuo insoluble	19,77	% —
2) Tiempo de fraguado (VICAT)	Hr. min.		3) Dióxido de Silicio (SiO ₂)	31,23	% —
	INICIAL	3:04	4) Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	6,30	% —
	FINAL	4:45	5) Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	3,09	% —
3) Expansión Autoclave	%	0,00	6) Óxido de Calcio (CaO)	49,46	% —
		0,8 Máx.	7) Óxido de Magnesio (MgO)	1,70	% 6,0 Máx.
4) Contenido de Aire, en volumen	%	4,92	8) Tríoóxido de Azufre (SO ₃)	2,92	% 4,0 Máx.
		12,0 Máx.	9) Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0,35	% —
			10) Óxido de Potasio (K ₂ O)	1,49	% —

FASES MINERALÓGICAS SEGÚN BOGUE

5) Resistencia a la compresión	MPa	(lb/pulg ²)	Mpa		Result.	Spec.
				SILICATO TRICALCICO (C3S)	—	% —
				SILICATO DICALCICO (C2S)	—	% —
a 3 Días	15,31	2220	13,0 Mpa	ALUMINATO TRICALCICO (C3A)	—	% —
a 7 Días	21,50	3190	20,0 Mpa	FERROALUMINATO TETRACÁLCICO (C4AF)	—	% —
a 28 Días	31,64	4590	25,0 Mpa			
6) Densidad	(gr/cm ³)	2,96				

REQUISITOS OPCIONALES

7) Falso Fraguado, penetración final	%	90,00	50 Mts.	ASTM C 311 ALCALI DISPONIBLE (Calculado)	0,62	% —
				PORCENTAJE ADICION DE PULZOLANA	24,27	% —
8) Resistencia a sulfatos				Calor de Hidratación a 7 días	62,30	cal/g 70 Máx.
Expansión a 180 días	%	0,012	0,10 Máx.	Calor de Hidratación a 28 días	67,30	cal/g 80 Máx.

* Corresponde a Segunda Quincena Diciembre 2014

FORMATO UCC-20-10000-008-04


 Ing. Juan Quijandria Rojas
 División Química

Anexo 02. Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables ASTM C 142.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842

INFORME N° S15-120

SOLICITANTE : COSAPI SA
PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PAMPAS
UBICACIÓN : KM 10 + 200 LADO IZQUIERDO
FECHA : 27 DE FEBRERO DEL 2015

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Caliza 2
Material : Cantera de Cerro Km 10,2 Lado Izquierdo del Eje Via
Muestra : Agregado Fino

ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS FRIABLES ASTM C-142

Agregado fino

Partículas Friables y Terrones de Arcilla (%) : 0,8

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Elaborado por : Téc. J. Huarcab Ch
Revisado por : Ing. Hector Espinoza Coente



Hector Espinoza Coente
Ing. HECTOR ESPINOZA COENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC

Anexo 03. Ensayo de cantidad de partículas livianas MTC E 211.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A

REGISTRO: S15- 120/LQU15-187

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO

CANTERA: Km. 10+200 L.L.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	PARTICULAS LIVIANAS MTC E 211 %
TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	0,11

Lima, 27 de Febrero del 2,015

CARMEN M. REYES CUBAS
MSC. ING. QUIMICA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 04. Ensayo de contenido de sulfatos, expresados como ion SO₄ ASTM E 27.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICÓ DE LA FIC
 ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A

REGISTRO: SIS- 120/LQU15-187

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL- PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO

CANTERA: Km. 10+200 L.I.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	SULFATOS (SO ₄) ASTM E 275: AASTMO T-290 ppm
TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.I.	1954

Lima, 27 de Febrero del 2,015


CARMEN M. REYES CUBAS
 MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI


ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
 MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 05. Ensayo de contenido de cloruros, expresados como ion Cl ASTM D 3370



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S.A

REGISTRO: S15- 120/LQU15-187

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO

CANTERA: Km. 10+200 L.L.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	CLORUROS Cl ASTM D 3370: AASTHO T-291 ppm
TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	58

Lima, 27 de Febrero del 2,015

CARMEN M. REYES CUBAS
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 06. Ensayo de impurezas orgánicas ASTM C 40.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842

INFORME N° S15-120

SOLICITANTE : COSAPI SA
PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - FAMPAS
UBICACIÓN : KM 10 + 200 LADO IZQUIERDO
FECHA : 27 DE FEBRERO DEL 2015

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Caliza 2
Material : Cantera de Cerro Km 10,2 Lado Izquierdo del Eje Vía
Muestra : Agregado Fino

ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS ASTM C-40

Agregado : Global (fracción fina)
Grado : 1

Nofa: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Tte. J. Huamán Ch.
Revisión : Ing. Hector Espinoza Ccente



[Signature]
Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - EIC

Anexo 07. Ensayo de reactividad con álcalis del cemento MTC E 217.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
 ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A

REGISTRO: S15- 120/LQU15-188

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: Km. 10+200 L.L.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	REACTIVIDAD POTENCIAL ALCALIS-SILICE MTC E 217	
	Silice disuelta Se : Milimol/L.	Reducción Alcalinidad Re : Milimol/L.
TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	18,91	203

Lima, 27 de Febrero del 2,015


CARMEN M. REYES CUBAS
 MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI


ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
 MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO DE QUIMICA
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefaxis (511) 481 - 9845
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 08. Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables ASTM C 142



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842

INFORME N° S15-120

SOLICITANTE : COSAPI SA
PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. IMPERIAL - PALMIPAS
UBICACIÓN : KM 10 + 200 LADO IZQUIERDO
FECHA : 27 DE FEBRERO DEL 2015

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Caliza 2
Material : Cantera de Cerro Km 10,2 Lado Izquierdo del Eje Vía
Muestra : Agregado Grueso Chancado

ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS FRIABLES ASTM C-142

Agregado grueso

Partículas Friables y Terrones de Arcilla (%) : 0,04

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Elaborado por
Revisado por

Téc. J. Maestre Ch
Ing. Hector Espinoza Ccente



Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC

Anexo 09. Ensayo de contenido de carbón y lignito MTC E 215.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A

REGISTRO: S15- 120/LQU15-188

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: Km. 10+200 L.L.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	CARBON Y LIGNITO MTC E 215
TIPO DE MATERIAL:	%
AGREGADO GRUESO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	0,10

Lima, 27 de Febrero del 2015

GABRÍN M. REYES CUBAS
MSC. INGENIERO ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 10. Ensayo de contenido de sulfatos, expresados como ion SO₄ ASTM E 275.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
 ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A
 REGISTRO: S15- 120/LQU15-188
 OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"
 TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO
 CANTERA: Km. 10+200 L.L.
 RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	SULFATOS (SO ₄) ²⁻ ASTM E 275; AASTHO T-290 ppm
TIPO DE MATERIAL:- AGREGADO GRUESO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	1 583

Lima, 27 de Febrero del 2,015


 CARMEN M. REYES CUBAS
 MSC. INGENIERA ANALISTA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI


 ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
 MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefón: (511) 481 - 9845
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 11. Ensayo de contenido de cloruros, expresados como ion Cl ASTM D 3370.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
 ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A

REGISTRO: SIS- 120/LQU15-188

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: Km. 10+200 L.I.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	CLORUROS Cl ASTM D 3370: AASTHO T-291 ppm
TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.I.	46

Lima, 27 de Febrero del 2,015


 CARMEN M. REYES CUBAS
 MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI


 ROSA V. ACTAMICANO MERINO
 MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 12. Ensayo de reactividad con álcalis del cemento MTC E 217.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
 ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S.A

REGISTRO: S15- 120/LQU15-188

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: Km. 10+200 L.L.

RECEPCION DE MUESTRA: 23-02-15

ANALISIS DE:	REACTIVIDAD POTENCIAL ALCALIS-SILICE MTC E 217	
	Silice disuelta Se : Milimol/L.	Reducción Alcalinidad Re : Milimol/L.
TIPO DE MATERIAL:		
AGREGADO GRUESO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	18,91	203

Lima, 27 de Febrero del 2,015

CARMEN M. REYES CUBAS
 MSC. INGENIERA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
 MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO DE QUIMICA
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Apertado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 13. Informe de calidad de fuentes de agua evaluadas.

Proy GMI N° 181152-100-59-INF-001 Revisión: 1	ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA: DV IMPERIAL - PAMPAS ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA	Fecha: 04/06/2013 Página 31	
---	--	--------------------------------	---

ENSAYO	Unid	TOLERANCIA	Rio Mantaro	Riachuelo Mantaro (Pazos)	Laguna Champacocha	Marantal Z	Rio Pampas
Cloruros como ion Cl	ppm	1000 máx.	9.5	9.5	7.2	4.8	11.9
Materia Orgánica	ppm	3.00 máx.	1.3	1.3	1.4	1.5	1.0
Sólidos en Suspensión	ppm	1500 máx.	164	10	8.0	11.0	20.0
Ph	-	5,5 - 8,0	6,9	7,0	8,8	6,5	6,8

En la Tabla "Requisitos Mínimos Calidad del Agua - Norma MTC E 716", se muestra las tolerancias permisibles de las fuentes de agua.

Tabla 25 Requisitos Mínimos – Calidad de Agua Tolerancias para Estructuras de Concreto

ENSAYO	Unid	TOLERANCIA
Residuo Sólido	ppm	5000 máx.
Sulfatos como ion SO ₄	ppm	1000 máx.
Cloruros como ion Cl	ppm	1000 máx.
Materia Orgánica	ppm	3.00 máx.
Sólidos en Suspensión	ppm	1500 máx.
Ph	-	5,5 - 8,0

La norma considera que el agua adecuada es aquella que es apta para el consumo humano y concluye que debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto.

En la Tabla "Grados de Alcalinidad Francés", muestra las categorías químicas de agua según su alcalinidad.

Tabla 26 Grados de Alcalinidad

AGRESIVIDAD SOLUCIONES	ACIDAS	BASICAS	AGUA PARA CONSUMO	NIVEL DE CALIDAD
Valor de PH	0 - 7	7 - 14	6.5 - 9.2	7 - 8

La fuente de agua seleccionada se aproxima a la condición neutra, por lo que se considera apta para su empleo.

En la Tabla "Tolerancias Estipuladas por el R.N.C. - Cemento", muestra el tipo de cemento a emplear en base a la cantidad de sulfato registrado.


GMI S.A.
 ING. JOSÉ IGNACIO MAC CHIR ARECHÍ
 CIP 31967
 Especialista en Suelos y Pavimentos




GMI S.A.
 Ing. María C. Herrera Montenegro, PMP
 Jefe de Estudio
 CIP 47824



Proy GMI N° 181152-100-89-INF-001 Revisión: 1	ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA: DV IMPERIAL - PAMPAS ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA	Fecha: 04/06/2013 Página 30
---	--	--------------------------------



030

6. FUENTES DE AGUA

Se procedió a la ubicación de las fuentes de agua existentes a lo largo de la vía y a la toma de muestras representativas. Las mismas fueron remitidas al laboratorio, para los correspondientes ensayos de calidad.

En la siguiente tabla "Fuentes de Agua evaluadas", se presenta la relación de fuentes de agua evaluadas, las mismas que han sido sometidas a ensayos químicos con la finalidad de determinar si presentan cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales como cloruro o sulfatos, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser nocivos para los materiales que componen la estructura del pavimento y para las obras de Concreto Hidráulico.

Tabla 23 Fuentes de agua evaluadas

Fuente de Agua	Progresiva de referencia	Este	Norte
Río Mantaro	A 26 km del inicio de la vía (Km 0+000)	474357	8658595
Riachuelo Mullaca (pazos)	Km 6+800 de la vía en estudio, L. Izq. con 3,1 km de acceso a través de la vía afirmada en regular estado, que conduce al pueblo de Mullaca.	496071	8640052
Laguna Champacocha	Km 23+120 de la vía en estudio, al pie de la vía. Lado Izq.	507225	8634587
Manantial Z	Km 26+780 de la vía en estudio, al pie de la vía. Lado Izq.	508451	8633185
Puente Pampas	km. 36+035 de la vía. Acceso 50 m por habilitar. Lado Der.	514101	8630186

6.1 PROPIEDADES QUÍMICAS:

Los ensayos químicos efectuados en las muestras obtenidas, se realizaron a fin de determinar los contenidos de:

- ✓ Sólidos en Suspensión.
- ✓ Materia Orgánica.
- ✓ Cloruros expresado como ión cloruro Cl⁻.
- ✓ Sulfatos expresados como ión SO₄.
- ✓ Determinación del Potencial del Hidrogeno (pH).

Los certificados se presentan en los anexos "Ensayos Químicos – Fuentes de Agua".

En la tabla "Resultados de Ensayos Químicos – Fuentes de Agua", se presenta los resultados de los ensayos correspondientes a cada muestra.

Tabla 24 Resultados de Ensayos de Fuentes de Agua

ENSAYO	Unid	TOLERANCIA	Río Mantaro	Riachuelo Mullaca (Pazos)	Laguna Champacocha	Manantial Z	Río Pampas
Sulfatos como ion SO ₄	ppm	1000 máx.	96	57,6	53,5	50,8	88,0

GMI S.A.
ING. JOSE IGNACIO MELCHOR SANCHEZ
CIP: 58767
Especialista en Suelos y Pavimentos.



GMI S.A.
Ing. Martha C. Herrera Montenegro, PMP
Jefe de Estudio
CIP 47024



Proy GMI N° 181152-100-69-INF-001 Revisión: 1	ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA: DV IMPERIAL - PAMPAS ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA	Fecha: 04/06/2013 Página 32
---	---	--------------------------------



002

Tabla 27 Tolerancias Estipuladas en el R.N.C. – Cemento

EXPOSICION A SULFATOS	Sulfato (SO ₄) En agua ppm	TIPO DE CEMENTO
Insignificante	0 ≤ SO ₄ < 150	—
Moderado	150 ≤ SO ₄ < 1500	I, IP(MS), IS(MS), P(MS),
		I(PM)(MS), (SM)(MS)
Severa	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V
Muy Severa	SO ₄ > 10000	V más puzolana

Por los resultados obtenidos se concluye que las fuentes de agua analizadas, no presentan grandes variaciones y está próxima al límite de neutro. Los sulfatos y cloruros presentes no superan el máximo permisible que es de 1000 ppm; corroborando la no limitación en el uso de algún tipo de cemento, por ataque químico. Sin embargo se recomienda que durante la ejecución del proyecto se efectúen futuras determinaciones de los contenidos ya que las propiedades químicas de las fuentes de agua, son de carácter estacional.

Para el caso de la fuente de Agua Puente Pampas, el punto de extracción se debe ingresar por el Km 36+000 L.D a través de una trocha en mal estado de 60.0 m que debe ser rehabilitada. Las restantes fuentes de agua dentro del tramo en estudio serán explotadas directamente mediante bombeo.

El caso de la fuente de agua Rio Mantaro, cumple especificaciones para su empleo en el proyecto, sin embargo dada su distancia al proyecto queda descartada.

7. CONCLUSIONES

- Como parte del estudio de canteras, se procedió a ubicar las probables fuentes de materiales disponibles en la zona, identificando cinco (05) bancos de materiales, los mismos que se analizaron preliminarmente en laboratorio. En base a estos resultados del estudio, a la distancia de las mismas al proyecto, rendimientos, tratamientos y principalmente a los requerimientos del proyecto, se definió las aplicables al proyecto.
- La metodología de exploración fue mediante prospecciones a cielo abierto (calicata o trincheras), a razón de tres (03) por hectárea, extrayéndose material para su posterior análisis de canteras en el laboratorio de materiales.
- Las cinco (05) canteras definidas para el abastecimiento del Proyecto y el uso en cada caso se indican a continuación:


GMI S.A.
 ING. JOSÉ VENANCIO MELCHOR ARREDONDO
 CIP: 55767
 Experto en Estudios y Pavimentos



GMI S.A.

 Ing. Martha C. Herrera Montenegro, PMP
 Jefe de Estudio
 CIP 47624



Anexo 14. Informe de calidad del aditivo EUCO WR-91



Química Suiza Industrial
del Perú SA
Av. República de Panamá 2577
Lima 13 - Perú
www.qsindustrial.biz

T (+51-1) 710 4000
F (+51-1) 710 4050



CERTIFICADO DE CALIDAD

CIUDAD DE DESPACHO	LIMA - PERU
PRODUCTO	EUCO WR-91
LOTE	51700467
FECHA DE FABRICACION	jul-15
FECHA DE EXPIRACION	jul-16

PROPIEDAD	ESPECIFICACION		LOTE REAL
ASPECTO QSIPE.06.GU.003 METODO VISUAL	Líquido marrón oscuro.		CONFORME
	Minimo	Maximo	
DENSIDAD (g/ml.) (24 ± 1 °C) QSIPE.06.GU.005 METODO PICNOMETRO	1.180	1.220	1.201
pH (pH-metro) (24 ± 1 °C) QSIPE.06.GU.006 METODO POTENCIOMETRICO	6.70	8.70	7.41
% SOLIDOS (desecador a 110 °C) QSIPE.06.GU.007 DESECADOR HALOGENO	39.50	46.30	43.90

OBSERVACIONES:

Visto los resultados reales comparados con los especificados, se aprueba el producto fabricado.
La fecha de expiración es de un año en condiciones normales de almacenamiento.

Ing. Graciela Ramón Vicente
SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD



EUCO WR 91®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA

DESCRIPCIÓN

EUCO WR 91 es un aditivo líquido, reductor de agua y plastificante para concreto en retardo.

APLICACIONES PRINCIPALES

Como plastificante:

Al ser adicionado en una mezcla de concreto incrementa el asentamiento sin necesidad de aumentar la cantidad de agua, obteniendo concretos fluidos áptos para una buena colocación de concretos castados y elaboración de elementos prefabricados.

Como reductor de agua:

Incorporado en la mezcla de concreto puede reducir el agua de diseño hasta en un 12% manteniendo constante el asentamiento y logrando alta resistencia en todos los estados, consiguiendo concretos más impermeables y durables.

Como retardador de cemento:

Cuando se reduce el requerimiento de agua en la mezcla de concreto, se puede reducir la cantidad de cemento, haciendo concretos de buena calidad a bajo costo.

CARACTERÍSTICAS/BENEFICIOS

Mejora el acabado:

- Mejora los labores de acabado.
- Mejora la trabajabilidad.
- Reduce los requerimientos de agua.
- Reduce la segregación.
- Mejora los tiempos de fraguado.

Reduce la absorción:

- Mejora todos los requerimientos.
- Reduce la permeabilidad.
- Mejora el asentamiento del acabado.
- Reduce el agrietamiento.
- Mejora la durabilidad.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Agua pasta : Líquido
Color : Marfil oscuro
Densidad : 1.18 kg/l
Solubilidad : Soluble en agua

DOSEADICIÓN

EUCO WR 91 se dosifica a razón de 0.7% a 0.4% del peso del cemento.

Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a los dosificaciones recomendadas.

Los resultados varían debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.

Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción Química Suiza.

RESULTADOS TÍPICOS DE LABORATORIO

Los siguientes resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio:

Resistencia	Comprimido	Flexión
3 días	124%	112%
7 días	129%	108%
28 días	124%	104%

Tiempo de fraguado

Fraguado Inicial : ~30 min

Fraguado Final : ~80 min

Resultados comparados con la mezcla de concreto de referencia

The Euclid Chemical Company ISO 9001 - Certificado PE 09/00076

La mejor solución para Concretar sus Obras



PRESENTACIÓN

Cilindro : 20kg 51.5 galones*
Bata : 20kg 4.5 galones*
*galones americanos aproximados.

VIDA ÚTIL DE ALMACENAMIENTO

1 año. EUCO WR 91 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

NORMAS/ESPECIFICACIONES

EUCO WR 91 se clasifica según norma ASTM C-494, como tipo A.

DIRECCIONES PARA SU USO

- Agregue EUCO WR 91 último con la última parte del agua de amasado a la preparación de la mezcla, no vierta sobre el cemento seco.
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cementos, la calidad de agregados y las características de diseño de mezcla. Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- EUCO WR 91 se puede dosificar en obra o en planta, dependiendo de las necesidades y comportamiento del diseño.
- Si se desea acelerar, aumentar las resistencias del concreto y reducir la permeabilidad, deberá disminuirse el agua de amasado y realizar ensayos de asentamiento.
- La misma cantidad de agua se reduce en los ensayos de asentamiento permitidos.
- EUCO WR 91 es compatible con otros aditivos, sin embargo cada aditivo deberá ser agregado por separado.
- EUCO WR 91 puede reaccionar con el agente incorporador de aire aumentando su eficiencia para reducir aire. Si se debe reducir la cantidad del AIRMAX 200 aproximadamente en un 50%.
- EUCO WR 91 no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potencialmente de corrosión.

PRECAUCIONES/RESTRICCIONES

- Se deben tomar precauciones para mantener EUCO WR 91 sobre el punto de congelamiento, sin embargo el congelamiento y descongelamiento no dañará el material si éste se agita completamente.
- No utilice alba para su aplicación.
- No lo dosifique directamente sobre el cemento seco.

LIMPIEZA

Limpie con agua los herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.

Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

Los datos que contiene este documento son el resultado de los ensayos y de la experiencia en buenas prácticas industriales. Debido a la diversidad de materiales y métodos así como el gran número de posibles aplicaciones que escapan de nuestro control, nosotros no aceptamos responsabilidad por los resultados que el cliente, consumidor, aplicador u otros terceros obtengan al utilizar los productos Euclid sin el consentimiento del Departamento Técnico de QUÍMICA SUIZA - EUCO.
Edición 01, Junio 2010

The Euclid Chemical Company ISO 9001 - Certificado PE 09/00076

La mejor solución para Concretar sus Obras



Anexo 15. Informe de calidad del aditivo AIRMIX 200.



Química Suiza Industrial
del Perú SA
Av. República de Navarra 2577
Lima 18 - Perú
www.quimicasuiza.biz

T: (+51) 0 710 4006
F: (+51) 0 710 4050



CERTIFICADO DE CALIDAD

CIUDAD DE DESPACHO	LIMA - PERU
PRODUCTO	AIR MIX 200
LOTE	51601021
FECHA DE FABRICACION	jun-15
FECHA DE EXPRACION	jun-16

PROPIEDAD	ESPECIFICACION		LOTE REAL
OSPE.06.GU.003 METODO VISUAL	Líquido ámbar oscuro		CONFORME
	Mínimo	Máximo	
DENSIDAD (g/mL) (24 ± 1 °C) OSPE.06.GU.005 METODO RINCIMETRO	1.002	1.022	1.014
pH (pH-metro) (24 ± 1 °C) OSPE.06.GU.006 METODO POTENCIOMETRICO	9.21	10.21	9.63
% SÓLIDOS (desecador a 110°C) OSPE.06.GU.007 DESECADOR HALOGENO	13.82	15.82	15.18

OBSERVACIONES
Visto los resultados reales comparados con los especificados, se aprueba el producto fabricado. La fecha de expiración es de un año en condiciones normales de almacenamiento

Ing. Graciela Ramón Vicente
SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD



AIR MIX 200®

AGENTE INCLUSOR DE AIRE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN

AIR MIX 200 es un aditivo líquido, a base de resinas tensioactivas modificadas, que incorporan una cantidad controlada de micro burbujas, de acuerdo con la dosis recomendada.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Concreto para edificación en épocas o condiciones de congelamiento y descongelamiento
- Concreto sometido a bajas temperaturas
- Concreto premixado
- Concreto estructural
- Concreto ciclópeo
- Construcción de concreto masivo
- Concreto para pavimento

CARACTERÍSTICAS BENEFICIOS

- Concreto fresco:
- Reduce la segregación del concreto.
 - Minimiza la exhalación en el concreto.
 - Incrementa la cohesión en el concreto, reduciendo la vibración y el tiempo de colocación.
 - Incrementa la trabajabilidad del concreto.
 - Permite reducciones de la relación A/C
 - Incrementa el bombeo del concreto.
- Concreto endurecido:
- Incrementa la resistencia química del concreto (sales).
 - Incrementa la impermeabilidad del concreto.
 - Protege al concreto de los ciclos de hielo-deshielo.
 - Se obtienen concretos con mejor apariencia (paravista).

INFORMACIÓN TÉCNICA

Apariencia	: Líquido
Color	: Amarillo
Densidad	: 1,21 kg/l
Solubilidad	: Soluble en agua

DOSIIFICACIÓN

AIR MIX 200 se dosifica a razón de 0,03 - 0,06% del peso del cemento. Esta dosificación permite incorporar de 3 al 6% de aire en el concreto, dependiendo del diseño.

Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, la cual puede ser diferente a las dosificaciones recomendadas.

Los resultados varían de acuerdo a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados. Cualquier consulta contacte al departamento de Distribución Química Sosa.

PRESENTACIÓN

Cilindro	: 200kg	: 37,6 galones*
Balón	: 20kg	: 3,2 galones*
Galónera	: 4kg	: 1 galón*

*galones americanos aproximados.

The Euclid Chemical Company ISO 9001 - Certificado PE 09/00076

La mejor solución para Concretar sus Obras



53

VIDA ÚTIL DE ALMACENAMIENTO

1 año. **AIR MIX 200** debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

NORMAS ESPECIFICACIONES

AIR MIX 200 se clasifica según norma ASTM C-200

DIRECCIONES PARA SU USO

- **AIR MIX 200** se suministra listo para su uso.
- Debe mantenerse la cantidad dosificada de **AIR MIX 200** al agua de amasado, preferentemente por medio de un dosificador incorporado a la mezcla en movimiento por espacio de 5 minutos.
- Cuando se usa en conjunto con otros aditivos, estos se deben adicionar separadamente para asegurar una compatibilidad mayor en la mezcla de concreto.
- Cuando se usa **AIR MIX 200** junto a otros retardantes de agua WR-91, WR-91, Euro-37, Euro-337 la dosis de **AIR MIX 200** deberá reducirse.

Para un mejor comportamiento del incorporador de aire **AIR MIX 200** se debe tener especial cuidado en:

- Granulometría de la mezcla, especialmente para controlar partículas finas.
- El contenido de arena debe exceder del 5%.
- El tiempo de mezcla, se debe incrementar en un 25% para obtener una mejor formación de micro burbujas.
- El contenido de cemento depende de:
 - Temperatura ambiente
 - Resistencia agregados finos / agregados gruesos.
 - Finura del cemento
 - Tiempo de mezcla.
 - Asentamiento del concreto.
 - Tipo de mezcla.
 - Relación agua/cemento.
 - Momento en el cual se dosifica el producto.
 - Dosis de cemento por m³.

Se deben realizar ensayos previos con los materiales de obra para definir la dosificación óptima de **AIR MIX 200**.

Cuando se utiliza con otros aditivos, cada uno debe dosificarse por separado.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

- Consulte con su representante de Química Suiza los ajustes de dosificación y ubicaciones cuando se utiliza cemento volante, agregados reductores de agua de alto rango.
- Si el material se ha congelado, calentarlo a 21 °C y agitar.
- Agregue a la mezcla en el punto de amasado de otros aditivos.
- No utilizar aire para su aplicación.
- No permita que se congele el material hasta que por lo menos haya alcanzado un mínimo de 72 kg/cm².
- Temperatura de almacenamiento: -20 °C hasta +42 °C
- Temperatura de aplicación: 0 °C hasta +42 °C

LIMPIEZA

Limpie con agua los herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.

Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

Los datos que contiene este documento son el resultado de los ensayos y de la experiencia en temas técnicos industriales. Debido a la diversidad de materiales y condiciones así como al gran número de posibles aplicaciones que escapan de nuestro control, nosotros no hacemos responsableidad por los resultados que el cliente, contratista, aplicador pudiera obtener. Recomendamos realizar los ensayos preliminares con el concreto con el departamento técnico de QUÍMICA SUIZA - EUCLID.

Edición N. 1, Junio 2010

The Euclid Chemical Company ISO 9001 - Certificado PE 09/00076

La mejor solución para Concretar sus Obras



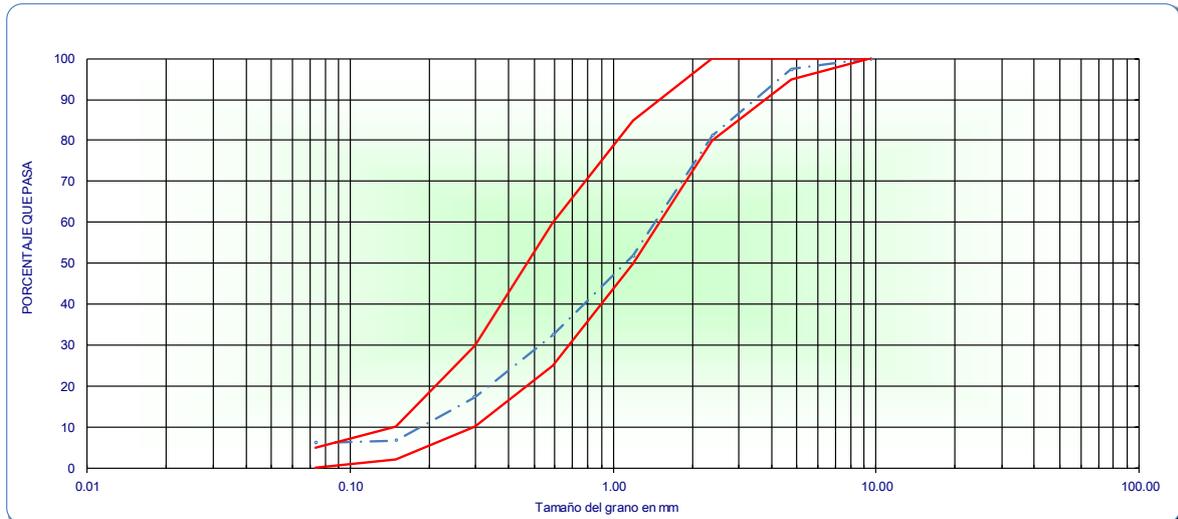
54

Anexo 16. Ensayos del agregado fino – Marzo 2015.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27							
DATOS DE LA MUESTRA							
CONCEPTO: AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PORTLAND						FECHA: 19/03/2015	
MATERIAL: AGREGADO PROCESADO CHANCADO							
UBICACIÓN: KM 10+200 LADO IZQUIERDO							
TAMIZ Nº (A.S.T.M.)	ABERTURA EN. mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/4"	19.050					100	Tamaño Max. : 3/8"
1/2"	12.700					100	Peso Total (gr.) : 1984.0
3/8"	9.525				100	100	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760	51.5	2.6	2.6	97.4	95 - 100	Modulo de Fineza : 3.13
Nº 8	2.380	320.0	16.1	18.7	81.3	80 - 100	Observaciones:
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190	583.4	29.4	48.1	51.9	50 - 85	
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590	385.1	19.4	67.5	32.5	25 - 60	
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	301.2	15.2	82.7	17.3	10 - 30	
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149	210.0	10.6	93.3	6.7	2 - 10	
Nº 200	0.074	10.6	0.5	93.8	6.2		

122.2

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110- MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO (< MALLA N° 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PORTI **FECHA** : 19/03/2015
MATERIAL : AGREGADO PROCESADO CHANCADO
UBICACIÓN : KM 10+200 LADO IZQUIERDO

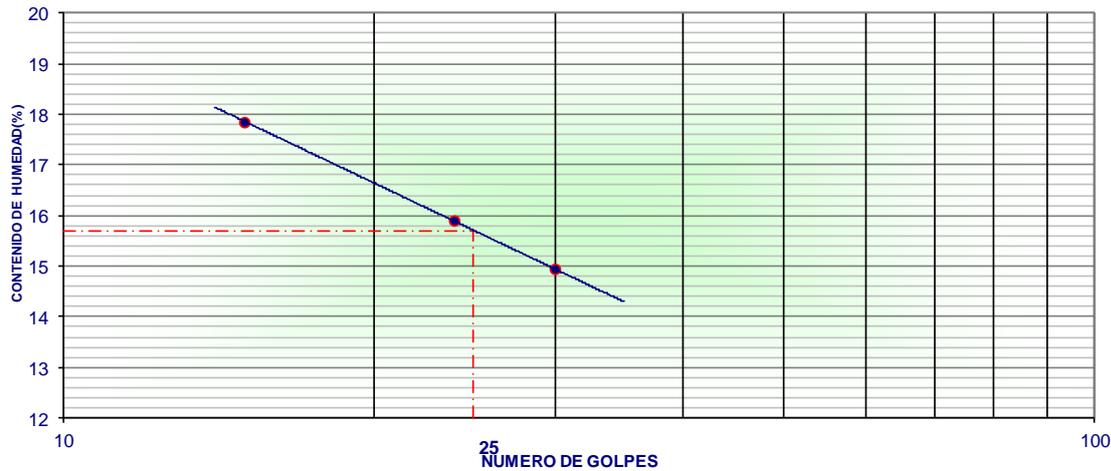
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		T-11	T-10	T-14
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	47.43	49.76	48.82
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	44.55	46.76	46.28
PESO DE AGUA	(gr.)	2.88	3.00	2.54
PESO DE LA TARA	(gr.)	28.41	27.90	29.26
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	16.14	18.86	17.02
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.84	15.91	14.92
NUMERO DE GOLPES		15	24	30

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA				Promedio
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)			
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)			
PESO DE AGUA	(gr.)			
PESO DE LA TARA	(gr.)			
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			N.P

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	16
LIMITE PLASTICO (%)	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO: AGREGADO FINO (< MALLA N° 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO
FECHA: 19/03/2015
MATERIAL: AGREGADO PROCESADO CHANCADO
UBICACIÓN: KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ENSAYO N°	1	2	
Nro. DE TARA	T-11	T-12	
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	1357.0	1680.0	
PESO TARA + SUELO SECO gr.	1318.0	1630.0	
PESO DE LA TARA gr.	397.6	500.0	
PESO DEL AGUA gr.	39.0	50.0	
PESO SUELO SECO gr.	920.4	1130.0	
HUMEDAD %	4.24	4.42	
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	4.24		

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL FINO QUE PASA POR TAMIZ N° 200
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO: AGREGADO FINO (< MALLA N° 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO
FECHA: 19/03/2015
MATERIAL: AGREGADO PROCESADO CHANCADO
UBICACIÓN: KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	2002.0	1322.6	
Peso del Material lavado seco	1773.7	1159.1	
Peso del Material < N° 200	228.30	163.50	
% Material < 200	11.40	12.36	11.88

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
EQUIVALENTE DE ARENA NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176			
DATOS DE LA MUESTRA			
CONCEPTO:	AGREGADO FINO PARA LA ELABORACION DE CONCRETO PORTLAND	FECHA:	19/03/2015
MATERIAL:	AGREGADO CHANCADO		
UBICACIÓN:	KM 10+200		
Nº DE ENSAYOS	1	2	PROMEDIO
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación	08:25	08:27	
Hora de salida de saturación (mas 10")	08:35	08:37	
Hora de entrada a decantación	08:37	08:39	
Hora de salida de decantación (mas 20")	08:57	08:59	
Altura máxima de material fino	5.6	5.7	
Altura máxima de la arena	3.3	3.4	
Equivalente de Arena (%)	58.9	59.6	59.3
Resultado Final Considerado por Norma EG 2000 (%)		60	

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 213, ASTM C 40, AASTHO T 21		
DATOS DE LA MUESTRA		
CONCEPTO:	AGREGADO FINO (< MALLA Nº 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PC	FECHA: 19/03/2015
MATERIAL:	AGREGADO PROCESADO CHANCADO	
UBICACIÓN:	KM 10+200 LADO IZQUIERDO	
IDENTIFICACION	COLOR PATRON	RESULTADO
M-1	1	APROBADO
M-2	1	APROBADO
M-3	1	APROBADO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO FINO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO: AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PORTLAND FECHA: 19/03/2015
 MATERIAL: AGREGADO PROCESADO ZARANDEADO
 UBICACIÓN: KM 10+200 LADO IZQUIERDO

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO FINO

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (gr)	RECIPIENTE Nº	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	PERDIDA		% RETENIDO	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
3/8"	Nº 04								
Nº 04	Nº 08	100	14	100.0	98.2	1.80	1.80	25.4	0.46
Nº 08	Nº 16	100	15	100.0	97.5	2.50	2.50	24.0	0.60
Nº 16	Nº 30	100	16	100.0	96.7	3.30	3.30	16.3	0.54
Nº 30	Nº 50	100	17	100.0	97.5	2.50	2.50	9.2	0.23
Nº 50	Nº 100	100	23	100.0	98.2	1.80	1.80	5.7	0.10
TOTALES								1.93	

PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO FINO	1.93
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE OBRA (%)	15

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 219, ASTM D 1888

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : ARENA PARA CONCRETO HIDRAULICO TAMAÑO MAX, 1/4" FECHA : 19/03/2015
 CANTERA :
 UBICACIÓN : Km 10+200 LADO : IZQUIERDO

MUESTRA	3	4
Peso de Tara	199.51	197.68
Peso tara + agua + sal	316.96	321.49
Peso tara + sal	199.55	197.68
Peso sal	0.040	0.04
Peso agua	117.41	123.81
% de sales solubles totales	0.034	0.032
Promedio de Sales Solubles Tot. (%)	0.033	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (PÉRDIDA POR IGNICIÓN)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118, AASHTO T 267**

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO: AGREGADO FINO (< MALLA N° 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PORTLAND **FECHA:** 19/03/2015
MATERIAL: AGREGADO PROCESADO CHANCADO
UBICACIÓN: KM 10+200 LADO IZQUIERDO

ENSAYO N°	1	2		Promedio
Tara N°	T-18	T-19		
Peso de la tara y suelo seco, antes de ignición	gr. 44.85	45.70		
Peso de la tara y suelo seco, después de ignición	gr. 44.84	45.69		
Peso de materia orgánica	gr. 0.01	0.01		
Peso de la tara	gr. 29.85	27.23		
Peso del suelo seco neto	gr. 14.99	18.46		
Contenido de Materia orgánica	% 0.07	0.05		0.06

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESOS UNITARIOS DE AGREGADO FINO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO AGREGADO FINO (< MALLA N° 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PORTLAND
MATERIAL AGREGADO PROCESADO CHANCADO **FECHA:** 19/03/2015
UBICACIÓN KM 10+200 LADO IZQUIERDO

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° DE ENSAYO	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE (gr.)	27005	27098	27115
PESO DE MOLDE (gr.)	5756	5756	5756
PESO NETO DE MATERIAL (gr.)	21249	21342	21359
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13990	13990	13990
PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm ³)	1.519	1.526	1.527
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.524		

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° DE ENSAYO	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE (gr.)	29785	29802	29842
PESO DE MOLDE (gr.)	5756	5756	5756
PESO NETO DE MATERIAL (gr.)	24029	24046	24086
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	13990	13990	13990
PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm ³)	1.718	1.719	1.722
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.719		

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

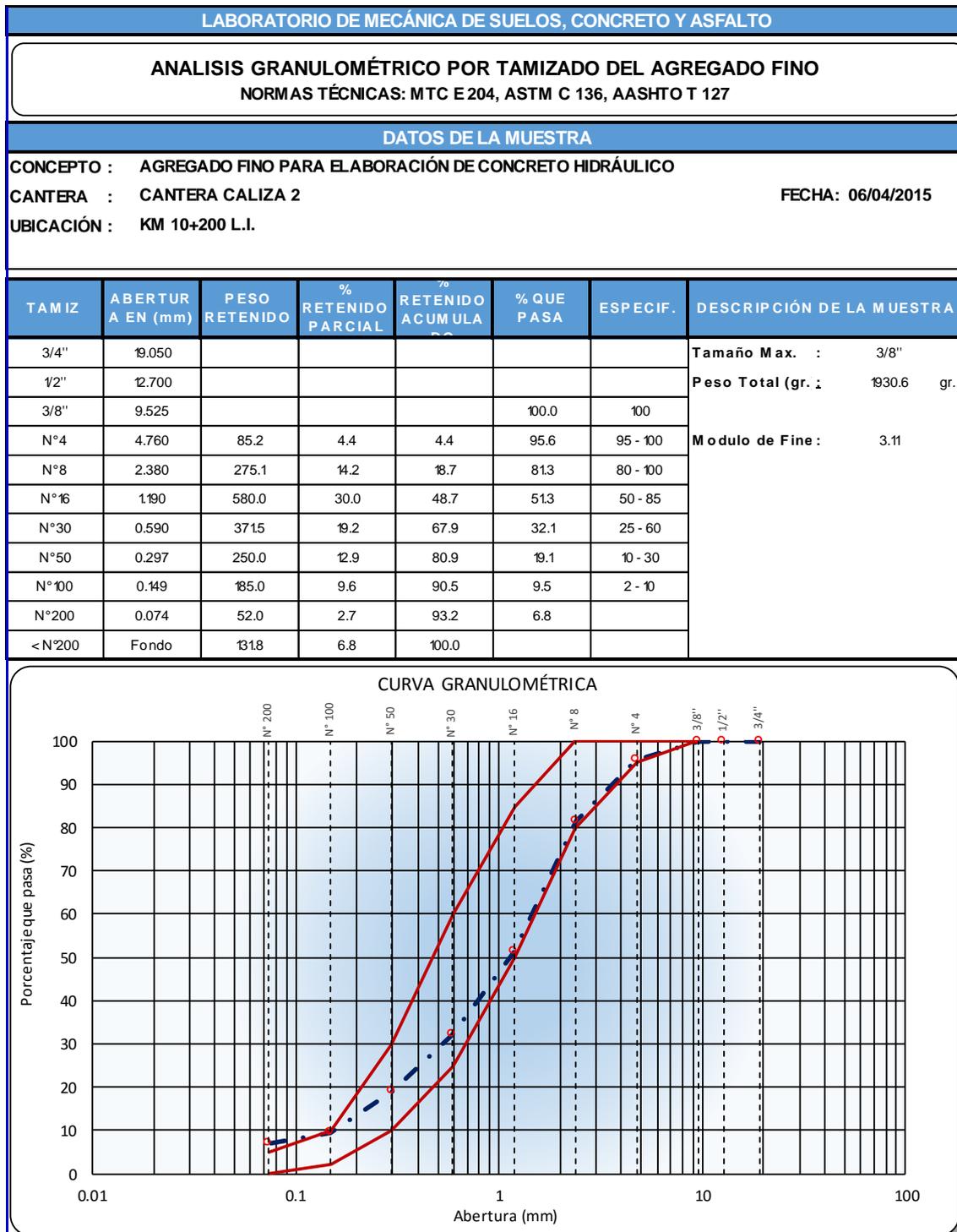
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205, ASTM C 128, AASHTO T 84

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO: AGREGADO FINO (< MALLA N° 1/16) PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO PORTLAN FECHA: 19/03/2015
 MUESTRA: AGREGADO PROCESADO CHANCADO
 UBICACIÓN: KM 10+200 LADO IZQUIERDO

AGREGADO FINO	ENSAYO		
	1	2	
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en el aire) gr.	300.0	300.0	300.0
B) Peso de Frasco + Agua gr.	671.9	672.6	671.0
C) Peso de Frasco + Agua + A gr.	971.9	972.6	971.0
D) Peso de Material + Agua en el Frasco gr.	861.3	861.8	861.6
E) Volumen de Masa + Volumen de Vacios (= C- D)	110.6	110.8	109.4
F) Peso de Material Seco gr.	295.3	295.2	295.3
G) Volumen de Masa (= E-(A-F)	105.9	106.0	104.7
P.E Bulk (base seca) (= F/E)	2.670	2.664	2.699
P.E Bulk (base saturada) (= A/E)	2.712	2.708	2.742
P.E Aparente (base seca) (= F/G)	2.788	2.785	2.820
Porcentaje de Absorción (= ((A-F) / F) x 100)	1.592	1.626	1.592
PROMEDIO DE PESO ESPECIFICO - BASE SATURADA	2.721		
PROMEDIO DE ABSORCION	1.603		

Anexo 17. Ensayos del agregado fino – Abril 2015.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

CANTERA : CANTERA CALIZA 2

FECHA: 06/04/2015

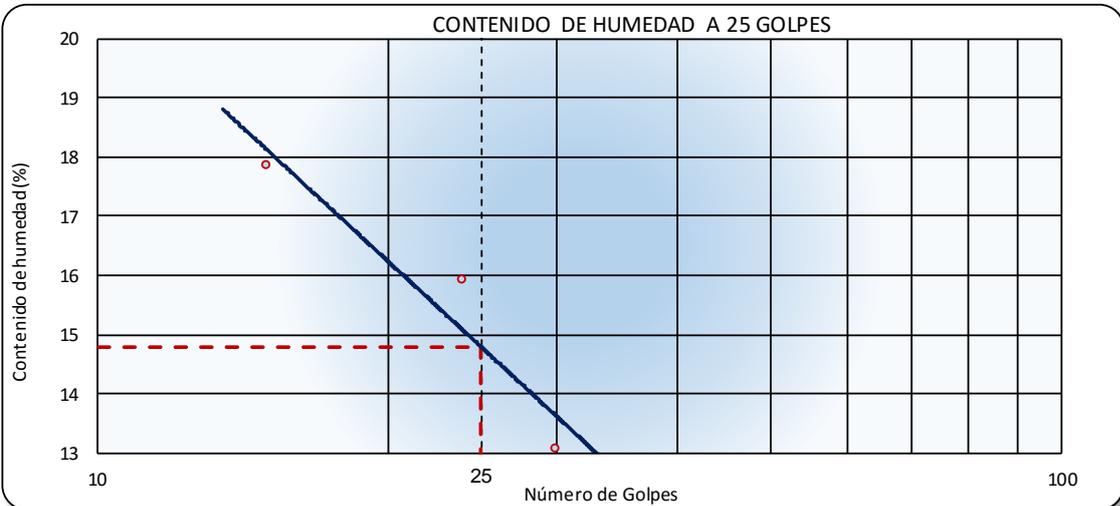
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

NºTARA		T-11	T-10	T-14
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr.)	47.43	49.76	48.50
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	44.55	46.76	46.28
PESO DE AGUA	(gr.)	2.88	3.00	2.22
PESO DE LA TARA	(gr.)	28.41	27.90	29.26
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	16.14	18.86	17.02
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.84	15.91	13.04
NÚMERO DE GOLPES		15	24	30

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

NºTARA				
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr.)			
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)			
PESO DE AGUA	(gr.)			
PESO DE LA TARA	(gr.)			
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	N.P.	N.P.	N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	15
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	N.P.

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216				
DATOS DE LA MUESTRA				
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CANtera : CANtera CALIZA 2		FECHA: 06/04/2015		
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.				
ENSAYO N°		1	2	
Nro. de Tara		T-11	T-12	
Peso tara +suelo húmedo	(gr.)	1357.0	1680.0	
Peso tara +suelo seco	(gr.)	1318.0	1630.0	
Peso de la tara	(gr.)	397.6	500.0	
Peso del agua	(gr.)	39.0	50.0	
Peso del suelo seco	(gr.)	920.4	1130.0	
Humedad	(%)	4.24	4.42	
Humedad Natural Promedio		4.33		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11				
DATOS DE LA MUESTRA				
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CANtera : CANtera CALIZA 2		FECHA: 06/04/2015		
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.				
ENSAYO		1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco	(gr.)	1648.0	1420.0	
Peso del Material lavado seco	(gr.)	1528.0	1315.0	
Peso del Material < N°200	(gr.)	120.00	105.00	
% Material < N° 200		7.28	7.39	7.34

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
EQUIVALENTE DE ARENA NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176			
DATOS DE LA MUESTRA			
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO		FECHA: 06/04/2015	
CANTERA : CANTERA CALIZA 2			
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.			
N° DE ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación	04:43	04:45	
Hora de salida de saturación (mas 10')	04:53	04:55	
Hora de entrada a decantación	04:55	04:57	
Hora de salida de decantación (mas 20')	05:15	05:17	
Altura máxima de material fino	6.9	6.9	
Altura máxima de la arena	3.2	3.3	
Equivalente de Arena (%)	46.4	47.8	47.1
Resultado Final Considerada por Norma EG 2013 (%)	48		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 213, ASTM C 40, AASHTO T 21		
DATOS DE LA MUESTRA		
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO		FECHA: 06/04/2015
CANTERA : CANTERA CALIZA 2		
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.		
IDENTIFICACIÓN	COLOR PATRÓN	RESULTADO
M-1	1	APROBADO
M-2	1	APROBADO
M-3	1	APROBADO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO FINO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104									
DATOS DE LA MUESTRA									
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO								FECHA: 06/04/2015	
CANTERA : CANTERA CALIZA 2									
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.									
TAM AÑO		PESO REQUERIDO	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)	PERDIDA		% RETENIDO	PERDIDA CORREGIDA
						PESO	%		
3/8"	N° 4								
N° 4	N° 8	100.0	14	100.0	97.8	2.20	2.20	14.2	0.31
N° 8	N° 16	100.0	15	100.0	97.1	2.90	2.90	30.0	0.87
N° 16	N° 30	100.0	16	100.0	95.9	4.10	4.10	19.2	0.79
N° 30	N° 50	100.0	17	100.0	98.1	1.90	1.90	12.9	0.25
N° 50	N° 100	100.0	23	100.0	97.0	3.00	3.00	9.6	0.29
TOTALES									2.51
PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO FINO						2.51			
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE OBRA (%)						15			

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
SALES SOLUBLES TOTALES NORMAS TÉCNICAS: MTC E 219, ASTM D 1888				
DATOS DE LA MUESTRA				
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				FECHA: 06/04/2015
CANTERA : CANTERA CALIZA 2				
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.				
MUESTRA		1	2	
Peso de Tara	(gr.)	199.51	197.68	
Peso tara + agua + sal	(gr.)	316.96	321.49	
Peso tara + sal	(gr.)	199.55	197.74	
Peso sal	(gr.)	0.04	0.06	
Peso agua	(gr.)	117.41	123.75	
% de sales solubles totales	(%)	0.034	0.048	
Promedio de Sales Solubles Totales		(%) 0.041		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (PÉRDIDA POR IGNICIÓN)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118, AASHTO T 267

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 06/04/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

MUESTRA	1	2		Promedio
Tara N°	T - 18	T - 19		
Peso de la tara y suelo seco, antes de ignición (gr.)	46.58	48.77		
Peso de la tara y suelo seco, después de ignición (gr.)	46.57	48.76		
Peso de materia orgánica (gr.)	0.01	0.01		
Peso de la tara (gr.)	29.58	29.42		
Peso del suelo seco neto (gr.)	16.99	19.34		
Peso del suelo seco neto (gr.)	0.06	0.05		0.055

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO FINO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 06/04/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	27030	27110	27054
Peso de molde (gr.)	5756	5756	5756
Peso neto de material (gr.)	21274	21354	21298
Volumen del molde (cm ³)	13990	13990	13990
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1521	1526	1522
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.523		

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	29750	29815	29787
Peso de molde (gr.)	5756	5756	5756
Peso neto de material (gr.)	23994	24059	24031
Volumen del molde (cm ³)	13990	13990	13990
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1715	1720	1718
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.718		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

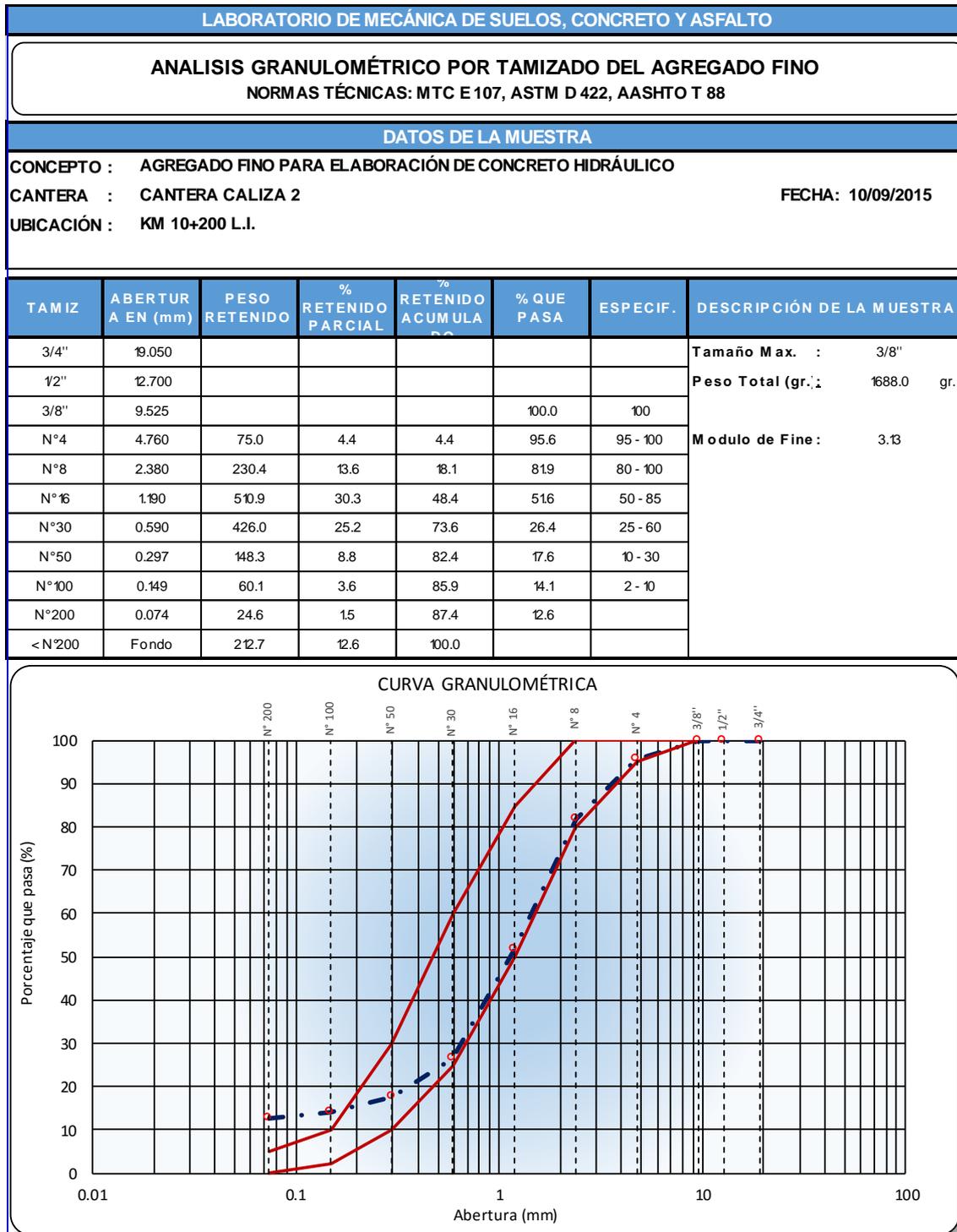
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T 85

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
 CANTERA : CANTERA CALIZA 2 FECHA: 06/04/2015
 UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

AGREGADO FINO	ENSAYO		
	1	2	3
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en el aire) (gr.)	300.0	300.0	300.0
B) Peso del frasco + agua (gr.)	6719	672.6	6710
C) Peso del frasco + agua +(A) (gr.)	9719	972.6	9710
D) Peso del material + agua en el frasco (gr.)	8613	8618	8616
E) Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) (cm3)	110.6	110.8	109.4
F) Peso de material seco (gr.)	295.3	295.2	295.3
G) Volumen de masa (E-(A-F)) (gr/cm3)	105.9	106.0	104.7
P.E. Bulk (base seca) (F/E) (gr/cm3)	2.670	2.664	2.699
P.E. Bulk (vase saturada (A/E) (gr/cm3)	2.712	2.708	2.742
P.E. Aparente (base seca) (F/G) (gr/cm3)	2.788	2.785	2.820
% Absorción $\left(\frac{(A-F)}{F}\right) \times 100$ (%)	1.592	1.626	1.592
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO - BASE SATUR. (gr/cm3)	2.721		
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (gr/cm3)	1.603		

Anexo 18. Ensayos del agregado fino – Setiembre 2015



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

CANTERA : CANTERA CALIZA 2

FECHA: 10/09/2015

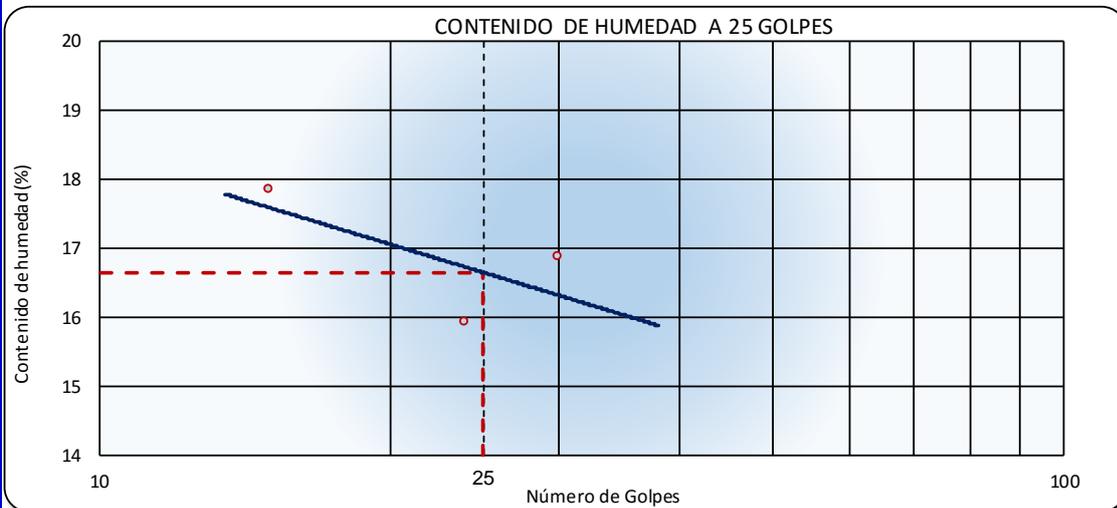
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

NºTARA		T-11	T-10	T-14
PESO TARA +SUELO HÚMEDO	(gr.)	47.43	49.76	49.15
PESO TARA +SUELO SECO	(gr.)	44.55	46.76	46.28
PESO DE AGUA	(gr.)	2.88	3.00	2.87
PESO DE LA TARA	(gr.)	28.41	27.90	29.26
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	16.14	18.86	17.02
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.84	15.91	16.86
NÚMERO DE GOLPES		15	24	30

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

NºTARA				
PESO TARA +SUELO HÚMEDO	(gr.)			
PESO TARA +SUELO SECO	(gr.)			
PESO DE AGUA	(gr.)			
PESO DE LA TARA	(gr.)			
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	N.P.	N.P.	N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	17	
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	N.P.	
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	(%)	N.P.	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 10/09/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

ENSAYO N°	1	2	
Nro. de Tara	T-03	T-04	
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	1648.0	1790.0	
Peso tara + suelo seco (gr.)	1590.0	1732.0	
Peso de la tara (gr.)	320.0	417.4	
Peso del agua (gr.)	58.0	58.0	
Peso del suelo seco (gr.)	1270.0	1314.6	
Humedad (%)	4.57	4.41	
Humedad Natural Promedio (%)		4.49	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 202, ASTM C 117, AASHTO T 11

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 10/09/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Peso del Material seco (gr.)	1762.0	1824.0	
Peso del Material lavado seco (gr.)	1645.0	1701.0	
Peso del Material < N°200 (gr.)	117.00	123.00	
% Material < N° 200 (gr.)	6.64	6.74	6.69

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
EQUIVALENTE DE ARENA NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176			
DATOS DE LA MUESTRA			
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO		FECHA: 10/09/2015	
CANTERA : CANTERA CALIZA 2			
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.			
N° DE ENSAYO	1	2	PROMEDIO
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación	04:20	04:22	
Hora de salida de saturación (mas 10')	04:30	04:32	
Hora de entrada a decantación	04:32	04:34	
Hora de salida de decantación (mas 20')	04:52	04:54	
Altura máxima de material fino	5.4	5.6	
Altura máxima de la arena	3.3	3.1	
Equivalente de Arena (%)	61.1	55.4	58.2
Resultado Final Considerada por Norma EG 2000 (%)	59		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 213, ASTM C 40, AASHTO T 21		
DATOS DE LA MUESTRA		
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO		FECHA: 10/09/2015
CANTERA : CANTERA CALIZA 2		
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.		
IDENTIFICACIÓN	COLOR PATRÓN	RESULTADO
M-1	1	APROBADO
M-2	1	APROBADO
M-3	1	APROBADO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO FINO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104									
DATOS DE LA MUESTRA									
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO								FECHA: 10/09/2015	
CANTERA : CANTERA CALIZA 2									
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.									
TAM AÑO	PESO REQUERIDO (gr.)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)	PERDIDA		% RETENIDO	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
3/8"	N° 4								
N° 4	N° 8	100.0	14	100.0	97.2	2.80	2.80	33.5	0.94
N° 8	N° 16	100.0	15	100.0	96.2	3.80	3.80	26.1	0.99
N° 16	N° 30	100.0	16	100.0	95.8	4.20	4.20	16.1	0.68
N° 30	N° 50	100.0	17	100.0	97.1	2.90	2.90	8.7	0.25
N° 50	N° 100	100.0	23	100.0	97.9	2.10	2.10	3.6	0.08
TOTALES									2.93

PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO FINO	2.93
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE OBRA (%)	15

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (PÉRDIDA POR IGNICIÓN) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118, AASHTO T 267				
DATOS DE LA MUESTRA				
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				FECHA: 10/09/2015
CANTERA : CANTERA CALIZA 2				
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.				
MUESTRA	1	2		Promedio
Tara N°	T-18	T-19		
Peso de la tara y suelo seco, antes de ignición (gr.)	45.26	42.36		
Peso de la tara y suelo seco, después de ignición (gr.)	45.19	42.30		
Peso de materia orgánica (gr.)	0.07	0.06		
Peso de la tara (gr.)	29.85	27.23		
Peso del suelo seco neto (gr.)	15.34	15.07		
Peso del suelo seco neto (gr.)	0.46	0.40		0.427

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO FINO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E203, ASTM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 10/09/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

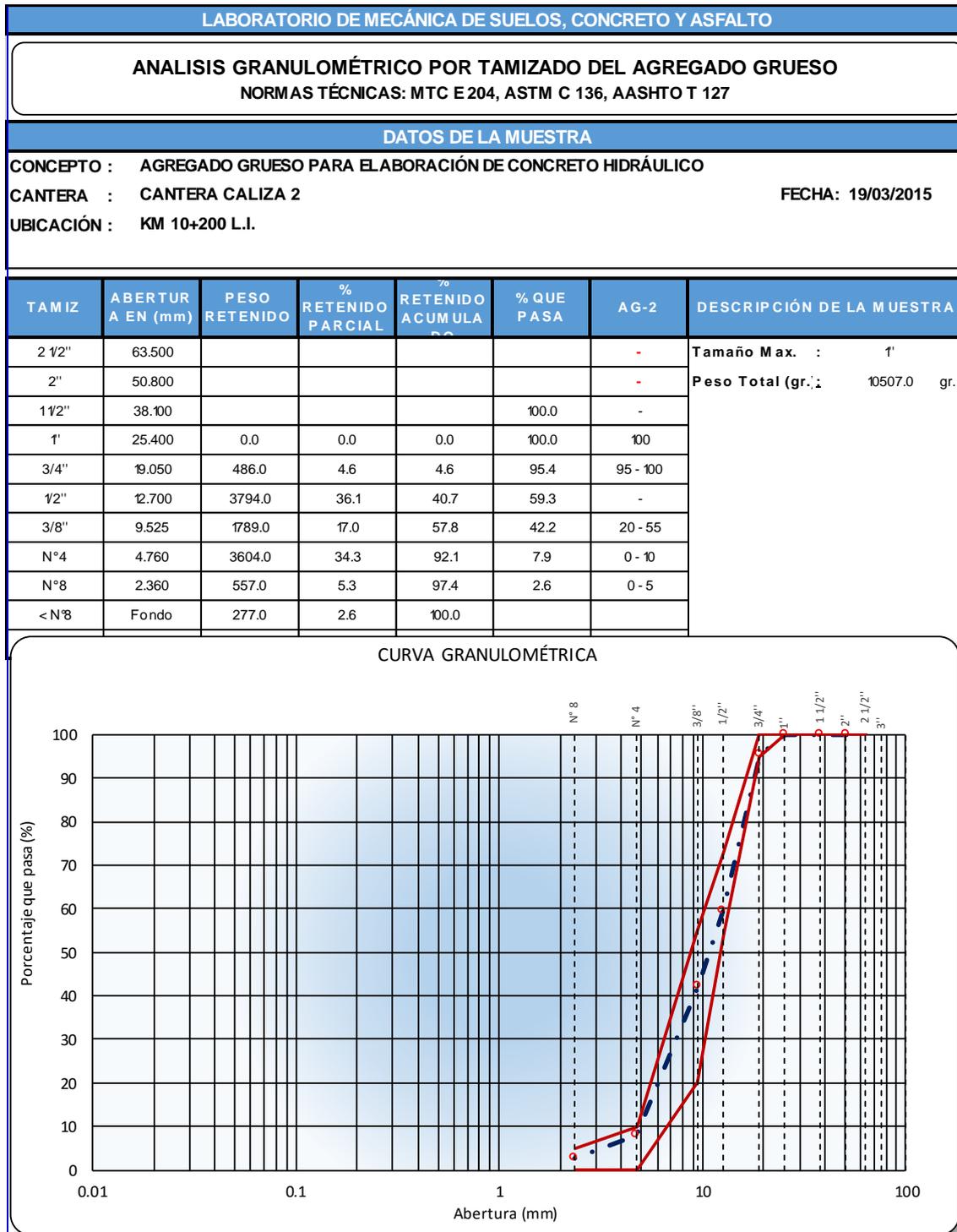
AGREGADO FINO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	28113	28130	28052
Peso de molde (gr.)	5760	5760	5760
Peso neto de material (gr.)	22353	22370	22292
Volumen del molde (cm3)	13990	13990	13990
Peso unitario suelto (gr/cm3)	1598	1599	1593
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.597		

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	30460	30501	30544
Peso de molde (gr.)	5760	5760	5760
Peso neto de material (gr.)	24700	24741	24784
Volumen del molde (cm3)	13990	13990	13990
Peso unitario compactado (gr/cm3)	1766	1768	1772
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.769		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
SALES SOLUBLES TOTALES NORMAS TÉCNICAS: MTC E 219, ASTM D 1888				
DATOS DE LA MUESTRA				
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO			FECHA: 10/09/2015	
CANTERA : CANTERA CALIZA 2				
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.				
MUESTRA		1	2	
Peso de Tara	(gr.)	199.50	197.66	
Peso tara + agua + sal	(gr.)	348.40	340.56	
Peso tara + sal	(gr.)	199.55	197.71	
Peso sal	(gr.)	0.05	0.05	
Peso agua	(gr.)	148.85	142.85	
% de sales solubles totales	(%)	0.034	0.035	
Promedio de Sales Solubles Totales			0.034	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T 85				
DATOS DE LA MUESTRA				
CONCEPTO : AGREGADO FINO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO			FECHA: 10/09/2015	
CANTERA : CANTERA CALIZA 2				
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.				
AGREGADO FINO		ENSAYO		
		1	2	3
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en el aire)	(gr.)	300.0	300.0	300.0
B) Peso del frasco + agua	(gr.)	671.1	672.0	670.7
C) Peso del frasco + agua + (A)	(gr.)	971.1	972.0	970.7
D) Peso del material + agua en el frasco	(gr.)	863.4	863.3	862.1
E) Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	(cm ³)	107.7	108.7	108.6
F) Peso de material seco	(gr.)	295.3	295.5	295.4
G) Volumen de masa (E-(A-F))	(gr/cm ³)	103.0	104.2	104.0
P.E. Bulk (base seca) (F/E)	(gr/cm ³)	2.742	2.748	2.720
P.E. Bulk (vase saturada (A/E)	(gr/cm ³)	2.786	2.760	2.762
P.E. Aparente (base seca) (F/G)	(gr/cm ³)	2.867	2.836	2.840
% Absorción (((A-F)/F)x100)	(%)	1.592	1.523	1.557
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO - BASE SATUR. (gr/cm ³)		2.769		
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (gr/cm ³)		1.557		

Anexo 19. Ensayos del agregado grueso – Marzo 2015.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

CANTERA : CANTERA CALIZA 2

FECHA: 19/03/2015

UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"B"	
N° DE ESFERAS	11	
TAMIZ (N° 12)	PESO RETENIDO (gr.)	
1/2"	2,500	
3/8"	2,500	
-	-	
-	-	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	3,995	
MATERIAL QUE PASA TAMIZ N° 12	1,005	
PORCENTAJE DE DESGASTE	20.1	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 4791

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

CANTERA : CANTERA CALIZA 2

FECHA: 19/03/2015

UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			NI CHATAS, NI ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)												
3"	76.200												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400			100.0									
3/4"	19.050	1501.0	48.3	51.7	0.0	0.0	0.0	22.0	1.5	0.7	1479.0	98.5	47.6
1/2"	12.700	1206.0	38.8	12.8	24.0	2.0	0.8	11.0	0.9	0.4	1171.0	97.1	37.7
3/8"	8.750	398.0	12.8	0.0	8.0	2.0	0.3	22.0	5.5	0.7	368.0	92.5	11.9
TOTALES		3105.0	100.0				1.0			1.8	3018.0		97.2

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(gr.)	3105.0
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DE ENSAYO	(%)	2.8
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (Especificación Max. Proyecto)	(%)	15

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO GRUESO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104									
DATOS DE LA MUESTRA									
CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO							FECHA: 19/03/2015		
CANTERA : CANTERA CALIZA 2									
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.									
TAMAÑO	PESO REQUERIDO (gr.)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)	PERDIDA		% RETENIDO	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"								
1"	3/4"	500	1	502.0	501.0	100	0.20	4.63	0.01
3/4"	1/2"	670	2	671.0	670.0	100	0.15	36.11	0.05
1/2"	3/8"	330	3	329.0	322.0	7.00	2.13	17.03	0.36
3/8"	N° 4	300	4	300.0	298.0	2.00	0.67	34.30	0.23
TOTALES									0.65
PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO						0.65			
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE OBRA (%)						18			

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO GRUESO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29			
DATOS DE LA MUESTRA			
CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO			FECHA: 19/03/2015
CANTERA : CANTERA CALIZA 2			
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.			
AGREGADO GRUESO		PESO UNITARIO SUELTO	
N° de ensayo		1	2
Peso material + molde (gr.)		26920	26790
Peso de molde (gr.)		5756	5756
Peso neto de material (gr.)		21164	21034
Volumen del molde (cm3)		13990	13990
Peso unitario suelto (gr/cm3)		1513	1504
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)		1.506	
AGREGADO GRUESO		PESO UNITARIO COMPACTADO	
N° de ensayo		1	2
Peso material + molde (gr.)		28575	28715
Peso de molde (gr.)		5756	5756
Peso neto de material (gr.)		22819	22959
Volumen del molde (cm3)		13990	13990
Peso unitario compactado (gr/cm3)		1631	1641
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)		1.637	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T 85

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 19/03/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

AGREGADO GRUESO		ENSAYO		
		1	2	3
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en el aire)	(gr.)	120.0	1006.0	960.0
B) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en agua)	(gr.)	705.0	634.0	603.0
C) Volumen de Masa + Volumen de Vacios (A-B)	(cm3)	415.0	372.0	357.0
D) Peso de Material Seco	(gr.)	1097.0	986.0	940.0
E) Volumen de Masa (C-(A-D))	(cm3)	392.0	352.0	337.0
P.E. Bulk (base seca) (D/C)	(gr/cm3)	2.643	2.651	2.633
P.E. Bulk (vase saturada (A/C)	(gr/cm3)	2.699	2.704	2.689
P.E. Aparente (base seca) (D/E)	(gr/cm3)	2.798	2.801	2.789
% Absorción $((A-D)/D) \times 100$	(%)	2.097	2.028	2.128
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO	(gr/cm3)	2.697		
PROMEDIO DE ABSORCIÓN	(gr/cm3)	2.084		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM D 1888

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 19/03/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

MUESTRA		1	2	
Peso de Tara	(gr.)	75.08	75.07	
Peso tara + agua + sal	(gr.)	178.63	160.22	
Peso tara + sal	(gr.)	75.15	75.12	
Peso sal	(gr.)	0.07	0.05	
Peso agua	(gr.)	103.48	85.1	
% de sales solubles totales	(%)	0.068	0.059	
Promedio de Sales Solubles Totales	(%)	0.063		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 210, ASTM D 5821

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
 CANTERA : CANTERA CALIZA 2 FECHA: 19/03/2015
 UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (gr.)	B (gr.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.0	1500.0	100.0	4.6	462.5
3/4"	1/2"	1200.0	1200.0	100.0	36.1	3610.9
1/2"	3/8"	300.0	300.0	100.0	17.0	1702.7
TOTAL		3000.0			57.8	5776.1

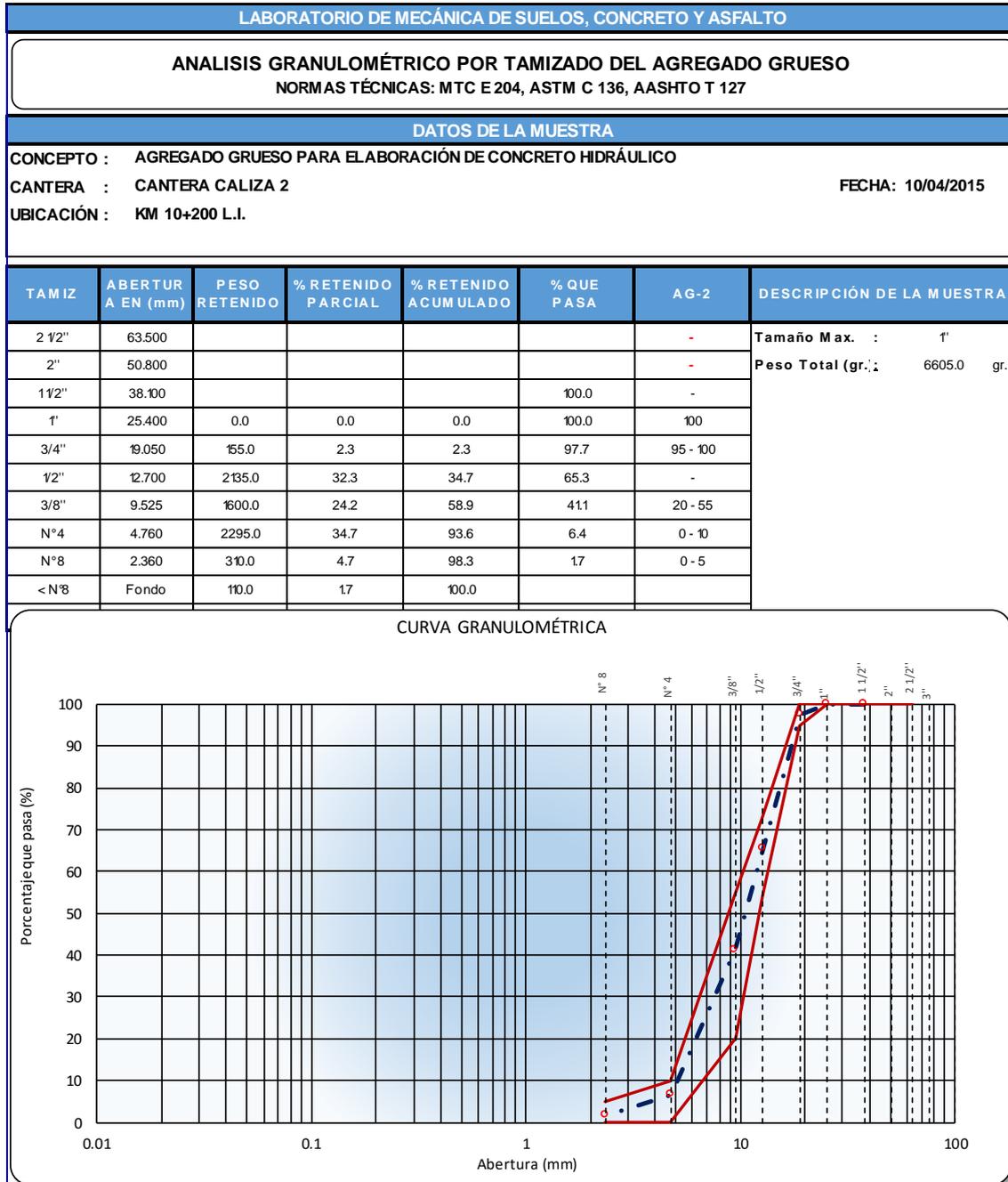
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ENSAYO (%)	100
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ESPECIFICACIÓN (M in Especific. %)	80

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (gr.)	B (gr.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.0	1500.0	100.0	4.6	462.5
3/4"	1/2"	1200.0	1200.0	100.0	36.1	3610.9
1/2"	3/8"	300.0	300.0	100.0	17.0	1702.7
TOTAL		3000.0			57.8	5776.1

PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS DE ENSAYO (%)	100
PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS DE ESPECIFICACIÓN (M in Especific. %)	40

Anexo 20. Ensayos del agregado grueso – Abril 2015.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 4791													
DATOS DE LA MUESTRA													
CONCEPTO: AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO											FECHA: 10/04/2015		
CANTERA : CANTERA CALIZA 2													
UBICACIÓN: KM 10+200 L.I.													
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			N CHATAS, N ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)												
3"	76.200												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400			100.0									
3/4"	19.050	1505.0	48.3	51.7	0.0	0.0	0.0	29.0	1.9	0.9	1479.0	98.3	47.4
1/2"	12.700	1210.0	38.8	12.9	23.0	1.9	0.7	21.0	1.7	0.7	1171.0	96.8	37.6
3/8"	8.750	402.0	12.9	0.0	15.0	3.7	0.5	21.0	5.2	0.7	368.0	91.5	11.8
TOTALES		3117.0	100.0				1.2			2.3	3018.0		96.8
PESO TOTAL DE LA MUESTRA											(gr.)	3117.0	
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DE ENSAYO											(%)	3.5	
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (Especificación Max. Proyecto)											(%)	15	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216													
DATOS DE LA MUESTRA													
CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO													
CANTERA : CANTERA CALIZA 2											FECHA: 10/04/2015		
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.													
ENSAYO N°				1									
Nro. de Tara				T-15									
Peso tara +suelo húmedo				(gr.)	1958.0								
Peso tara +suelo seco				(gr.)	1940.0								
Peso de la tara				(gr.)	396.5								
Peso del agua				(gr.)	18.0								
Peso del suelo seco				(gr.)	1543.5								
Humedad				(%)	1.17								
Humedad Natural Promedio				(%)	1.17								

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 210, ASTM D 5821

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
 CANTERA : CANTERA CALIZA 2 FECHA: 10/04/2015
 UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (gr.)	B (gr.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.0	1500.0	100.0	2.3	234.7
3/4"	1/2"	1200.0	1200.0	100.0	32.3	3232.4
1/2"	3/8"	300.0	300.0	100.0	24.2	2422.4
TOTAL		3000.0			58.9	5889.5

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ENSAYO (%)	100
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ESPECIFICACIÓN (M in Especific. %)	80

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (gr.)	B (gr.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.0	1500.0	100.0	2.3	234.7
3/4"	1/2"	1200.0	1200.0	100.0	32.3	3232.4
1/2"	3/8"	300.0	300.0	100.0	24.2	2422.4
TOTAL		3000.0			58.9	5889.5

PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS DE ENSAYO (%)	100
PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS DE ESPECIFICACIÓN (M in Especific. %)	40

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO GRUESO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO :	AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO		
CANTERA :	CANTERA CALIZA 2	FECHA:	10/04/2015
UBICACIÓN :	KM 10+200 L.I.		

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	26850	26830	26875
Peso de molde (gr.)	5756	5756	5756
Peso neto de material (gr.)	21094	21074	21119
Volumen del molde (cm ³)	13990	13990	13990
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1508	1506	1510
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.508		

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	28711	28674	28705
Peso de molde (gr.)	5756	5756	5756
Peso neto de material (gr.)	22955	22918	22949
Volumen del molde (cm ³)	13990	13990	13990
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1641	1638	1640
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)	1.640		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T 85

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO :	AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CANtera :	CANtera CALIZA 2		FECHA:	10/04/2015	
UBICACIÓN :	KM 10+200 L.I.				

AGREGADO GRUESO		ENSAYO		
		1	2	3
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en el aire)	(gr.)	1205.0	1364.0	1398.0
B) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en agua)	(gr.)	758.0	859.0	881.0
C) Volumen de Masa + Volumen de Vacíos (A-B)	(cm ³)	447.0	505.0	517.0
D) Peso de Material Seco	(gr.)	1181.0	1337.0	1370.0
E) Volumen de Masa (C-(A-D))	(cm ³)	423.0	478.0	489.0
P.E. Bulk (base seca) (D/C)	(gr/cm ³)	2.642	2.648	2.650
P.E. Bulk (base saturada) (A/C)	(gr/cm ³)	2.696	2.701	2.704
P.E. Aparente (base seca) (D/E)	(gr/cm ³)	2.792	2.797	2.802
% Absorción $((A-D)/D) \times 100$	(%)	2.032	2.019	2.044
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO	(gr/cm³)	2.700		
PROMEDIO DE ABSORCIÓN	(gr/cm³)	2.032		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

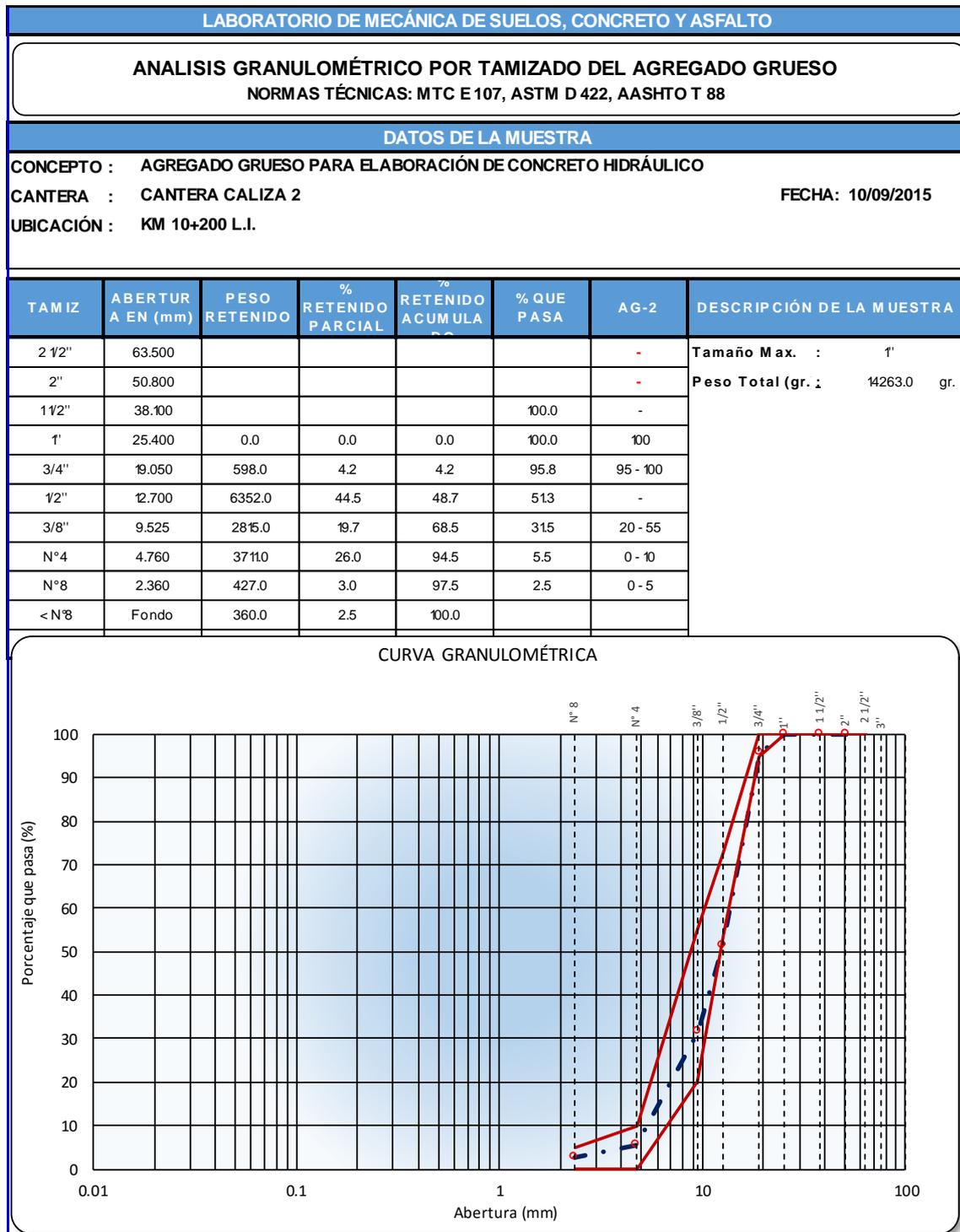
CANERA : CANERA CALIZA 2

FECHA: 10/04/2015

UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"B"	
N° DE ESFERAS	11	
TAMIZ (N° 12)	PESO RETENIDO (gr.)	
1/2"	2,500	
3/8"	2,500	
-	-	
-	-	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	3,891	
MATERIAL QUE PASA TAMIZ N° 12	1,109	
PORCENTAJE DE DESGASTE	22.2	

Anexo 21. Ensayos del agregado grueso – Setiembre 2015



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO :	AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CANtera :	CANtera CALIZA 2			FECHA:	10/09/2015
UBICACIÓN :	KM 10+200 L.I.				

ENSAYO N°	1		
Nro. de Tara	T-18		
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	1966.0		
Peso tara + suelo seco (gr.)	1949.0		
Peso de la tara (gr.)	598.6		
Peso del agua (gr.)	17.0		
Peso del suelo seco (gr.)	1350.4		
Humedad (%)	1.26		
Humedad Natural Promedio (%)		1.26	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO :	AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CANtera :	CANtera CALIZA 2			FECHA:	10/09/2015
UBICACIÓN :	KM 10+200 L.I.				

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"B"	
N° DE ESFERAS	11	
TAMIZ (N° 12)	PESO RETENIDO (gr.)	
1/2"	2,500	
3/8"	2,500	
-	-	
-	-	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	3,820	
MATERIAL QUE PASA TAMIZ N° 12	1,180	
PORCENTAJE DE DESGASTE	23.6	

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS
 NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 4791

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
 CANTERA : CANTERA CALIZA 2
 UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

FECHA: 10/09/2015

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			NI CHATAS, NI ALARGADAS		
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido	PESO	(%)	(%) Corregido
3"	76.200												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400			100.0									
0.75	19.050	600.0	6.9	93.1	0.0	0.0	0.0	24.0	4.0	0.3	1479.0	246.5	17.0
1/2"	12.700	5646.0	65.0	28.1	42.0	0.7	0.5	36.0	0.6	0.4	1173.0	20.8	13.5
3/8"	8.750	2441.0	28.1	0.0	108.0	4.4	1.2	28.0	1.1	0.3	370.0	15.2	4.3
TOTALES		8687.0	100.0				1.7			1.0	3022.0		34.8

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(gr.)	8687.0
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DE ENSAYO	(%)	2.7
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (Especificación Max. Proyecto)	(%)	15

##

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 210, ASTM D 5821

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
 CANTERA : CANTERA CALIZA 2 FECHA: 10/09/2015
 UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (gr.)	B (gr.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.0	1500.0	100.0	4.7	470.0
3/4"	1/2"	1200.0	1200.0	100.0	43.8	4380.0
1/2"	3/8"	300.0	300.0	100.0	19.0	1900.0
TOTAL		3000.0			67.5	6750.0

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ENSAYO (%)	100
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA DE ESPECIFICACIÓN (M in Especific. %)	80

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (gr.)	B (gr.)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1500.0	1500.0	100.0	4.7	470.0
3/4"	1/2"	1200.0	1200.0	100.0	43.8	4380.0
1/2"	3/8"	300.0	300.0	100.0	19.0	1900.0
TOTAL		3000.0			67.5	6750.0

PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS DE ENSAYO (%)	100
PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS DE ESPECIFICACIÓN (M in Especific. %)	40

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO GRUESO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

CANTERA : CANTERA CALIZA 2

FECHA: 10/09/2015

UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

TAM AÑO	PESO REQUERIDO (gr.)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr.)	PESO FINAL (gr.)	PERDIDA		% RETENIDO	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"								
1"	3/4"	500	1	502.0	5010	100	0.20	4.70	0.01
3/4"	1/2"	670	2	6710	668.0	3.00	0.45	43.80	0.20
1/2"	3/8"	330	3	329.0	3210	8.00	2.43	19.00	0.46
3/8"	N° 4	300	4	300.0	295.0	5.00	167	26.30	0.44
TOTALES								1.11	

PORCENTAJE DEL ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO	1.11
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE OBRA (%)	18

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PESOS UNITARIOS DEL AGREGADO GRUESO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

CANTERA : CANTERA CALIZA 2

FECHA: 10/09/2015

UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	27200	27280	27105
Peso de molde (gr.)	5760	5760	5760
Peso neto de material (gr.)	21440	21520	21345
Volumen del molde (cm3)	13990	13990	13990
Peso unitario suelto (gr/cm3)	1533	1538	1526
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.532		

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	28845	28885	28916
Peso de molde (gr.)	5760	5760	5760
Peso neto de material (gr.)	23085	23125	23156
Volumen del molde (cm3)	13990	13990	13990
Peso unitario compactado (gr/cm3)	1650	1653	1655
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.653		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SALES SOLUBLES TOTALES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM D 1888

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 10/09/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

MUESTRA		1	2	
Peso de Tara	(gr.)	197.25	195.73	
Peso tara + agua + sal	(gr.)	357.41	349.29	
Peso tara + sal	(gr.)	197.33	195.8	
Peso sal	(gr.)	0.08	0.07	
Peso agua	(gr.)	160.08	153.49	
% de sales solubles totales	(%)	0.050	0.046	
Promedio de Sales Solubles Totales	(%)	0.048		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T 85

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : AGREGADO GRUESO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTERA : CANTERA CALIZA 2 **FECHA:** 10/09/2015
UBICACIÓN : KM 10+200 L.I.

AGREGADO GRUESO		ENSAYO		
		1	2	3
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en el aire)	(gr.)	188.0	1326.4	1241.3
B) Peso Material Saturado Superficialmente Seco (en agua)	(gr.)	747.6	834.7	780.9
C) Volumen de Masa + Volumen de Vacios (A-B)	(cm ³)	440.4	491.7	460.4
D) Peso de Material Seco	(gr.)	1161.5	1296.8	1213.5
E) Volumen de Masa (C-(A-D))	(cm ³)	413.9	462.1	337.3
P.E. Bulk (base seca) (D/C)	(gr/cm ³)	2.637	2.637	2.636
P.E. Bulk (base saturada) (A/C)	(gr/cm ³)	2.698	2.698	2.696
P.E. Aparente (base seca) (D/E)	(gr/cm ³)	2.806	2.806	3.598
% Absorción (((A-D)/D)x100)	(%)	2.282	2.283	2.291
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO	(gr/cm³)	2.697		
PROMEDIO DE ABSORCIÓN	(gr/cm³)	2.285		

Anexo 22. Ensayo de valor de azul de metileno ASTM C 837.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC
ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE: C O S A P I S A

REGISTRO: S15-120/LQU15-227

OBRA: "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. IMPERIAL - PAMPAS"

TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO

CANTERA: Km. 10+200 L.L.

RECEPCIÓN DE MUESTRA: 23-02-15

ANÁLISIS DE:	AZUL DE METILENO UNE-83-130-90 ASTM C 837 mg/g
TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO CHANCADO CANTERA: Km. 10+200 L.L.	6,8

Lima, 27 de Febrero del 2,015


CARMEN M. REYES CUBAS

MSC. INGENIERA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI




ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Anexo 23. Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto ASTM C 295.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica
Laboratorio de Mineralogía

1.0. Descripción del Servicio Solicitado

El estudio se realizó siguiendo las especificaciones formuladas por la norma "ASTM C 295, Standard Guide Petrographic Examination of Aggregates for Concrete"

Se desarrolló dos tipos de evaluaciones para determinar el tipo de roca, las cuales se indican a continuación:

Evaluación Macroscópica; observándose las características de la muestra en dimensiones mayores iguales a 1 mm.

Evaluación Microscópica; observándose las características de la muestra en dimensiones menores a 1 mm.

2.0. Metodología

Para cada caso se describirá los procedimientos seguidos:

2.1. Macroscópico

Mediante observación a través de una lupa de 20X de aumento, y de un microscopio estereoscópico binocular, se observan y describen las texturas e interrelación de los componentes, asimismo se identifica los minerales que la componen, al alcance del estudio macroscópico.

2.2. Microscópico

Se elabora una sección delgada de una muestra característica del lote enviado, realizándose el análisis correspondiente con el microscopio de luz polarizada (estudio con luz transmitida).

Este análisis consiste, en la identificación de los minerales que componen la muestra, y que nos permitirán determinar la clasificación y denominación de la roca, con las características propias de la misma.

Se adjuntan fotografías para ambos casos, con la descripción correspondiente.

3.0. Descripción macroscópica de las muestras del lote enviado, Agregado grueso y fino de Cantera de Caliza 2, Km 10 + 200 LD

El lote remitido, está compuesto por fragmentos de roca de colores grises y marrones claros con tonos ligeramente parduzcos, esto último por contenidos

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

Laboratorio de Mineralogía

minimos de óxidos de hierro en las superficies de fractura. Poseen formas angulosas, ligeramente rugosa, cuyos tamaños varían de 2,5 a 3 cm en los agregados gruesos, y menores a 1 cm en los agregados finos.

Muestran textura afanítica, es decir de grano fino.

Las vistas macroscópicas siguientes, muestran las características principales del lote.



Foto 1.- Fragmentos de roca del agregado grueso, luego de ser lavados.

MUESTRA: Agregado grueso Cantera de Caliza 2, Km 10 + 200 LD



Foto 2.- Fragmentos de roca del agregado grueso, luego de ser lavados.

MUESTRA: Agregado fino Cantera de Callza 2, Km 10 + 200 LD





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

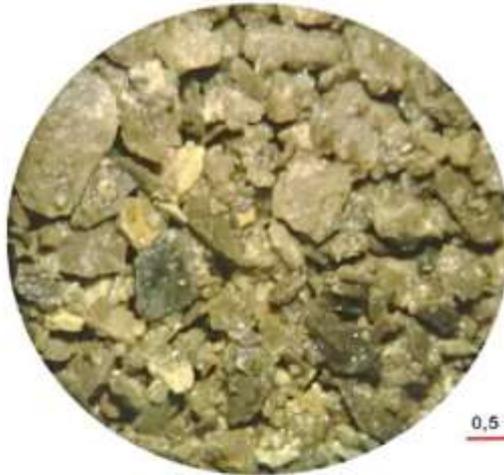
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

Laboratorio de Mineralogía

Foto 3.- Fragmentos de roca del agregado fino, luego de ser lavados.

MUESTRA: Agregado fino Cantera de Caliza 2, Km 10 + 200 LD



0,5 cm

4.0. Descripción microscópica de las muestras del lote enviado, Cantera de Caliza 2, Km 10 + 200 LD

Texturas y relaciones de conjunto

Estudio en Luz Transmitida

El estudio de la muestra rocosa, tanto para los agregados finos como los gruesos, ha logrado identificar una roca de textura grano sostenida, cuyos componentes principales son microfósiles cuyas caparazones muestran composición carbonatada (calcita).

Dichos microfósiles están englobados en una matriz micrítica (granos de calcita con tamaños menores a 20 μm). En la matriz se observa incipiente contenido de granos de cuarzo. Algunos fragmentos de roca están cortados por venillas submilimétricas de composición calcítica. Se ha identificado además escasos granos de dolomita, en la matriz micrítica.

Algunos fragmentos poseen esencialmente textura con matriz sostenida, del tipo de roca mudstone.

Nombre de la roca: Caliza grainstone.

Alteración: incipiente a nula alteración dolomítica.

A continuación principales vistas microscópicas, de los agregados gruesos y finos.

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

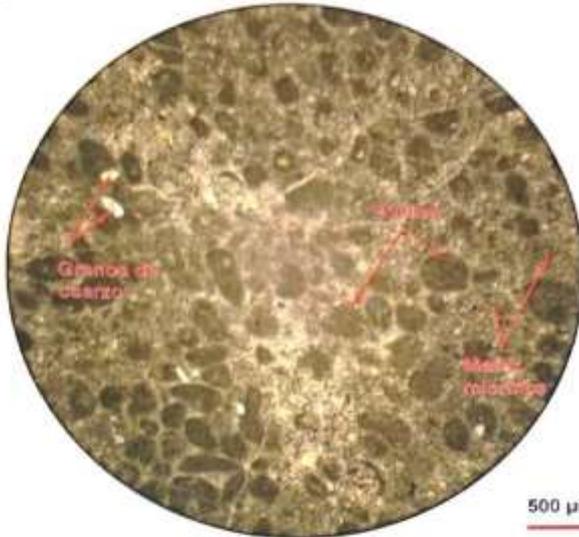


Foto 4
Cantera de Caliza 2,
Km 10 + 200 LD
Agregado grueso
Luz transmitida,
Nícoles cruzados.
(5X).

Vista mostrando la textura grano sostenida de la roca caliza.

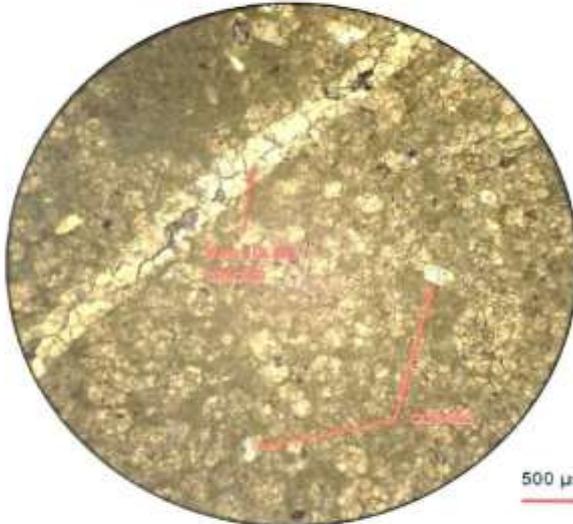


Foto 5
Cantera de Caliza 2,
Km 10 + 200 LD
Agregado grueso
Luz transmitida,
Nícoles cruzados.
(5X).

Vista similar a la anterior, mostrando venilla de calcita cortando roca de caliza grainstone.



Foto 6
Cantera de Caliza 2
Km 10 + 200 LD
Agregado fino
Luz transmitida,
Nícoles cruzados.
(5X)

Fragmento de roca caliza grainstone, con sus componentes fósiles de formas redondeadas, alrededor se hallan microfragmentos, de composición calcítica.

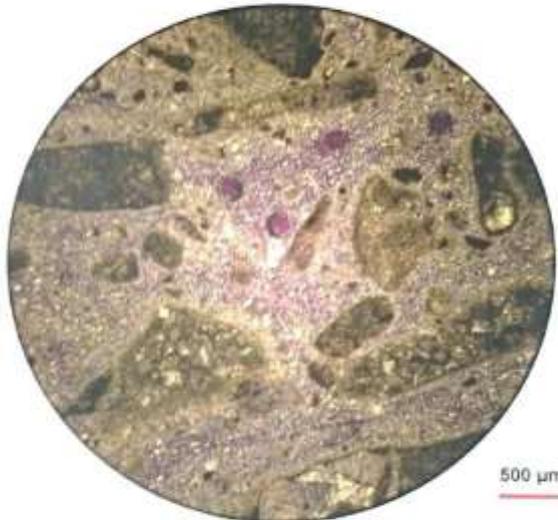


Foto 7
Cantera de Caliza
2 Km 10 + 200 LD
Agregado fino
Luz transmitida,
Nícoles cruzados.
(5X)

Vista similar a la anterior, mostrando diversidad de granulometrías de la roca caliza, en el agregado respectivo, con componentes muy finos, pero visiblemente de composición calcítica.

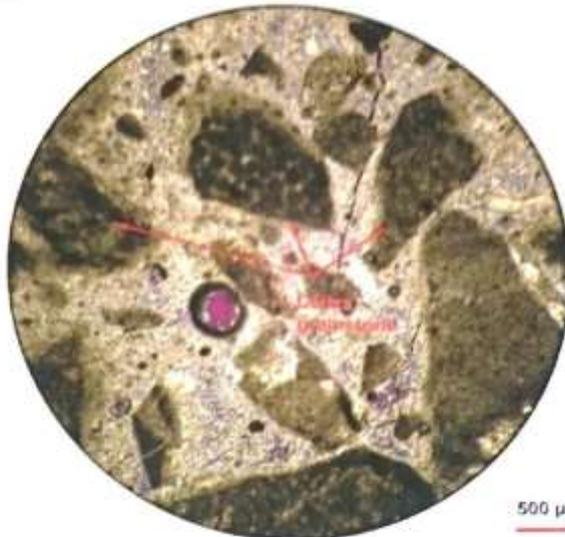


Foto 8
Cantera de Caliza
2 Km 10 + 200 LD
Agregado fino
Luz transmitida.
Nicoles cruzados
(5X)

Otra vista de los fragmentos calcáreos, con variedad de granulimetrías en el agregado fino.

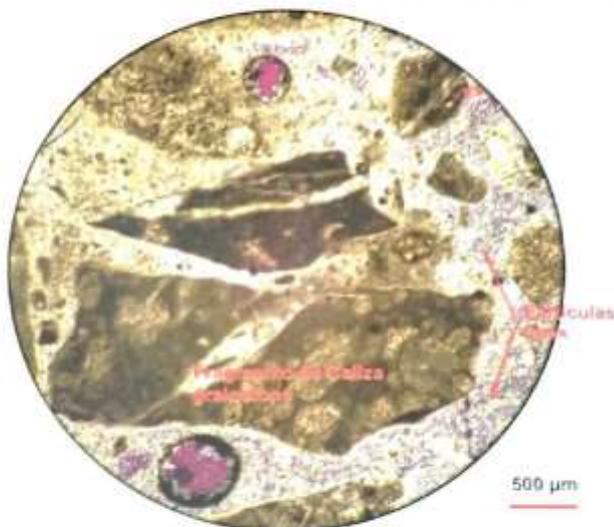


Foto 9
Cantera de Caliza
2 Km 10 + 200 LD
Agregado fino
Luz transmitida.
Nicoles cruzados
(5X)

idem a la anterior, con partículas finas alrededor de los fragmentos más grandes de caliza grainstone, del agregado fino.



TABLA 1

MINERAL	% ABUNDANCIA	CONDICIÓN DE ALTERACIÓN
Calcita	100	Nula
Cuarzo	Trazas	Nula
Dolomita	Trazas a vestigios	Dolomitización incipiente

TABLA 2

Condiciones reactivas al concreto		
MINERAL	% ABUNDANCIA	CONDICIÓN FAVORABLE A REACTIVIDAD
Calcita	100	NULA
Cuarzo	Trazas	NULA
Dolomita	Trazas a vestigios	NULA A ESCASA (*)

(*) Se considera nula debido a que el contenido de dolomita es prácticamente cero.

5.0. Conclusiones

De acuerdo a la abundancia litológica, se ha establecido como roca caliza grainstone, a la clasificación de la roca representativa del lote; aunque existen algunos muy pocos del tipo mudstone (caliza de grano fino, de textura matriz sostenida).

Los componentes mayoritarios son principalmente calcita, ya sea como componentes de los granos de caparzones de los fósiles incluidos en la roca o sea por la matriz fina que los engloba.

Por lo expuesto, la roca se considera no reactiva, para su uso como agregado.

Sin otro particular.

Elaborado Ing. Carlos Rojas León
Laboratorio de Mineralogía

Revisado Ing. Marcelo Barzola Esteban
Laboratorio de Mineralogía

Anexo 24. Certificados de calibración de instrumentos.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-033-2015

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 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-051-15

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	q(%)	b(%)	U(%)
10	10000	10207.4	10227.8	10197.2	10210.8	-2.1	0.3	0.30
20	20000	20363.7	20333.1	20292.4	20329.7	-1.6	0.4	0.31
30	30000	30397.7	30418.1	30458.9	30424.9	-1.4	0.2	0.27
40	40000	40513.3	40503.1	40492.9	40503.1	-1.2	0.1	0.24
50	50000	50700.3	50690.1	50690.1	50693.5	-1.4	0.0	0.24
60	60000	60713.9	60744.5	60887.3	60781.9	-1.3	0.3	0.30
70	70000	70951.9	70921.3	70890.7	70921.3	-1.3	0.1	0.25
80	80000	80863.5	80741.1	80741.1	80781.9	-1.0	0.2	0.26
90	90000	90663.0	90571.2	90591.6	90608.6	-0.7	0.1	0.25
100	100000	100360.5	100391.1	100391.1	100380.9	-0.4	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 14.9 Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf.

X = Lectura directa del Equipo en kgf.

Los coeficientes obtenidos son:

A= -0.0000002

B= 1.0288195

C= -152.9574319



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
 • Tel: 6717348 • RPM: #958008777 • RPM: #958008778
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 116-CLT-2015

Página 1 de 2

Fecha de Emisión : 2015-06-10
Expediente : 231

1. SOLICITANTE : COSAPI S.A

DIRECCIÓN : Carretera Panamericana Sur Km. 19.2 - Villa el Salvador - Lima.

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL

Marca : MULTI-THERMOMETER

Modelo : No indica

Número de serie : No indica

Alcance : -50 °C a 300 °C / -58 °F a 572 °F

División de escala : 0.1 °C / 0.1 °F

Sensor : Termistor

Procedencia : No indica

Identificación : T-1

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2015-06-09

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G.M.P. S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en los laboratorios de Calibración de GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	22.0	22.5
Humedad Relativa %HR	68	68

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Patrón de referencia	Termómetro Patrón de indicación Digital	GTU-430-2015

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

8. RESULTADOS

RESULTADOS

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
0.1	0.10	0.00	0.1
4.8	-0.20	5.00	0.1
10.2	0.15	10.05	0.1
20.2	0.17	20.03	0.1
50.1	-0.05	50.15	0.1
100.0	-0.28	100.28	0.1
150.7	0.28	150.42	0.1
200.5	0.36	200.12	0.1
250.6	0.27	250.33	0.1

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

Fin del documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N° 16 Parcela 18-I - Los Olivos - Lima-Perú - Central: (51-01) 637 2944 / 637 2952 / RPE: 185092 / Email: 98 145 9492 / Mov. 980295786 / Clara: 945332803
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net



ESTUFA ELECTRICA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 024-CLT-2015

Página 1 de 4

FECHA DE EMISIÓN : 2015-03-03
EXPEDIENTE : 067

1. SOLICITANTE : COSAPI S.A.

DIRECCIÓN : Carretera Panamericana Sur Km. 192 - Villa el Salvador-Lima.

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : ESTUFA ELECTRICA

MARCA : MEMMERT

MODELO : UNE 600

NÚMERO DE SERIE : C607-0084

PROCEDENCIA : ALEMANIA

IDENTIFICACIÓN : 13012001 (*)

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a recomendaciones vigentes.

GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

DESCRIPCIÓN	TERMINO METRO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	0 °C a 300 °C
DIVISIÓN DE ESCALA	0,5 °C
TIPO	DIGITAL

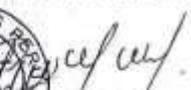
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2015-02-28

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), tomándose como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018, 2da edición, Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en el Laboratorio de Grupo Mediciones Peru S.A.C a solicitud del cliente.


Cristian Meza Niño
Servicio Metrológico



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.



5. CONDICIONES AMBIENTALES

Condición Ambiental	Inicial	Final
Temperatura °C	26.5	26.8
Humedad Relativa %HR	69	69

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia	Termómetro digital con diez termopares	005-CLT-2014

7. OBSERVACIONES

El equipo cuenta con sistema de ventilación.
(*) Código grabado en el equipo.
Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 1h y 30 min.
El esquema de distribución y posición de los termopares calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

Para la temperatura de 110 °C
La calibración se realizó sin carga.
El selector de temperatura se ubicó en 110 °C.
El promedio de temperatura durante la medición fue 111.6 °C.
La máxima temperatura detectada fue 120.5 °C y la mínima temperatura detectada fue 104.7 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



[Handwritten signature]



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.



8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

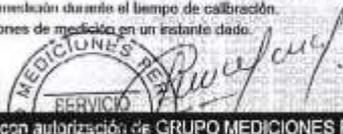
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C

Tiempo Calibración (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} -T _{min} (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.5	111.3	112.3	105.0	118.9	113.2	112.5	108.3	108.8	115.5	110.7	111.6	14.0
02	110.5	111.3	112.4	105.3	120.3	113.5	112.3	106.5	108.6	115.6	111.3	111.7	15.0
04	110.5	111.5	112.6	105.6	120.1	113.6	112.4	106.5	108.6	115.3	112.2	111.6	14.5
06	110.5	111.5	112.5	105.5	120.3	113.4	112.6	106.3	108.6	115.3	113.0	111.9	14.8
08	110.0	111.3	112.6	105.2	120.5	113.2	112.4	106.5	108.6	115.3	113.4	111.9	15.3
10	110.0	111.4	112.6	105.3	118.9	113.2	112.5	106.3	106.7	115.2	114.0	111.9	14.6
12	110.0	111.2	112.6	104.9	120.4	113.4	112.4	106.3	106.7	115.2	114.2	111.9	15.5
14	110.0	111.3	112.6	104.7	120.1	113.4	112.6	106.5	108.6	115.6	114.3	112.0	15.4
16	110.0	111.6	112.6	104.9	120.0	113.5	112.0	105.2	106.6	115.2	114.1	112.0	15.1
18	110.0	111.6	112.5	105.5	120.5	113.8	112.7	106.2	108.8	115.3	114.2	112.1	15.0
20	110.0	111.6	112.6	105.3	120.2	113.8	112.7	106.5	108.6	115.3	114.3	112.1	14.9
22	110.0	111.6	112.4	105.4	120.2	113.4	112.6	106.3	108.6	115.3	114.3	112.0	14.6
24	110.0	111.2	112.4	105.0	120.0	113.4	112.3	106.2	106.6	115.3	114.2	111.9	15.0
25	110.0	111.2	112.3	105.3	120.2	113.1	112.0	106.4	106.6	115.6	114.3	111.9	14.9
28	110.0	111.2	112.1	105.8	120.1	113.8	112.5	106.8	106.2	115.4	114.1	112.0	14.5
30	110.0	111.3	111.9	105.6	120.1	113.8	112.4	106.9	108.4	115.6	113.9	112.0	14.5
32	110.0	111.3	111.9	105.7	120.2	113.4	112.3	106.9	108.8	114.8	113.5	111.9	14.5
34	110.0	111.5	112.2	105.6	120.2	113.6	112.4	106.9	106.4	114.9	113.1	112.0	14.6
36	110.0	111.5	111.9	105.0	120.0	113.8	112.5	106.8	106.7	114.9	113.1	111.9	15.0
38	110.0	111.5	112.1	105.3	120.3	113.4	112.8	106.7	106.3	115.3	114.1	112.0	15.0
40	110.0	111.6	112.1	105.5	120.1	113.6	112.5	106.8	106.4	115.0	114.2	112.0	14.5
42	110.0	111.5	112.1	105.5	120.3	113.2	112.0	106.7	106.3	115.8	114.2	112.0	14.8
44	110.0	111.5	112.0	105.6	120.5	113.2	112.5	106.7	106.3	115.6	114.3	112.0	14.9
46	110.0	111.5	111.9	105.3	118.9	113.1	112.5	106.7	106.3	115.6	114.3	111.9	14.6
48	110.0	111.2	112.3	104.9	120.4	113.2	112.3	106.8	106.3	115.4	114.1	111.9	15.5
50	110.0	111.2	112.1	104.7	120.1	113.4	112.3	106.7	106.3	115.8	114.2	111.9	15.4
52	110.0	111.2	112.3	104.0	120.0	113.4	112.6	106.7	106.1	115.3	114.2	111.9	15.1
54	110.0	111.2	112.5	105.5	120.5	113.6	112.1	106.6	106.5	115.6	114.3	112.0	15.0
56	110.0	111.2	112.1	105.3	120.2	113.1	112.1	106.3	106.6	115.6	114.3	111.9	14.9
58	110.0	111.3	112.2	105.4	120.2	113.7	112.5	106.5	106.6	115.6	114.5	112.1	14.8
60	110.0	111.6	112.2	105.1	120.0	113.7	112.3	106.6	106.7	115.2	114.6	112.0	14.9
T.PROM	110.1	111.4	112.3	105.3	120.2	113.4	112.4	106.6	106.5	115.4	113.9	111.9	
T.MAX	110.5	111.6	112.6	105.7	120.5	113.8	112.8	106.8	106.8	115.8	114.0		
T.MIN	110.0	111.2	111.9	104.7	118.9	113.1	112.0	106.2	106.1	114.9	110.7		
DTT	0.5	0.4	0.7	1.0	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.9	0.9		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	120.5	0.1
Mínima Temperatura Medida	104.7	0.7
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3.9	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	14.9	1.7
Estabilidad Medida (s)	2.0	0.04
Uniformidad Medida	15.5	1.2



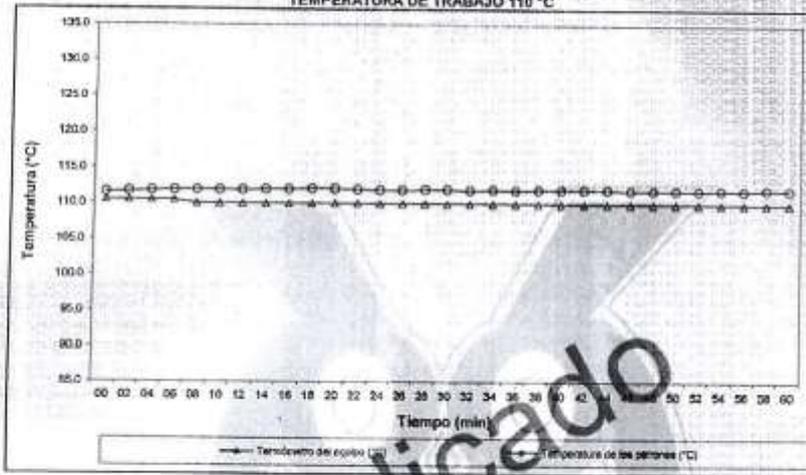
T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T_{prom}: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T.MAX: Temperatura máxima.
T.MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.



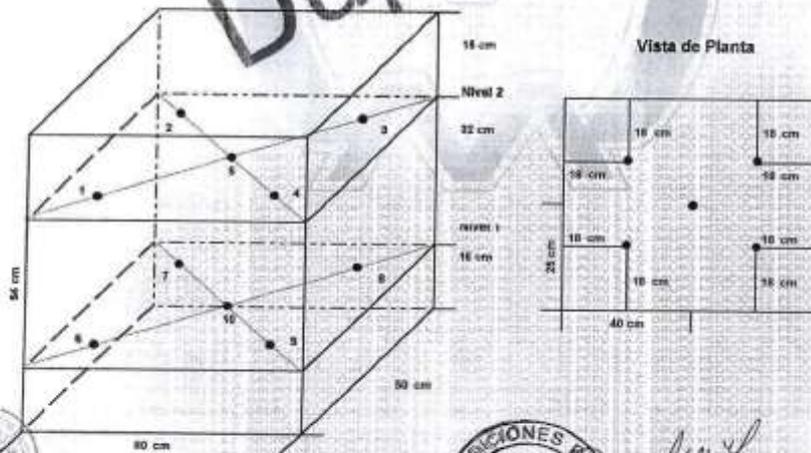
Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XXII N° 16 Parcela 10-1 - Los Olivos - Lima-Perú - Central: (51-01) 637 5944 / 637 5952 / RPM: *185092 / Enel: 98 145 9492 / Mov: 980295786 / Claro: 965332801
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C**



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 15 mm de altura sobre los niveles



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.



BALANZA ELECTRÓNICA



**PUNTO DE
PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 319 - 2015

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2015-05-11
EXPEDIENTE : T 086-2015

1. SOLICITANTE : LZ GEOTECNIA CONSULTORES & CONSTRUCTORES E.I.R.L.

DIRECCIÓN : JR. LAS ARAUCARIAS MZA. R4 LOTE. 20 URB. SAN ANTONIO CARABAYLLO 2 LIMA - CARABAYLLO - LIMA.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : EB30

NÚMERO DE SERIE : 8031307590

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : OFICINA LZ

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2015-05-09

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISION S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, 3ra edición enero 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

OFICINA LZ de LZ GEOTECNIA CONSULTORES & CONSTRUCTORES E I R L
JR. LAS ARAUCARIAS MZA. R4 LOTE. 20 URB. SAN ANTONIO CARABAYLLO 2 LIMA - CARABAYLLO - LIMA



Jefe del Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capacha
Reg. CIP N° 150031



PUNTO DE PRECISION SAC

Av. Los Ángeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 319 - 2016
Página 2 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	kg	ΔL(g)	E _g (g)	Carga (g)	kg	ΔL(g)	E _g (g)	E _c (g)
1	10	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,6	-0,1	-0,1
2		10	0,7	-0,2		10 000	0,5	0,0	0,2
3		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,3	-0,3
4		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1
5		10	0,6	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)								
	23,0				23,1				errores(*)
	INCREMENTES				DECREMENTOS				
	kg	ΔL(g)	E _g (g)	E _{cg} (g)	kg	ΔL(g)	E _g (g)	E _{cg} (g)	g(g)
10	10	0,5	0,0						10
20	20	0,6	-0,1	-0,1	20	0,5	0,0	0,0	10
100	100	0,6	-0,3	-0,3	100	0,7	-0,2	-0,2	10
500	500	0,6	-0,1	-0,1	500	0,5	0,0	0,0	10
2 000	2 000	0,7	-0,2	-0,2	2 000	0,6	-0,1	-0,1	10
5 000	5 000	0,6	-0,1	-0,1	5 000	0,6	-0,4	-0,4	10
10 000	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,6	-0,1	-0,1	20
15 000	15 000	0,5	0,6	0,6	15 000	0,6	1,0	1,0	20
20 000	20 000	0,6	0,9	0,9	20 000	0,7	-0,2	-0,2	20
25 000	25 000	0,5	0,0	0,0	25 000	0,6	0,7	0,7	30
30 000	30 000	0,9	0,6	0,6	30 000	0,9	0,6	0,6	30

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000223 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{3,7413 \text{ g}^2 + 0,0000000291 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_g: Error en peso E_c: Error corregido

R: en g



[Signature]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Res. CIP N° 152931



**PUNTO DE
PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº LB - 319 - 2015

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22,9	23,1
Humedad Relativa	64	64

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del SNM-INDECOPI	Pesas (exactitud M2)	LM-1033-2014 0615-2014 CMP

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
INVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1#	Inicial			Final		
		Temp (°C)	22,9	22,9			
Nº	kg	15 000 g			30 000 g		
		kg	Δ(g)	E(g)	kg	Δ(g)	E(g)
1	15 000	0,6	-0,1		30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0		30 001	0,6	0,9
3	15 001	0,9	0,6		30 000	0,5	0,0
4	15 000	0,5	0,0		30 000	0,6	-0,3
5	15 001	0,8	0,7		30 000	0,9	-5,5
6	15 000	0,7	-0,2		30 001	0,9	0,6
7	15 000	0,6	-0,1		30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,8	0,0		30 000	0,6	-0,1
9	15 000	0,9	-0,4		30 001	0,5	1,0
10	15 001	0,6	0,9		30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima					1,3		
Error máximo permitido ±		20 g			±		
					30 g		



[Signature]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP Nº 152631

Anexo 25. Matriz de consistencia

Matriz de Consistencia								
Descripción del Problema	Objetivos	Preguntas de Investigación	Hipótesis de Investigación	Diseño Metodológico	Variables de Estudio	Indicador	Resultado de Hipótesis	
<p>Para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas, se tiene la necesidad de construir obras de arte para poder captar, controlar y distribuir las aguas superficiales, sub-superficiales y subterráneas presentes en la zona del proyecto.</p> <p>Las obras de arte deben ser construidas con concreto hidráulico de calidad, satisfaciendo los parámetros de resistencia y durabilidad.</p> <p>En la zona del proyecto, el problema está presente en el agregado fino, ya que no existen canteras que cumplan con algunas de las especificaciones de la norma EG-2000.</p> <p>El corolario del ACI-318 permite utilizar agregados marginales, que demostrando a través de ensayos o experiencias prácticas produzcan concreto de resistencia y durabilidad adecuada.</p>	<p>Demostrar, técnicamente, que el concreto hidráulico satisface los parámetros de resistencia y durabilidad, usando agregado fino marginal y aditivos en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>	<p>¿Es posible elaborar concreto hidráulico que satisfaga los parámetros de resistencia y durabilidad, usando agregado fino marginal y aditivos, en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas"?</p>	<p>Principal: Se logra satisfacer los parámetros de resistencia y durabilidad con el uso de agregado fino marginal y aditivos, en la elaboración de concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>	<p>Se establece que el tipo de investigación seleccionado para encaminar esta tesis es una investigación aplicada y de nivel explicativo, el cual está basado en demostrar técnicamente que con el uso de agregado fino que no cumple con algunas de las especificaciones de la norma EG-2000 se logra concreto hidráulico de calidad, satisfaciendo parámetros de resistencia y durabilidad.</p> <p>Esta investigación es de diseño experimental ya que se va a manipular el agregado fino marginal como variable independiente. Como variables dependientes se tiene a la resistencia y durabilidad, que serán demostradas mediante ensayos para obtener resultados cuantitativos.</p>	Resistencia del concreto hidráulico (V. Dependiente)	<p>- 7 días : 70% del f'c de diseño</p> <p>- 14 días : 90% del f'c de diseño</p> <p>- 28 días : 100% del f'c de diseño</p>	<p>Quedó demostrado que a través de ensayos a compresión no confinada de testigos de concreto, se alcanzó resistencias superiores a lo requerido en la norma EG-2000. Así mismo del informe petrográfico se concluyó que la composición principal del agregado es la caliza, la cual es materia prima para la elaboración del cemento, que de alguna manera adicional ayuda a cumplir satisfactoriamente el parámetro de resistencia.</p>	
					Durabilidad del concreto hidráulico (V. Dependiente)	<p>Fase 1:</p> <p>- Plástico / No Plástico</p> <p>- 65% min para f'c ≤ 210 kg/cm2</p> <p>- 5% máximo</p> <p>Fase 2:</p> <p>- 8% máximo</p> <p>Fase 3:</p> <p>- Reactivo / No Reactivo</p>		<p>Se realizaron distintos ensayos a los agregados de la cantera Caliza 2; los que no cumplieron con las especificaciones de la norma EG-2000 fueron el de Equivalente de arena, Material que pasa el Tamiz N°200 y Análisis granulométrico por tamizado, por lo cual se efectuaron unos análisis más rigurosos como: el ensayo de Valor de azul de metileno y el ensayo de Análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados, donde se obtuvo como resultado que la arena no presenta elementos activos en su composición, lo que quiere decir que ante las condiciones ambientales de la zona estos elementos no se expanden ni se contraen, controlando las fisuraciones y obteniendo un concreto hidráulico durable en el tiempo.</p>
					Agregado fino marginal (V. Independiente)	<p>- 3% máximo</p> <p>- 5% máximo</p> <p>- 0.50% máximo</p> <p>- 1.20% máximo</p> <p>- 0.10% máximo</p> <p>- Igual a muestra patrón</p> <p>- Huso granulométrico</p> <p>- 2.3 a 3.1</p> <p>- 15% máximo</p> <p>- 65% min para f'c ≤ 210 kg/cm2</p>		
<p>Evaluar que el agregado fino marginal influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>	<p>¿El agregado fino marginal, influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico, en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas"?</p>	<p>Secundaria 1: El agregado fino marginal influye significativamente en la resistencia y durabilidad del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>						
<p>Verificar los efectos que producen los aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>	<p>¿Qué efectos producen los aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico, en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas"?</p>	<p>Secundaria 2: El uso de aditivos incorporador de aire AirMix200 y plastificante WR-91 contribuyen en la durabilidad y resistencia del concreto hidráulico en el proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas".</p>						

Anexo 26. Panel Fotográfico

Vista de algunos pasos del ensayo Equivalente de arena del agregado marginal.



Vista del almacenaje correcto de aditivos y bolsas de cemento.



Vista de algunos pasos del ensayo de Granulometría del agregado grueso.



Vista del ensayo de abrasión en la máquina Los ángeles.



Vista de algunos pasos del diseño de mezcla del concreto.



Vista del ensayo de la olla de Washington y medida del slump en campo.



Vista de algunos pasos del proceso de moldeo de testigos de concreto.



Vista de la parte final del moldeo de un grupo de testigos.



Poza de curado de probetas de concreto.



Vista de la planta de producción de concreto.



Vista de la cantera de agregados Caliza 2.



Vista de la chancadora primaria de agregados.



Vista de los Tesistas Edson Guillen y Alexander Paredes, junto a su asesor Mg. Ing. Guillermo Lazo, apreciando el vaciado de concreto del muro Km 27+400,



Vista de la visita de los Tesistas al proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Dv. Imperial – Pampas, junto al Gerente técnico de Cosapi S.A., en compañía de sus técnicos de laboratorio de concreto.

