



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

**“EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE CANTERAS
DEL ÁMBITO DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES – PICOTA –
SAN MARTÍN, SUS CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO
EN LA PREPARACIÓN DE CONCRETO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR (es):

**ANGULO ROLDÁN, ALEX
GUERRA TORRES, JESÚS ALFREDO**

ASESOR:

ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA M Sc

IQUITOS – PERÚ

2019

DEDICATORIA:

Dedicado a mis padres, hermanos y amigos más cercanos (Sandy, Evelyn y Manuel.) por el apoyo moral e incondicional.

A.A.R.

DEDICATORIA:

A mi esposa Gina y a mi hija Fergie, porque son el motor que me impulsan día tras día a superarme y salir adelante: Cada logro alcanzado es para ellas, que son lo más valioso que tengo en la vida.

A mis padres Yolanda y Jesús, que me guiaron por el buen camino, transmitiéndome sus enseñanzas y experiencias adquiridas a lo largo del tiempo; y, por ser quienes se mostraron los más ansiosos hasta la culminación de este arduo trabajo.

J.A.G.T.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud y agradecimiento a la Universidad Científica del Perú por habernos permitido ampliar y profundizar nuestras convicciones personales y profesionales.

Los Autores



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Decanal N°076-2017-UCP-FCEI-D del 24 de marzo de 2017, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| • Ing. Mario Amador Vela Rodríguez | Presidente |
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Liliana Bautista Serpa | Miembro |

En la ciudad de Iquitos, siendo las 18:00 horas del día lunes 26 de agosto de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"EXPLORACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE CANTERAS DEL ÁMBITO DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES – PICOTA – SAN MARTÍN, SUS CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO EN LA PREPARACIÓN DE CONCRETO"**.

Presentada por los sustentantes:

ALEX ANGULO ROLDAN y JESUS ALFREDO GUERRA TORRES

Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.

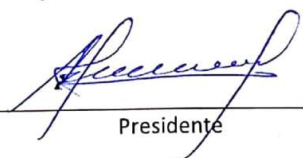
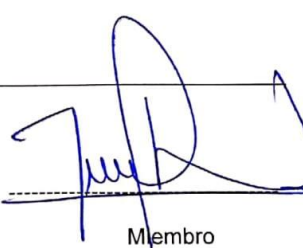
Como requisito para optar al título profesional de: **Ingeniero Civil**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: APROBADA POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

 Miembro	 Presidente	 Miembro
--	---	--

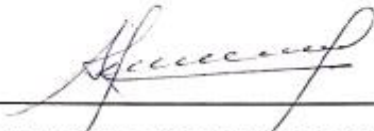
CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12

Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5. San Juan Bautista

Teléf. (065) 261092 - 261088

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 26 de agosto a las 18:00 horas del 2019.



ING. MARIO AMADOR VELA RODRIGUEZ
PRESIDENTE DE JURADO



ING. LILIANA BAUTISTA SERPA
MIEMBRO DE JURADO



ING. FELIX WONG RAMIREZ Mgr.
MIEMBRO DE JURADO



ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA Mgr.
ASESOR

ÍNDICE

DEDICATORIA:.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE CUADROS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT	xxii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
2.1. Descripción y formulación del problema.....	4
2.1.1. Descripción del Problema	4
2.1.2. Formulación del Problema.....	8
2.1.2.1. Problema General	8
2.1.2.2. Problemas específicos	8
2.2. Objetivos de la Investigación	9
2.2.1. Objetivo General.....	9
2.2.2. Objetivos Específicos	9
2.3. Justificación de la Investigación.....	10
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	13
3.1. Antecedentes del Estudio.....	13
3.2. Bases Teóricas	22
3.2.1. El Concreto	22
3.2.2. El Cemento	22
3.2.3. Agregados	23
3.2.4. Agregado Grueso (N.T.P. 400.037)	23
Características del agregado grueso:	24
3.2.4.1. Peso Unitario o Peso Aparente (NTP 400.017: 2013).....	24
3.2.4.2. Peso Específico (NTP 400.021:2018)	26
3.2.4.3. Contenido de Humedad (NTP 339.185:2018).....	27
3.2.4.4. Absorción (NTP 400.021: 2018).....	27
3.2.4.5. Granulometría del Agregado Grueso (NTP 400.012:2018)	28

3.2.4.6.	Módulo de Finura (NTP 400.012:2018)	30
3.2.4.7.	Superficie Específica	30
3.2.4.8.	Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018:2013)	30
3.2.4.9.	Abrasión (ASTM C131-AASHTO T96-ASTM C 535)	31
3.2.4.10.	Análisis Químico	33
3.2.4.11.	Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso (ASTM D5821)	34
3.2.4.12.	Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso (BS - 81, MTC E 221)	35
3.2.4.13.	Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (NTP 400.040, ASTM D-4791)	36
3.2.5.	Agregado Fino	37
	Características del agregado fino:	37
3.2.5.1.	Peso Unitario o Peso Aparente (NTP 400.017:2013)	37
3.2.5.2.	Peso Específico (NTP 400.022:2018)	38
3.2.5.3.	Contenido de Humedad (NTP 339.185:2018)	39
3.2.5.4.	Absorción (NTP 400.022:2018)	39
3.2.5.5.	Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.012:2018)	40
3.2.5.6.	Módulo de Finura (NTP 400.012:2018)	41
3.2.5.7.	Superficie Específica	41
3.2.5.8.	Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018:2013):	42
3.2.5.9.	Análisis Químico	42
3.2.5.10.	Ensayo de Equivalente de Arena (ASTM D-2419)	42
3.2.6.	Agregado Global	43
a.	Granulometría	43
b.	Peso unitario compactado del agregado global	44
3.2.7.	Diseño de Mezcla	46
a.	Propiedades del Concreto en Estado Fresco	46
b.	Propiedades del Concreto Endurecido	50
3.3.	Definición de términos básicos	56
3.4.	Hipótesis	58
3.4.1.	Hipótesis General	58
3.4.2.	Hipótesis específicas	58
3.5.	Variables	58
3.5.1.	Identificación de variables	58
3.5.2.	Definición de Variables	59

3.5.2.1. Definición Conceptual	59
3.6. Operacionalización de Variables.....	59
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	61
4.1. Descripción y características del área de estudio	61
4.1.1. Ubicación geográfica	61
4.1.2. Lugar y desarrollo de la investigación	61
4.1.3. Accesibilidad	61
4.1.4. Clima	62
4.1.5. Recursos Utilizados	62
4.1.5.1. Humanos	62
4.1.5.2. Instalaciones	62
4.1.5.3. Equipos.....	63
4.1.5.4. Materiales	63
4.2. Metodología de la investigación	64
4.2.1. Nivel y tipo de Investigación	64
4.2.2. Hipótesis	64
4.2.2.1 Hipótesis General	64
4.2.2.2 Hipótesis específicas.....	64
4.2.3. Variables	65
4.2.3.1 Identificación de variables	65
4.2.3.2 Definición Conceptual de Variables	66
4.2.3.3 Operacionalización de Variables	66
4.2.4. Diseño de Investigación	67
4.2.5. Población y Muestra.....	68
4.2.5.1. Población:	68
4.2.5.2. Muestra:.....	68
4.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos	68
4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	68
4.3.2. Instrumentos de Recolección de datos	68
4.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	68
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	69
5.1. Área y Volumen de Canteras de Agregados Pétreos.....	69
5.2. Agregado Grueso	71
a. Peso unitario (NTP 400.017: 2013)	72
b. Peso específico (NTP 400.021:2018)	73

c.	Granulometría De Agregado grueso (NTP 400.012: 2018)	73
d.	Módulo de fineza (NTP 400.012: 2018)	77
e.	Superficie específica.....	77
f.	Material que pasa el tamiz N° 200	79
g.	Ensayo de Abrasión	80
h.	Análisis químico del agregado grueso	80
i.	Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso (ASTM D5821) 81	
j.	Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso (BS - 812, MTC E 221)	81
k.	Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (NTP 400.040, ASTM D-4791).....	81
l.	Resumen de Resultados.....	83
5.3.	Agregado Fino	84
a.	Peso unitario (NTP 400.017: 2013)	84
b.	Peso específico (NTP 400.022:2018)	85
c.	Granulometría De Agregado Fino (NTP 400.012:2018)	85
d.	Módulo de fineza (NTP 400.012: 2018)	89
e.	Superficie específica.....	89
f.	Material que pasa el tamiz N° 200	91
g.	Análisis químico del agregado fino	91
h.	Ensayo de Equivalente de Arena (ASTM D-2419)	92
i.	Resumen de Resultados.....	92
5.4.	Concreto	93
5.4.1.	Diseño de Mezcla	93
a.	Diseño de Mezcla con $a/c = 0.70$	93
b.	Diseño de Mezcla con $a/c = 0.60$	95
c.	Diseño de Mezcla con $a/c = 0.50$	97
5.4.2.	Propiedades del Concreto Fresco.....	99
5.4.3.	Propiedades del Concreto Endurecido.....	103
5.5.	Análisis Estadístico de Distribución Normal de los Resultados de Laboratorio.....	119
	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	119
	RESISTENCIA A TRACCIÓN	125
	RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS	131
	MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON	133
5.6.	Impacto Ambiental	136

5.6.1. Descripción del medio ambiente.....	143
5.6.2. Identificación Y Evaluación De Impactos Ambientales	147
5.6.3. Factores Ambientales impactados en la Operación de la Cantera 149	
5.6.4. Valoración de Impactos Ambientales	151
5.6.5. Descripción de valoración de Impactos que existen en las actividades de explotación de la Cantera	154
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	161
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
7.1. Conclusiones.....	165
7.1.1. Conclusión General	165
7.1.2. Conclusiones específicas.....	165
7.2. Recomendaciones.....	169
7.2.1. Recomendaciones General.....	169
7.2.2. Recomendaciones Específicas	169
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	170
ANEXOS	173
ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	174
ANEXO N° 2: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 01).....	176
ANEXO N° 3: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 02).....	177
ANEXO N° 4: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 03).....	178
ANEXO N° 5: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 04).....	179
ANEXO N° 6: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 05).....	180
ANEXO N° 7: INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE DATOS	181
ANEXO N° 8: Análisis Granulométrico por tamizado (Arena 01).....	182
ANEXO N° 9: Análisis Granulométrico por tamizado (Arena 02).....	183
ANEXO N° 10: Análisis Granulométrico por tamizado (Arena 03).....	184
ANEXO N° 11: Análisis Granulométrico por tamizado (Piedra 01)	185
ANEXO N° 12: Análisis Granulométrico por tamizado (Piedra 02)	186
ANEXO N° 13: Análisis Granulométrico por tamizado (Piedra 03)	187
ANEXO N° 14: Análisis Granulométrico por tamizado (Agregado Global 01)	188
ANEXO N° 15: Análisis Granulométrico por tamizado (Agregado Global 02)	189
ANEXO N° 16: Análisis Granulométrico por tamizado (Agregado Global 03)	190
ANEXO N° 17: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino (03 muestras) ...	191

ANEXO N° 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso (03 muestras)	191
ANEXO N° 19: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino (03 muestras)	192
ANEXO N° 20: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso (03 muestras)	192
ANEXO N° 21: Peso Unitario Compactado del Agregado Global (10 iteraciones o repeticiones por cada combinación)	193
ANEXO N° 22: Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino (03 muestras)	194
ANEXO N° 23: Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso (03 muestras)	194
ANEXO N° 24: Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 (Agregado Fino – 03 muestras)	195
ANEXO N° 25: Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200 (Agregado Grueso – 03 muestras)	195
ANEXO N° 26: Porcentaje de Caras Fracturadas en el Agregado Grueso	196
ANEXO N° 27: Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso	197
ANEXO N° 28: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (Relación Dimensional 1:2)	198
ANEXO N° 29: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (Relación Dimensional 1:3)	199
ANEXO N° 30: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (Relación Dimensional 1:4)	200
ANEXO N° 31: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (Relación Dimensional 1:5)	201
ANEXO N° 32: Ensayo de Equivalente de Arena (03 muestras)	202
ANEXO N° 33: Ensayo de Exudación ($a/c = 0.70, 0.60 \text{ \& } 0.50$)	202
ANEXO N° 34: Ensayo de Compresión a los 03 días con relación $a/c = 0.70$	203
ANEXO N° 35: Ensayo de Compresión a los 07 días con relación $a/c = 0.70$	204
ANEXO N° 36: Ensayo de Compresión a los 14 días con relación $a/c = 0.70$	205
ANEXO N° 37: Ensayo de Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$	206
ANEXO N° 38: Ensayo de Compresión a los 03 días con relación $a/c = 0.60$	207

ANEXO N° 39: Ensayo de Compresión a los 07 días con relación $a/c = 0.60$	208
ANEXO N° 40: Ensayo de Compresión a los 14 días con relación $a/c = 0.60$	209
ANEXO N° 41: Ensayo de Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$	210
ANEXO N° 42: Ensayo de Compresión a los 03 días con relación $a/c = 0.50$	211
ANEXO N° 43: Ensayo de Compresión a los 07 días con relación $a/c = 0.50$	212
ANEXO N° 44: Ensayo de Compresión a los 14 días con relación $a/c = 0.50$	213
ANEXO N° 45: Ensayo de Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$	214
ANEXO N° 46: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 03 días con relación $a/c = 0.70$	215
ANEXO N° 47: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 07 días con relación $a/c = 0.70$	216
ANEXO N° 48: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 14 días con relación $a/c = 0.70$	217
ANEXO N° 49: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 28 días con relación $a/c = 0.70$	218
ANEXO N° 50: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 03 días con relación $a/c = 0.60$	219
ANEXO N° 51: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 07 días con relación $a/c = 0.60$	220
ANEXO N° 52: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 14 días con relación $a/c = 0.60$	221
ANEXO N° 53: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 28 días con relación $a/c = 0.60$	222
ANEXO N° 54: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 03 días con relación $a/c = 0.50$	223
ANEXO N° 55: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 07 días con relación $a/c = 0.50$	224
ANEXO N° 56: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 14 días con relación $a/c = 0.50$	225
ANEXO N° 57: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 28 días con relación $a/c = 0.50$	226
ANEXO N° 58: Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$	227
ANEXO N° 59: Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$	228

ANEXO N° 60: Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$	229
ANEXO N° 61: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$ (Testigo 01)	230
ANEXO N° 62: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$ (Testigo 02)	231
ANEXO N° 63: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$ (Testigo 03)	232
ANEXO N° 64: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$ (Testigo 04)	233
ANEXO N° 65: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$ (Testigo 05)	234
ANEXO N° 66: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.70$ (Testigo 06)	235
ANEXO N° 67: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$ (Testigo 01)	236
ANEXO N° 68: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$ (Testigo 02)	237
ANEXO N° 69: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$ (Testigo 03)	238
ANEXO N° 70: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$ (Testigo 04)	239
ANEXO N° 71: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$ (Testigo 05)	240
ANEXO N° 72: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.60$ (Testigo 06)	241
ANEXO N° 73: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$ (Testigo 01)	242
ANEXO N° 74: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$ (Testigo 02)	243
ANEXO N° 75: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$ (Testigo 03)	244
ANEXO N° 76: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$ (Testigo 04)	245
ANEXO N° 77: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$ (Testigo 05)	246
ANEXO N° 78: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación $a/c = 0.50$ (Testigo 06)	247
ANEXO N° 79: Certificado de Análisis Químico (Arena)	248
ANEXO N° 80: Certificado de Análisis Químico (Piedra)	249
ANEXO N° 81: Ensayo de Abrasión "Los Ángeles" (Piedra)	250

PANEL FOTOGRAFICO	251
--------------------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de Cordillera	14
Figura 2: Mapa Político y número de habitantes por distrito de la provincia de Picota.....	61
Figura 3: Cantera de Buenos Aires Picota.....	69
Figura 4: Agregado Grueso (Selección por cuarteo)	71

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado grueso	74
Gráfica 2: Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado grueso	75
Gráfica 3: Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado grueso	76
Gráfica 4: Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino.	86
Gráfica 5: Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino.	87
Gráfica 6: Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino	88
Gráfica 7: Resistencia a la compresión vs. Edad ($a/c=0.70$)	107
Gráfica 8: Resistencia a la Tracción por compresión diametral vs. Edad ($a/c=0.70$)	107

Gráfica 9: Resistencia a la Compresión vs. Edad (a/c=0.60)	112
Gráfica 10: Resistencia a la Tracción por compresión diametral vs. Edad (a/c=0.60)	112
Gráfica 11: Resistencia a la Compresión vs. Edad (a/c=0.50)	117
Gráfica 12: Resistencia a la Tracción por compresión diametral vs. Edad (a/c=0.50)	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Insumos diseño de mezcla Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	16
Tabla 2: Insumos diseño de mezcla Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16
Tabla 3: Ensayos físicos ASTM sobre muestras de cemento Portland Tipo I – Andino S.A.	20
Tabla 4: Tamaño máximo del agregado grueso	25
Tabla 5: Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global	29
Tabla 6: Cuadro de carga abrasiva	32
Tabla 7: Granulometría de muestra de agregado para ensayos hasta (1 ½")	32
Tabla 8: Granulometría de muestra de agregado para ensayo mayor a (¾")	33
Tabla 9: Ensayos Químicos de Agregados Según Norma.....	33
Tabla 10: Límites granulométricos según normas NTP 400.037	40

Tabla 11: Ensayos Químicos de Agregados Según Norma	42
Tabla 12: Huso DIM 1045 – Agregado Global	44
Tabla 13: Porcentajes de agregados fino y grueso para agregado global sugerido.....	45
Tabla 14: Peso Unitario Compactado del agregado global según % de arena	45
<i>Tabla 15: Criterio de aceptación de Temperatura (ASTM C 94/C 94M-07. NTP 339.114).....</i>	49
Tabla 16: Operacionalización de Variables.....	59
Tabla 17: Operacionalización de Variables.....	66
Tabla 18: Diseño de la Investigación.....	67
Tabla 19: Datos Cantera de Agregado Pétreos.....	69
Tabla 20: Puntos topográficos de poligonal de la Cantera de Agregados Pétreos.....	70
Tabla 21: Tramos de poligonal de Cantera de Agregados Pétreos.....	70
Tabla 22: Peso unitario suelto del agregado grueso	72
Tabla 23: Peso unitario compactado del agregado grueso.....	72
Tabla 24: Peso específico y absorción del agregado grueso.....	73
Tabla 25: Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado grueso	74

Tabla 26: Análisis granulométrico de muestras N° 02 del agregado grueso:	75
Tabla 27: Análisis granulométrico de muestras N° 03 del agregado grueso	76
Tabla 28: Módulo de fineza del agregado grueso	77
Tabla 29: Superficie específica de muestra N° 01 del agregado grueso	78
Tabla 30: Superficie específica de muestra N° 02 del agregado grueso	78
Tabla 31: Superficie específica de muestra N° 03 del agregado grueso	79
Tabla 32: Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado grueso	79
Tabla 33: Abrasión (Los Ángeles) del agregado grueso	80
Tabla 34: Análisis Químico del agregado grueso	80
Tabla 35: Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso	81
Tabla 36: Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados	81
Tabla 37: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso	82
Tabla 38: Características Físicas Del Agregado Grueso	83
Tabla 39: Características Químicas Del Agregado Grueso	83
Tabla 40: Peso unitario suelto del agregado fino.	84
Tabla 41: Peso unitario compactado del agregado fino	84
Tabla 42: Peso específico y absorción del agregado fino	85

Tabla 43: Granulometría del agregado fino	85
Tabla 44: Análisis granulométrico de muestra N° 01 del agregado fino	86
Tabla 45: Análisis granulométrico de muestra N° 02 del agregado fino	87
Tabla 46: Análisis granulométrico de muestra N° 03 del agregado fino	88
Tabla 47: Módulo de fineza del agregado fino	89
Tabla 48: Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino.....	89
Tabla 49: Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino.....	90
Tabla 50: Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino.....	90
Tabla 51: Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino	91
Tabla 52: Análisis Químico del agregado fino	91
Tabla 53: Ensayo de Equivalente de Arena	92
Tabla 54: Características Físicas del Agregado Fino	92
Tabla 55: Características Químicas del Agregado Fino	92
Tabla 56: Propiedades del Concreto Fresco	99
Tabla 57: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70	103
Tabla 58: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A TRACCIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70	104

Tabla 59: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DE FLEXIÓN EN VIGAS CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70	105
Tabla 60: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DEL MÓDULO ELÁSTICO CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70	106
Tabla 61: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60	108
Tabla 62: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A TRACCIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60	109
Tabla 63: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DE FLEXIÓN EN VIGAS CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60	110
Tabla 64: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DEL MÓDULO ELÁSTICO CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60	111
Tabla 65: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50	113
Tabla 66: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A TRACCIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50	114
Tabla 67: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DE FLEXIÓN EN VIGAS CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50	115
Tabla 68: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DEL MÓDULO ELÁSTICO CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50	116
Tabla 69: Resumen de Propiedades Obtenidas del Concreto Endurecido	118
Tabla 70: COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN	137

Tabla 71: Nivel de presión sonora equivalente.....	149
Tabla 72: Límites de material Particulado PM 10 y 2.5	150
Tabla 73: Concentraciones máximas permitidas de gases.....	150
Tabla 74: Parámetros de Calificación de Impactos Ambientales	152
Tabla 75: Matriz de Leopold Valoración de Impactos	153

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1. Diseño de mezcla de concreto – Parte I.....	93
CUADRO N° 2. Diseño de mezcla de concreto – Parte II.....	94
CUADRO N° 3: Diseño de mezcla de concreto – Parte I	95
CUADRO N° 4: Diseño de mezcla de concreto – Parte II	96
CUADRO N° 5: Diseño de mezcla de concreto – Parte I	97
CUADRO N° 6: Diseño de mezcla de concreto – Parte II	98
CUADRO N° 7: Peso Unitario De Producción Y Contenido De Aire Del Concreto	100
CUADRO N° 8: Peso Unitario De Producción Y Contenido De Aire Del Concreto	101
CUADRO N° 9: Peso Unitario De Producción Y Contenido De Aire Del Concreto	102

RESUMEN

Sin duda alguna, el concreto es uno de los elementos más utilizados en la industria de la construcción donde se insume aproximadamente entre agregados fino y grueso no menos del 85% del volumen de las mezclas de concreto estructural. La cantera estudiada ocupa un área efectiva dentro del cauce del río Huallaga de 127 hectáreas lo que hace un volumen explotable aproximado anual de 1'270, 000.00m³. Esta cantera corresponde al ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín, de la cual se puede extraer materiales pétreos de diferente volumen – canto rodado y hormigón -, para su transformación en las chancadoras hasta lograr los agregados grueso y finos necesarios para su uso en la elaboración de concreto, material cuyo uso, actualmente, es más exigido en la construcción de infraestructura hasta en las ciudades donde existe solamente agregado fino.

Se caracterizó el material pétreo, tomando en cuenta el origen de la roca madre, sus propiedades físicas y químicas; y, a través de ensayos de laboratorio, también se determinaron las propiedades físicas y químicas de los agregados resultantes para su uso en el diseño de mezclas, utilizándose la misma proporción de agregado fino y grueso, relaciones agua / cemento de 0.70, 0.60 y 0.50, con lo cual se alcanzó consistencias de 6", 4 3/4" y 3 1/2" y valores de resistencia a la compresión a los 28 días de 240kg/cm², 324kg/cm² y 426 kg/cm², respectivamente; valores éstos que alcanzados en similares investigaciones con otros agregados y dosificaciones similares de cemento, analizados en armonía con el medio ambiente permiten concluir que, en las actuales condiciones, la explotación de agregados pétreos de estas canteras es técnicamente viable y su explotación es sostenible.

Palabras Clave: Canteras; agregados pétreos; diseño de mezcla; cauce de río.

ABSTRACT

Undoubtedly concrete is one of the most used elements in the construction industry where it is consumed approximately between fine and coarse aggregates not less than 85% of the volume of structural concrete mixtures. The quarry studied occupies an effective area inside the riverbed Huallaga of 127 hectares what makes an exploitable volume annual approximate of 1'270,000.00m³. This quarry corresponds to the field from the district of Buenos-Aires-Picota-San Martin, of which we can extract stony materials of different volume-boulder and concrete-, for its transformation in the crushers to achieve thick and thin aggregates required for use in the manufacture of concrete, material whose use is more demanded in the construction of public and private infrastructure in the city of Iquitos.

The characterizations more accurate of the material through laboratory tests to determine the physical properties, chemical and mechanical of the aggregates they were indispensable to substantiate the mix design, achieve the results in the properties of concrete, as much as to justify the exploitation of the quarry in mention and the benefit process of said materials for the resulting aggregates.

The optimal design obtained on the research evidence that with these aggregates high resistances can be achieved equivalent to those obtained using quarry material of the coast and that of the district of Shapaja- waters below the confluence of rivers Huallaga y Mayo. The study has shown that these aggregates they are of similar quality to those of other quarries From Peru and the concrete that we get when you use them they reach similar resistances to those of other quarries when similar amounts of cement are consumed; end, its exploitation is friendly to the environment factors that allowed to conclude that the hypothesis has been contrasted.

Keywords: Quarries; stone aggregates; mix design; river.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Explotación de agregados pétreos de canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín, sus características y comportamiento en la preparación de concreto”, se centra en el estudio de las características físicas del material pétreo y de las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido, elaborado con agregados fino y grueso resultante del beneficio del material antes indicado.

La cantera Buenos Aires, se encuentra ubicada dentro del cauce del río Huallaga, margen izquierda, a 10 minutos de la capital del distrito de Buenos Aires, provincia Picota, región San Martín. El material que se extrae corresponde a material pétreo de diferente diámetro, incluyendo canto rodado y hormigón, los cuales son trasladados hacia las chancadoras de la ciudad de Tarapoto – distante 60 kilómetros a través de la carretera Fernando Belaunde Terry -. La roca madre de estos agregados corresponden a la cordillera oriental flanco del río Huallaga, aproximadamente desde los departamentos de Pasco y Huánuco.

En las obras de construcción se insume aproximadamente el 80% del material pétreo, correspondiendo los agregados fino y grueso no menos del 85% del volumen de las mezclas de concreto estructural. El diseño óptimo obtenido en la investigación evidencia que con estos agregados se pueden alcanzar altas resistencias equivalentes a las obtenidas usándose material de canteras de la Costa y la del distrito de Shapaja - aguas abajo de la confluencia del río Huallaga y el río Mayo-, en actual explotación; aún presente contenido de sales por la existencia de una mina de sal adyacente al río en su alrededor. La explotación de la cantera de Buenos Aires se realiza no menos de 10 meses al año, solamente en el periodo de máxima creciente no es explotable (meses enero y febrero), lo cual representa ventajas frente a la cantera de Shapaja; asimismo, ambientalmente no se presenta deterioro en el paisaje, no se deteriora la estabilidad del cauce del río, pues anualmente el material pétreo se regenera por el acarreo de material rocoso en el periodo de creciente.

La pregunta principal para resolver esta problemática fue: ¿Cuál es el horizonte de explotación, de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto, de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota - San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento Portland tipo I PM? Los problemas específicos que aclararon y contribuyeron en la búsqueda de la solución estuvieron referidos a la estimación de las reservas en volumen y área que ocupa el canto rodado en la cantera de Buenos Aires; así como a determinar las características físicas y mecánicas de los agregados pétreos resultantes del beneficio del material pétreo extraído; y, en saber cuál era el diseño de mezcla óptimo y cuáles eran los resultados de resistencia a la compresión, flexión y módulo elástico del concreto elaborado con estos agregados?

El objetivo general del trabajo de Tesis consistió en: “Determinar el horizonte de explotación, de agregados para uso en elaboración de concreto, de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento Portland tipo I PM”.

La hipótesis que direccionó la investigación fue: “Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados pétreos procedentes de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín, están en el rango permisible para su uso en la elaboración de concreto estructural; y, en las actuales condiciones, la explotación de estos agregados es técnica y económicamente viable, ambientalmente amigable, correspondiendo su explotación a una minería no metálica sostenible”.

Las propiedades físicas estudiadas de los agregados fueron: peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico, absorción, granulometría, módulo de finura, superficie específica, material que pasa la malla N° 200, abrasión, porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso, índice de aplanamiento y alargamiento para agregado grueso, partículas chatas o alargadas en el agregado grueso. Asimismo, se estudió las características químicas siguientes: pH, cloruros con Ion Cl, sulfatos con Ion SO₄, sales solubles totales, impurezas orgánicas totales. Con

estos agregados se diseñaron mezclas con relaciones A/C de 0.70, 0.60, 0.50, alcanzándose concretos, entre otros aspectos, de resistencias a la compresión, flexión y módulo elástico, satisfactorios.

Los resultados obtenidos de ensayos de laboratorio se han efectuado de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas N.T.P. y A.S.T.M.; se utilizó la estadística descriptiva e inferencial; correspondiendo el diseño de la investigación a un pre experimento, sin menoscabar que gran parte es del tipo descriptiva y aplicativa.

El Informe Final de Tesis ha sido estructurado en siete (7) capítulos: Capítulo I: Introducción; Capítulo II: Planteamiento del Problema, que integra a los sub capítulos de Descripción y formulación del problema, Objetivos de la Investigación; Capítulo III: Marco Teórico Referencial, que incluye Antecedentes del Estudio, Bases Teóricas y Definición de Términos Básicos; Hipótesis, Variables, Operacionalización de Variables; Capítulo III: Materiales y Métodos, que contiene Descripción y características del área de estudio, Metodología de la investigación, Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de datos; Capítulo IV: Resultados, que incluye Área y Volumen de Canteras de Agregados Pétreos, Agregado Grueso, Agregado Fino, Concreto, Impacto Ambiental; Capítulo V: Discusión; Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones; Capítulo VII: Bibliografía.

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción y formulación del problema

2.1.1. Descripción del Problema

En el presente trabajo de investigación se estudió la explotación de los agregados pétreos de canteras del cauce del río Huallaga, sus características y las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con estos agregados y cemento Portland tipo I PM. La zona de estudio corresponde al ámbito del distrito de Buenos Aires, uno de los diez distritos que conforman la provincia de Picota, departamento de San Martín, bajo la administración del Gobierno Regional de San Martín – Perú.

Los procesos de explotación y comercialización de agregados pétreos para construcción corresponden al sector de la minería no metálica, la que se caracteriza, generalmente, por ser de un fuerte impacto al ambiente, cuya intensidad depende de la morfología de la cantera y de las características del entorno. En la ciudad de Tarapoto, se utiliza agregados pétreos, provenientes de canteras de canto rodado extraídos de los ríos Cumbaza y Huallaga. La extracción es a tajo abierto, por lo que los pasivos ambientales generados se caracterizan por ser críticos, de extensión local, de persistencia temporal, y con efectos sinérgicos, debidos a la presencia de la carretera Fernando Belaunde Terry que recorre paralela al río Huallaga (Irigoín, 2015).

Las arenas y la grava (hormigón) que se utilizan para construcción en la región San Martín, se encuentran distribuidos, principalmente, en los principales lechos de los ríos Huallaga, Huayabamba, Mayo, Sisa, Saposoa, Tocache, Gera, Challhuayacu y Chontayacu; aunque las canteras más abundantes se encuentran dispersas en el cauce del río Huallaga. En el caso de las gravas es importante señalar, que su origen se debe principalmente a la erosión de las formaciones geológicas, como el Grupo Oriente, Chonta y Yahuarango, en menor proporción los de naturaleza intrusiva y volcánica (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2007).

La sostenibilidad minera comienza a ser un objetivo de intervención de la administración pública a partir del año 2000, en los niveles nacional, regional y local. La calificación de minería sostenible, dado el alto grado de incertidumbre existente, así como la falta de objetividad en la definición de sostenibilidad minera, es distinta prácticamente para cada país, ámbito regional, sector minero y explotación minera; siendo impostergable para la región y el país, medir el progreso hacia la sostenibilidad de las explotaciones mineras no metálicas de agregados pétreos, pues en Perú y muchos otros, para este sector de la minería, no existen indicadores, salvo excepciones como Colombia, Cuba y los países europeos, como lo denunciaran González A. & Carvajal D. (2005), al observar que los recursos mineros pasan totalmente desapercibidos y los no metálicos en general no se contemplan en los programas de investigación de uso sostenible (Irigoin, 2015 y Ramirez, 2008).

La explotación de los agregados pétreos se realiza por extractores informales que no cuentan con los denuncios mineros ni con las concesiones de uso otorgado por el Ministerio de Energía y Minas, así como, por instituciones públicas (Gobierno Regional y Municipalidades), estimándose un volumen usado de estos materiales tanto para la construcción de la infraestructura de la ciudad de Tarapoto principalmente y la construcción de la carretera en mención al año 2015 de 10 millones de m³, en una extensión explotada de aproximadamente 100 has (IIAP, 2007); y, año a año durante la última década supera el millón de metros cúbicos (Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2016).

En la fase de extracción, la Municipalidad de Buenos Aires, jurisdicción a la que corresponde esta cantera, vende el material - en sitio -, a razón de S/ 8.00 el m³, asumiendo los gastos de carguío y transporte los comercializadores informales. Esta extracción y comercialización del todo informal, no cuenta con la supervisión y control de la autoridad competente, a lo cual se suma el incumplimiento de la normatividad laboral; así mismo, durante la extracción del canto rodado, se genera contaminación del material requerido, inestabilidad de taludes del cauce, deslizamiento y derrumbes, representando una amenaza potencial para el cambio

de uso de la ribera del río Huallaga, observándose desde ya distorsión del paisaje y el paulatino deterioro del entorno socio ambiental (Irigoín, 2015).

Los problemas relacionados con las fases de extracción y comercialización de material pétreo de canteras para construcción en el área de influencia de las ciudades Tarapoto y Picota, según Irigoín (2015), hacen referencia fundamentalmente a efectos en el ambiente, en lo económico y en lo social, siendo los principales:

- Contaminación atmosférica.
- Contaminación de fuentes hídricas y micro cuencas.
- Afectación de la dinámica de cuerpos de agua subterráneos y superficiales (modificación del drenaje natural).
- Remoción y pérdida de cobertura vegetal, y afectación de comunidades faunísticas (disminución de biomasa).
- Activación de procesos erosivos, generados por remoción de la capa superficial de suelo y de la estructuración natural que el fenómeno de acarreo de cantos rodados genera en los ríos de San Martín.
- Alteración de las condiciones sociales y económicas de las comunidades aledañas a las canteras, por el cambio en el uso del suelo.

Asimismo, según Irigoín (2015), en la región San Martín en la explotación, beneficio y comercialización de agregados pétreos se presenta aspectos problemáticos comunes a otras regiones, los que se sintetizan en:

- Inexistencia de cuantificación de las reservas disponibles realizada por institución reguladora.
- Deficiente relación con las comunidades ubicadas en el ámbito de las canteras.
- Generación de conflictos socio - ambientales.
- Extracción ilegal y de impacto ambiental focalizado.

- Uso de mano de obra incumpliendo las normas laborales y de seguridad social.
- Preocupación en el mercado por el agotamiento de las canteras.
- Persistencia de la pobreza.
- Peligro latente de explotar informalmente canteras de explotación de cantos rodados en cantidades superiores a los volúmenes de recuperación de lechos o en área de riberas de los cauces del río Huallaga.

Chávez y Pinchi (2015), en su Investigación correspondiente a su Tesis de Maestría en Tecnología de la Construcción, concluyen que, la demanda mensual estimada de concreto en el ámbito de su estudio (distritos de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo, en la provincia de San Martín, departamento de San Martín), al 2014 fue de 6 961,28 m³ y proyectado al 2024 alcanza a 12 126 m³; lo cual insume enormes cantidades de agregados, con las consecuentes afectaciones ambientales. Asimismo, en su trabajo presentan las propiedades físicas de los agregados, diseños de mezclas, resultados de ensayos de resistencia a la compresión, pero no el módulo elástico del concreto; e, indican que los agregados proceden de las canteras del río Huallaga sector de Shapaja /Alianza, Huallaga cantera Gatica y río Cumbaza; aclarándose, que la cantera de Shapaja está conformada por canto rodado y arena procedentes de la confluencia de los ríos Mayo y Huallaga y además es explotable básicamente, en periodo de estiaje.

El Módulo de Elasticidad del concreto es considerado uno de los parámetros más importantes en el diseño y construcción de estructuras de concreto reforzado, su valor aumenta con el tiempo dependiendo, entre otros, de la resistencia, por lo que es dependiente del concreto, de su dosificación, del tipo, origen y calidad de los agregados usados, por la diferente respuesta del material ante cargas, de la matriz de cemento presente en el concreto (Quimbay, 2014).

2.1.2. Formulación del Problema.

2.1.2.1. Problema General

¿Cuál es el horizonte de explotación, de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto, de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota - San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento Portland tipo I PM?

2.1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las reservas en volumen y área de las canteras de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del Ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota - San Martín?
2. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del Ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota - San Martín?
3. ¿Cuáles es el diseño de mezcla para la elaboración de concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del Ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota – San Martín?
4. ¿Cuáles son los resultados obtenidos en laboratorio de los diseños de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín?
5. ¿Cuál es el valor del módulo elástico del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín?

2.2. Objetivos de la Investigación

2.2.1. Objetivo General

Determinar el horizonte de explotación de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento Portland tipo I PM.

2.2.2. Objetivos Específicos

Calcular y determinar las reservas en volumen y área de canteras de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín.

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos para uso en elaboración de concreto del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín.

Realizar el diseño de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Verificar en laboratorio los diseños de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Determinar el módulo elástico del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

2.3. Justificación de la Investigación

La presente investigación está justificada, entre otras, por las siguientes razones:

El desarrollo socio económico del Perú y en particular del departamento San Martín es vertiginoso, que incremento su migración del campo a la ciudad, lo cual genera una mayor demanda de infraestructura urbana; y, a ello como consecuencia se adecúa el desarrollo de la actividad constructora, así lo acusa el PBI histórico de los últimos años que esta alrededor de los 6% anual (Chávez y Pinchi, 2015). En Tarapoto - área urbana de la capital de la provincia de San Martín, en el área urbana de los distritos de Morales y Banda de Shilcayo, se desarrolla aceleradamente la habilitación urbana y reconstrucción de viviendas de adobe y tapial utilizando ladrillo y concreto y construcción de nuevas viviendas tanto unifamiliares, en condominios y torres de departamentos (75 millones de dólares de inversión pública anual para infraestructura en estos tres distritos de la provincia de San Martín). En este crecimiento, hace no menos de 15 años, se incorporó la primera planta chancadora de piedra y desde el 2014 existen dos plantas en producción para concreto premezclado se producción alrededor de 1 600 m³/mes, logrando producir ambas sólo el 46% de la demanda; a esta oferta de producción de concreto premezclado se incorpora una nueva planta de premezclado que está en proyecto con una capacidad de 1246 m³/mes; sin embargo, también existe la autoconstrucción donde la elaboración de preparación del concreto se ejecuta con sólo herramientas manuales y utilizando agregados con mala distribución granulométrica, implicando en la mayoría de los casos el deficiente resultado de la calidad del concreto (Chávez y Pinchi, 2015).

El proceso de migración interna de la Amazonía peruana, ha generado el crecimiento acelerado y persistente de la población de dos de sus más representativas ciudades, Picota y Tarapoto en San Martín, las mismas que han sido dotadas de obras viales, habilitación urbana, viviendas y saneamiento y la construcción de la carretera Fernando Belaunde, que

insumen ingentes cantidades de estos materiales (solamente, en la preparación del concreto los agregados ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen del concreto). Para satisfacer estos requerimientos de materiales de construcción, se extrae agregados pétreos, en volúmenes que superan la recuperación de capas rocosas en los lechos de estos ríos. El área de extracción de materiales para construcción en general presenta un deterioro paisajístico y morfológico, así mismo se genera gran cantidad de emisiones de material y polvo, durante el proceso de extracción y comercialización. En el área de estudio en la región San Martín se requiere cumplir con la fase de beneficio y transformación de los agregados pétreos hasta convertirlo en arena y piedra chancada de diferente diámetro (Irigoín, 2015).

Según refiere Irigoín (2015), dentro de los límites de la jurisdicción de este distrito, específicamente en el cauce del río Huallaga, se encuentran en actual explotación cinco canteras de canto rodado a partir del cual se obtienen agregados pétreos de construcción: Puerto López, Puerto Sangama, Tiraquillo, Bellavista y Buenos Aires; siendo, la más explotada la denominada “Cantera Bellavista”. En este distrito no se han realizado estudios rigurosos relacionados a las características físicas y mecánicas de los agregados y de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con estos agregados y en todas estas canteras no se conoce el valor real de los volúmenes explotados y tampoco están definidas las áreas explotadas y explotables; sin embargo, afecta su cauce y su continua explotación (a diferencia de las arenas aluviales y canto rodado depositado en los periodos de creciente en las orillas de los ríos Cumbaza y Huallaga – sector de Shapaja - que son explotadas sólo en época de vaciante), podría desencadenar en impactos ambientales, sociales y económicos de grandes magnitudes en toda la cuenca del bajo Huallaga.

En la Universidad Nacional de San Martín – repositorio: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/323> , existen los siguientes trabajos de investigación de tesis y otros: “Estudio del concreto de mediana a baja resistencia variando el módulo de finura del agregado fino” (tesista:

Rique Pérez, Gustavo Jeremías – 2011; “Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto” (tesista: Pinchi Vásquez, Eduardo – 1997); Variación del módulo de finura del agregado fino de 3.0 a 3.6 en concreto de mediana a baja resistencia” (tesista: Burgos Pauro, Edwin Galván – 2012); “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra” (tesista: Jordan Saldaña, José Carlos – 2014); “Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método del agregado global y módulo de finura” (investigador de Artículo: Gonzales García, José Luis – 2003), en los cuales no se ha tratado los agregados del distrito de Bellavista y su uso en la preparación de concreto; así mismo, no hay estudio alguno por el cual se haya determinado el módulo elástico del concreto que se está aplicando.

Al no existir evidencias de estudios que hayan tratado la explotación y uso en la preparación de concreto, de los agregados de las canteras del río Huallaga en la jurisdicción del distrito de Bellavista – provincia de Picota, que son explotables tanto en periodo de creciente como en estiaje; era necesario que, la Universidad Científica del Perú, por contar con una filial en Tarapoto, contribuya con la investigación y mejora de conocimiento de la explotación de estos agregados, sus características y su comportamiento en el concreto de resistencias a la compresión superiores de 175 kg/cm², utilizando cemento Portland Puzolánico Modificado tipo I (PM) de la marca Andino; considerando, además, aspectos de sostenibilidad, tanto en la explotación de los agregados, como en la durabilidad del concreto.

A partir de los resultados las autoridades competentes podrán elaborar un Plan de Explotación Sostenible de las canteras de agregados pétreos; por ello, la determinación de resultados exactos, a partir del conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de estos agregados, para su uso en el concreto, ha quedado justificado, al igual que el valor real del módulo elástico estático, que hasta la fecha se continúa usando el valor referencial aproximado que se indica en el Reglamento Nacional de Edificaciones y que corresponde a concretos elaborados con otros agregados.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes del Estudio

En Francia a raíz de las restricciones en la extracción de grava de los lechos de los ríos, se desarrolló en algunas regiones el uso del concreto de arena. Esto debido a consideraciones medio ambientales, que comprometió el equilibrio ecológico con consecuencias irreversibles; acciones como éstas, según Irigoin (2015), también, se presentan en los lechos de los ríos de Perú.

Las arenas y las gravas (hormigón) se encuentran distribuidos en los principales lechos de los ríos Huallaga, Huayabamba, Mayo, Sisa, Saposo, Tocache, Gera, Challhuayacu y Chontayacu; aunque los más abundantes se encuentran dispersos en el Huallaga. Se tiene reportes de que las arenas y gravas del río Mayo han sido utilizadas en la construcción de la Carretera Fernando Belaunde. En el caso de las gravas es importante señalar, que su origen se debe principalmente a la erosión de las formaciones como el Grupo Oriente, Chonta y Yahuarango, en menor proporción los de naturaleza intrusiva y volcánica. Están constituidas por materiales diversos, que se depositaron y se emplazaron desde hace 600-800 millones de años (Precámbrico) hasta nuestros días. Estos materiales, en algunos casos, tienen origen marino, en otros son producto de la actividad volcánica o de materiales que proceden del interior de la tierra (intrusivos) (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2007).

En las zonas de cordillera, los ríos discurren por planicies y terrenos colinosos y montañosos formando valles aluviales, con áreas de inundación estrechas. Los sectores más estrechos, de 40 a 50 m, se presentan al cruzar las Cordilleras (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2007). La velocidad de corriente es de muy rápida a rápida (1.52 m/s, en creciente, y de 1.933 a 0.969 m/s, en vaciante), lo cual arrastra en forma diferenciada cantidad de canto rodado que se van depositando en el cauce del río. Entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Subandina se presentan valles amplios, con presencia de pequeñas lagunas y

amplias áreas de inundación. La red hidrográfica está conformada por los principales afluentes del río Huallaga que nacen en esta cordillera: Chontayacu, Tocache, Mishollo, Huayabamba, Saposoa, Sisa y los afluentes de la margen derecha del río Mayo, existiendo diferencia, por este caso, en el origen de la roca madre generadora del canto rodado que se arrastra por dichos ríos (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2007).

Figura 1: Zona de Cordillera



Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2007.

Álvarez y Irigoien (2014), en su Tesis de Maestría para determinar la Sostenibilidad Global de la extracción y comercialización de arena cuarzosa blanca de las canteras del área de influencia de la carretera Iquitos Nauta, aplicaron el Test de Sostenibilidad propuesto por González y Carvajal (2002), quienes señalaron que como parte del proceso se diseña, valora y valida la caracterización técnica, ambiental, económica, legal y sociocultural. El soporte del test son indicadores de sostenibilidad, cada uno de los cuales se evalúa con respuestas Si o No a una serie de preguntas sencillas, pero que responden a acciones claves para la extracción y comercialización. A partir de dicho Test se define un Índice de Sostenibilidad Global (ISG). Sin embargo, el objetivo de la presente tesis escapa a medir sostenibilidad, sino más bien evaluar los impactos ambientales durante el proceso de extracción y traslado del canto rodado para su beneficio hasta las chancadoras emplazadas en la ciudad de Tarapoto; considerándose, en consecuencia, la evaluación de impacto ambiental de la explotación de la cantera de Buenos Aires en cuestión.

Según Ormazabal (2002), existe una contribución de las estructuras de concreto a la sostenibilidad, entendida ésta como valor para el conjunto de la sociedad y existen planteamientos de técnicas de análisis de este *valor*, las que permiten comparar el valor de distintas soluciones a un mismo problema con indicadores correspondientes a diferentes planos de requerimientos: costos, plazos, aspectos técnicos, durabilidad, aspectos sociales y culturales, medioambientales y de seguridad. Por otro lado, desde el punto de vista conceptual, constituye un aspecto fundamental la necesidad de explicitar la vida útil de la estructura, como parámetro previo y punto de partida, base del establecimiento de especificaciones técnicas de los agregados del concreto, tal como lo señala G. Aparicio (1999), lo cual conlleva a incrementar la durabilidad y el consumo mínimo del material.

González (2002), en su tesis doctoral refiere la necesidad de contar con resultados de ensayos realizados para la caracterización de las propiedades básicas del concreto, estableciendo parámetros de dosificación desde el punto de vista de alcanzar propiedades mecánicas, trabajabilidad y durabilidad, estudiando la densidad del concreto en estado fresco y en estado endurecido y midiendo resistencias a compresión, tracción indirecta y el módulo elástico del concreto, a partir de los 7 días de preparado. Chávez y Pinchi (2015) indican que los agregados grueso y fino de las canteras del río Huallaga – sectores de Shapaja/ Alianza y Gatica, presentan características ideales para la fabricación de concretos (incluso de alta resistencia), si se utilizara los tamaños máximos nominales de 3/4", 1/2" y 3/8" del agregado grueso para el respectivo diseño y para el agregado fino un módulo de finura de 2,8; aun, cuando algunos proveedores extraen arena gruesa del río Cumbaza que por tener módulo de finura muy bajo, no permite concretos de la calidad de resistencia especificada.

Chávez y Pinchi, (2015) señalan que las características físicas más importantes de los agregados y que participan en la determinación de las propiedades del concreto con ellos elaborados son las que están referidas al origen de la roca madre, peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica, para las cuales tenemos una serie de ensayos de laboratorio estandarizados que permiten medir todas estas propiedades, para compararlas con

valores de referencia, establecido por las normas o para establecerlo en el diseño de mezcla de concreto, llegando en su investigación (Pág. 84 y Pág. 85) para la resistencia a la compresión de $f'c$ de 175 kg/cm² y $f'c$ de 210 kg/cm² a los siguientes proporciones más óptimas:

Tabla 1: Insumos diseño de mezcla Concreto $f'c = 175$ kg/cm²

Agregado grueso (m ³)	Agregado fino (m ³)	Cemento (Bls)	Agua (m ³)	Cantera de procedencia de agregados
0.5674	0.1887	6.84	0.1172	Huallaga/Cumbaza
0.4862	0.2773	7.13	0.1143	Huallaga-Shapaja/Alianza
0.3628	0.3762	7.06	0.1267	Huallaga / cantera Gatica

Fuente: Tesis de Maestría Chávez y Pinchi (2015)

Tabla 2: Insumos diseño de mezcla Concreto $f'c = 210$ kg/cm²

Agregado grueso (m ³)	Agregado fino (m ³)	Cemento (Bls)	Agua (m ³)	Cantera de procedencia de agregados
0.4786	0.2647	7.81	0.1196	Huallaga/Cumbaza
0.4862	0.2773	7.13	0.1143	Huallaga-Shapaja/Alianza
0.4239	0.3299	7.90	0.1137	Huallaga / cantera Gatica

Fuente: Tesis de Maestría Chávez y Pinchi (2015)

Chávez y Pinchi (2015) señalan en su investigación que el 89.02% de ingenieros y arquitectos dedicados al rubro de la construcción refirieron que el concreto de 175kg/cm² es el de mayor fabricación y el 98.78 % señalaron que el más empleado era el de 210kg/cm² ; y, presentan el análisis de los insumos de los diseños de mezcla que registra en el año 2014 la Municipalidad Provincial de San Martín: Para

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$: 0.76m^3 de piedra chancada, 0.51m^3 de arena gruesa, 8.22 bolsas de cemento Portland tipo I y 0.18m^3 de agua.

Según Enrique Rivva (2007) López “Diseño de Mezcla – Segunda Edición 2007, “El diseño es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido”.

Quimbay (2014), en el artículo científico “Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM”, señala que el uso de la Tecnología del Control Térmico y de Madurez del Concreto (TCM), permite determinar las características mecánicas del concreto y mortero instrumentados in situ, incluyendo también la resistencia de compresión y módulo de elasticidad E, a partir de los cuales se puede también determinar los módulos de cortantes G, Energía de fractura y Módulo de Bulk, entre otros, de una manera más óptima y rápida que los métodos de estimación tradicionales, permitiendo una mejora en el control de calidad de las obras en la construcción. Los valores estimados del módulo de elasticidad del concreto en las edades tempranas y tardías a partir de la resistencia se determinada por el Método de la Madurez, en placas y muros presentan una importante variación debida a las temperaturas que influyen en el ambiente, de las condiciones que se den por protección y curado, así como los métodos propios del concreto a colocar, situación que puede afectar en el comportamiento estructural. Asimismo, precisa que “no existe un consenso internacional para determinación con el tipo del modelo en la correlación del módulo de Elasticidad y la resistencia a compresión y/o la densidad en el concreto. La tendencia en occidente es a emplear modelos matemáticos determinísticos que correlacionan con base en ecuaciones exponenciales a la potencia n, donde el valor de n tiende a ser 0.5 (Estados Unidos, Canadá, Colombia), y n de 0.33 (Europa). Lo anterior debido a la experiencia de investigación que tiene cada país y a la variabilidad propia de los materiales, origen de los agregados usados (ígneos, metamórficos y sedimentarios) y los diseños usados en los tipos de concreto (agregados similares, misma relación agua cemento y resistencia semejante), no siempre serán

comportamientos similares de elasticidad, pues esta depende de los volúmenes de pasta y agregados incluidos en el concreto” (Quimbay, 2014).

La Norma Técnica Colombiana NTC 4025 (ASTM C469), indica “El Método de ensayo para determinar el Módulo de Elasticidad estático y la relación de Poisson en el concreto a compresión es el más común para evaluar la elasticidad-ductilidad del concreto, cargando probetas (cilindros) estándar de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura sometiéndolo a cargas hasta la falla, midiendo su deformación por valores de hasta $0.45 f'c$ (zona elástica). Sin embargo, este ensayo cuenta con numerosas variables por tratarse de un ensayo de prueba destructivo, donde las que se encuentran el tamaño de la probeta (cilindro), punto de medición de la deformación (en la superficie o en la mitad del cilindro), velocidad que se aplica la carga, esbeltez de la probeta, tipo de refrendado y tipo de curado en el laboratorio, entre otros. Los resultados del módulo de elasticidad del concreto dependen de la elasticidad de sus componentes, esto es, del módulo de elasticidad del agregado, de la elasticidad de la pasta y de la interacción de la interface pasta-agregados. Es común que, para concretos de mayor contenido de pasta, de resistencia baja, donde el material se comparta más dúctil, se presenten en el caso mayores deformaciones, por lo que el valor del módulo de elasticidad resultaría afectado, debido a que la resistencia depende de la pasta y la falla se genera en ella de los concretos de resistencia normal ($f'c$ menor a 42 MPa)”.

Quimbay (2014) en su trabajo de investigación hace referencia a las siguientes pruebas para estimar el módulo de elasticidad del concreto:

Concreto de resistencia normal-Colombia: ($f'c$ entre 21MPa y 42MPa)

- $E_c = 3900 \sqrt{f'c}$ o $12500 \sqrt{f'c}$ (NSR-98, $f'c$ en MPa, o Kg/cm², sin distingo del origen del agregado)
- $E_c = 5500 \sqrt{f'c}$ (NSR-98, $f'c$ en MPa, agregado de origen ígneo)
- $E_c = 4700 \sqrt{f'c}$ (NSR-98, $f'c$ en MPa, agregado de origen metamórfico)
- $E_c = 3600 \sqrt{f'c}$ (NSR-98, $f'c$ en MPa, agregado de origen sedimentario)
- $E_c = 13000 \sqrt{f'c}$ ($f'c$ en Kgs/cm², ref. antiguo CCCSR)

- $E_c = 15110 \sqrt{f'_c}$ (f'_c en Kgs/cm², Quimbay-Ruiz, agregado sedimentario, Tunjuelo)

Marulanda (2012), en la Tesis “Modelación con elementos finitos de muros de mampostería estructural ortogonales”, explica “El concreto es un material compuesto por cemento, agua, arena y grava, y su comportamiento se verifica por el estudio de pruebas que son realizadas a los 28 días de edad sobre cilindros circulares o probetas de 15cm de diámetro y 30cm de altura, sometidos a fuerzas de compresión. La NSR98 establecía la forma para determinar el módulo de elasticidad del concreto en el artículo C.8.5.4 como la pendiente de la línea secante trazada desde el origen hasta el punto en la curva esfuerzo versus deformación correspondiente a un esfuerzo de $0.45f'_c$ en esfuerzos de compresión de acuerdo con la norma NTC 4025, donde f'_c es la resistencia máxima de dicho diagrama. En la NSR10 se realizan simplificaciones, sin embargo, en los comentarios de la NSR10 realizados por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, se llega a procesos similares a los de la NSR98. A pesar de lo anterior existen otros métodos de ensayos para determinar el módulo de elasticidad del concreto tomando el módulo tangente en el origen o tomando el módulo tangente en $0.5f'_c$ ”. En los valores teóricos cuando se calcula el módulo de elasticidad del concreto E_c , por correlación con la resistencia a compresión a los 28 días f'_c , son proporcionales a la raíz cuadrada de f'_c como se mencionaba en la NSR98 artículo C.8.5.4.1. y en la NSR10 artículo C.8.5.1 y en los comentarios de la NSR10. Por ejemplo, la media nacional está dada por la ecuación C.8-2d de la NSR98 y los comentarios de la NSR10:

$$E_c = 3900\sqrt{f'_c}$$

Donde f'_c y E_c están dados en MPa.

También señala el valor del módulo de elasticidad del mortero de relleno, el mismo que corresponde a la siguiente expresión:

$$E_{cr} = 2500\sqrt{f'_{cr}}$$

E_{cr} = Módulo de elasticidad del mortero de relleno

f'_{cr} = Resistencia a la compresión a los 28 días del mortero de relleno”

Saavedra y Ramírez (2017), en su tesis sobre Influencia del Módulo de Elasticidad en el Análisis de la Deriva de Edificios de concreto en el Perú- 2017, concluyeron lo siguiente:

“La deriva de edificios estudiados en distintas ciudades del Perú, según la Norma Técnica Peruana E.030 vigente, difieren entre 6,73 % a 9,55% cuando se usan el módulo de elasticidad según la Norma Técnica Peruana E.060 del Concreto Armado, equivalente a $E_c = 15000\sqrt{f'C}$ (kg/cm²) y el módulo de elasticidad promedio obtenido del cálculo de los módulos de elasticidad del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente vigente NSR-10 Título C- Concreto estructural $E_c = 13674\sqrt{f'C}$ (kg/cm²), demostrándose que a menor módulo de elasticidad del concreto se alcanzan mayores valores de deriva para todos los tipos de estructuración. La deriva en los sistemas de estructuración dual es superior cuando menor es el módulo elástico, no superando el 9,55% cuando se aplicó el módulo de elasticidad promedio recomendado por la norma colombiana; sin embargo, cuando la estructura es aporticada los valores superan el 9,51%: y, cuando la estructura es a base de albañilería confinada el valor de la deriva si bien es superior pero no supera el 2,47%. Para el caso peruano, si se estiman las derivas utilizando el módulo de elasticidad promedio del concreto recomendado por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente vigente NSR-10 Título C- Concreto estructural $E_c = 13674\sqrt{f'C}$ (kg/cm²), se excede el límite de distorsión lateral de 0,007 establecido en nuestra norma E.030 vigente”.

El cemento Portland Tipo I “Andino” tiene las siguientes propiedades físicas:

Tabla 3: Ensayos físicos ASTM sobre muestras de cemento Portland Tipo I – Andino S.A.

Propiedades físicas		Cemento Andino Tipo I	NTP 334.009
Finura de mallas (% Ret.)	100	0.34	
	170	3.07	
	200	5.66	
	325	20.42	

S. Específico Blaine (cm ² /gr)	3300	280 (mín)
Peso específico (gr/cm ³)	3.11	-----
Expansión Autoclave (%)	0.02	0.8 (máx)
Calor de hidratación (cal/g): 7 días	64.93	
Consistencia normal (%)	23.38	-----
Falso fraguado (%)	68.44	
Contenido de aire (%)	6.50	12 (máx)
Fraguado Vicat Inicial	2.50	45 m. (mín)
(h:m) Final	3.45	375 m. (máx)
Fluidez (a/c)	0.485	
Resistencia 3 días	204	125 (mín)
a la 7 días	289	195 (mín)
compresión 28 días	392	-----
(kg/cm ²)		

Fuente: Ari (2002). Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. UNI

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. El Concreto

El concreto es un producto resultado de la mezcla básicamente de los componentes: agregados y pasta. La pasta, resultante de la combinación química del material cementante y agua, está compuesta de cemento portland y agua, une los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Ríos, 2011). La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida. En la Norma E.060 Concreto Armado se define al concreto como Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Según, González (2002), la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada una de todas las partículas de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta.

3.2.2. El Cemento

La Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009, define al Cemento portland como un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la aportación de otros productos que no sobrepasen del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su adición no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una

cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire en un determinado tiempo.

El cemento Portland Puzolánico es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana. (N.E.060. Concreto Armado. Lima, Perú. 2009)

3.2.3. Agregados

Los agregados, llamados también áridos o inertes, son definidos como el conjunto de partículas, sean éstos de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011.

Las características más importantes de los agregados son: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, el módulo de finura; para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores referenciales establecidos en las Normas o para establecerlo en los diseños de mezcla de concreto (Chávez y Pinchi, 2015). Según, Rivva (2007), la granulometría es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

3.2.4. Agregado Grueso (N.T.P. 400.037)

El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037. El agregado grueso se puede clasificar en *piedra chancada o triturada* (agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas, canto rodado o gravas) y *grava* (proviene de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándose en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural). Para obtener la piedra

chancada, las gravas naturales deben estar limpias y libre de polvo superficial y debe cumplir con los requisitos especificados en la Norma ASTM C 33, excepto en cuanto a la granulometría.

Deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- En la preparación del concreto, la proporción del agregado grueso debe representar la mayor cantidad posible y en este caso del tamaño mayor, teniendo en consideración los requisitos de colocación y resistencia.
- Hasta la resistencia de 250kgf/cm^2 se tiene que usar el mayor tamaño posible del agregado grueso. Para resistencias mayores, investigaciones recientes han demostrado que el menor consumo de concreto para mayor resistencia dada (eficiencia), se obtiene con agregados de menor tamaño.

Características del agregado grueso:

3.2.4.1. Peso Unitario o Peso Aparente (NTP 400.017: 2013)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario de agregado, el cual se expresa en kg/m^3 . Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. Los valores para agregados normales, varía entre 1500 y 1700 kg/m^3 . Este valor este requerido cuando se dosifica el

concreto por volumen y más aún si se está trabajando con agregados ligeros o pesados en el extremo.

Tabla 4: Tamaño máximo del agregado grueso

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO		CAPACIDAD	
pulg	mm	pie ³	dm ³
½	12,5	1/10	3
1	25,4	1/3	10
1 ½	38,1	½	15
2	50,8	1	30

Fuente: Norma NTP 400.017.

Se determinan dos (2) pesos aparentes o unitarios: Peso Unitario Compactado (PUC), y el Peso Unitario Suelto (PUS).

- **Peso Unitario Suelto (PUS):**

Es el peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión (sin compactación).

Cuando el agregado se acomoda en forma natural en el recipiente.

$$PUS = f * W_s$$

Donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

W_s = Peso de la muestra suelta (kg)

- **Peso Unitario Compactado (PUC):**

Es el peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes en cada capa con una varilla de 5/8" y 60 cm de longitud y de extremo redondeado.

Es el peso por unidad de volumen después de un procedimiento de apisonado.

$$PUC = f * W_s$$

Donde:

PUC = Peso unitario compactado (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Wc = Peso de la muestra compactada (kg)

3.2.4.2. Peso Específico (NTP 400.021:2018)

Es la relación a una temperatura estable de la masa de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas. El peso específico de los agregados queda definido como, la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Según Ari (2002), en esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar:

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

b) **Peso Específico de Masa Saturado- Superficialmente Seco (PE_{sse}):** Relación entre el peso de la masa del agregado saturado superficialmente seco y el volumen mismo.

$$P.E.M.S.S.S = \frac{B}{(B - C)}$$

Donde:

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)

- c) **Peso Específico Aparente ($PE_{aparente}$):** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

$$Peso\ específico\ aparente = \frac{A}{(A - C)}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca (g)

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)

3.2.4.3. Contenido de Humedad (NTP 339.185:2018)

Diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. De acuerdo a su valor (en %) variará la cantidad de agua en la preparación del concreto.

$$H = \frac{(A - B)}{B} * 100$$

Donde:

H = Contenido de humedad (%)

A = Peso de la muestra húmeda (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

3.2.4.4. Absorción (NTP 400.021: 2018)

Diferencia en el peso del agregado grueso superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C por un periodo de 24 horas, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

Porcentaje de absorción

Es la cantidad de agua total que el agregado puede absorber de la condición seca a la condición saturado superficialmente seco en relación al peso de la muestra seca y es expresado en porcentaje. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, por lo que es necesario tenerlo siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

$$\text{Porcentaje de absorción} = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca (g)

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)

3.2.4.5. Granulometría del Agregado Grueso (NTP 400.012:2018)

Se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de agregado grueso del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Los tamices a utilizar tienen mallas con aberturas cuadradas: 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y la N° 4.

En la definición de la granulometría de los agregados gruesos existen los siguientes conceptos:

La Norma Técnica NTP 400.037 en concordancia con la Norma ASTM C-33, establece que la granulometría seleccionada no debe tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pase la malla 1/4". El ensayo de granulometría de acuerdo con la Norma Técnica NTP 400.012, concordante con la Norma ASTM

C-136, señala que el peso de la muestra deberá ser el que corresponda al tamaño máximo de las partículas, según se establece en la Tabla de cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global (Benites, 2011).

Tabla 5: Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global

Tamaño Máximo Nominal Aberturas cuadradas mm(pulg)	Cantidad de la muestra de Ensayo Mínimo kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.9 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: (BENITES ESPINOZA, 2011). Tesis para optar el Título de Ing. Civil.
Universidad Ricardo Palma)

Tamaño Máximo (Norma ASTM N° 467 – N.T.P. 400.037)

El tamaño máximo se toma en cuenta para seleccionar el tamaño del agregado según las condiciones de geometría del encofrado y el diámetro del refuerzo de acero y la separación de varillas; y, corresponde tamiz mínimo por el que pasa la muestra del agregado grueso.

Tamaño Nominal Máximo

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizar, que produce el primer retenido de sus partículas. Así si $TM = 1''$ entonces el $TNM = 3/4''$

3.2.4.6. Módulo de Finura (NTP 400.012:2018)

Índice de aproximación que representa el tamaño promedio de todas las partículas de la muestra de agregado grueso; se usa para tener control de la uniformidad de los agregados. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos dentro de las mallas: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividido entre 100.

3.2.4.7. Superficie Específica

Es la suma de todas las áreas superficiales de las partículas del agregado grueso por su unidad de peso; en su determinación se considera dos supuestos: que todas las partículas tienen forma esférica y que el tamaño medio de esas partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas del tamiz. Se expresa en cm²/gr.

$$Se = \frac{0.06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

- Se = Superficie específica (cm² / g)
- Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i
- di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)
- γ = Peso específico del agregado

3.2.4.8. Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018:2013)

Puede estar presente en el agregado en forma de recubrimiento superficial que interfiere en la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, afectando la resistencia y la durabilidad del concreto. Por

otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se le limita a 1 %.

La norma ASTM C117 prescribe tamizar el material húmedo en un tamiz N° 200. En el tamizado en húmedo el agregado se coloca en agua y se agita de modo vigoroso para que los finos se desprendan y queden en suspensión. Por medio de la decantación y el tamizado se puede eliminar todo el material cuyo tamaño sea menor que el del tamiz de muestreo N° 200.

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

Donde:

A = % que pasa el tamiz N° 200

P₁ = Peso de la muestra (g)

P₂ = Peso de la muestra lavada y secada (g)

3.2.4.9. Abrasión (ASTM C131-AASHTO T96-ASTM C 535)

Se refiere al procedimiento que debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½”) por medio de la maquina Los Ángeles. El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la maquina con una carga abrasiva.

Para el caso de resistencia al desgaste de los agregados grueso de tamaños mayores de 19 mm (3/4”), las tablas varían. Véase en la tabla N° 3. (MTC 2000).

Maquina Los Ángeles: consiste en un cilindro hueco de acero, cuyos extremos están cerrados y en el centro de cada extremo lleva un eje, que no penetra en su interior, quedando el cilindro montado de modo que pueda girar en posición horizontal alrededor de este eje. El cilindro está provisto de una abertura, para introducir la muestra que

se desea ensayar, y un entrepaño, para conseguir la rotación de la mezcla y de la carga abrasiva. La abertura podrá cerrarse por medio de una tapa con empaquetadura que impida la salida del polvo, fijada por medio de pernos. La máquina será accionada y contrabalanceada de tal forma que debe mantener la velocidad periférica básicamente uniforme.

La **carga abrasiva** consiste en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445g. la carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo, A, b; C o D, según se indica en la tabla.

Tabla 6: Cuadro de carga abrasiva

Granulometría de ensayos	Número de esferas	Peso total gr.
A	12	5000 +- 25
B	11	4585 +- 25
C	8	3330 +- 20
D	6	2500 +- 15

Fuente: MTC E 207 - 2000

La granulometría de la muestra representativa del agregado corresponde a la que se utilizará en obra. La muestra es preparada de acuerdo a la normativa.

Tabla 7: Granulometría de muestra de agregado para ensayos hasta (1 1/2")

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometría de la muestra para ensayo (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	-25	1"	1250 +- 25			
25	1"	-19	3/4"	1250 +- 25			
29	3/4"	-12.5	1/2"	1250 +- 10	2500 +- 10		
12.5	1/2"	-9.5	3/8"	1250 +- 10	2500 +- 10		
9.5	3/8"	-6.3	1 1/4"			2500+- 10	
6.3	1 1/4"	-4.75	N° 4			2500 +- 10	
4.75	N° 4	-2.36	N° 8				5000 +- 10
Totales				5000 +- 10	2500 +- 10	5000 +- 10	5000 +- 10

Fuente: MTC E 207 - 2000

Tabla 8: Granulometría de muestra de agregado para ensayo mayor a (¾")

Tamaño del tamiz		Retenido en tamiz		pesos y granulometría de la muestra para ensayo (g)			
pasa	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
75 (3")	1 1/2"	-25	1"	1250 +- 25			
63 (2 ½")	1"	-19	¾"	1250 +- 25			
50 (2")	¾"	-12.5	1/2"	1250 +- 10	2500 +- 10		
37.5 (1 ½")	1/2"	-9.5	3/8"	1250 +- 10	2500 +- 10		
25 (1")	3/8"	-6.3	1 1/4"			2500+- 10	
	1 1/4"	-4.75	Nº 4			2500 +- 10	
	Nº 4	-2.36	Nº 8				5000 +- 10
totales				5000 +- 10	2500 +- 10	5000 +- 10	5000 +- 10

Fuente: MTC E 207 - 2000

El resultado del ensayo (% desgaste) recibe el nombre de coeficiente de desgaste de Los Ángeles. Se calcula:

$$\% \text{ DESGASTE} = 100 (P1 - P2) / P1$$

P1= peso muestra seca antes del ensayo.

P2= peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm (Nº12).

3.2.4.10. Análisis Químico

Para el agregado grueso corresponden los ensayos químicos que se indican a continuación, de acuerdo a las normas NTP, ASTM, AASHTO y MTC E, y según los manuales de procedimiento de ensayos.

Tabla 9: Ensayos Químicos de Agregados Según Norma

Norma NTP	Ensayo Químico
339.178	Cloruros con ion Cl
339.177	Sulfatos con ion SO4
339.152	Sales solubles totales
AASHTO T267	Impurezas orgánicas Totales
339.176	pH

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.11. Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso (ASTM D5821)

Este método de ensayo incluye la determinación del porcentaje, por masa o por conteo, de una muestra de agregado grueso que consiste de partículas fracturadas, las cuales cumplen con los requisitos específicos.

Algunas especificaciones contienen requerimientos referentes al porcentaje de partículas fracturadas en los agregados gruesos. Uno de los propósitos de tales requerimientos es maximizar la resistencia al corte, al incrementar la fricción inter-particular, de las mezclas ligadas o no de agregados. Otro propósito es el de proporcionar estabilidad a los agregados utilizados en los pavimentos superficiales y proveer un aumento en la fricción y textura de los agregados utilizados en los pavimentos superficiales para caminos. Este método de ensayo proporciona un procedimiento estándar para la determinación de la aceptabilidad del agregado grueso con respecto a tales requerimientos.

Para obtener el resultado, debemos realizar dos cálculos; primero determinar el porcentaje de caras fracturadas por tamaño o tamiz que retiene independientemente, posteriormente, cada uno de los porcentajes de caras fracturadas se multiplica por cada porcentaje retenido del Análisis Granulométrico según tamiz, finalmente se divide la sumatoria de todas las multiplicaciones entre la sumatoria de los porcentajes retenidos según Análisis Granulométrico.

$$\text{a. } \%C_i = \frac{W_i}{W_t} \times 100 \quad \dots \quad \text{Cálculo I}$$

$$\text{b. } \%Caras\ Fracturadas = \frac{\sum(\%C_i \times \% Reten._i)}{\sum(\% Reten._i)} \quad \dots \quad \text{Cálculo II}$$

Donde:

W_t : Peso exacto de las muestras tomadas para el ensayo.

W_i : Peso del material con caras fracturadas para cada tamaño.

$\%C_i$: Porcentaje de caras fracturadas por cada tamaño.

$\% Reten._i$: Porcentaje retenido según Análisis G. por cada tamaño.

3.2.4.12. Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso (BS - 81, MTC E 221)

Esta norma describe el procedimiento que se deben seguir, para la determinación de los índices de aplanamiento y de alargamiento, de los agregados.

Esta norma se aplica a los agregados de origen natural o artificial, incluyendo los agregados ligeros y no es aplicable a los tamaños de partículas menores de 6.3mm (¼”) o mayores de 63mm (2 ½”).

Para obtener el resultado, debemos realizar dos cálculos para cada ensayo; primero determinar el índice de aplanamiento o alargamiento por tamaño o tamiz que retiene independientemente, posteriormente, cada uno de los índices ya sean de aplanamiento o alargamiento, se multiplica por cada porcentaje retenido del Análisis Granulométrico según tamiz, finalmente se divide la sumatoria de todas las multiplicaciones entre la sumatoria de los porcentajes retenidos según Análisis Granulométrico.

Cálculo para el índice de Aplanamiento:

$$a. \quad I.Ap.i = \frac{W_i}{W_t} \times 100 \quad \dots \quad \text{Cálculo I}$$

$$b. \quad Ind.Aplanamiento = \frac{\sum(I.A.i \times \% Reten.i)}{\sum(\% Reten.i)} \quad \dots \quad \text{Cálculo II}$$

Donde:

W_t : Peso exacto de las muestras tomadas para el ensayo.

W_i : Peso del material plano para cada tamaño.

$I.Ap.i$: Índice de aplanamiento por cada tamaño.

$\% Reten.i$: Porcentaje retenido según Análisis G. por cada tamaño.

Cálculo para el índice de Alargamiento:

$$a. \quad I.Al.i = \frac{W_i}{W_t} \times 100 \quad \dots \quad \text{Cálculo I}$$

$$b. \quad Ind.Alargamiento = \frac{\sum(I.A.i \times \% Reten.i)}{\sum(\% Reten.i)} \quad \dots \quad \text{Cálculo II}$$

Donde:

- W_t : Peso exacto de las muestras tomadas para el ensayo.
 W_i : Peso del material largo para cada tamaño.
 $I.Al._i$: Índice de alargamiento por cada tamaño.
 $\% Reten._i$: Porcentaje retenido según Análisis G. por cada tamaño.

3.2.4.13. Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (NTP 400.040, ASTM D-4791)

Esta norma describe el procedimiento que se deben seguir, para la determinación de los porcentajes de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso. Se tiene que contar previamente con el análisis granulométrico de la muestra y separada cada partícula según el tamiz donde queden retenidas.

El ensayo del porcentaje de Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso consiste en clasificar cada fracción de agregado según tamaño en: Partículas chatas, Partículas alargadas, Partículas que cumplen criterios de chata y alargada, Partículas que no son chatas ni alargadas.

Para ello se utiliza un calibrador dimensional (largo, ancho, espesor), que se gradúa en 4 relaciones dimensionales (1:2, 1:3, 1:4 y 1:5), moviendo de ubicación a la perilla en cualquiera de los 4 agujeros enroscados del calibrador, según lo que se requiera, para luego clasificarlos acorde como corresponda por cada tamaño.

Para determinar si una fracción es chata en el calibrador, se pone a prueba su ancho y espesor, graduando el extremo principal con el ancho para ser fijada a esa medida y si el espesor de la partícula pasa el otro extremo, entonces será considerada como chata. Esta prueba se realiza acorde la relación dimensional que se requiera (1:2, 1:3, 1:4 y 1:5).

Para determinar si una fracción es alargada en el calibrador, se pone a prueba su largo y ancho, graduando el extremo principal con el largo para ser fijada a esa medida y si el ancho de la partícula pasa el otro extremo,

entonces será considerada como alargada. Esta prueba se realiza acorde la relación dimensional que se requiera (1:2, 1:3, 1:4 y 1:5).

Para este ensayo se puede cumplir cualquiera de las 4 clasificaciones mencionadas anteriormente.

Para obtener el resultado, tan solo se tiene que obtener el porcentaje de cada clasificación, dividiendo el peso de las partículas (chatas, alargadas, chatas y alargadas o no chatas ni alargadas) entre el peso total de la muestra.

3.2.5. Agregado Fino

Se define como agregado fino a aquel, que proviene de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa por el Tamiz 3/8" (9.51 mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011.

Características del agregado fino:

3.2.5.1. Peso Unitario o Peso Aparente (NTP 400.017:2013)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. Se identifican los dos tipos siguientes:

- **Peso Unitario Suelto (PUS):**

Es el peso unitario resultado que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión o compactación.

Cuando el agregado se acomoda en forma natural en el recipiente.

$$PUS = f * W_s$$

Donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

- **Peso Unitario Compactado (PUC):**

Es el peso por unidad de volumen después de un procedimiento de apisonado. Se obtiene al ejercer presión (compactación) al llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes en cada capa con una varilla de 5/8" y 60 cm de longitud y de extremo redondeado.

$$PUC = f * W_c$$

Donde:

PUC = Peso unitario compactado (kg / m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m³)

Wc = Peso de la muestra compactada (kg)

3.2.5.2. Peso Específico (NTP 400.022:2018)

Es la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Según Ari (2002), en esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar:

- a) **Peso Específico de Masa (PE_{masa}):** Relación entre el peso de masa del agregado y el volumen total (incluyendo también los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- b) **Peso Específico de Masa Saturado- Superficialmente Seco (PE_{sse}):** Relación entre el peso de masa del agregado saturado con su superficie seca y el volumen mismo.
- c) **Peso Específico Aparente ($PE_{aparente}$):** Relación entre el peso de masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

$\text{Peso específico de masa} = A / (V-W)$
--

Donde:

- A = Peso de la arena seca (g)
- V = Volumen de la fiola (cm³)
- W = Peso del agua (g)

3.2.5.3. Contenido de Humedad (NTP 339.185:2018)

Es la diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en un horno a 100 - 110 °C por un tramo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado fino.

$$H = \frac{A - B}{B} * 100$$

Donde:

- H = Contenido de humedad (%)
- A = Peso de la muestra húmeda (g)
- B = Peso de la muestra seca (g)

3.2.5.4. Absorción (NTP 400.022:2018)

Diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C por un periodo de 24 horas, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado fino para absorber el agua en contacto con éste. Al igual que su contenido de humedad, esta propiedad determina la influencia en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

$$\text{Porcentaje de absorción} = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

B = Peso de la arena Saturada Superficialmente Seca “SSS”

3.2.5.5. Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.012:2018)

El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y la 200. Ari (2002), recuerda que, “La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal, entonces, se dirige al control de su homogeneidad” (Ari, 2002).

La Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, indican:

Tabla 10: Límites granulométricos según normas NTP 400.037

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 – in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	5 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Fuente: Norma NTP-2018

3.2.5.6. Módulo de Finura (NTP 400.012:2018)

Es el índice aproximado donde representan el tamaño promedio de las partículas de muestra de la arena; su uso es para controlar la uniformidad de los agregados.

Se calcula como resultado de la suma de los porcentajes acumulados retenidos dentro de las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002).

3.2.5.7. Superficie Específica

Es como resultado la suma de todas las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por su unidad de peso; en tal determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por el tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

$$Se = \frac{0.06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se	=	Superficie específica (cm ² / g)
Pi	=	Porcentaje retenido en el tamiz i
di	=	Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)
γ	=	Peso específico del agregado

3.2.5.8. Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018:2013):

Material resultante constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo superficial en el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta considerablemente la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo nos permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

3.2.5.9. Análisis Químico

Se efectuaron los ensayos químicos siguientes, en el agregado fino para su uso en los diferentes tipos de mezclas materia de investigación, de acuerdo a las normas NTP, ASTM, AASHTO y MTC E, y según los manuales de procedimiento de análisis de laboratorio que corresponda.

Tabla 11: Ensayos Químicos de Agregados Según Norma

Norma NTP	Ensayo Químico
339.178	Cloruros con ion Cl
339.177	Sulfatos con ion SO ₄
339.152	Sales solubles totales
AASHTO T267	Impurezas orgánicas Totales
339.176	pH

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.10. Ensayo de Equivalente de Arena (ASTM D-2419)

El equivalente de arena va a determinar la porosidad y permeabilidad del suelo por lo que es importante saber su capacidad de infiltrar agua o su aireación.

Los materiales granulares naturales, arenas y áridos, son ampliamente usados en la construcción civil pero muchas veces no existen controles y caracterizaciones sistemáticas de las propiedades de la fracción fina de estos materiales, fracción que condiciona y limita su uso.

La prueba de equivalente de arena es una buena opción para controlar la cantidad y calidad de la fracción fina, necesaria para construir una buena construcción civil (vías).

Resultado

El equivalente de arena se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Equivalente de arena} = (\text{lectura arena} / \text{lectura arcilla}) \times 100$$

3.2.6. Agregado Global

Viene hacer el material compuesto de la mezcla en proporciones determinadas del agregado grueso y agregado fino, que cumplan las especificaciones técnicas (Ari, 2002).

a. Granulometría

Expresa la gradación total del agregado participante en la mezcla porque es de lo más común que al evaluarse esta propiedad individualmente en la piedra y la arena no entren en los Husos granulométricos propuestos por las normas ASTM C-33, y sin embargo mezclándolos en proporciones adecuadas suministren una distribución de partículas que entren en el Huso requerido. La misma norma ASTM C-33 admite esto, pues indica que se podrán emplear agregados que no cumplan los requisitos, si se demuestra que con ellos se obtiene concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto que se trate (Ari, 2002).

Ari (2002) indica que para evaluar las granulometrías totales se hace uso de las curvas teóricas y Husos totales, probando proporciones de mezcla de agregados que se acerquen lo más posible a ellas. Nos sugiere remitirnos a

los Husos DIM 1045 para el agregado global. En dicho Huso en el área comprendida entre el Huso “A” y “B” nos proporciona un concreto de mejor trabajabilidad; cuando está en el Huso “B” y “C” se obtendría un concreto de trabajabilidad aceptable (Ari, 2002).

Tabla 12: Huso DIM 1045 – Agregado Global

Tamiz	Abertura (mm)	Agregado Global		
		A	B	C
1 1/2"	32.00	100.0	100.0	100.0
3/4"	16.00	62.0	80.0	89.0
1/2"	8.00	38.0	62.0	77.0
N° 4	4.00	23.0	47.0	65.0
N° 8	2.00	14.0	37.0	53.0
N° 16	1.00	8.0	28.0	42.0
N° 50	0.25	2.0	8.0	15.0

Fuente: Ari (2002). Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. UNI

b. Peso unitario compactado del agregado global

Para la determinación de la óptima relación ente el agregado fino y agregado grueso uno de los métodos a usar constituye el método de “compacidad”, que consiste en la mezcla de diferentes proporciones de los agregados, buscándose el mejor acomodado de las partículas. Esta combinación, de máxima densidad, generara un volumen mínimo de vacíos, necesitando menos cantidad de pasta de cemento cuando los agregados formen parte de la mezcla de concreto.

Para determinar la máxima compacidad o el mejor acomodo de los agregados en la mezcla de concreto, se determina el máximo peso unitario compactado del agregado global; para cuyo caso, según refiere Ari (2002), se prueban diferentes mezclas en peso de agregado fino y agregado grueso, por ejemplo, en el caso específico señalado de Ari (2002), la proporción ideal se encontró probando en los siguientes porcentajes:

Tabla 13: Porcentajes de agregados fino y grueso para agregado global sugerido

% Arena	44%	46%	48%	50%	52%	54%	58%	62%
% Piedra	56%	54%	52%	50%	48%	46%	42%	38%

Fuente: Ari (2002). Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. UNI

Luego se obtiene el **Peso Unitario Compactado del Agregado Global** para los porcentajes mencionados. Finalmente se grafica el Peso Unitario Compactado del Agregado Global a partir del % de arena interviniente (% Arena interviniente en el Agregado Global vs PUC). Para los agregados trabajados en la investigación de Ari (2002), se observa que para el 52% de Arena y 48% de piedra se obtiene el mayor Peso Unitario Compactado de la combinación de agregados; resultados que, solo como ejemplo, se muestran a continuación:

Tabla 14: Peso Unitario Compactado del agregado global según % de arena

% Arena interviniente en agregado global	Peso Unitario compactado (kg/m ³)
44	2027.06
46	2048.25
48	2069.44
50	2102.40
52	21188.88
54	2100.05
58	2069.44
62	2047.07

Fuente: Ari (2002). Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. UNI

3.2.7. Diseño de Mezcla

Proceso de selección más adecuado, por su conveniencia y economía de los materiales que los componen como son: agua, cemento, agregados (fino y grueso) y aditivos, con la finalidad de obtener un producto resultante que en el estado fresco tenga buena trabajabilidad y consistencia adecuada, además en estado endurecido cumpla con todos los requisitos establecidos por el diseñador o indicado en los requerimientos de proyecto y especificaciones técnicas. El diseño de mezclas también incluye, entre otras, la determinación del peso unitario (densidad), rendimiento de materiales y contenido de aire.

Se basa en los criterios en los que intervienen por la relación arena / piedra y las relaciones agua/cemento; siendo muy importante contar con información de las propiedades de los agregados fino y grueso como son las siguientes: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de finura, tamaño nominal máximo (del agregado grueso).

a. Propiedades del Concreto en Estado Fresco

Peso unitario (N.T.P. 339.046:2013)

Es el peso del concreto por metro cúbico para determinar cada relación agua cemento.

$$P.U = \frac{W_c}{V_r}$$

Dónde:

V_r = Volumen del recipiente (m³)

PU = Peso unitario del concreto (kg/m³)

W_c = Peso del concreto fresco (kg)

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en kg/m³. Depende del tipo de agregado empleado, resultando de ello concretos livianos, normales y

pesados, cuando el peso unitario está entre 400 a 1700, 1800 a 2500 y mayor de 2500 kg/m³, respectivamente. Se emplea principalmente para comprobar el rendimiento de la mezcla, al comparar el peso unitario del diseño con el real de obra.

El ensayo del peso unitario determina el grado de densidad del concreto. El peso unitario de una mezcla depende del tipo de agregado empleado, si se utilizan agregados gruesos se alcanzan valores de peso unitario de hasta 5200 kg/m³.

Consistencia (Asentamiento: NTP 339.035:2009), (ASTM C-143)

Es la capacidad de la masa del concreto para adaptarse en el encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica esencialmente por la variación del contenido de agua en la preparación de la mezcla. En la preparación de los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado y depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciendo su contenido al incrementar el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra in situ de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari, 2002).

Contenido de Aire (NTP 339.046) (ASTM C231)

El ensayo de contenido de aire se realiza para determinar la cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en estado fresco en toda su masa. Cuanto más aire tenga internamente la resistencia del concreto disminuye en la compresión. (Ari, 2002).

Se elige el método a utilizar de acuerdo con el aparato de ensayo que se esté utilizando. Con el aparato A se establece la presión por medio de la diferencia de un nivel de agua. Con el aparato B, se realiza por medio de una bomba de aire y un dial medidor de presión.

En este proyecto se encontró el contenido de aire por medio del Método de Volúmenes Absolutos.

$$A = \left(\frac{T - D}{T} \right) \times 100$$

Dónde:

T = Densidad teórica del concreto (Kg/m³)

D = Densidad del concreto (Kg/m³)

A = Contenido de aire (%)

Exudación (NTP 339.077:2018), (ASTM C232).

Propiedad por la cual una parte del agua de la mezcla del concreto se separa de la masa y sube hacia la superficie. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo, de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de viscosidad y la diferencia de densidades del agua y la masa plástica del concreto. La exudación se produce inevitablemente en el fraguado del concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego la importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudieran tener. Se expresa en porcentaje. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino contienen de éste y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor, pues retiene el agua de mezcla (Ari, 2002).

Después de la extracción del agua, se retorna el recipiente a su posición original. Luego de cada extracción se transfiere el agua a un tubo graduado. Se anota la cantidad de agua acumulada después de cada transferencia. (Ari, 2002).

Se calcula el volumen de agua exudada por unidad de superficie con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{w}{W} * S$$

$$Exudación(\%) = \frac{V}{C} * 100$$

Donde:

- C = Masa del agua en la muestra de ensayo, en Lts.
w = Agua efectiva en Lts.
W = Cantidad total de materiales, en Kg
S = Peso del concreto en Kg
V = Volumen final exudado en Lts

Temperatura del concreto (NTP 339.184), (ASTM C1064)

Este ensayo determina la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados. La temperatura del concreto depende del aporte calórico de cada uno de los componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, generando una reacción química, la energía de mezclado y el medio ambiente.

Tabla 15: Criterio de aceptación de Temperatura (ASTM C 94/C 94M-07. NTP 339.114)

Clima frio	T mínim	Sección mín (mm)	<300 13°C	300-900 10°C	900-1800 7°C	>1800 5°C
Clima cálido	T: la más baja posible.	No mayor de 32°C				

Fuente: ASTM / NTP

El curado del concreto se realiza en el proceso de ensayos al término del proceso de la preparación de la mezcla. Para obra se suele recomendar regir a la norma (NTP 339.033), (ASTM C31).

b. Propiedades del Concreto Endurecido

Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)

Tiene la capacidad de soportar cargas y esfuerzos a compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento en la preparación de concreto, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica también afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituye un complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características deseadas del concreto. (Ari, 2002).

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a las probetas fabricadas en los moldes cilíndricos de 4" x 8" las cuales fueron curadas en las edades necesarias (3, 7, 14 y 28 días), en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Dónde:

- R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos
Por centímetro cuadrado.
- G = Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.
- d = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

Uso de almohadillas de neopreno (Wanda Regíl 2013)

Esta práctica cubre los requisitos para un sistema de cabeceo usando tapas no adheridas para el ensayo de cilindros de concretos moldeados de acuerdo con la práctica (ASTM C192/192M).

Está permitido el uso de tapas de neopreno no adheridas de una dureza definida, para un número máximo especificado de reusos, sin efectuar un ensayo de calificación para un determinado nivel de esfuerzo de compresión. Arriba de este nivel, las tapas de neopreno requieren de un ensayo de calificación.

Las almohadillas de neopreno se utilizan como un método alternativo y eficaz en los ensayos de compresión de cilindros de concreto. Se limita a la simple instalación de los platos retenedores siempre que cumplan con los requisitos de tolerancia indicados anteriormente.

En el neopreno se debe tener un debido control con el uso de las almohadillas, ya que estas deben estar en constante corrección de dureza. Al aplicar la carga al cilindro ya centrado en la máquina, la superficie del cilindro estalla en las orillas de arriba y de abajo por eso deben ser cargados hasta completar la ruptura y dé su última resistencia. Las probetas de concreto ensayadas con placas de elastómeros rompen más violentamente, comparativamente, que las probetas con sus bases preparadas en forma tradicional. Se debe hacer un servicio de mantenimiento mecánico y calibración a la máquina de ensayos a compresión por la forma violenta de falla.

Resistencia a la tracción por compresión diametral (NTP 339.084)

Forma de comportamiento de gran importancia para el diseño y control de calidad en obras de tipo hidráulico y de tipo pavimentación. (Ari, 2002).

Este ensayo consiste en aplicar la fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle por la longitud de su diámetro. Se introducen esfuerzos de tensión al plano donde se aplica y esfuerzos de compresión donde se aplica la carga del mismo. Entonces la falla de tracción ocurre antes de la falla de compresión, debido al área de aplicación de la carga está en un estado de compresión triaxial a lo largo del espécimen del concreto. (Barba y García 2019).

El esfuerzo de tracción por compresión diametral indirecta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D} \{Kg/cm^2\}$$

donde:

T	=	Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm ²)
P	=	Carga registrada (KN)-convertida en Kg-f
L	=	Longitud de la probeta (cm)
D	=	Diámetro de la probeta (cm)

Resistencia a la flexión en viga (ASTM C 293)

Es una forma de tomar medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa del concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas puntuales a las vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión, es expresada como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayos ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en 15% los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Mr	:	Es el módulo de rotura, en MPa
P	:	Es la carga máxima de rotura indica por la máquina, en Kg-f

- L : Es la luz libre entre apoyos, en cm
 b : Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm
 h : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 Pa}{b d^2}$$

donde:

- R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²)
 P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf)
 a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg)
 b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
 d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo.

Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94)

El módulo elástico es la capacidad del concreto que tiende al deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Definida como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de cargas a tracción o compresión menores que al límite de proporcionalidad del concreto. Se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

El concreto no es un material elástico, no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama de carga Vs deformación en compresión; sin

embargo, convencionalmente se acostumbra definir como “Modulo de Elasticidad Estático” del Concreto, mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido, normalmente es un porcentaje de la tensión última. Los valores de **E** normalmente oscilan entre 280 000 a 350 000 kg/cm² y tienen relación directa con la resistencia en compresión del concreto y a la relación agua/cemento, pero siempre las mezclas de concreto más ricas en cemento tienen modelos de elasticidad mayores y también mayor capacidad de deformación. En general a mayor resistencia del concreto y mayor densidad se tiende a obtener mayor módulo de elasticidad, sin embargo, al depender de los componentes y dosificación del concreto o mortero los valores pueden diferir de manera apreciable (Quimbay, 2014).

Entre las características que influyen en la respuesta sísmica de una estructura están: el peso volumétrico del concreto, el módulo de elasticidad (que es determinante en la rigidez lateral de la estructura y en su periodo natural de vibración), la forma de la curva esfuerzo - deformación del concreto, la ductilidad del comportamiento y la forma de los lazos de histéresis (define el amortiguamiento inelástico con que puede contarse) (Bazán y Meli, 2001).

Ecuación para módulo de elasticidad

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

Donde:

- E = Módulo de Elasticidad, psi.
- S₂ = Tensión correspondiente al 40% de la carga final.
- S₁ = Tensión correspondiente a una deformación longitudinal, ϵ_1 , de 50 millonésimas.
- ϵ_2 = Deformación longitudinal producida por la tensión S₂.

Ecuación para el coeficiente de Poisson

$$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

Donde:

- μ = El coeficiente de Poisson.
- ϵ_{t2} = Deformación transversal a la altura media del espécimen producido por la tensión S_2 .
- ϵ_{t1} = Deformación transversal a la altura media del espécimen producido por la tensión S_1 .

3.3. Definición de términos básicos

- a. **Abrasión:** Es la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provocan la erosión de un material o tejido.
- b. **Agregado pétreo:** Materiales que provienen de la roca, de una piedra o de un peñasco; habitualmente se encuentran en forma de bloques, losetas o fragmentos de distintos tamaños, principalmente en la naturaleza, aunque de igual modo existen otros que son procesados e industrializados por el ser humano.
- c. **Clinker:** materia que se forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura que está entre 1350 y 1450 °C, lo cual se muele para fabricar el cemento Portland.
- d. **Evaluación de Impacto Ambiental:** Procedimiento técnico y administrativo que sirve para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.
- e. **Grava:** Se le denomina de esta forma a las rocas formadas por clastos de tamaño comprendido entre 2 y 64 milímetros. Pueden ser producidas por el ser humano, en cuyo caso suele denominarse «piedra partida», o resultado de procesos naturales.
- f. **Intramontano:** adj. Que está situado en el interior de un macizo montañoso o de una cordillera.
- g. **Matriz de Leopold:** La matriz de Leopold es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural.

- h. Meandro:** Curva descrita por el curso de un río, cuya sinuosidad es pronunciada. Se forman con mayor facilidad en los ríos de las llanuras aluviales con pendiente muy escasa.
- i. Tamizar:** Proceso mecánico para separar dos sólidos formados por partículas de tamaños diferentes. Consiste en pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, criba o herramienta de colador. Las partículas de menor tamaño atraviesan el filtro por los poros, y las de mayor tamaño quedan retenidas.

3.4. Hipótesis

3.4.1. Hipótesis General

“Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados pétreos procedentes de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín, están en el rango permisible para su uso en la elaboración de concreto estructural; y, en las actuales condiciones, la explotación de estos agregados es técnica y económicamente viable, ambientalmente amigable, correspondiendo su explotación a una minería no metálica sostenible”.

3.4.2. Hipótesis específicas

H₁: Las propiedades físicas y mecánicas de los pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín, están en el rango apropiado para su uso.

H₂: Las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín están en el rango apropiado para su uso.

3.5. Variables

3.5.1. Identificación de variables

Variable Independiente: X

X₁: Explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

X₂: Propiedades físicas y mecánicas de agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Variable dependiente: Y

Y₁: Índice de Sostenibilidad Global (ISG) de explotación de agregados pétreos de

las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Y₂: Propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

3.5.2. Definición de Variables

3.5.2.1. Definición Conceptual

Explotación de agregados pétreos

Propiedades físicas y mecánicas de agregados

Índice de Sostenibilidad Global

Propiedades físicas y mecánicas del concreto.

3.6. Operacionalización de Variables

Tabla 16: Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores
Variable independiente X: X₁: Explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín. X₂: Propiedades físicas y mecánicas de agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	Área de superficie que ocupan los agregados.
	Volumen y profundidad de la capa de los agregados.
	Volumen explotado.
	Identificación del impacto ambiental durante la extracción en las Canteras.
	Clasificación y tipo de material.
	Módulo de fineza de los agregados.
	Propiedades físicas de los agregados.
Y: Y₁: Índice de Sostenibilidad Global (ISG) de explotación de agregados pétreos de las	Propiedades Mecánicas de los agregados.
	Índice ISG

canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	
Y₂: Resultados de determinación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	Valores de propiedades físicas y mecánicas.

Fuente: Elaboración propia de los Autores.

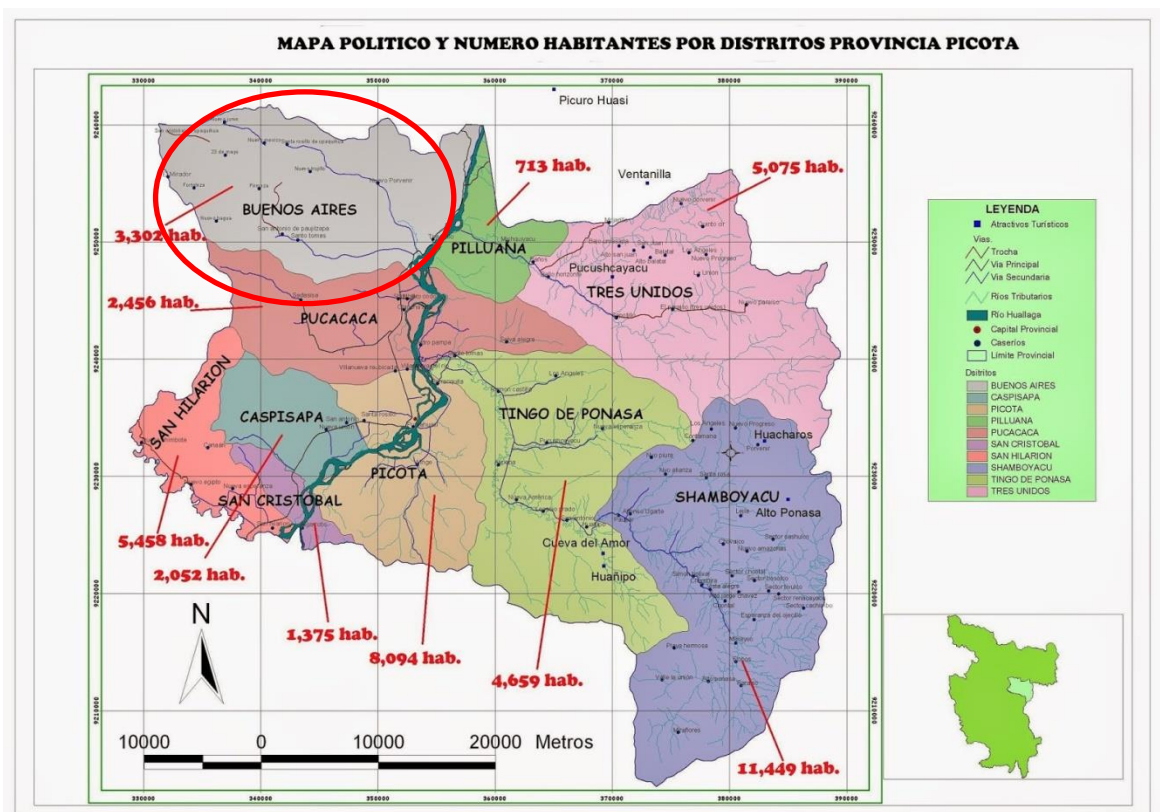
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción y características del área de estudio

4.1.1. Ubicación geográfica

Las canteras de la investigación se encuentran ubicadas en el distrito de Buenos Aires, provincia de Picota, departamento de San Martín.

Figura 2: Mapa Político y número de habitantes por distrito de la provincia de Picota



4.1.2. Lugar y desarrollo de la investigación

El desarrollo de la investigación se realizó en el área de canteras ya mencionadas; asimismo, los ensayos se efectuaron en la ciudad de Iquitos en los diferentes laboratorios, asignados para cada tipo de ensayo.

4.1.3. Accesibilidad

Desde la ciudad de Tarapoto, por la Panamericana Norte, que viene desde la ciudad de Lima, el acceso es totalmente asfaltado y se une a la Carretera Fernando Belaúnde Terry. Se toman las vías existentes como trochas en un

estado de conservación buena y/o carreteras secundarias de enripiado, transitables durante todo el año, las mismas que nos llevan a la cantera ubicado en el ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín, las que se encuentra en el lecho del río Huallaga a una altitud de 215 m s. n. m. a 60 kilómetros de Tarapoto en el kilómetro 667 de la carretera F.B.T.

4.1.4. Clima

En general el clima es seco y cálido, manifiesta un índice de aridez alrededor de 40% y presenta limitaciones para las actividades agropecuarias, por la deficiencia de lluvias. En esta zona se presenta precipitaciones pluviales de 294 mm. La temperatura máxima varía entre 34.9°C y 31.7°C y los mínimos entre 20.6°C y 31.7°C. (Comité Provincial de Defensa Civil - Picota, 2008).

4.1.5. Recursos Utilizados

4.1.5.1. Humanos

Los recursos humanos utilizados fueron los siguientes:

Los investigadores de la presente Tesis

- Obreros: fueron 02, quienes recogieron los agregados, y los depositaron en sacos.
- Personal Técnico: Personal calificado que labora en el Laboratorio de Mecánica de Suelos en la Universidad Científica del Perú.

4.1.5.2. Instalaciones

Los ensayos fueron realizados en los ambientes:

- La facultad de Ingeniería Química de la UNAP (Ensayos Químicos de los agregados según Norma)
- Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – DRTC (Prueba de abrasión)
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayos de materiales de la Universidad Científica del Perú. (Análisis del agregado grueso y agregado fino proveniente de cantera. Realizar diseños de mezcla

correspondientes a 3 relaciones agua cemento para concreto $w/c = 0.5$, $w/c = 0.6$ y $w/c = 0.7$).

4.1.5.3. Equipos

- Moldes de 6"x12"
- Balanza (Electrónicas con aproximación 0,1 gramos).
- Equipos para ensayos a la compresión
- Horno
- Tamices (3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200).
- Trompo para mezcla
- Cono de Abrams
- Espátulas
- Máquina de los ángeles
- Otros

4.1.5.4. Materiales

1. Cemento

Cemento portland puzolánico tipo I (PM), con peso específico relativo de 3,11.

2. Agua

Agua potable: *estuvo a temperatura ambiente (20,5°C) y sin alteración alguna para la elaboración de las mezclas.*

3. Agregados

El agregado fino y el agregado grueso fueron extraídos de la cantera ubicado en el ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín, ubicados específicamente en los meandros de los ríos, agregados de forma irregular y textura áspera. (Fig. 3).

4.2. Metodología de la investigación

4.2.1. Nivel y tipo de Investigación

La presente investigación es de descriptiva; porque se estudiarán las canteras de agregados del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín, a fin de realizar un análisis del estado del objeto de estudio, determinar sus características y medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren, para lo cual se revisará y sistematizará la información secundaria proporcionada por las instituciones encargadas, la que se validará con el trabajo de campo correspondiente; se seleccionará y aplicarán los métodos de trabajo adecuados a los procesos de identificación, caracterización y determinación de sus propiedades físicas y mecánicas de estos agregados; se efectuará diseños de mezclas y una serie de ensayos para la determinación de propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con los agregados de tales canteras.

4.2.2. Hipótesis

4.2.2.1 Hipótesis General

“Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados pétreos procedentes de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín, están en el rango permisible para su uso en la elaboración de concreto estructural; y, en las actuales condiciones, la explotación de estos agregados es técnica y económicamente viable, ambientalmente amigable, correspondiendo su explotación a una minería no metálica sostenible”.

4.2.2.2 Hipótesis específicas

H₁: Las propiedades físicas y mecánicas de los pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín, están en el rango apropiado para su uso.

H₂: Las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín están en el rango apropiado para su uso.

4.2.3. Variables

4.2.3.1 Identificación de variables

Variable Independiente: X

X₁: Explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

X₂: Propiedades físicas y mecánicas de agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Variable dependiente: Y

Y₁: Índice de Sostenibilidad Global (ISG) de explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Y₂: Propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

4.2.3.2 Definición Conceptual de Variables

Explotación de agregados pétreos

Propiedades físicas y mecánicas de agregados

Índice de Sostenibilidad Global

Propiedades físicas y mecánicas del concreto.

4.2.3.3 Operacionalización de Variables

Tabla 17: Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores
Variable independiente X: X₁: Explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín. X₂: Propiedades físicas y mecánicas de agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	Área de superficie que ocupan los agregados.
	Volumen y profundidad de la capa de los agregados.
	Volumen explotado.
	Identificación del impacto ambiental durante la extracción en las Canteras.
	Clasificación y tipo de material.
	Módulo de fineza de los agregados.
	Propiedades físicas de los agregados.
Y: Y₁: Índice de Sostenibilidad Global (ISG) de explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín. Y₂: Resultados de determinación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	Propiedades Mecánicas de los agregados.
	Índice ISG Valores de propiedades físicas y mecánicas.

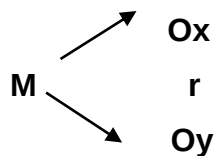
Fuente: Elaboración propia de los Autores.

4.2.4. Diseño de Investigación

La investigación pertenece al diseño descriptivo.

Tabla 18: Diseño de la Investigación

- **Variable independiente X:**



X1: Explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

X2: Propiedades físicas y mecánicas de agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

- **Variable dependiente Y:**

Y1: Índice de Sostenibilidad Global (ISG) de explotación de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Y2: Propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

M=Muestra que representa al universo de las áreas de depósito de agregados pétreos donde se realiza el estudio.

O = Información relevante de interés recogidas de la muestra.

4.2.5. Población y Muestra

4.2.5.1. Población:

Población. Estuvo conformada por los agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín.

4.2.5.2. Muestra:

La muestra estuvo conformada por cuatro metros cúbicos de agregado extraído aleatoriamente de los diferentes estratos de una de las canteras seleccionada al azar de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín.

4.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos

4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Se empleó la observación: importante para la toma de muestras y la lectura de los resultados de los ensayos en laboratorio; y, el Análisis Documental: libros, boletines, revistas, folletos y periódicos como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés.

4.3.2. Instrumentos de Recolección de datos

- Observación – Guía de Observación
- Notas de Campo
- Cuestionarios (Conjunto de preguntas destinadas a recoger información sobre el tema) (Cano Sterling, 2012).

4.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

El procedimiento de recolección de datos se estableció en un plan de trabajo anexado al presente Informe de Tesis.

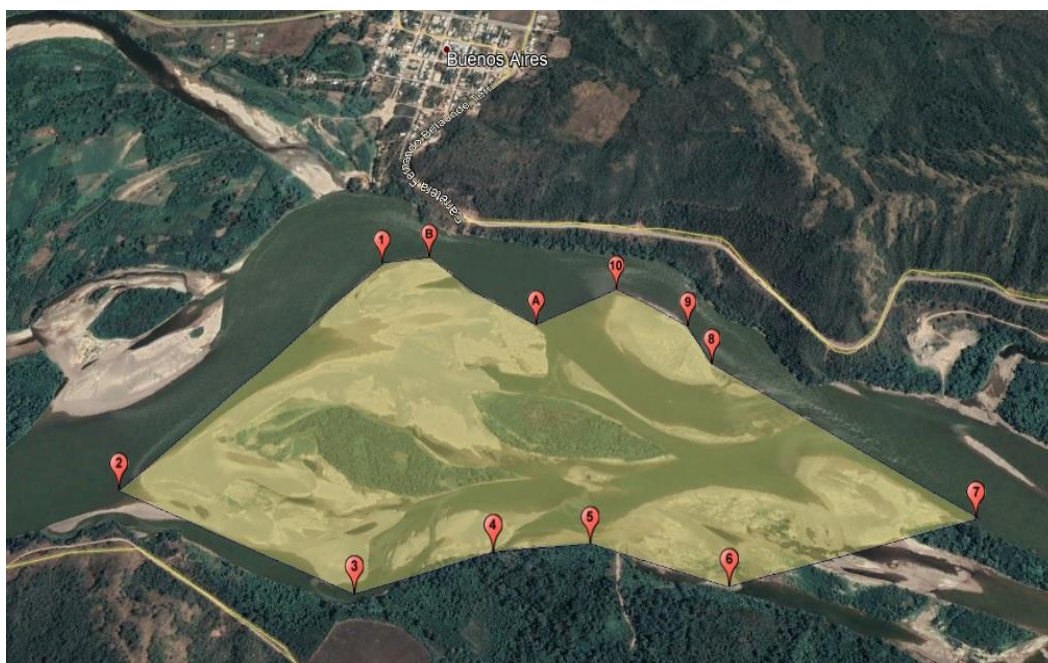
CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Área y Volumen de Canteras de Agregados Pétreos

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Los agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota - San Martín tienen un área específica de 127 hectáreas y un volumen aproximado de 1'270, 000.00 m³.

Figura 3: Cantera de Buenos Aires Picota



Fuente: Google Earth Pro (2019)

Tabla 19: Datos Cantera de Agregado Pétreos

CANTERA DE BUENOS AIRES	
Perímetro	5421 ml
Área	127 Hectáreas
Volumen	1 270 000 m3

Fuente: Elaboración propia

Información topográfica:

Tabla 20: Puntos topográficos de poligonal de la Cantera de Agregados Pétreos

COORDENADAS		
PUNTOS	LATITUD	LONGITUD
PT - 01	6°47'55.73" S	76°19'10.39" O
PT - 02	6°48'08.02" S	76°19'06.51" O
PT - 03	6°47'50.84" S	76°18'50.36" O
PT - 04	6°47'38.56" S	76°18'49.12" O
PT - 05	6°47'30.36" S	76°18'46.68" O
PT - 06	6°47'20.47" S	76°18'39.47" O
PT - 07	6°46'57.61" S	76°18'35.93" O
PT - 08	6°47'13.54" S	76°18'57.38" O
PT - 09	6°47'14.15" S	76°19'01.58" O
PT - 10	6°47'19.17" S	76°19'07.56" O
PT - A	6°47'27.75" S	76°19'07.15" O
PT - B	6°47'35.23" S	76°19'17.54" O

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Tramos de poligonal de Cantera de Agregados Pétreos

TRAMOS	DISTANCIA
1 - 2	952.17 m
2 - 3	723.66 m
3 - 4	381.38 m
4 - 5	262.28 m
5 - 6	383.05 m
6 - 7	715.95 m
7 - 8	827.94 m
8 - 9	132.25 m
9 - 10	238.13 m
10 - A	264.52 m
A-B	393.03 m
B-1	137.16 m

Fuente: Elaboración propia

5.2. Agregado Grueso

Se realizó los ensayos básicos del agregado grueso con el fin de efectuar los diseños de mezcla. El agregado grueso corresponde a piedra chancada proveniente de la cantera “Buenos Aires” ubicada en distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

Figura 4: Agregado Grueso (Selección por cuarteo)



Fuente: Elaboración propia (2018)

a. Peso unitario (NTP 400.017: 2013)

Peso unitario suelto (PUS)

El ensayo de peso unitario suelto se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 22: Peso unitario suelto del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C-29			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	36170	36365	36029
PESO DE MOLDE (gr.)	15639	15639	15639
PESO DE MUESTRA (gr.)	20531	20726	20390
VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	14041	14041	14041
PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.462	1.476	1.452
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,462		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado grueso es 1462 kg/m³.

Peso unitario compactado (PUC)

El ensayo de peso unitario compactado se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los siguientes resultados:

Tabla 23: Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C-29			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	36995	37390	37357
PESO DE MOLDE (gr.)	15639	15639	15639
PESO DE MUESTRA (gr.)	21356	21751	21718
VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	14041	14041	14041
PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.521	1.549	1.547
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,539		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del Peso unitario compactado del agregado fino es 1539 kg/m³.

b. Peso específico (NTP 400.021:2018)

El ensayo de peso específico y absorción se realizó conforme la norma ASTM C-127 y la NTP 400.021. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 24: Peso específico y absorción del agregado grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN NORMA ASTM C - 127					
DESCRIPCIÓN		M1	M2	M3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+malla (en aire)	1259.76	1302.86	1094.79	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+malla (en agua)	804.12	833.28	698.80	
C	Peso de malla (en aire)	77.11	84.78	69.35	
D	Peso de malla (en agua)	65.55	71.68	59.12	
E	Peso de Mat. Seco en Estufa + malla (aire)	1252.40	1295.58	1087.29	
F	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) = (A-C)	1182.65	1218.08	¹ 025.44	
G	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua)=(B-D)	738.57	761.60	639.68	
H	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (F-G)	444.08	456.48	385.76	
I	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C) = E-C	1175.29	1210.80	1017.94	
J	Vol. Masa = (H-(F-I))	436.72	449.20	378.26	
Peso Específico de Masa (Base Seca)= (I/H)		2.647	2.652	2.639	2.646
Peso Específico de Masa (S.S.S)= (F/H)		2.663	2.668	2.658	2.663
Peso Específico Aparente= (I/J)		2.691	2.695	2.691	2.693
% de Absorción = ((F-I)/I)*100		0.63	0.60	0.74	0.655

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El Peso específico del agregado fino es 2.646 gr/cm³ y el Porcentaje de absorción del agregado fino es 0.655%.

c. Granulometría De Agregado grueso (NTP 400.012: 2018)

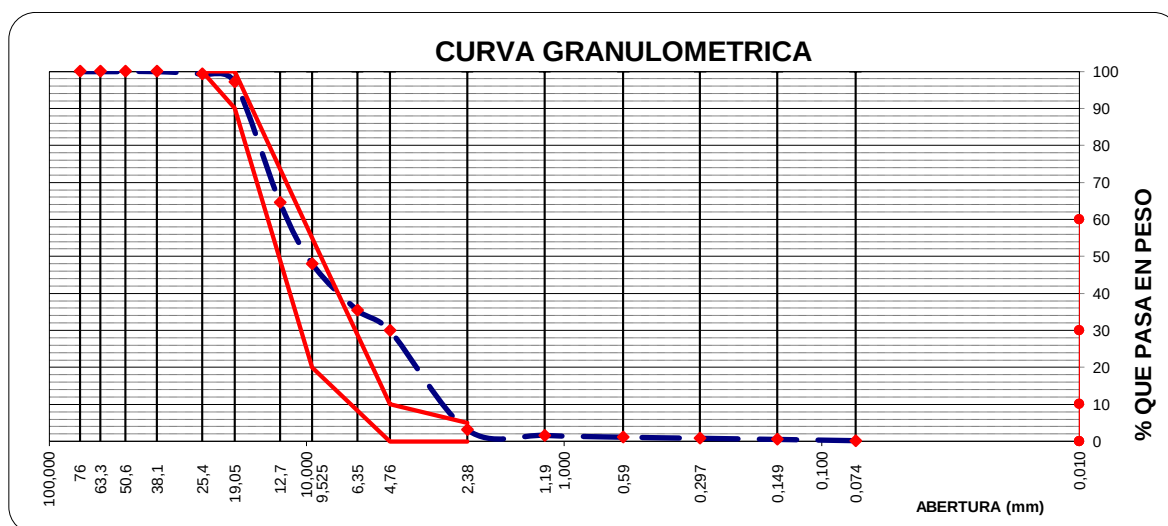
El análisis granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según la norma ASTM C-136 y NTP 400.012. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 25: Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado grueso

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 01) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400			0.73	99.27
3/4"	19.050	340	2.17	2.9	97.1
1/2"	12.700	5102	32.60	35.51	64.49
3/8"	9.525	2587	16.53	52.04	47.96
1/4"	6.350	1971	12.60	64.63	35.37
N°04	4.760	850	5.43	70.07	29.93
N°08	2.380	4206	26.88	96.95	3.05
N°16	1.190	230	1.47	98.42	1.58
N°30	0.590	77	0.49	98.91	1.09
N°50	0.297	46	0.29	99.2	0.8
N°100	0.149	48	0.31	99.51	0.49
N°200	0.074	53	0.34	99.85	0.15
Pasa N°200		24	0.15		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 1: Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado grueso



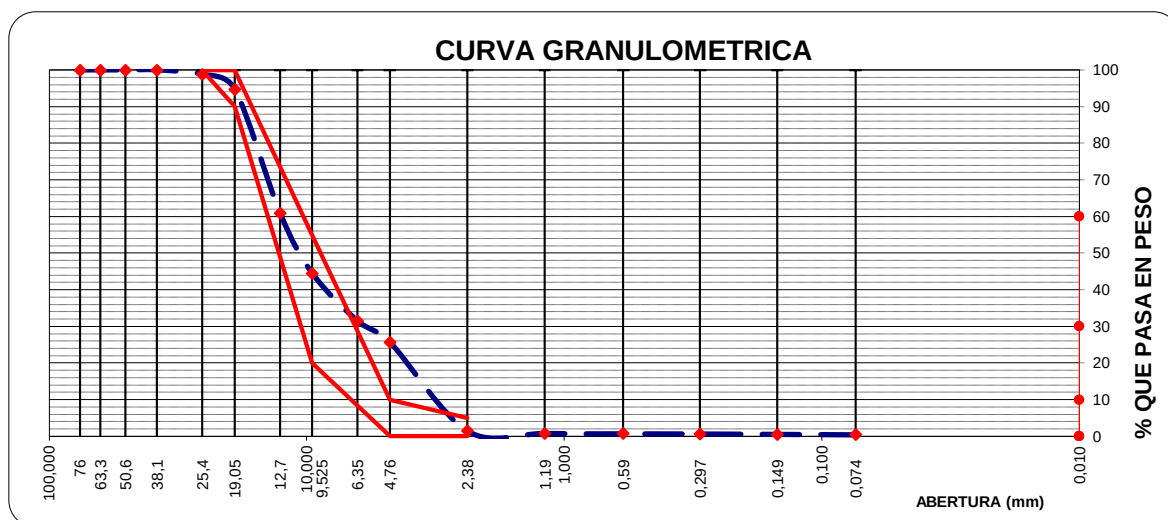
Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 26: Análisis granulométrico de muestras N° 02 del agregado grueso:

ANALISIS GRANULOMÉTRICO TAMIZADO (MUESTRA N° 02) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400			1.20	98.80
3/4"	19.050	443.00	4.06	5.26	94.74
1/2"	12.700	3689.00	33.83	39.09	60.91
3/8"	9.525	1789.00	16.41	55.50	44.50
1/4"	6.350	1423.00	13.05	68.55	31.45
N°04	4.760	628.00	5.76	74.31	25.69
N°08	2.380	2642.00	24.23	98.53	1.47
N°16	1.190	73.00	0.67	99.20	0.80
N°30	0.590	11.00	0.10	99.30	0.70
N°50	0.297	5.00	0.05	99.35	0.65
N°100	0.149	12.00	0.11	99.46	0.54
N°200	0.074	13.00	0.12	99.58	0.42
Pasa N°200		46.00	0.42		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 2: Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado grueso



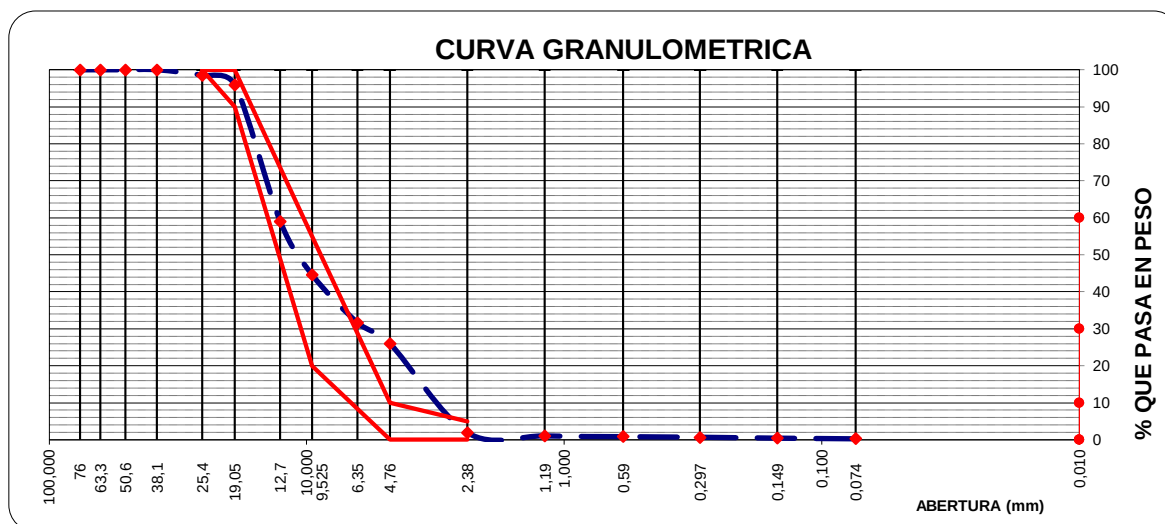
Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 27: Análisis granulométrico de muestras N° 03 del agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO TAMIZADO (MUESTRA N° 03) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				100
1"	25.400			1.52	98.48
3/4"	19.050	410.00	2.58	4.10	95.90
1/2"	12.700	5855.00	36.82	40.92	59.08
3/8"	9.525	2310.00	14.53	55.44	44.56
1/4"	6.350	2058.00	12.94	68.38	31.62
N°04	4.760	892.00	5.61	73.99	26.01
N°08	2.380	3829.00	24.08	98.07	1.93
N°16	1.190	138.00	0.87	98.94	1.06
N°30	0.590	32.00	0.20	99.14	0.86
N°50	0.297	25.00	0.16	99.30	0.70
N°100	0.149	39.00	0.25	99.54	0.46
N°200	0.074	28.00	0.18	99.72	0.28
Pasa N°200		45.00	0.28		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 3: Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia (2019)

d. Módulo de fineza (NTP 400.012: 2018)

El análisis de módulo de fineza del agregado grueso se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.012: 2018. En el presente cuadro se observan los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 28: Módulo de fineza del agregado grueso

MODULO DE FINEZA POR CADA TAMIZADO SEGÚN LA NORMA ASTM C-33						
TAMIZ ASTM	M1		M2		M3	
	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% RETENIDO	% RET. ACUM.
1"				1.20		1.52
3/4"	2.17	2.9	4.06	5.26	2.58	4.10
1/2"	32.60	35.51	33.83	39.09	36.82	40.92
3/8"	16.53	52.04	16.41	55.50	14.53	55.44
1/4"	12.60	64.63	13.05	68.55	12.94	68.38
N°04	5.43	70.07	5.76	74.31	5.61	73.99
N°08	26.88	96.95	24.23	98.53	24.08	98.07
N°16	1.47	98.42	0.67	99.20	0.87	98.94
N°30	0.49	98.91	0.10	99.30	0.20	99.14
N°50	0.29	99.2	0.05	99.35	0.16	99.30
N°100	0.31	99.51	0.11	99.46	0.25	99.54
TOTAL		6.18		6.31		6.29
MOD. FINEZA	6.18		6.31		6.29	
PROMEDIO	6.26					

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del Módulo de fineza del agregado grueso es 6.26.

e. Superficie específica

El análisis de superficie específica del agregado grueso se realizó conforme la norma NTP 400.012. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 29: Superficie específica de muestra N° 01 del agregado grueso

SUPERFICIE ESPECÍFICA M1				
TAMIZ ASTM	ABERTURA (cm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
1"	2.540			
3/4"	1.905	2.2225	2.17	0.98
1/2"	1.270	1.5875	32.60	20.54
3/8"	0.9525	1.11125	16.53	14.88
1/4"	0.635	0.79375	12.60	15.87
N°04	0.476	0.5555	5.43	9.78
N°08	0.238	0.357	26.88	75.29
N°16	0.119	0.1785	1.47	8.23
N°30	0.059	0.089	0.49	5.53
N°50	0.0297	0.04435	0.29	6.63
N°100	0.0149	0.0223	0.31	13.76
FONDO	0.0074	0.01115	0.34	30.38
TOTAL				201.86
Pi:	Porcentaje retenido de partículas entre tamices			
Di:	Promedio de diámetro de partículas entre tamices			

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$Se = \frac{0.06}{2.646} \times 201.86 = 4.58 \text{ cm}^2/\text{g}$$

Tabla 30: Superficie específica de muestra N° 02 del agregado grueso

SUPERFICIE ESPECÍFICA M2				
TAMIZ ASTM	ABERTURA (cm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
1"	2.540			
3/4"	1.905	2.2225	4.06	1.83
1/2"	1.270	1.5875	33.83	21.31
3/8"	0.9525	1.11125	16.41	14.77
1/4"	0.635	0.79375	13.05	16.44
N°04	0.476	0.5555	5.76	10.37
N°08	0.238	0.357	24.23	67.87
N°16	0.119	0.1785	0.67	3.75
N°30	0.059	0.089	0.10	1.12
N°50	0.0297	0.04435	0.05	1.13
N°100	0.0149	0.0223	0.11	4.93
FONDO	0.0074	0.01115	0.12	10.76
TOTAL				154.28
Pi:	Porcentaje retenido de partículas entre tamices			
Di:	Promedio de diámetro de partículas entre tamices			

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$Se = \frac{0.06}{2.646} \times 154.28 = 3.50 \text{ cm}^2/\text{g}$$

Tabla 31: Superficie específica de muestra N° 03 del agregado grueso

SUPERFICIE ESPECÍFICA M3				
TAMIZ ASTM	ABERTURA (cm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
1"	2.540			
3/4"	1.905	2.2225	2.58	1.16
1/2"	1.270	1.5875	36.82	23.19
3/8"	0.9525	1.11125	14.53	13.07
1/4"	0.635	0.79375	12.94	16.30
N°04	0.476	0.5555	5.61	10.10
N°08	0.238	0.357	24.08	67.44
N°16	0.119	0.1785	0.87	4.87
N°30	0.059	0.089	0.20	2.25
N°50	0.0297	0.04435	0.16	3.61
N°100	0.0149	0.0223	0.25	11.00
FONDO	0.0074	0.01115	0.18	15.79
TOTAL				168.78
Pi:	Porcentaje retenido de partículas entre tamices			
Di:	Promedio de diámetro de partículas entre tamices			

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$Se = \frac{0.06}{2.646} \times 168.78 = 3.83 \text{ cm}^2/\text{g}$$

f. Material que pasa el tamiz N° 200

El ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 se desarrolló según la norma ASTM C-117 y NTP 400.018. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 32: Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado grueso

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 SEGÚN NORMA ASTM C - 117			
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA SECA + TARA (gr)	6032	5833	8254
PESO DE MUESTRA LAVADA SECA + TARA (gr)	5989	5809	8234
PESO DE TARA (gr)	353	561	883
% QUE PASA LA MALLA N°200	0.76	0.46	0.27
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	0.50		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 0.50%

g. Ensayo de Abrasión

El ensayo de abrasión maquina Los Ángeles se realizó conforme la norma ASTM C-131. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 33: Abrasión (Los Ángeles) del agregado grueso

1. Gradacion de la muestra a emplear:

Tamiz		Peso retenido en gr.
m.m.	Pulg.	
12.7	1/2"	2505
9.52	3/8"	2501

2. Ensayo al desgaste:

Metodo	N° de revoluciones	Tiempo en minutos	N° de esferas	Peso inicial de muestra en gr.	Peso final de muestra en gr.	% Desgaste
B	500	15	11	5,006.00	4212.5	15.85

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Abrasión los ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaño menores de 37.5 mm (1 1/2"), se realizó según las Normas ASTM C-131.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, fue muestreada e identificada por el solicitante, y trasladada al laboratorio.

RESULTADOS : El ensayo realizado a la muestra se obtuvo un resultado del 15.85 % al desgaste.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos del MTC (2019)

h. Análisis químico del agregado grueso

El análisis químico del agregado grueso se realizó conforme la norma NTP 339.176, NTP 339.178, NTP 339.177, NTP 339.152 y AASHTO T267. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 34: Análisis Químico del agregado grueso

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	9,78	339.176
Cloruros	mg/Kg	14,04	339.178
Sulfatos	mg/Kg	N.D.	339.177
Sales totales	mg/Kg	19,80	339.152
Materia Orgánica	%	0,98	AASHTO T267

Fuente: Laboratorio Químico de la UNAP (2019)

i. Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso (ASTM D5821)

El ensayo de Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso se desarrolló según la norma ASTM D5821. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 35: Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso

Ensayo de Caras Fracturadas	%
Con una cara fracturada	15.99
Con dos o más caras fracturadas	72.87

Fuente: Elaboración propia (2019)

j. Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso (BS - 812, MTC E 221)

El ensayo de Índice de Aplanamiento y de Alargamiento de los Agregados se desarrolló según las normas BS – 81 y MTC E 221. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 36: Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados

Índice de aplanamiento y alargamiento	
Índice de aplanamiento	23.27 %
Índice de alargamiento	35.08 %

Fuente: Elaboración propia (2019)

k. Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso (NTP 400.040, ASTM D-4791)

El ensayo de Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso se desarrolló según las normas NTP 400.040 y ASTM D-4791. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 37: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso

PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO						
Relación dimensional	Pasa tamiz	Retenido en tamiz	Chatas	Alargadas	Chatas y Alargadas	Ni chatas, ni alargadas
1:2	1"	3/4"	-	-	-	-
	3/4"	1/2"	9.61 %	6.04 %	-	84.35 %
	1/2"	3/8"	20.44 %	14.57 %	3.22 %	61.77 %
1:3	1"	3/4"	-	-	-	-
	3/4"	1/2"	2.72 %	-	-	97.28 %
	1/2"	3/8"	6.93 %	1.47 %	-	91.61 %
1:4	1"	3/4"	-	-	-	-
	3/4"	1/2"	1.68 %	-	-	98.32 %
	1/2"	3/8"	3.53 %	-	-	96.47 %
1:5	1"	3/4"	-	-	-	-
	3/4"	1/2"	1.14 %	-	-	98.86 %
	1/2"	3/8"	0.42 %	-	-	99.58 %

Fuente: Elaboración propia (2019)

I. Resumen de Resultados

Tabla 38: Características Físicas Del Agregado Grueso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO				
ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIÓN	NORMATIVA
Peso Unitario Suelto	1462 kg/m ³	N.A.	N.A.	NTP 400.017:2013
Peso Unitario Compactado	1539 kg/m ³	N.A.	N.A.	NTP 400.017:2013
Peso Específico	2.646 gr/cm ³	N.A.	N.A.	NTP 400.021:2018
Absorción	0.655%	N.A.	N.A.	NTP 400.021:2018
Granulometría	Véase Tablas 25-27	SEGÚN HUSOS	ACEPTABLE	NTP 400.012:2018
Módulo de Finura	6.26	N.A.	N.A.	NTP 400.012:2018
Superficie Específica	3.97 cm ² /gr	N.A.	N.A.	
Material que pasa la malla N°200	0.50%	1 % (máx.)	OK	NTP 400.018:2013
Abrasión	15.85%	50 % (máx.)	OK	ASTM C 131-AASHTO T96-ASTM C535
Porcentaje de Caras Fracturadas en el Agregado Grueso	1 cara frac.=15.99%	50 % (mín.)	OK	ASTM D5821
	>1 cara frac.=72.87%			
Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso	Aplanamiento=23.27%	N.A.	N.A.	BS-812, MTC E221
	Alargamiento=35.08%	N.A.	N.A.	
Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso	Véase Tabla 37	Chatas (15% máx.)	OK	NTP 400.040, ASTM D4791
		Alargadas (15% máx.)	OK	

Tabla 39: Características Químicas Del Agregado Grueso

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGREGADO GRUESO				
ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIÓN	NORMATIVA
Cloruros con Ion Cl	14.04 mg/Kg	600 (max.)	OK	NTP 339.178
Sulfatos con Ion SO ₄	N.A.	1000 (max.)	OK	NTP 339.177
Sales Solubles Totales	19.80 mg/Kg	1300 (max.)	OK	NTP 339.152
Impurezas Orgánicas Totales	0.98%	No debe contener	ACEPTABLE	AASHTO T267
pH	9.78	N.A.	N.A.	NTP 339.176

5.3. Agregado Fino

Los ensayos básicos del agregado fino (arena de color gris proveniente también de la cantera “Buenos Aires”) realizados con el fin de efectuar los diseños de mezcla, fueron:

a. Peso unitario (NTP 400.017: 2013)

Peso unitario suelto (PUS)

El ensayo de peso unitario suelto se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 40: Peso unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C-29			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	9361	9198	9225
PESO DE MOLDE (gr.)	6231	6231	6231
PESO DE MUESTRA (gr.)	3130	2967	2994
VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2114	2114	2114
PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.481	1.489	1.480
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,483		

Fuente: Elaboración propia de los autores. (2019)

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1483 kg/m3.

Peso unitario compactado (PUC)

El ensayo de peso unitario compactado se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los siguientes resultados:

Tabla 41: Peso unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C-29			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	10114	10144	10134
PESO DE MOLDE (gr.)	6231	6231	6231
PESO DE MUESTRA (gr.)	3883	3913	3903
VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2114	2114	2114
PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.837	1.851	1.846
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,845		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del Peso unitario compactado del agregado fino es 1845 kg/m3.

b. Peso específico (NTP 400.022:2018)

El ensayo de peso específico y absorción se realizó conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 42: Peso específico y absorción del agregado fino

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128					
DESCRIPCIÓN		M1	M2	M2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	272.64	275.6	277.77	
B	Peso Frasco + H ₂ O	675.43	730.52	815.41	
C	Peso Frasco + H ₂ O + A = (A+B)	948.07	1006.12	1093.18	
D	Peso de Mat. + H ₂ O en el Frasco	844.4	901.5	987.49	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	103.67	104.62	105.69	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	269.69	272.69	275.28	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	100.72	101.71	103.2	
Peso Específico de Masa (Base Seca)= (F/E)		2.601	2.606	2.605	2.604
Peso Específico de Masa (S.S.S) = (A/E)		2.630	2.634	2.628	2.631
Peso Específico Aparente = (F/G)		2.678	2.681	2.667	2.675
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		1.09	1.07	0.90	1.02

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El Peso específico del agregado fino es 2.604 gr/cm³ y el Porcentaje de absorción del agregado fino es 1.02%.

c. Granulometría De Agregado Fino (NTP 400.012:2018)

El análisis granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según la norma ASTM C-136 y NTP 400.012. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 43: Granulometría del agregado fino

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 – in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	5 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

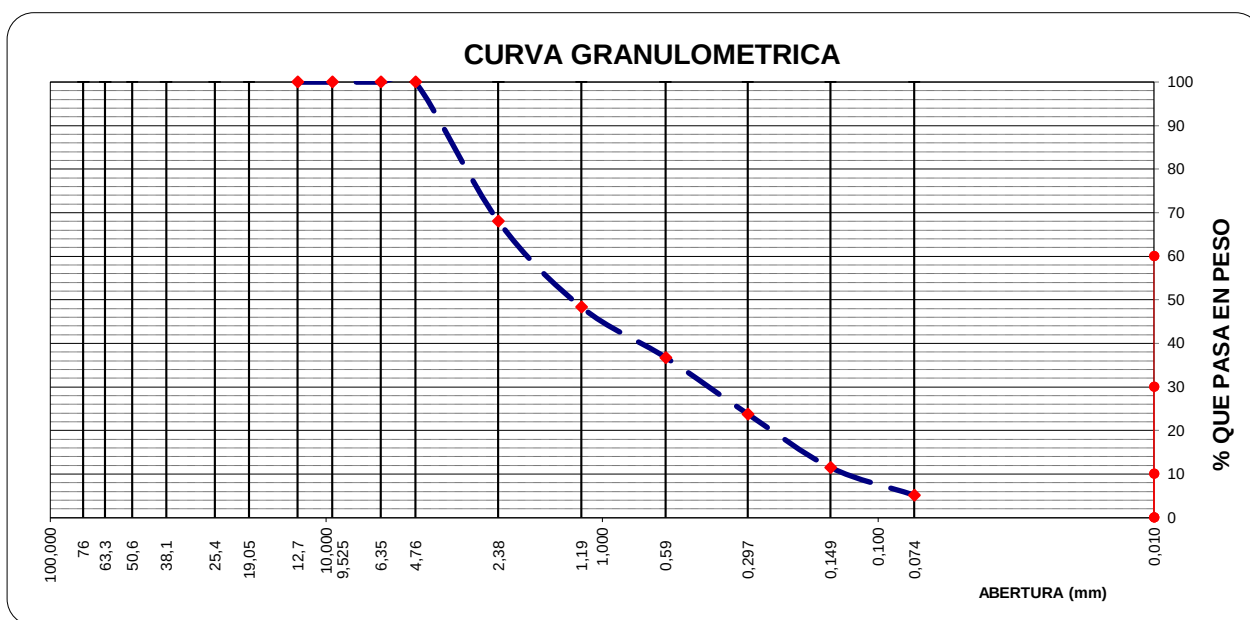
Fuente: Norma NTP-2018

Tabla 44: Análisis granulométrico de muestra N° 01 del agregado fino

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE TAMIZADO (MUESTRA N° 01) SEGÚN LA NORMA ASTM C – 136					
TAMIZ ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
N° 4	4.76				100
N° 8	2.38	330.92	30.99	31.9	68.1
N° 16	1.19	210.93	19.75	51.65	48.35
N° 30	0.59	123.93	11.55	63.2	36.8
N° 50	0.297	138.87	13	76.21	23.79
N° 100	0.149	131.23	12.29	88.5	11.5
N° 200	0.074	68.11	6.38	94.87	5.13
PASA N° 200		55.49	5.2		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 4: Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino.



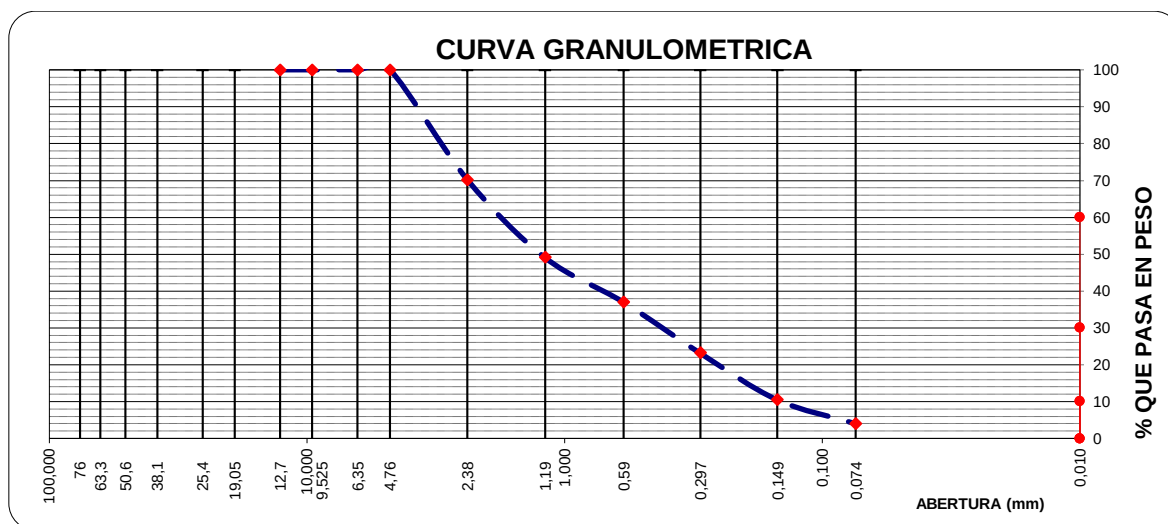
Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 45: Análisis granulométrico de muestra N° 02 del agregado fino

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE TAMIZADO (MUESTRA N° 02) SEGÚN LA NORMA ASTM C - 136					
TAMIZ ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
N° 4	4.76				100
N° 8	2.38	323.25	29.17	29.81	70.19
N° 16	1.19	233.59	21.08	50.89	49.11
N° 30	0.59	134.07	12.1	62.99	37.01
N° 50	0.297	153.28	13.83	76.82	23.18
N° 100	0.149	140.39	12.67	89.48	10.52
N° 200	0.074	71.57	6.46	95.94	4.06
PASA N° 200		44.97	4.06		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 5: Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino.



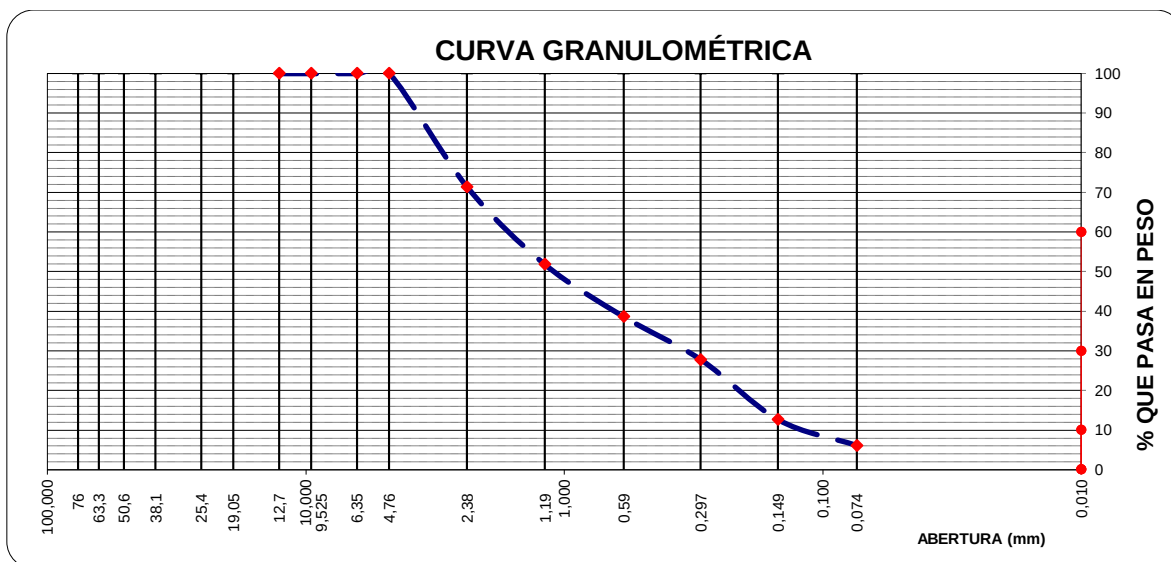
Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 46: Análisis granulométrico de muestra N° 03 del agregado fino

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE TAMIZADO (MUESTRA N° 03) SEGÚN LA NORMA ASTM C - 136					
TAMIZ ASTM	ABERTURA mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
N° 4	4.76				100
N° 8	2.38	99.65	28.55	28.6	71.4
N° 16	1.19	68.27	19.56	48.16	51.84
N° 30	0.59	45.98	13.17	61.34	38.66
N° 50	0.297	37.82	10.84	72.17	27.83
N° 100	0.149	52.88	15.15	87.32	12.68
N° 200	0.074	22.72	6.51	93.83	6.17
PASA N° 200		21.54	6.17		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 6: Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino



Fuente: Elaboración propia (2019)

d. Módulo de fineza (NTP 400.012: 2018)

El análisis de módulo de fineza del agregado fino se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.012: 2018. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 47: Módulo de fineza del agregado fino

MODULO DE FINEZA DE TAMIZADO SEGÚN LA NORMA ASTM C-33						
TAMIZ ASTM	M1		M2		M3	
	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% RETENIDO	% RET. ACUM.
N° 4						
N° 8	30.99	31.9	29.17	29.81	28.55	28.6
N° 16	19.75	51.65	21.08	50.89	19.56	48.16
N° 30	11.55	63.2	12.10	62.99	13.17	61.34
N° 50	13.00	76.21	13.83	76.82	10.84	72.17
N° 100	12.29	88.5	12.67	89.48	15.15	87.32
TOTAL		3.11		3.10		2.98
MOD. FINEZA	3.11		3.10		2.98	
PROMEDIO	3.06					

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del Módulo de fineza del agregado fino es 3.06

e. Superficie específica

El análisis de superficie específica del agregado fino se realizó conforme la norma NTP 400.012. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 48: Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino

SUPERFICIE ESPECÍFICA DE M1				
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
N° 4	4.76	0.7125		0
N° 8	2.38	0.3555	30.99	87.17
N° 16	1.19	0.1770	19.75	111.59
N° 30	0.59	0.0885	11.55	130.56
N° 50	0.297	0.0442	13.00	294.21
N° 100	0.149	0.0221	12.29	556.05
FONDO	0.074	0.0111	6.38	574.77
TOTAL				1754.36
Pi: Porcentaje retenido de partículas entre tamices				
Di: Promedio de diámetro de partículas entre tamices				

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$Se = \frac{0.06}{2.604} \times 1754.36 = 40.42 \text{ cm}^2/\text{g}$$

Tabla 49: Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino

SUPERFICIE ESPECÍFICA DE M2				
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
N° 4	4.76	0.7125		0
N° 8	2.38	0.3555	29.17	82.04
N° 16	1.19	0.1770	21.08	119.10
N° 30	0.59	0.0885	12.10	136.72
N° 50	0.297	0.0442	13.83	312.90
N° 100	0.149	0.0221	12.67	573.17
FONDO	0.074	0.0111	6.46	581.98
TOTAL				1805.91
Pi:	Porcentaje retenido de partículas entre tamices			
Di:	Promedio de diámetro de partículas entre tamices			

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$Se = \frac{0.06}{2.604} \times 1805.91 = 41.61 \text{ cm}^2/\text{g}$$

Tabla 50: Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino

SUPERFICIE ESPECÍFICA DE M3				
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/Di
N° 4	4.76	0.7125		0
N° 8	2.38	0.3555	28.55	80.31
N° 16	1.19	0.1770	19.56	110.51
N° 30	0.59	0.0885	13.17	148.81
N° 50	0.297	0.0442	10.84	245.25
N° 100	0.149	0.0221	15.15	685.52
FONDO	0.074	0.0111	6.51	586.49
TOTAL				1856.89
Pi:	Porcentaje retenido de partículas entre tamices			
Di:	Promedio de diámetro de partículas entre tamices			

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$Se = \frac{0.06}{2.604} \times 1856.89 = 42.79 \text{ cm}^2/\text{g}$$

f. Material que pasa el tamiz N° 200

El ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 se desarrolló según la norma ASTM C-117 y NTP 400.018. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 51: Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 SEGÚN NORMA ASTM C - 117			
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	1039.94	930.73	944.45
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	943.12	843.68	851.16
PESO DE TARA (gr)	161.33	164.28	156.95
% QUE PASA LA MALLA N°200	11.02	11.36	11.85
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	11.41		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 11.41%

g. Análisis químico del agregado fino

El análisis químico del agregado fino se realizó conforme la norma NTP 339.176, NTP 339.178, NTP 339.177, NTP 339.152 y AASHTO T267. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 52: Análisis Químico del agregado fino

Parámetros	Unidades	Resultados	Norma NTP
pH	-----	9,75	339.176
Cloruros	mg/Kg	17,44	339.178
Sulfatos	mg/Kg	22,46	339.177
Sales totales	mg/Kg	50,90	339.152
Materia Orgánica	%	1,28	AASHTO T267

Fuente: Elaboración propia (2019)

h. Ensayo de Equivalente de Arena (ASTM D-2419)

El ensayo de Equivalente de Arena se desarrolló según la norma ASTM D-2419. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 53: Ensayo de Equivalente de Arena

N° DE ENSAYOS		1	2	3
I	Nivel de arcilla (mm)	200	205	211
II	Nivel de arena (mm)	111	116	115
EQUIVALENTE DE ARENA ((II)/(I))*100 (%)		55.5	56.59	54.5
Redondeo al inmediato superior		56	57	55
PROMEDIO		56		

Fuente: Elaboración propia (2019)

i. Resumen de Resultados

Tabla 54: Características Físicas del Agregado Fino

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO				
ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIÓN	NORMATIVA
Peso Unitario Suelto	1483 kg/m ³	N.A.	N.A.	NTP 400.017:2013
Peso Unitario Compactado	1845 kg/m ³	N.A.	N.A.	NTP 400.017:2013
Peso Específico	2.604 gr/cm ³	N.A.	N.A.	NTP 400.022:2018
Absorción	1.02%	N.A.	N.A.	NTP 400.022:2018
Granulometría	Véase Tabla 42-44	SEGÚN HUSOS	ACEPTABLE	NTP 400.012:2018
Módulo de Finura	3.06	2.3 - 3.1	OK	NTP 400.012:2018
Superficie Específica	41.47 cm ² /gr	N.A.	N.A.	
Material que pasa la malla N°200	11.41%	5 % (máx.)	Excede 6.41 %.	NTP 400.018:2013
Ensayo de Equivalente de Arena	56%	65% (mín.)	Falta 9%.	ASTM D2419

Tabla 55: Características Químicas del Agregado Fino

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGREGADO FINO				
ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIÓN	NORMATIVA
Cloruros con Ion Cl	17.44 mg/Kg	600 (max.)	OK	NTP 339.178
Sulfatos con Ion SO ₄	22.46 mg/Kg	1000 (max.)	OK	NTP 339.177
Sales Solubles Totales	50.90 mg/Kg	1300 (max.)	OK	NTP 339.152
Impurezas Orgánicas Totales	1.28%	No debe contener	ACEPTABLE	AASHTO T267
pH	9.75	NA	NA	NTP 339.176

5.4. Concreto

5.4.1. Diseño de Mezcla

Se realizaron 3 diseños de mezcla a base de relaciones agua/cemento $a/c = 0.70$, 0.60 y 0.50 , respectivamente, inmediatamente después de haber obtenido el Diseño de Agregados en el paso anterior, es decir con la proporción de 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso.

a. Diseño de Mezcla con $a/c = 0.70$

CUADRO N° 1. Diseño de mezcla de concreto – Parte I

</

CUADRO N° 2. Diseño de mezcla de concreto – Parte II

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	245	Lts/m ³				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.70					
Factor Cemento	:	$C=A/Rac$	245.00 / 0.7	=	350	=	8.24 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	2.00	%				
Combinación de Agregados	:	50%	A. FINO		50%	A. GRUESO	

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	350 / 3030	=	0.116 m3
Agua	:	245.00 / 1000	=	0.245 m3
Aire Atrapado	:	2.00 / 100	=	0.02 m3
				0.381 m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.380512	=	0.619 m3
Peso del Agregado Fino	:	50%	0.310 x 2604	= 806.6 kg
Peso del Agregado Grueso	:	50%	0.310 x 2646	= 819.6 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	350.0	Kg/m ³
Agua	:	245.0	Lts/m ³
Agregado Fino	:	806.6	Kg/m ³
Agregado Grueso	:	819.6	Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	806.63 x 1.0319	=	832.357	Kg/m ³
Peso Humedo del A. Grueso	:	819.57 x 1.0191	=	835.219	Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	3.19 - 1.02	=	2.17	%
Humedad Superficial A. Grueso	:	1.91 - 0.65	=	1.26	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	806.63 x 0.0217	=	17.5038	Lts.
Aporte de Humedad A. Grueso	:	819.57 x 0.0126	=	10.3265	Lts.
				27.83	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	245.00 - 27.83	=	217.17	Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	350.0	Kg/m ³
Agua	:	217.2	Lts/m ³
Agregado Fino	:	832.4	Kg/m ³
Agregado Grueso	:	835.2	Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	350.00 / 350.00	=	1.00
Agregado Fino	:	832.357 / 350.00	=	2.38
Agregado Grueso	:	835.219 / 350.00	=	2.39
Agua	:	0.62 x 42.50	=	26.35

		C	AF	AG	Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	2.38	2.39	26.35	Lts/m ³

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1530.31	Kg/m ³
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1489.92	Kg/m ³

		C	AF	AG	Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	2.31	2.39	26.35	Lts/m ³

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	101.2	Kg
Agregado Grueso	:	101.6	Kg
Agua Efectiva	:	26.4	Lts.

b. Diseño de Mezcla con a/c = 0.60

CUADRO N° 3: Diseño de mezcla de concreto – Parte I

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO			
DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO			
DATO DE CAMPO		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	Buenos Aires - Picota
Ubicación	:	Buenos Aires - Picota	Buenos Aires - Picota
INFORMACION			
A. MATERIALES			
1. CEMENTO			
Marca y Tipo	:	ANDINO TIPO IPM	
Peso Específicc	:	3.03 gr/cc	
Peso Unitario	:	1500 kg/m3	
2. AGREGADOS			
		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Específico	:	2.604 gr/cc	2.646 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	1.02 %	0.65 %
Peso Unitario Suelto	:	1,483 Kg/m3	1,462 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,845 Kg/m3	1,539 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	3.11	-
Tamaño Maximo Nominal	:	---	-
Humedad para Diseño	:	2.60 %	1.49 %
B. CARACTERISTICAS			
3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN			
Estimación de Agua	:	245	Lts/m3
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.60	
Factor Cemento	:	C=A/Rac	245.00 / 0.6 = 408.3 = 9.61 Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	:	3.50	%
Combinación de Agregados	:	50% A. FINO	50% A. GRUESO
C. CALCULO			
4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA			
Cemento	:	408.3 / 3030	= 0.135 m3
Agua	:	245.00 / 1000	= 0.245 m3
Aire Atrapado	:	3.50 / 100	= 0.035 m3
			0.415 m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.414752	= 0.585 m3
Peso del Agregado Fino	:	50% 0.293 x 2604	= 762.0 kg
Peso del Agregado Grueso	:	50% 0.293 x 2646	= 774.3 kg
5. VALORES DE DISEÑO			
Cemento	:	408.3 Kg/m3	
Agua	:	245.0 Lts/m3	
Agregado Fino	:	762.0 Kg/m3	
Agregado Grueso	:	774.3 Kg/m3	

CUADRO N° 4: Diseño de mezcla de concreto – Parte II

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS											
Peso Humedo del A. Fino	:	762.04×1.0260	= 781.855 Kg/m ³								
Peso Humedo del A. Grueso	:	774.27×1.0149	= 785.804 Kg/m ³								
Humedad Superficial A. Fino	:	$2.60 - 1.02$	= 1.58 %								
Humedad Superficial A. Grueso	:	$1.49 - 0.65$	= 0.84 %								
Aporte de Humedad A. Fino	:	762.04×0.0158	= 12.0403 Lts.								
Aporte de Humedad A. Grueso	:	774.27×0.0084	= 6.50384 Lts.								
			18.54 Lts.								
Agua Efectiva de Diseño	:	$245.00 - 18.54$	= 226.46 Lts.								
7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD											
Cemento	:	408.3	Kg/m ³								
Agua	:	226.5	Lts/m ³								
Agregado Fino	:	781.9	Kg/m ³								
Agregado Grueso	:	785.8	Kg/m ³								
8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)											
Cemento	:	$408.30 / 408.30$	= 1.00								
Agregado Fino	:	$781.855 / 408.30$	= 1.91								
Agregado Grueso	:	$785.804 / 408.30$	= 1.92								
Agua	:	0.55×42.50	= 23.38								
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>C</td><td>AF</td><td>AG</td><td>Agua</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1.91</td><td>1.92</td><td>23.38</td></tr> </table>	C	AF	AG	Agua	1	1.91	1.92	23.38	Lts/m ³
C	AF	AG	Agua								
1	1.91	1.92	23.38								
9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)											
Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1521.56	Kg/m ³								
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1483.78	Kg/m ³								
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>C</td><td>AF</td><td>AG</td><td>Agua</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1.87</td><td>1.92</td><td>23.38</td></tr> </table>	C	AF	AG	Agua	1	1.87	1.92	23.38	Lts/m ³
C	AF	AG	Agua								
1	1.87	1.92	23.38								
10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO											
Cemento	:	42.5	Kg								
Agregado Fino	:	81.2	Kg								
Agregado Grueso	:	81.6	Kg								
Agua Efectiva	:	23.4	Lts.								

c. Diseño de Mezcla con a/c = 0.50

CUADRO N° 5: Diseño de mezcla de concreto – Parte I

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO				
DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO				
DATO DE CAMPO		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Carretera Fernando Belaunde Terry km...	Carretera Fernando Belaunde Terry km...	
INFORMACION				
A. MATERIALES				
1. CEMENTO				
Marca y Tipo	:	ANDINO TIPO IPM		
Peso Específicc	:	3.03 gr/cc		
Peso Unitario	:	1500 kg/m3		
2. AGREGADOS				
		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
Peso Específico	:	2.604 gr/cc	2.646 gr/cc	
Porcentaje de Absorción	:	1.02 %	0.65 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,483 Kg/m3	1,462 Kg/m3	
Peso Unitario Compactado	:	1,845 Kg/m3	1,539 Kg/m3	
Modulo de Fineza	:	3.11	-	
Tamaño Maximo Nominal	:	---	-	
Humedad para Diseño	:	2.77 %	1.13 %	
B. CARACTERISTICAS				
3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN				
Estimación de Agua	:	245	Lts/m3	
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.50		
Factor Cemento	:	C=A/Rac	245.00 / 0.5	= 490 = 11.53 Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	:	3.50	%	
Combinación de Agregados	:	50%	A. FINO	50% A. GRUESO
C. CALCULO				
4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA				
Cemento	:	490 / 3030	=	0.162 m3
Agua	:	245.00 / 1000	=	0.245 m3
Aire Atrapado	:	3.50 / 100	=	0.035 m3
				0.442 m3
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.441716	=	0.558 m3
Peso del Agregado Fino	:	50%	0.279 x 2604	= 726.9 kg
Peso del Agregado Grueso	:	50%	0.279 x 2646	= 738.6 kg
5. VALORES DE DISEÑO				
Cemento	:	490.0 Kg/m3		
Agua	:	245.0 Lts/m3		
Agregado Fino	:	726.9 Kg/m3		
Agregado Grueso	:	738.6 Kg/m3		

CUADRO N° 6: Diseño de mezcla de concreto – Parte II

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS											
Peso Humedo del A. Fino	:	726.93×1.0277	= 747.069 Kg/m ³								
Peso Humedo del A. Grueso	:	738.59×1.0113	= 746.94 Kg/m ³								
Humedad Superficial A. Fino	:	$2.77 - 1.02$	= 1.75 %								
Humedad Superficial A. Grueso	:	$1.13 - 0.65$	= 0.48 %								
Aporte de Humedad A. Fino	:	726.93×0.0175	= 12.7213 Lts.								
Aporte de Humedad A. Grueso	:	738.59×0.0048	= 3.54525 Lts.								
			16.27 Lts.								
Agua Efectiva de Diseño	:	$245.00 - 16.27$	= 228.73 Lts.								
7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD											
Cemento	:	490.0 Kg/m ³									
Agua	:	228.7 Lts/m ³									
Agregado Fino	:	747.1 Kg/m ³									
Agregado Grueso	:	746.9 Kg/m ³									
8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)											
Cemento	:	$490.00 / 490.00$	= 1.00								
Agregado Fino	:	$747.069 / 490.00$	= 1.52								
Agregado Grueso	:	$746.94 / 490.00$	= 1.52								
Agua	:	0.47×42.50	= 19.98								
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>C</td><td>AF</td><td>AG</td><td>Agua</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1.52</td><td>1.52</td><td>19.98</td></tr> </table>	C	AF	AG	Agua	1	1.52	1.52	19.98	Lts/m ³
C	AF	AG	Agua								
1	1.52	1.52	19.98								
9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)											
Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1524.08 Kg/m ³									
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1478.52 Kg/m ³									
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>C</td><td>AF</td><td>AG</td><td>Agua</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1.48</td><td>1.53</td><td>19.98</td></tr> </table>	C	AF	AG	Agua	1	1.48	1.53	19.98	Lts/m ³
C	AF	AG	Agua								
1	1.48	1.53	19.98								
10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO											
Cemento	:	42.5 Kg									
Agregado Fino	:	64.6 Kg									
Agregado Grueso	:	64.6 Kg									
Agua Efectiva	:	20.0 lts.									

5.4.2. Propiedades del Concreto Fresco

Se ejecutaron 05 ensayos según sus normativas. Se utilizó probetas de 4" x 8", de plástico y marca Forney. Se realizaron 3 diseños de mezcla, 1 por cada relación a/c = 0.70, 0.60 y 0.50. En el siguiente cuadro se mostrarán los resultados de los ensayos efectuados.

Tabla 56: Propiedades del Concreto Fresco

Diseño a/c Propiedades	Relación a/c = 0.70	Relación a/c = 0.60	Relación a/c = 0.50	Norma
Peso Unitario	2199.38 Kg/m ³	2199.99 Kg/m ³	2242.34 Kg/m ³	N.T.P. 339.046:2013
Consistencia	6"	4 3/4"	3 1/2"	NTP 339.035:2009 / ASTM C-143
Contenido de Aire	3.55 %	3.61 %	2.21 %	NTP 339.046 / ASTM C231
Exudación	0.93 %	0.70 %	0.52 %	NTP 339.077:2018 / ASTM C232
Temperatura	31.8 °C	32.0 °C	32.5 °C	NTP 339.184 / ASTM C1064

Fuente: Elaboración propia (2019)

CUADRO N° 7: Peso Unitario De Producción Y Contenido De Aire Del Concreto

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.70**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 350.00 kg	0.11551 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 814.85 kg	0.30974 m3
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 824.93 kg	0.30974 m3
AGUA	: 245.00 kg	0.24500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2234.79 kg	0.980 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2234.79 \text{ kg}}{0.980 \text{ m}^3} = 2280.41 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	9132	9181	9163
(B) PESO DE MOLDE (g)	2941	2941	2941
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	6191	6240	6222
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.190	2.207	2.201
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.19939		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2199.39		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2234.79 \text{ kg.}}{2199.386667 \text{ kg/m}^3} = 1.016097 \text{ m}^3$$

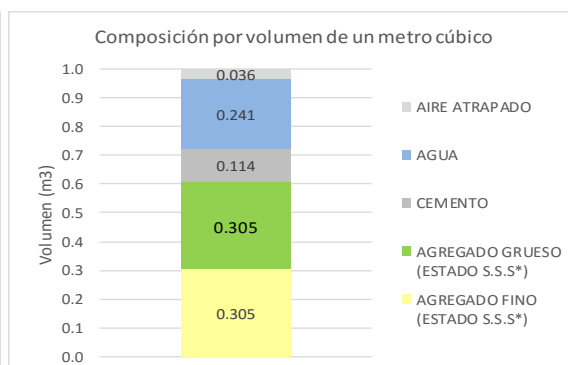
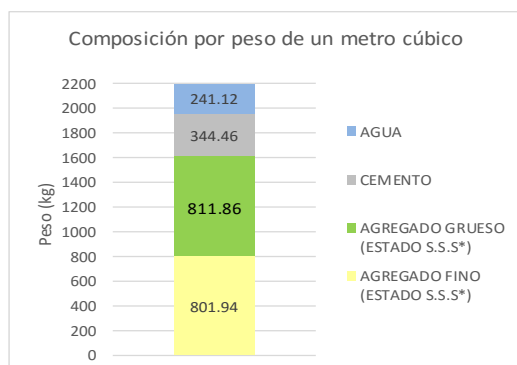
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.016097 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.016$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{350 \text{ m}^3}{1.016097 \text{ m}^3} = 344.46 \text{ kg/m}^3 = 8.1 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = 3.55 \%$$

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 344.46 kg	0.114 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 801.94 kg	0.305 m3
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 811.86 kg	0.305 m3
AGUA	: 241.12 kg	0.241 m3
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.036 m3
TOTAL	2199.38 kg	1.0000 m3



CUADRO N° 8: Peso Unitario De Producción Y Contenido De Aire Del Concreto

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO			
ASTM C-138			
Relación agua/cemento:		0.60	
DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)			
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO	
CEMENTO	: 408.30 kg	0.13475 m3	
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 769.82 kg	0.29262 m3	
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 779.34 kg	0.29262 m3	
AGUA	: 245.00 kg	0.24500 m3	
TOTAL DE MATERIALES	2202.45 kg	0.965 m3	
S.S.S.* - saturado superficialmente seco			
PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)			
T = $\frac{2202.45 \text{ kg}}{0.965 \text{ m3}}$		= 2282.34 kg/m3	
PESO UNITARIO DEL CONCRETO			
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18923	9157	9162
(B) PESO DE MOLDE (g)	3356	2941	2941
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	15567	6216	6221
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.201	2.199	2.201
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.19999		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2199.99		
RENDIMIENTO	= $\frac{2202.45 \text{ kg.}}{2199.986667 \text{ kg/m3}}$	=	1.00112 m3
RENDIMIENTO RELATIVO	= $\frac{1.00112 \text{ m3}}{1\text{m3}}$	=	1.001
CONTENIDO DE CEMENTO REAL	= $\frac{408.3 \text{ m3.}}{1.00112 \text{ m3}}$	=	407.84 kg/m3 = 9.6 bolsas/m3
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	3.61 %		
COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL			
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO	
CEMENTO	: 407.84 kg	0.135 m3	
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 768.95 kg	0.292 m3	
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 778.46 kg	0.292 m3	
AGUA	: 244.73 kg	0.245 m3	
AIRE ATRAPADO	: 0.00 kg	0.036 m3	
TOTAL	: 2199.99 kg	1.0000 m3	

Composición por peso de un metro cúbico

Composición por volumen de un metro cúbico

CUADRO N° 9: Peso Unitario De Producción Y Contenido De Aire Del Concreto

<

5.4.3. Propiedades del Concreto Endurecido

Se ejecutaron 04 ensayos según sus normativas para determinar propiedades mecánicas del concreto. Se utilizó probetas de 4" x 8", de plástico y marca Forney. Se realizaron 3 diseños de mezcla, 1 por cada relación a/c = 0.70, 0.60 y 0.50, tanto los ensayos de Resistencia de la Compresión como el de la Tracción se realizaron en 04 edades (03, 07, 14 y 28 días) y los de Flexión en Vigas como el de Módulo de Elasticidad y Coeficiente de Poisson se realizaron a la edad de 28 días. En los siguientes cuadros se mostrarán los resultados de los ensayos efectuados y un resumen de estos.

Tabla 57: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)			
		Edad (3 días)	Edad (7 días)	Edad (14 días)	Edad (28 días)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	112.47	153.95	212.1	238.49
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	124.51	146.74	214.44	241.89
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	123.62	144.57	216.39	242.58
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	118.6	154.09	211.24	236.52
	DESVIACIÓN ESTANDAR	5.54	4.91	2.33	2.86
	VARIACION	30.65	24.11	5.43	8.18
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4.62	3.28	1.09	1.19
	PROMEDIO	120 kg/cm ²	150 kg/cm ²	214 kg/cm ²	240 kg/cm ²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 34, 35, 36 & 37) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 58: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A TRACCIÓN CON
RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)			
		Edad (3 días)	Edad (7 días)	Edad (14 días)	Edad (28 días)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	13.64	15.64	17.85	19.01
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	14.19	15.54	18.19	19.45
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	13.88	15.47	18.12	17.76
	DESVIACIÓN ESTANDAR	0.28	0.09	0.18	0.88
	VARIACION	0.08	0.01	0.03	0.77
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1.98	0.55	0.99	4.68
	PROMEDIO	14 kg/cm²	16 kg/cm²	18 kg/cm²	19 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 46, 47, 48 & 49) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

Tabla 59: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DE FLEXIÓN EN VIGAS CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²) Edad (28días)
1	VIGA TESTIGO 0.70	35
2	VIGA TESTIGO 0.70	38
3	VIGA TESTIGO 0.70	38
4	VIGA TESTIGO 0.70	35
5	VIGA TESTIGO 0.70	37
	DESVIACIÓN ESTANDAR	1.52
	VARIACION	2.30
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4.14
	PROMEDIO	37 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 58) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 60: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DEL MÓDULO ELÁSTICO
CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.70**

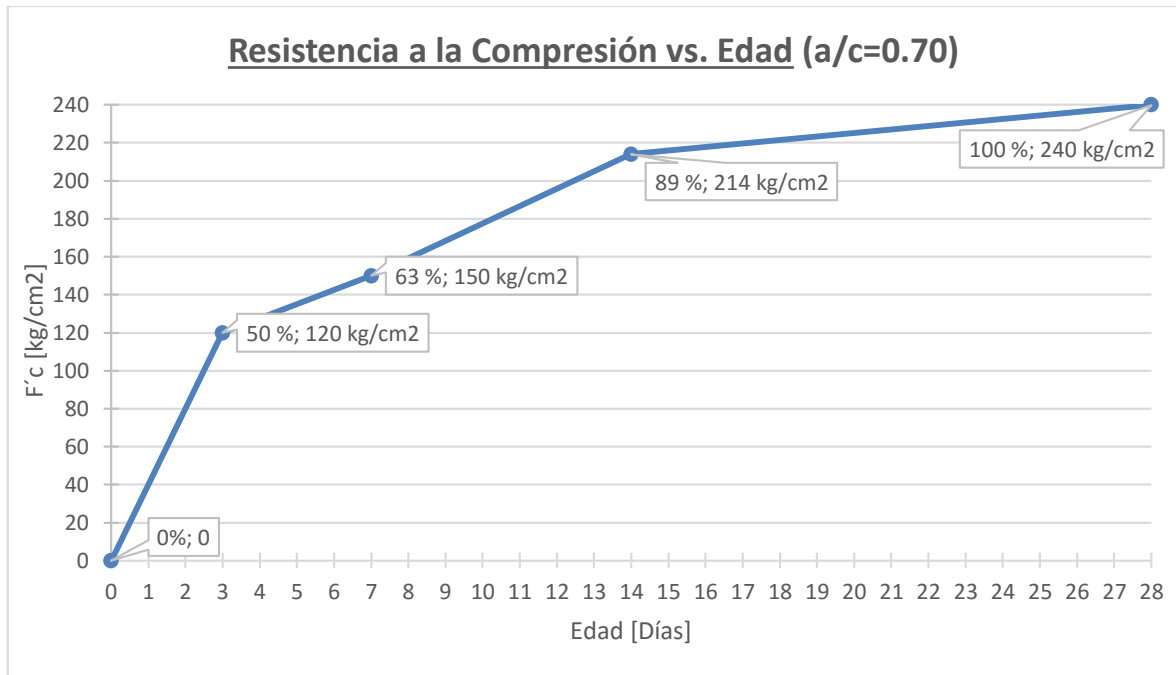
N° Mst.	Estructura o Identificación	ESFUERZO MAXIMO DE 240 (kg/cm ²) Edad (28 días)	
		MODULO ELASTICO	MODULO DE POISSON
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	262524	0.2793
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	261276	0.2755
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	270791	0.2682
	DESVIACIÓN ESTANDAR	5171.01	0.01
	VARIACION	26739336.33	0.00
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1.95	2.06
	PROMEDIO	264864 kg/cm²	0.274

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

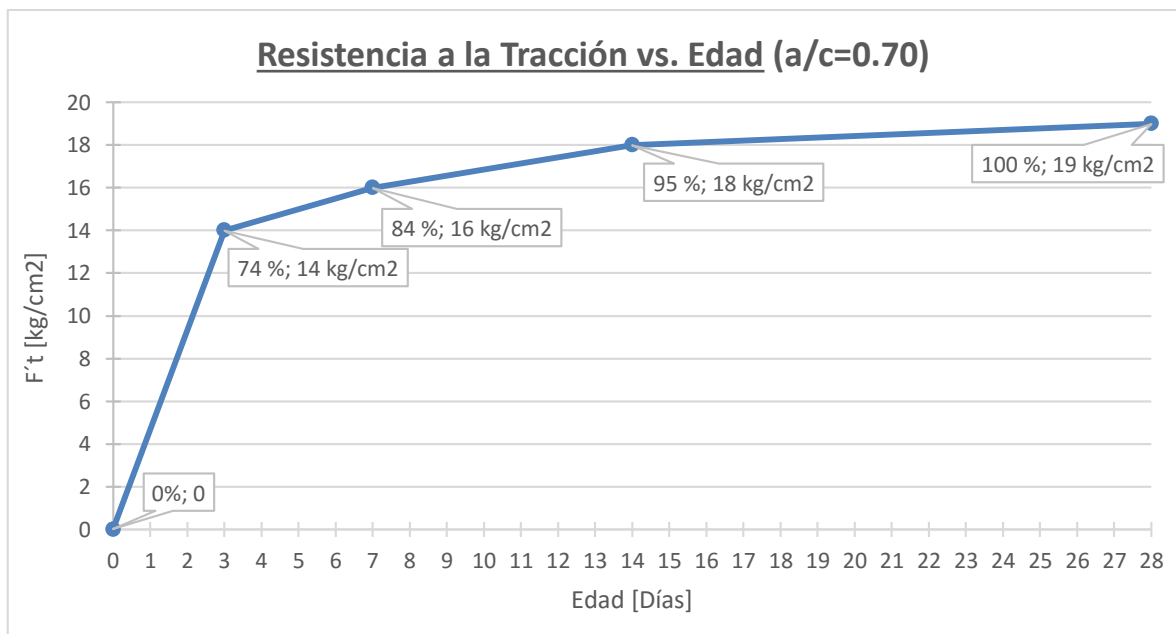
Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 61, 62, 63, 64, 65 & 66) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

Gráfica 7: Resistencia a la compresión vs. Edad ($a/c=0.70$)



Gráfica 8: Resistencia a la Tracción por compresión diametral vs. Edad ($a/c=0.70$)



**Tabla 61: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON
RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)			
		Edad (3 días)	Edad (7 días)	Edad (14 días)	Edad (28 días)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	159.69	206.01	262.79	325.26
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	148.1	199.98	255.78	312.06
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	143.25	199.25	254.78	326.53
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	146.21	210.25	262.38	331.28
	DESVIACIÓN ESTANDAR	7.20	5.22	4.24	8.23
	VARIACION	51.85	27.25	17.98	67.79
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4.82	2.56	1.64	2.54
	PROMEDIO	149 kg/cm²	204 kg/cm²	259 kg/cm²	324 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 38, 39, 40 & 41) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 62: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A TRACCIÓN CON
RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)			
		Edad (3 días)	Edad (7 días)	Edad (14 días)	Edad (28 días)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13.23	20.69	21.89	22.38
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13.44	20.79	21.92	22.36
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13.2	20.62	21.76	23.56
	DESVIACIÓN ESTANDAR	0.13	0.09	0.09	0.69
	VARIACION	0.02	0.01	0.01	0.47
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.98	0.41	0.39	3.02
	PROMEDIO	13 kg/cm²	21 kg/cm²	22 kg/cm²	23 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 50, 51, 52 & 53) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 63: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DE FLEXIÓN EN VIGAS
CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm2) Edad (28días)
1	VIGA TESTIGO 0.60	38
2	VIGA TESTIGO 0.60	37
3	VIGA TESTIGO 0.60	36
4	VIGA TESTIGO 0.60	39
5	VIGA TESTIGO 0.60	38
	DESVIACIÓN ESTANDAR	1.14
	VARIACION	1.30
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3.03
	PROMEDIO	38 kg/cm2

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 59) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 64: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DEL MÓDULO ELÁSTICO
CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.60**

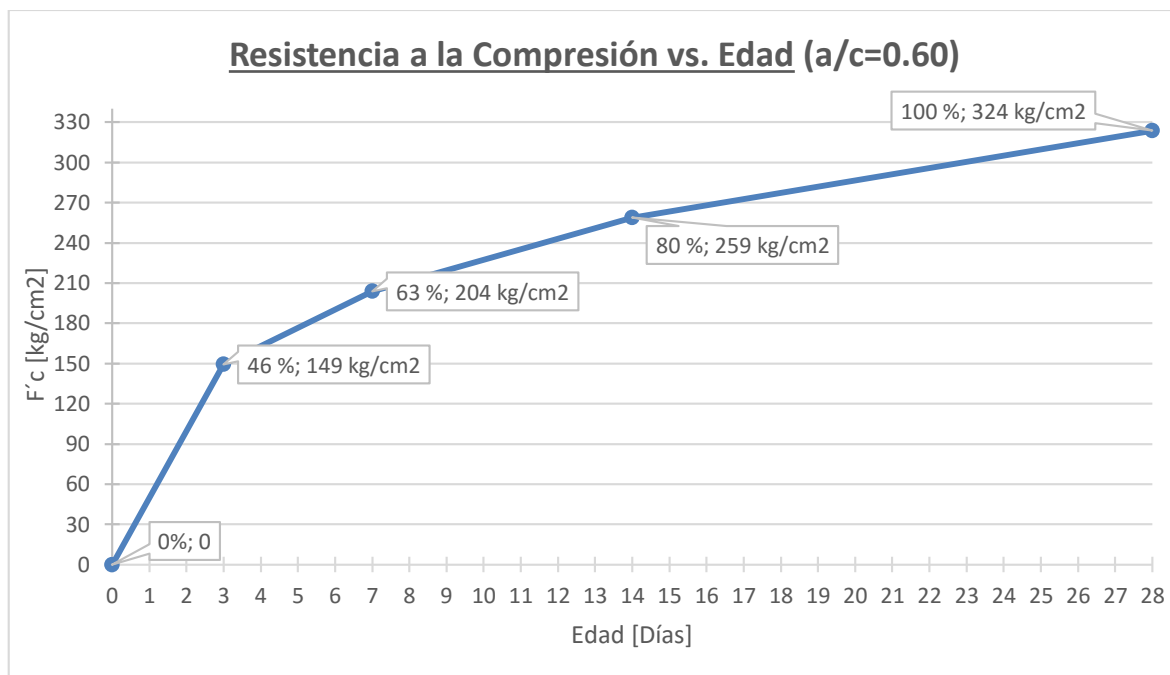
N° Mst.	Estructura o Identificación	ESFUERZO MAXIMO DE 324 (kg/cm ²) Edad (28 días)	
		MODULO ELASTICO	MODULO DE POISSON
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	250399	0.2826
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	239682	0.2776
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	249803	0.2804
	DESVIACIÓN ESTANDAR	6022.79	0.00
	VARIACION	36273991.00	0.00
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	2.44	0.89
	PROMEDIO	246628 kg/cm²	0.280

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

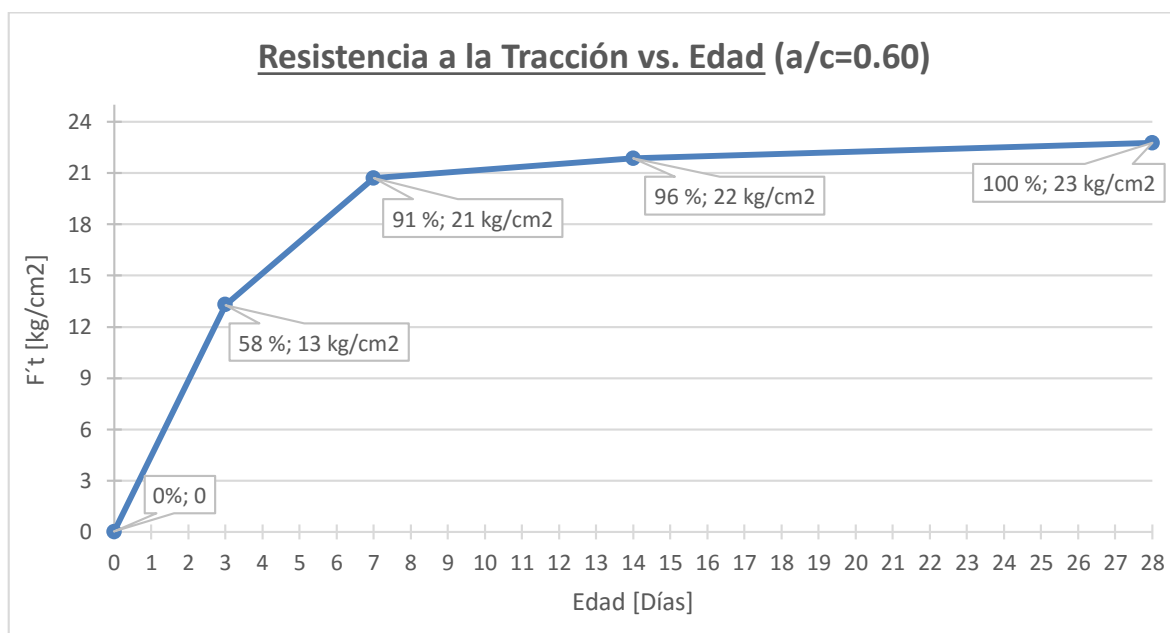
Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 67, 68, 69, 70, 71 & 72) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

Gráfica 9: Resistencia a la Compresión vs. Edad ($a/c=0.60$)



Gráfica 10: Resistencia a la Tracción por compresión diametral vs. Edad ($a/c=0.60$)



**Tabla 65: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON
RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)			
		Edad (3 días)	Edad (7 días)	Edad (14 días)	Edad (28 días)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	240.53	301.89	379.13	434.92
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	239.77	312.3	368.57	413.85
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	237.75	297.94	363.35	425.99
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	235.83	296.63	376.59	428.74
	DESVIACIÓN ESTANDAR	2.12	7.10	7.27	8.84
	VARIACION	4.47	50.43	52.82	78.21
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.89	2.35	1.95	2.08
	PROMEDIO	238 kg/cm²	302 kg/cm²	372 kg/cm²	426 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 42, 43, 44 & 45) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 66: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS A TRACCIÓN CON
RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)			
		Edad (3 días)	Edad (7 días)	Edad (14 días)	Edad (28 días)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	17.17	23.99	26.82	30.99
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	17.41	24.02	26.93	31.05
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	18.5	24.08	25.59	31.47
	DESVIACIÓN ESTANDAR	0.71	0.05	0.74	0.26
	VARIACION	0.50	0.00	0.55	0.07
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4.01	0.19	2.81	0.84
	PROMEDIO	18 kg/cm²	24 kg/cm²	26 kg/cm²	31 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 54, 55, 56 & 57) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 67: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DE FLEXIÓN EN VIGAS
CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50**

N° Mst.	Estructura o Identificación	Resistencia Obtenida (kg/cm ²) Edad (28días)
1	VIGA TESTIGO 0.50	42
2	VIGA TESTIGO 0.50	42
3	VIGA TESTIGO 0.50	43
4	VIGA TESTIGO 0.50	41
5	VIGA TESTIGO 0.50	43
	DESVIACIÓN ESTANDAR	0.84
	VARIACION	0.70
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1.98
	PROMEDIO	42 kg/cm²

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 60) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

**Tabla 68: RESULTADOS FINALES DE ENSAYOS DEL MÓDULO ELÁSTICO
CON RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.50**

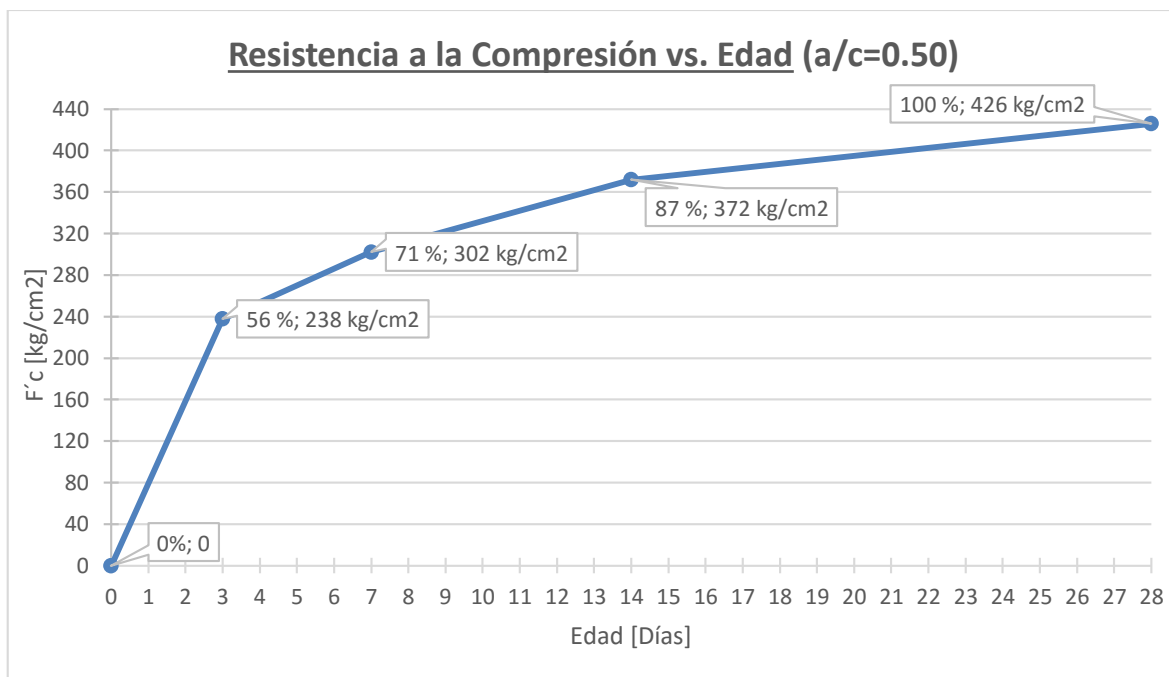
N° Mst.	Estructura o Identificación	ESFUERZO MAXIMO DE 426 (kg/cm ²) Edad (28 días)	
		MODULO ELASTICO	MODULO DE POISSON
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	266733	0.3184
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	268014	0.3251
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	260134	0.328
	DESVIACIÓN ESTANDAR	4228.52	0.00
	VARIACION	17880360.33	0.00
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1.60	1.52
	PROMEDIO	264960 kg/cm²	0.324

NOTA: Para el coeficiente de variación, el parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de resistencia. La distribución normal permite estimar matemáticamente la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno en función de sus parámetros, y en el caso del concreto se aplica los resultados de resistencia.

Para los valores de dispersión en el control del concreto en laboratorio se tiene que el coeficiente de variación en un rango < a 2.0 es excelente, de 2 a 3 muy bueno, de 3 a 4 bueno, de 4 a 5 suficiente y > a 5 es deficiente.

Para ello los ensayos realizados en laboratorio, el coeficiente de variación debe ser menor al 5%. En tal sentido se procedió a seleccionar testigos (véase ANEXO N° 73, 74, 75, 76, 77 & 78) para ajustar los valores del coeficiente de variación, ya que las normas nos permiten usar un mínimo de 3 testigos por diseño de mezcla.

Gráfica 11: Resistencia a la Compresión vs. Edad (a/c=0.50)



Gráfica 12: Resistencia a la Tracción por compresión diametral vs. Edad (a/c=0.50)

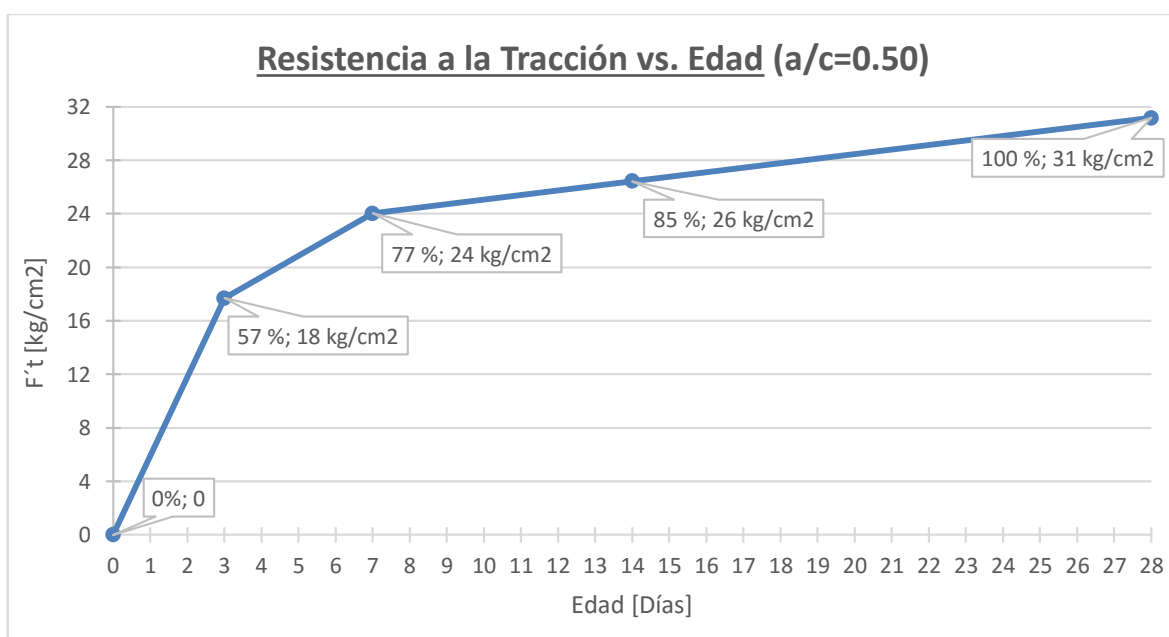


Tabla 69: Resumen de Propiedades Obtenidas del Concreto Endurecido

Diseño a/c Propiedades	Edades	Relación a/c = 0.70		Relación a/c = 0.60		Relación a/c = 0.50		Norma
		#	%	#	%	#	%	
Resistencia a la Compresión	3 días	120 Kg/cm ²	50%	149 Kg/cm ²	46%	238 Kg/cm ²	56%	NTP 339.034
	7 días	150 Kg/cm ²	63%	204 Kg/cm ²	63%	302 Kg/cm ²	71%	
	14 días	214 Kg/cm ²	89%	259 Kg/cm ²	80%	372 Kg/cm ²	87%	
	28 días	240 Kg/cm ²	100%	324 Kg/cm ²	100%	426 Kg/cm ²	100%	
Resistencia a la tracción por compresión diametral	3 días	14 Kg/cm ²	74%	13 Kg/cm ²	57%	18 Kg/cm ²	58%	NTP 339.084
	7 días	16 Kg/cm ²	84%	21 Kg/cm ²	91%	24 Kg/cm ²	77%	
	14 días	18 Kg/cm ²	95%	22 Kg/cm ²	96%	26 Kg/cm ²	84%	
	28 días	19 Kg/cm ²	100%	23 Kg/cm ²	100%	31 Kg/cm ²	100%	
Resistencia a la flexión en viga	28 días	37 Kg/cm ²	100%	38 Kg/cm ²	100%	42 Kg/cm ²	100%	ASTM C 293
Módulo de Elasticidad Estático	28 días	264864 Kg/cm ²	100%	246628 Kg/cm ²	100%	264960 Kg/cm ²	100%	ASTM C 469-94
Coeficiente de Poisson		0.274	100%	0.280	100%	0.324	100%	

Fuente: Elaboración propia (2019)

5.5. Análisis Estadístico de Distribución Normal de los Resultados de Laboratorio

RESISTENCIA A COMPRESIÓN

TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, Resistencia compresión Obtenida (kg/cm²), edad 3, 7, 14 y 28 días.

Hipótesis a verificar:

H₀: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una población con distribución normal

H_a: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días **no** provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'/COMPRESSED.

NPART TESTS

/K-S(NORMAL)=RCTR0703DIAS RCTR07014DIAS RCTR0707DIAS RCTR07028DIAS

/MISSING ANALYSIS.

Pruebas NPar

[Conjunto_de_datos1] D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra

		RCTR0,703DIAS	RCTR0,7014DIAS	RCTR0,707DIAS	RCTR0,7028DIAS
N		8	8	8	8
Parámetros	Media	116,1325	204,6650	157,0988	239,7238
normales ^{a,b}	Desviación estándar	11,84453	15,66201	15,38549	10,38776
Máximas	Absoluta	,134	,288	,203	,142
diferencias	Positivo	,134	,161	,203	,142
extremas	Negativo	-,127	-,288	-,138	-,129
Estadístico de prueba		,134	,288	,203	,142
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,060 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días obtuvieron un p -valor mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una distribución Normal

**TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60, Resistencia compresión Obtenida (kg/cm²),
edad 3, 7, 14 y 28 días.**

Hipótesis a verificar:

H₀: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una población con distribución normal

H_a: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días **no** provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

```
SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'
/COMPRESSED.
NPAR TESTS
NPAR TESTS
/K-S(NORMAL)=RCTR0603DIAS RCTR06014DIAS RCTR0607DIAS
RCTR06028DIAS
/MISSING ANALYSIS.
```

Pruebas NPar

[Conjunto_de_datos1] D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. Sav

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		RCTR0,603DIAS	RCTR0,6014DIAS	RCTR0,607DIAS	RCTR0,6028DIAS
N		8	8	8	8
Parámetros normales ^{a,b}	Media	148,7900	259,3137	208,7250	314,8375
	Desviación estándar	13,81326	9,79142	12,87881	20,98364
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,160	,141	,126	,190
	Positivo	,145	,141	,126	,123
	Negativo	-,160	-,123	-,106	-,190
Estadístico de prueba		,160	,141	,126	,190
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días obtuvieron un p -valor mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una distribución Normal

**TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50, Resistencia compresión Obtenida (kg/cm²),
edad 3, 7, 14 y 28 días.**

Hipótesis a verificar:

H₀: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una población con distribución normal

H_a: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días **no** provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

NPARTESTS

SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'
/COMPRESSED.

/K-S(NORMAL)=RCTR0503DIAS RCTR05014DIAS RCTR0507DIAS
RCTR05028DIAS /MISSING ANALYSIS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	RCTR0,503DIAS	RCTR0,5014DIAS S	RCTR0,507DIAS	RCTR0,5028DIAS
N	8	8	8	8
Parámetro Media	240,5388	363,6450	300,3150	421,9650
s Desviación normales ^a , estándar b	7,55256	20,04912	19,04608	19,88690
Máximas Absoluta	,141	,119	,173	,158
diferencia Positivo	,125	,095	,120	,158
s Negativo	-,141	-,119	-,173	-,106
extremas				
Estadístico de prueba	,141	,119	,173	,158
Sig. asintótica (bilateral)	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días obtuvieron un p -valor mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una distribución Normal

RESISTENCIA A TRACCIÓN

TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, Resistencia Obtenida (kg/cm²), edad 3, 7, 14 y 28 días.

Hipótesis a verificar:

H₀: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una población con distribución normal

H_a: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días **no** provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

```
SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'  
/EXECUTE.  
NPAR TESTS  
/K-S(NORMAL)=RCTR0703DIAS RCTR07014DIAS RCTR0707DIAS  
RCTR07028DIAS  
/MISSING ANALYSIS.
```

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra

		RCTR0,703DIAS	RCTR0,7014DIA S	RCTR0,707DIAS	RCTR0,7028DIA S
N		8	8	8	8
Parámetros	Media	12,4525	18,8388	14,6700	20,7525
normales ^{a,b}	Desviación estándar	1,27820	3,46579	2,75009	4,01415
Máximas	Absoluta	,199	,245	,239	,252
diferencias	Positivo	,184	,245	,182	,252
extremas	Negativo	-,199	-,144	-,239	-,221
Estadístico de prueba		,199	,245	,239	,252
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,172 ^c	,198 ^c	,143 ^c

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor (Sig. asintótica (bilateral)), es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días obtuvieron un p -valor (Sig. asintótica bilateral) mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una distribución Normal

TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60, Resistencia Obtenida (kg/cm2), edad 3, 7, 14 y 28 días

Hipótesis a verificar:

H0: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm2) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60, a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una población con distribución normal

Ha: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm2) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días **no** provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'
/EXECUTE.

NPAR TESTS

/K-S(NORMAL)=RCTR0703DIAS RCTR07014DIAS RCTR0707DIAS

RCTR07028DIAS

/MISSING ANALYSIS.

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra

		RCTR0,703DIAS	RCTR0,7014DIA S	RCTR0,707DIAS	RCTR0,7028DIA S
N		8	8	8	8
Parámetros	Media	12,4525	18,8388	14,6700	20,7525
normales ^{a,b}	Desviación estándar	1,27820	3,46579	2,75009	4,01415
Máximas	Absoluta	,199	,245	,239	,252
diferencias	Positivo	,184	,245	,182	,252
extremas	Negativo	-,199	-,144	-,239	-,221
Estadístico de prueba		,199	,245	,239	,252
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,172 ^c	,198 ^c	,143 ^c

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor (Sig. asintótica (bilateral)), es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días obtuvieron un p -valor (Sig. asintótica bilateral) mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60, a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una distribución Normal

TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50, Resistencia Obtenida (kg/cm²), edad 3, 7, 14 y 28 días

Hipótesis a verificar:

H₀: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50, a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una población con distribución normal

H_a: Las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días **no** provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'/

EXECUTE.

NPART TESTS /K-S(NORMAL)=RCTR0503DIAS RCTR05014DIAS
RCTR0507DIAS RCTR05028DIAS /MISSING ANALYSIS.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		RCTR0,503DIAS	RCTR0,507DIAS	RCTR0,5014DIAS	RCTR0,5028DIAS
N		8	8	8	8
Parámetros	Media	19,5175	23,4963	27,5363	27,5588
normales ^{a,b}	Desviación estándar	2,84779	2,29409	3,69002	3,54098
Máximas	Absoluta	,200	,210	,268	,225
diferencias	Positivo	,200	,150	,268	,224
extremas	Negativo	-,164	-,210	-,172	-,225
Estadístico de prueba		,200	,210	,268	,225
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,094 ^c	,200 ^{c,d}

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor (Sig. asintótica (bilateral)), es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.560 a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días obtuvieron un p -valor (Sig. asintótica bilateral) mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de resistencias obtenidas (kg/cm²) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50, a los 3 días, 7 días, 14 días, y 28 días provienen de una distribución Normal

RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS

VIGA TESTIGO 0.70, 0.60 y 0.50. RESISTENCIA OBTENIDA (KG/CM²), edad 28días.

Hipótesis a verificar:

H0: Las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28días) a resistencias obtenidas (kg/cm²) de VIGA TESTIGO 0.70, 0.60 y 0.50, provienen de una población con distribución normal

Ha: Las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28días) a resistencias obtenidas (kg/cm²) de VIGA TESTIGO 0.70, 0.60 y 0.50, no provienen de una población con distribución normal.

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Análisis:

```
SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'  
/EXECUTE  
NPAR TESTS  
/K-S(NORMAL)=VIGATESTIGO0.70 VIGATESTIGO0.60 VIGATESTIGO0.50  
/MISSING ANALYSIS.
```

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		VIGATESTIGO0 .70,28 días	VIGATESTIGO0 .60, 28 días	VIGATESTIGO0 .50,28 días
N		8	8	8
Parámetros normales ^{a,b}	Media	34,8750	38,5000	42,8750
	Desviación estándar	2,69590	2,87849	1,95941
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,160	,194	,225
	Positivo	,132	,194	,225
	Negativo	-,160	-,112	-,169
Estadístico de prueba		,160	,194	,225
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor (Sig. asintótica (bilateral)), es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28días) a resistencias obtenidas (kg/cm²) de VIGA TESTIGO 0.70, 0.60 y 0.50 obtuvieron un p -valor (Sig. asintótica bilateral) mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28días) a resistencias obtenidas (kg/cm²) de VIGA TESTIGO 0.70, 0.60 y 0.50, provienen de una distribución Normal.

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RELACIÓN DE POISSON

TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, ESFUERZO MAXIMO DE 240 (kg/cm²) Edad (28 días): MODULO ELASTICO Y MODULO POISSON

Hipótesis a verificar:

H₀: Las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28 días) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, MODULO ELASTICO Y MODULO POISSON, provienen de una población con distribución normal

H_a: Las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28 días) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, MODULO ELASTICO Y MODULO POISSON, NO provienen de una población con distribución normal

Nivel de significación: 0.05

Estadística de prueba: Kolmogórov-Smirnov

Aanálisis:

```
SAVE OUTFILE='D:\tesis Bach. Angulo R., Alex y Guerra T., Jesús. sav'  
/EXECUTE
```

```
NPART TESTS
```

```
/K-S(NORMAL)=TESTIGORELACION0.70MODULOELASTICO  
TESTIGORELACION0.70MODULOPOISSON  
/MISSING ANALYSIS.
```

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		TESTIGORELACION0.70MODULOELASTICO-28 DIAS	TESTIGORELACION0.70MODULOPOISSONdías-28 DIAS
N		6	6
Parámetros normales ^{a,b}	Media	247787,6667	,282350
	Desviación estándar	20582,57268	,0283049
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,244	,210
	Positivo	,132	,210
	Negativo	-,244	-,196
Estadístico de prueba		,244	,210
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula si p-valor (Sig. asintótica (bilateral)), es mayor de 0.05, caso contrario se rechaza la hipótesis nula

En la investigación Las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28 días) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, MODULO ELASTICO Y MODULO POISSON obtuvieron un p -valor (Sig. asintótica bilateral) mayor que 0.05

Conclusión: en la investigación Las muestras de Resistencia Obtenida (kg/cm²) Edad (28 días) de TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70, MODULO ELASTICO Y MODULO POISSON, provienen de una población con distribución normal

TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60, 0.50, ESFUERZO MAXIMO DE 324, 426 (kg/cm²) Edad (28 días): MODULO ELASTICO Y MODULO POISSON

Hipótesis a verificar:

H₀: La muestra proviene de una población con distribución normal

H_a: La muestra no proviene de una población con distribución normal

La prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra es un procedimiento de "bondad de ajuste", que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada,

Proceso:

Analizar >pruebas no paramétricas>cuadro de dialogo antiguo>k-S de k muestras

NPARTESTS
/K-S(NORMAL)=MODULOELASTICO060 MODULOPOISSON060 MODULOELASTICO050
MODULOPOISSON050
/MISSING ANALYSIS.

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para k muestras

		MODULO ELASTICO A/C=0.60	MODULO DE POISSON- A/C=0.60	MODULO ELASTICO- A/C=0.50	MODULO DE POISSON- A/C=0.50
N		6	6	6	6
Parámetros	Media	243048,00	,290333	278527,33	,303783
normales ^{a,b}	Desviación estándar	19223,598	,0268852	17811,142	,0229212
Máximas	Absoluta	,184	,280	,228	,238
diferencias	Positivo	,184	,280	,228	,223
extremas	Negativo	-,156	-,166	-,162	-,238
Estadístico de prueba		,184	,280	,228	,238
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,155 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión: $p = 0.200$, > 0.05 se acepta la hipótesis nula

Conclusión: Las muestras provienen de una población con distribución normal

1) Las muestras de ESFUERZO MAXIMO DE 324 (kg/cm²) Edad (28 días) TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60 **modulo elástico** y **módulo de Poisson** provienen de una distribución normal al 5 % de significación.

2) Las muestras de ESFUERZO MAXIMO DE 426 (kg/cm²) Edad (28 días) TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50 **modulo elástico** y **módulo de Poisson** provienen de una distribución normal al 5 % de significación.

Es lo que reporta la data en SPSS-v23, de las muestras en referencia de la presente tesis.

5.6. Impacto Ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el área de extracción de canto rodado, apilamiento y traslado hasta la ciudad de Tarapoto para su beneficio y obtención de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto, ha sido preparado en concordancia con las disposiciones legales vigentes para el desarrollo de toda actividad minera, cumpliendo con lo requerido en la normativa para el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de construcción de procedencia de los cauces de los ríos. Se ha evaluado en forma cuantitativa los impactos que podrían producir al ecosistema propio del cauce y al de las franjas circundantes, cuya área de explotación, se encuentra ubicado en el cauce del río Huallaga en la jurisdicción del distrito de Buenos Aires, provincia de Picota, departamento de San Martín.

La explotación de los recursos no metálicos (agregados pétreos) existentes en el área del proyecto, se usa para satisfacer la demanda de materiales en la fabricación de concreto y la construcción de obras civiles, en cualquier época del año. El aprovechamiento de estos recursos naturales existentes en el área, generará beneficios económicos a la Región San Martín en particular, pues su operación conllevará a la creación de nuevos puestos de trabajo, además de emplear materiales e insumos del mercado local, para cuya explotación se cumplirá con el compromiso de búsqueda contributiva con el desarrollo sostenible. Se tendrá especial cuidado en todo el proceso de producción para evitar los posibles impactos en el ambiente, tomando en consideración los aspectos físicos, biológicos, socio económicos y de interés humano que se encuentren presentes en el entorno de este distrito: El presente estudio analiza la influencia que tendrá el proyecto sobre los componentes ambientales como son: el suelo, aire, agua, flora, fauna y los pobladores de los alrededores del área de explotación.

Las características ambientales del área no muestran gran relevancia por el escaso valor biológico de las especies naturales existentes en esta área minera, pues se trata de la parte seca de la margen izquierda del cauce del río Huallaga, el cual solamente en los periodos de creciente es cubierto por agua.

El proceso productivo es de tipo tradicional, cuyo método de operación consiste en remoción y carguío con tractores y cargadores frontales del canto rodado y material granular suelto (hormigón) disponible en la superficie meándrica de este río, traslado con volquetes al área de las plantas de beneficio (chancadoras) en Tarapoto, donde se lavan y apila y trituran, clasifican por diámetro y apilan los agregados para su traslado a las diferentes obras.

El sistema productivo según la necesidad del mercado para triturar y producir un volumen de 3,744 m³ de material agregado por día (2,400 m³ de agregado grueso y 1,344 m³ de agregado fino), siendo las reservas calculadas de 3'489,977.50 m³ que anualmente se deposita en esta área del cauce del río, las mismas que en un periodo hipotéticamente seco permitirían una operación continua de 3 años, o en un periodo de un año a un ritmo tres veces el actual, tiempo durante el cual se requerirá un promedio de 55 trabajadores por día en total.

La extensión de la propiedad es de 127 hectáreas y está ubicada en el distrito de Buenos Aires, provincia de Picota, cuyas coordenadas UTM se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 70: COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN

VÉRTICE	NORTE	ESTE
V1	354179.9	9248292.7
V2	354300.0	9247915.5
V3	354794.4	9248444.5
V4	354831.5	9248821.8
V5	354905.7	9249073.9
V6	355126.3	9249378.2
V7	355233.0	9250080.7
V8	354575.8	9249589.6
V9	354446.9	9249570.5
V10	354263.7	9249415.8
V11	354277.0	9249152.3
V12	353958.7	9248921.7

El EIA ha sido preparado en cumplimiento de las siguientes normas legales:

- Constitución Política del Perú (1993).
- Ley N° 27867, Orgánica de Gobiernos Regionales (16/11/2002).

- Ley N° 27972, Orgánica de Municipalidades (27/05/2003).
- Ley N° 24656, General de Comunidades Campesinas (14/04/1987).
- Ley 28611, General de Ambiente (13/10/2005) y Decreto Legislativo N° 1055,
modifica la Ley N° 28611.
- Ley de Recursos Hídricos - Ley N°. 29338, 31 marzo de 2009.
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos – enero 2010.
- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, D.S. N° 046-2001-EM.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, D.S. N° 074- 2001-PCM.
- Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector Energía y Minas, R.M. N° 596-2002-EM/DM.
- Compromiso previo como requisito para el desarrollo de actividades mineras y normas complementarias, D.S. N° 042-2003-EM.
- Decreto Legislativo N° 635, Código Penal – Título XIII, delitos contra la Ecología.
- Ley N° 28245, Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (04/06/04) y Decreto
Supremo N° 008-2005-PCM que la reglamenta (04/06/05).
- Ley N° 26786, Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (13/05/1997)
- Ley N° 29338, Recursos Hídricos (31/03/2009) y Decreto Supremo N°001-2010- AG que la reglamenta (24/03/2010).
- Decreto Legislativo N° 17752, Ley General de Aguas (LGA), y sus modificatorias los Decretos Supremos N° 007-83-SA y N° 003-2003-SA.
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ENCA) para Agua.
- Ley N° 26821, Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (26/06/1997).
- Ley N° 26842, General de Salud (20/07/1997).
- Ley N° 26505, Inversión Privada en el Desarrollo de las Actividades Económicas en las Tierras del Territorio Nacional y de las Comunidades

Campesinas y Nativas (18/07/1995) y Decreto Supremo N° 011-97-AG que la reglamenta (13/06/1997).

- Ley N° 26570, Sustituyen artículo de la Ley N° 26505 referido a la utilización de tierras para el ejercicio de actividades mineras o de hidrocarburos.
- Ley N° 27651, “Formalización de la Pequeña Minería y Minería Artesanal” D.S N° 013-2002-EM que reglamenta dicha Ley.
- Ley N° 28551, Planes de Contingencia minera.
- Ley N° 27314, General de Residuos Sólidos (21/07/2000), Decreto Legislativo N° 1065 que la modifica (28/06/2008), y el Decreto Supremo N° 057-2004-PCM que la reglamenta (24/07/2004).
- Ley N° 28090, Plan de Cierre (13/10/2003) y Ley N° 28234 su modificatoria (28/05/2004).
- Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (25/06/97).
- Ley N° 28221 “Ley que regula el derecho por extracción de materiales de las canteras y de los álveos o cauces de los ríos por las municipalidades” (Artículos 1° al 6°).
- Ley 28296, General del Patrimonio Cultural de la Nación (22/07/2004) y Resolución Suprema N° 12-2006-ED, que la modificada.
- Resolución Ministerial N° 188-97-EM/VMM, que norma el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de construcción
- Decreto Supremo N° 014-92-EM, Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, modificado por la Ley N° 27341.
- Decreto Supremo N° 018-92-EM, Reglamento de Procedimientos Mineros
- Decreto Supremo N° 016-93-EM, Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas y Modificatoria (Decreto Supremo N° 059-93-EM, 01/05/1993).
- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, establecen niveles máximos permisibles de emisiones de gases y partículas para las actividades minero metalúrgicas.
- Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, establecen niveles máximos permisibles de emisión de efluentes líquidos para actividades minero-metalúrgicas.

- El Decreto Supremo N° 037-96-EM, normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el Estado (25/10/1996).
- Resolución Ministerial N° 188-97-EM/VMM, establece requisitos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de construcción (16/05/1997).
- D.S. N° 042-2003-EM de 13 febrero 2003 que modifica a su Artículo 35, y agrega el literal i) del numeral 1) del Artículo 17° del Reglamento de Procedimientos Mineros mencionado.
- Decreto Supremo N° 052-2010-EM de 18 agosto 2010 que en su Artículo Primero modifica el Artículo 1°, en su Artículo Segundo y Tercero modifica los Artículos 3° y 5°, respectivamente del Decreto Supremo N° 042-2003-EM.
- Decreto Supremo N° 033-2005-EM, Reglamento para el Cierre de Minas (15/08/2005).
- Ley 28271, Pasivos Ambientales de las Actividad Minera (06/07/2004) y su modificatoria. Decreto Supremo N°059-2005-EM que la reglamenta (08/12/2005) y Decreto Supremo N° 003-2009-EM que la modifica.
- Decreto supremo N° 028-2008-EM, Reglamento de Participación Ciudadana en el Subsector Minero (27/05/2008) y la Resolución Ministerial N° 304-2008-EM/DM, que la regula (24/06/2008).
- Decreto Supremo N° 046-2001-EM, Reglamento de Seguridad e Higiene Ambiental Minera (25/07/2001).
- Decreto Supremo N° 074- 2001- PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (24/06/2001) y su complemento el D.S. N° 069-2003-PCM.
- Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, estándares de calidad ambiental de aire para dióxido de azufre, benceno, hidrocarburos totales, PM2.5 e hidrógeno sulfurado (22/08/2008).
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares de Calidad para Ruido (30/10/2003).
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (31/07/2008).

- Resolución Suprema N° 004-2000-ED, Reglamento de Investigaciones Arqueológicas.
- Decreto Legislativo N° 1090, Ley Forestal y de Fauna (28/06/2008), modificada por la Ley N° 29317 (13/01/2009) y reglamentada mediante el Decreto Supremo N° 002-2009-AG.
- Decreto Supremo N° 034-2004-AG, lista de especies amenazadas en el Perú (18/09/2004).
- Decreto Supremo N° 043-2006-AG, categorización de especies amenazadas de flora silvestre (13/07/2006).
- Ley N° 26505, Inversión Privada en el Desarrollo de las Actividades Económicas en las Tierras de Territorio Nacional y de las Comunidades Campesinas y Nativas (18/07/1995), modificado con la Ley N° 29261 (21/09/2008).
- Resolución Directoral N° 002-96-EM/DGAA, Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas (08/02/1996).
- Resolución Directoral N° 034-98-EM, Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras (12/09/98).
- Decreto Supremo N° 028-2008-EM, Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Subsector Minero y la Resolución Ministerial N° 304-2008-EM/DM que la complementa.
- Resolución Directoral N° 010-2001-EM/DGAA, Guía de Relaciones Comunitarias (25/01/2001).
- Resolución Directoral N° 002-96-EM/DGAA, Guía Ambiental para la Perforación y Voladura en Operaciones Mineras (08/02/1996).
- Resolución Ministerial N° 209-2010-MEM/DM, (14/05/2010), dispone la presentación de Declaración Jurada Anual de Coordinadas UTM (PSAD 56) con la presentación de la Declaración Anual consolidada correspondiente al año 2009 y modifican formulario aprobado por R.M. N° 184-2005-MEM/DM

Los aspectos legales vinculados a la extracción de canto rodado para su beneficio y posterior uso como material de construcción están relacionados con el marco

normativo específico para el aprovechamiento de las canteras, cuyas principales normas legales son:

- Ley General del Ambiente (Ley N° 28611 de 13.10.2005), en su Artículo Primero, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger al ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el Desarrollo Sostenible del país.
- Ley N° 28221 “Ley que regula el derecho por extracción de materiales de las canteras y de los álveos o cauces de los ríos por las municipalidades” (Artículos 1° al 6°).
- Ley Orgánica del Sector Transportes y Comunicaciones (Decreto Ley N° 27791, de 25.07.2002), crea la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales, encargada de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente del sector, con el fin de garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transportes, así como conducir los procesos de expropiación y reubicación que las mismas requieran.
- Decreto Supremo N° 011-93-MTC, establece que las canteras de minerales no metálicos de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de las carreteras que conforman la Red Vial Nacional, que se encuentren ubicadas dentro de una distancia de hasta 3 km, medidos a cada lado del eje de la carretera, se encuentran permanentemente afectadas a éstas y forman parte de dicha infraestructura vial, que es ampliada y complementada con el Decreto Supremo N° 37-96-EM, que en su Artículo 1° establece que las canteras de materiales utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del Estado directamente o por contrata, ubicadas dentro de un radio de 20 kilómetros de la obra, o dentro de una distancia de hasta 6 kilómetros

medidos a cada lado del eje longitudinal de las obras, se afectará a éstas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura. El Artículo 2º de esta norma establece que, previa calificación de la obra por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, informarán al Registro Público de Minería el inicio de la ejecución de las obras y la ubicación de éstas.

- Resolución Ministerial N° 188-97-EM/VMM, establece las medidas a tomar para el inicio o reinicio de las actividades de explotación de canteras de materiales de construcción, diseño de tajos, minado de las canteras, abandono de las canteras, acciones al término del uso de la cantera, los plazos y acciones complementarias para el tratamiento de las canteras.
- Decreto Supremo N° 016-98-AG, 23-07-1998, esta norma declara que no están comprendidas en el Artículo 14º del Reglamento de la Ley N° 26737 (referido al monto que se debe abonar por derecho de explotación), las obras viales que ejecuta el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que integran la Red Vial Nacional.
- Guía Ambiental para el manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera.
- Guía para la Evaluación de Impactos en la calidad del Aire por Actividades Minero-Metalúrgicas.

5.6.1. Descripción del medio ambiente

Ubicación

El área estudiada en la presente investigación se encuentra ubicada en la zona meándrica izquierda del cauce del río Huallaga, en las inmediaciones del distrito de Buenos Aires, provincia de Picota y departamento de San Martín.

Las distancias de separación de esta cantera a los lugares de importancia, son las siguientes:

- 35 Km al Noreste de la ciudad de Tarapoto
- 1,25 Km aguas arriba de la capital de distrito de Buenos Aires
- 14,3 Km de la ciudad capital de la provincia de Picota

Geología

En la Cordillera Oriental, según diversos autores, los intensos y continuos acontecimientos geológicos ocurridos en la región produjeron materiales diversos que se depositaron y se emplazaron desde el Precámbrico (600-800 millones de años) hasta nuestros días. Posteriormente, durante el Paleozoico (400-600 millones de años) se inicia otra etapa de sedimentación, con una variada sedimentación marina y continental influenciada por la tectónica Hercínica que originaba regresiones y transgresiones marinas con actividades volcánicas esporádicas, depositándose a través de ellas la Formación Contaya del Ordovícico, Grupo Ambo del Carbonífero Inferior, Formación Lavasén del Carbonífero superior y el Grupo Mitú del Pérmico Superior. Dentro de estos complejos litológicos, en el Carbonífero Inferior (300 millones de años) se daba comienzo al emplazamiento de un complejo intrusivo, afectando durante su levantamiento a las secuencias sedimentarias descritas.

Morfológicamente en las Cordilleras Central y Oriental de los Andes se presentan cadenas de montañas altas alargadas de diferentes facies de sedimentación y depresiones intramontanos, de cuyos flancos proceden enormes rocas que luego devienen en estos cantos rodados acarreados por la corriente del río Huallaga. Desde el punto de vista altitudinal estas montañas se elevan hasta los 4 500 msnm (Castro, 2007).

En las zonas de cordillera, los ríos discurren por planicies y terrenos colinosos y montañosos formando valles aluviales, con áreas de inundación estrechas. Los sectores más estrechos, de 40 a 50 m, se presentan al cruzar las Cordilleras. La velocidad de corriente es de muy rápida a rápida (1,52 m/s, en creciente, y de 1,933 a 0,969 m/s, en vaciante). Entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Subandina se presentan valles amplios, con presencia de pequeñas lagunas y amplias áreas de inundación, ocupando el río Huallaga el eje central de la red hidrográfica del llano amazónico. Los ríos se caracterizan por ser más caudalosos en relación con los de la Cordillera Andina, con áreas de inundación mucho más amplias y mayor frecuencia de lagunas en forma semilunar (cochas). El río Huallaga presenta un curso anastomosado en algunos sectores y meándrico en otros; la parte más ancha es de 3,3 Km (Morales y Ríos, 2015).

Las arenas y gravas (hormigón) y cantos rodados se encuentran distribuidos más abundantemente en el cauce del río Huallaga. Su origen está asociado a los grandes procesos erosivos que han tenido lugar en las partes altoandinas de los departamentos de Huánuco y Cerro de Pasco, básicamente (Castro, 2007).

Según la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en el Informe de Zonas Críticas Región San Martín (2007) los autores Segundo Núñez Juárez y Griselda Luque Poma, notificaron la existencia de un área sujeta a derrumbes en un acantilado del Domo de Pilluana, sector Norte de la capital del distrito de Buenos Aires, que alimenta con material pétreo suelto al río Huallaga (INGEMMET, 2007).

Clima y Meteorología

La variación del clima El clima en la provincia de Picota varía de acuerdo a las estaciones de creciente y vaciante, desde “húmedo y cálido”, en el sector central del río Huallaga, hasta “semiseco y cálido” en otras zonas adyacentes. El balance hídrico anual en el área de estudio es bastante complejo, debido a sus condiciones topográficas accidentadas y a su orientación geográfica. En la zona Bellavista - Buenos Aires se presenta el mayor déficit de agua, habiéndose calculado en 625,0 mm./año, y es considerada como la zona más seca, al igual que la mayor parte del área central del estudio. En cambio, en Lamas, Sauce, Pachiza, Tocache, Rioja, y Moyobamba no se registra déficit de agua, presentando en cambio excedentes que oscilan entre 252,0 y 924,0 mm/año; estos excedentes aumentan considerablemente en los sectores medios de las cordilleras (alrededor de los 1 300 msnm.), lo que da lugar a escorrentía superficial durante todo el año, que dan origen a quebradas y ríos de regímenes continuos (Castro, 2007).

Fisiografía

En los paisajes colinosos los suelos varían de moderadamente profundos a profundos, presenta relativa fertilidad los derivados de material calcáreo. Dependiendo de la pendiente y la fertilidad natural estos suelos pueden ser para

uso agropecuario, producción forestal, así como para ser declarados áreas de protección.

Los paisajes de terrazas son caracterizados por presentar relieve plano a ligeramente ondulado. Los suelos son originarios de material aluvial antiguo, son profundos a muy profundos, relativamente fértiles en las terrazas que presentan drenaje bueno a moderado; superficiales a moderadamente profundos en las terrazas con presencia de cantos rodados u horizontes cementados o endurecidos. La aptitud potencial de estos suelos es para cultivo en limpio y para protección en zona de mal drenaje (Castro, 2007).

La Llanura aluvial del río Huallaga y afluentes incluye ecosistemas que abarca desde islas hasta terrazas bajas. Los suelos son estratificados, sin desarrollo genético, profundos a moderadamente profundos el drenaje natural va de bueno a muy pobre; fertilidad natural en las terrazas bajas de buen drenaje. La aptitud potencial de estos suelos es para cultivo en limpio, cultivo permanente, pastos y de protección en las zonas de mal drenaje (Castro, 2007).

Sismicidad

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona de sismicidad clasificada como: “zona sísmica 2”; ya que por un lado la costa peruana coincide con la zona de subducción donde la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana colisionan; sin embargo, por encontrarse los hipocentros a profundidades superiores a los 150 km a la superficie las consecuencias de esta dinámica llegan atenuadas; además se encuentra equidistante de la zona de fallas regionales activas en San Martín, deduciéndose que el área de explotación se encuentra en una región de actividad tectónica permanente.

Ecología

La vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas y chamizal de vida efímera, dominando las gramíneas, así como arbustos, subarbustos.

En este tramo del río Huallaga, se observaron hasta 30 especies de peces, y otros, como los ríos Tónchima y Gera, tributarios del río Mayo, donde sólo fueron capturados ejemplares de dos especies. El número de especies ícticas en los ambientes lénticos también es bajo: por ejemplo, se registró seis especies para el lago Sauce, y sólo dos para la laguna Limoncocha (Guerra et al. 1999).

5.6.2. Identificación Y Evaluación De Impactos Ambientales

Se presenta el procedimiento y las técnicas empleadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que causará el desarrollo de las actividades en el área de libre aprovechamiento de la “Cantera Buenos Aires”. La Evaluación de Impactos Ambientales consiste en la identificación, predicción e interpretación de los impactos que un proyecto de explotación de canteras de materiales de construcción desarrollada en el cauce de los ríos genera.

Metodología

La matriz está compuesta por columnas, en las que se ubican las actividades que se desarrollan y que pueden causar impactos al medio ambiente y en las filas a los factores ambientales que pueden ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.

A las actividades y a los factores ambientales se les ha considerado como de carácter general, por lo que se ha eliminado aquellos que se aprecia como de poca relevancia para simplificar la matriz a rangos manejables con términos prácticos; además se debe indicar que la elección de los valores numéricos depende de la experiencia y calificación de expertos que se encontraron en la bibliografía apropiada consultada.

Carácter genérico del impacto

Se refiere a si el impacto será positivo o negativo con respecto al estado pre-operacional de la actividad.

Positivo (+): Si el componente presenta una mejoría con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto.

Negativo (-): Si el componente presenta una mejoría con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto.

Duración del impacto

Se refiere a la duración del impacto con relación al tiempo de exposición.

La parte de la identificación y evaluación de impactos del EIA seguirá el siguiente proceso:

a) La identificación de impactos. Se describen los impactos sobre cada uno de los componentes ambientales, impactos sobre el aire, suelo, ruido, impactos sobre la flora y la fauna e impactos socioeconómicos y culturales.

b) La evaluación de impactos, determinación de la importancia y magnitud.

Identificación de impactos

Acciones que causan impactos en la etapa operativa de la Cantera

Dentro de las acciones susceptibles que causan impactos se encuentran las siguientes:

Tráfico de vehículos y volquetes. Empieza muy temprano en la mañana y puede aumentar según el requerimiento de canto rodado (material pétreo) que requieran las chancadoras y agregado grueso y fino que requieran las obras y proyectos en las provincias de Picota y Tarapoto. Esta acción genera considerables cantidades de material particulado. Esta operación también genera tráfico en la carretera Fernando Belaunde, aunque de manera intermitente.

Mantenimiento de Maquinaria. Esta actividad se lo realiza fuera de las áreas de la Cantera.

Extracción de material pétreo. Se la realiza desde las 07:00 hasta 17:00, consiste en realizar la extracción de material pétreo, y acondicionamiento posterior. El material pétreo se lo ubica por montículos y se estoquea hasta proceder con su cargado, en esta acción existe altos índices de material particulado. Se indica además que esta acción altera la superficie original del lecho del río. Además, esta actividad genera ruido el cual afecta a los colaboradores de la empresa.

Cargado de material pétreo. Acción posterior a la extracción de material pétreo, éste genera un gran tráfico de volquetes en la cantera y en la zona de despacho, esto depende según la demanda de este material.

5.6.3. Factores Ambientales impactados en la Operación de la Cantera

Los parámetros ambientales que son impactados son los siguientes:

Ruido: Aunque el territorio de Cantera sea un espacio extenso, por el tipo de trabajo que se ejecuta se origina mucho ruido en sus labores, tanto en el funcionamiento de las máquinas como en el transporte de los camiones o volquetes que van a retirar el material pétreo de las zonas de extracción.

Tabla 71: Nivel de presión sonora equivalente

TIPO DE ZONA SEGÚN USOS DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS_{eq} dB (A)	
	De 06H00 a 20H00	De 20H00 a 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial Mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente: Norma de Calidad de Ruido Ambiente Libro VI Anexo 5 TULSMA.

Material Particulado: Hay la presencia de material particulado PM2.5 y PM10 en todas las zonas que se realiza una actividad en la Cantera; sin embargo, se considera que el material particulado afecta a los alrededores ya que no existen urbanizaciones vecinas a la Cantera.

Tabla 72: Límites de material Particulado PM 10 y 2.5

Límites de material Particulado PM 10 y 2.5			
Contaminante y período de tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Material Particulado PM10 Concentración en veinticuatro (24) horas.	250µ/m3	400µ/m3	500µ/m3
Material Particulado PM2.5 Concentración en veinticuatro (24) horas.	150µ/m3	250µ/m3	350µ/m3

Fuente: Norma de Calidad de Aire Ambiente Libro VI Anexo 4 TULSMA.

Calidad de Aire La calidad de aire que existe en la atmósfera de esta cantera que es aún de escasa explotación, es posible que al incrementarse su explotación se deteriore, aunque no es perceptible presencia de monóxido de carbono.

Tabla 73: Concentraciones máximas permitidas de gases

	Concentraciones máximas permitidas	
Monóxido de Carbono	10000 µg/m3 (8 horas)	30000 µg/m3 (1 hora)
Dióxido de Nitrógeno	40 µg/m3 (prom. aritmético anual)	200 µg/m3 (1 hora)
Dióxido de Azufre	125 µg/m3 (24 horas)	500 µg/m3 (10 minutos)
	60 µg/m3 (prom. aritmético anual)	

Fuente: CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMITIDAS (Anexo 4 de la Norma de Calidad de Aire Ambiente, del TULSMA), en la tesis “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST DE LA CANTERA SAN ANTONIO UBICADA EN LA PARROQUIA LA AURORA DEL CANTÓN DAULE.”

Calidad de agua No aplica por cuanto no existe descarga.

Paisajístico El factor ambiental que más se percibe a primera instancia es el paisajístico, este comenzó a ser afectado desde el primer día de operaciones de la Cantera San Antonio, deteriorándose en su armonía natural a través de los años, ya que como es un cerro se hace claramente visible su impacto, en este momento se sigue afectando este factor ambiental y cada vez se el impacto visual crece.

Suelo Durante toda la operación de la Cantera San Antonio, en todos los sectores de la superficie en donde se ha realizado y se realiza la extracción de material pétreo, el suelo ha sido y está siendo afectado por el movimiento y

acondicionamiento de tierra para formar las zonas de despacho, en el presente el suelo sigue recibiendo impactos negativos y ha sufrido cambios en el mismo, disminuyendo los nutrientes que existen y la pobre vegetación que va quedando.

Flora La operación de la Cantera San Antonio viene afectando a la vegetación desde sus inicios, pero en este momento se detalla que la flora, bosque o vegetación que existe es mínima, ya que el área se encuentra intervenida.

Fauna La poca fauna que existió en el lugar ha sido impactada durante la actividad de la Cantera de manera directa e indirectamente debido principalmente, a la afectación de la vegetación y el suelo; y por la el acarreo del material, por lo que la fauna que se encuentra dentro de la Cantera es mínima.

Seguridad y Salud La salud de los trabajadores ha sido afectada especialmente por la emisión de material particulado y ruido, durante la operación de la Cantera, los trabajadores utilizan su equipo de protección personal alineado al puesto de trabajo que desempeñan.

Empleo La operación de la Cantera ha generado diversas fuentes de trabajos permanentes y temporales, de manera directa e indirecta, sobre todo en lo que corresponde al mercado de transportación. Cabe señalar además que las plazas de trabajo aumentan si existen diferentes tipos de obra a los alrededores.

5.6.4. Valoración de Impactos Ambientales

Los resultados de la identificación y valoración de los impactos ambientales que produce las actividades de extracción y acarreo, se presentan mediante el método de primer grado Matriz de Leopold, elaborado en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, la misma que es utilizada ampliamente en el sector construcción. Ver Tabla 20. El algoritmo usado para estimar los valores de magnitud e importancia son los siguientes:

1. Se ha delimitado el área a evaluar.
2. Se determinó las acciones que ejercerá el proyecto sobre el área. (de paso 1).

3. Se determinó para cada acción (del paso 2), que elementos se afectan.
4. Se determinó la importancia de cada elemento (del paso3) en una escala del 1 al 10.
5. Se determinó la magnitud de cada acción (del paso 2) sobre cada elemento del paso 3, en una escala de 1 a 10.
6. Se determinó las acciones del proyecto que afectan al ambiente, desglosándolos en positivos y negativos.
7. Se determinó cuántos elementos del ambiente son afectados por el proyecto, desglosándolos en positivos y negativos.

Tabla 74: Parámetros de Calificación de Impactos Ambientales

Magnitud			Importancia		
Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local
5	Media	Media	5	Media	Local
6	Media	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Media	8	Media	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy Alta	Muy Alta	10	Permanente	Regional

Fuente: Espinosa Ch. y Guzñay D. 2013

Matriz de Identificación de Impactos de Operación

Se realizó matriz de identificación de impactos. Ver Tabla 75.

Tabla 75: Matriz de Leopold Valoración de Impactos

MATRIZ DE LEOPOLD IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS														
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES		OPERACIÓN				ABANDONO								
		Tráfico de Vehículos, Volquetes	Mantenimiento de Maquinaria	Extracción de material pétreo	Cargado de material pétreo	Conservación de talud cauce río	Nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo	SUMATORIA DE IMPACTOS POSITIVOS	SUMATORIA DE IMPACTOS NEGATIVOS	IMPACTOS POR SUS COMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTES	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO		
FÍSICO	Ruido	-9 4		-9 3	-9 3		-7 2	0	4	-104	-382	-320		
	Material Particulado PM 2.5/10	-8 4		-10 3	-10 3		-7 2	0	4	-106				
	Calidad de Aire	-3 4		-7 3	-7 3		-2 2	0	4	-58				
	Paisajístico	-4 4		-5 4	-5 4		2 4	1	3	-48				
	Suelo	-5 5	-2 1	-8 5	-4 6		5 5	1	4	-66				
BIÓTICO	Flora			-2 2	-2 2		2 5	1	2	2	-6		-320	
	Fauna			-2 2	-2 2			0	2	-8				
SOCIO ECONOMICO	Seguridad y Salud	-2 4	-2 1	-8 2	-8 3		-2 1	0	5	-52	68			-320
	Empleo	5 6	5 2	7 5	7 5		5 2	5	0	120				
AFECTACIONES POSITIVAS		1	1	1	1	0	4	8		COMPROBACIÓN				
AFECTACIONES NEGATIVAS		6	2	8	8	0	4		28					
IMPACTO POR ACTIVIDAD		-99	6	-127	-119	0	19							

Fuente: Elaboración propia

5.6.5. Descripción de valoración de Impactos que existen en las actividades de explotación de la Cantera

FACTOR FÍSICO

RUIDO: La operación del tráfico de vehículos, volquetes, impacta negativamente al mencionado componente debido a que el flujo de tránsito es alto durante la actividad, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -9/4. La operación del mantenimiento de maquinarias, impacta negativamente al mencionado componente, pero en forma mínima pues, se lo realiza fuera de la cantera, pero ocasionalmente podría aprovecharse para el lavado del vehículo, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -1/1. La operación de la extracción de material pétreo y cargado se impacta negativamente al mencionado componente, debido a que la realización de esta actividad requiere de esfuerzo de las máquinas y es continua durante la actividad del proceso, dando lugar a ruidos altos, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -9/3. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera negativa con magnitud alta debido a que al realizar esta actividad se requiere de maquinaria, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -7/2.

MATERIAL PARTICULADO 2.5 Y 10

La operación del tráfico de vehículos, volquetas, impacta de manera negativa con magnitud alta ya que la circulación del tráfico con carga, genera levantamiento de polvo (material particulado) a pesar de que el transporte va cubierto de toldas, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -8/4. La operación del mantenimiento de maquinaria, no impacta al mencionado componente debido a que el mantenimiento se lo realiza fuera de la cantera. La operación de la extracción y cargado de material pétreo, impacta de manera negativa con magnitud muy alta debido a que la actividad es realizada por maquinaria pesada, además es continua

durante la actividad del proceso, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -10/3. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera negativa con magnitud alta debido a que al realizar esta actividad se requiere de maquinaria, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -7/2.

CALIDAD DE AIRE

La operación del tráfico de vehículos, volquetes, impacta de manera negativa con magnitud baja ya que los resultados de los parámetros obtenidos del Informe Nacional de la Calidad del Aire emitido por el Ministerio del Ambiente – MINAM periodo 2013-2014 (Planes de Acción a Limpiar el Aire y Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire de las Zonas de Atención Prioritaria), el porcentaje de emisiones contaminantes procedentes de fuentes móviles para Moyobamba y Tarapoto, respectivamente, indicarían valores similares a los de Picota donde el tránsito de vehículos es semejante en la carretera Fernando Belaunde; y en ambos casos son inferiores a los máximos permitidos según Concentraciones Máximas Permitidas (Anexo 4 De La Norma De Calidad De Aire Ambiente, Del TULSMA), En La Tesis “Estudio De Impacto Ambiental Expost De La Cantera San Antonio ubicada En La Parroquia La Aurora del Cantón Daule.”. Así, la emisión de monóxido de carbono (CO) aproximadamente estaría entre 57.23% y 50.29%; de compuestos orgánicos volátiles (COV) estaría entre 39.88% y 46.24%; de Óxido de Nitrógeno (NO), estaría entre 2.31% y 2.32%; Óxido de Azufre (SO) despreciable; y, material particulado (PM) estaría entre 0.58% y 1.16%; por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -3/4. La operación del mantenimiento de maquinaria, no impacta al mencionado componente debido a que la actividad se la realiza fuera de la cantera. La operación de la extracción y cargado de material pétreo, impacta de manera negativa con magnitud alta debido a que la maquinaria realiza mayor

esfuerzo por tanto mayor emisión de gases de combustión, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -7/3.

En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera negativa con magnitud alta debido a que al realizar esta actividad se requiere de maquinaria, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/2.

PAISAJÍSTICO: La operación del tráfico de vehículos, volquetes, impacta de manera negativa con magnitud media debido a que esta actividad interrumpe la visibilidad temporal del paisaje, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -4/4. La operación del mantenimiento de maquinaria, no impacta al mencionado componente debido a que la actividad se la realiza fuera de la cantera. La operación de extracción y cargado de material pétreo, impacta de manera negativa con magnitud media debido a que se genera material particulado durante la actividad, razón por la cual interrumpe la visibilidad del paisaje, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -5/4. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera negativa con magnitud alta debido a que al realizar esta actividad se requiere de maquinaria, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental 2/4.

SUELO

La operación del tráfico de vehículos, volquetes, impacta de manera negativa con magnitud media debido a que el flujo de tránsito degenera paulatinamente el mencionado componente, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -5/5. La operación de mantenimiento de maquinaria, impacta de manera negativa

con magnitud baja debido a que esta actividad se la realiza fuera de la cantera, solo en casos de emergencia se realiza revisión de los mismos, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/1. La operación de extracción de material pétreo, impacta de manera negativa con magnitud alta ya que se requiere de suficiente maquinaria pesada para la realizar esta actividad, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -8/5. La operación del cargado de material pétreo, impacta de manera negativa con magnitud media debido a que la actividad varía de acuerdo a la demanda del producto, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -4/6. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera negativa con magnitud alta debido a que al realizar esta actividad se requiere de maquinaria, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental 5/5.

FACTOR BIÓTICO

FLORA: Las operaciones de tráfico de vehículos, volquetes, mantenimiento de maquinaria y definir linderos, no impacta al mencionado componente debido que en el lugar no se tiene ninguna clase de vegetal ya que está completamente intervenido.

Las operaciones de extracción y cargado de material pétreo, impacta de manera negativa con magnitud baja debido a que en el lugar donde se realizara esta actividad se puede hallar algún tipo de vegetal, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/2. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera positiva con magnitud alta debido a que al realizar esta actividad

yerbas y especies arbustivas pioneras inician su crecimiento, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental 2/5.

FAUNA: Las operaciones de tráfico de vehículos, volquetas, y mantenimiento de maquinaria, no impactan al mencionado componente, debido a que en el lugar no se tiene ninguna clase de animales, ya que se encuentra intervenido. Las operaciones de extracción y cargado de material pétreo, impactan de manera negativa al componente con una magnitud baja, debido a que en el lugar donde se realizara esta actividad se puede hallar algún tipo de animal, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/2. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo tampoco impactan al mencionado componente, debido a que al realizar esta actividad no se vería afectado los animales, ya que la zona se encuentra intervenida.

FACTOR SOCIO ECONÓMICO

SEGURIDAD Y SALUD: La operación del tráfico de vehículos, volquetes, impacta de manera negativa al mencionado componente con una magnitud baja, debido a que se los trabajadores usan equipos de protección personal en toda la cantera, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/4. La operación del mantenimiento de maquinaria, impacta de manera negativa al mencionado componente con una magnitud baja, debido a que esta actividad se la realiza fuera de la cantera, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/1. La operación de la extracción de material pétreo, impacta de manera negativa al mencionado componente con una magnitud alta, debido a que se requiere de mayor personal para la realización de esta actividad, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -8/2. La operación del cargado de material pétreo, impacta de manera negativa al mencionado componente con una magnitud alta, debido a que se requiere de mayor personal para esta actividad, por tanto, hay mayor riesgo en

cuanto a la seguridad, por lo que se da como calificación de impacto ambiental -8/3. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impactaría de manera negativa al mencionado componente con una magnitud baja, debido a que la realización de esta actividad la realizan pocos trabajadores, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental -2/1.

EMPLEO

La operación de tráfico de vehículos, volquetas, impacta de manera positiva al mencionado componente con una magnitud media, debido a que la actividad requiere de contratación de personal para la operación, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental +5/6. La operación del mantenimiento de maquinaria, impacta de manera positiva al mencionado componente con una magnitud media, debido a que la actividad requiere de mayor cantidad de proveedores que realicen esta actividad fuera de la cantera, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental +5/2. Las operaciones de extracción y cargado de material pétreo, impacta de manera positiva al mencionado componente con una magnitud alta, debido a que la actividad requiere de contratación de personal para las operaciones, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental +7/5. En la etapa de abandono temporal, (máximas avenidas en periodo de creciente anual), al no haberse extraído material del talud del cauce, se considera inexistencia de impacto debido a que no se requiere de maquinaria pesada, por tanto, se da valor 0 como calificación de impacto ambiental. Mientras que en la nivelación de superficie de área post extracción de material pétreo impacta de manera positiva al mencionado componente con una magnitud media, debido a que la actividad requiere de mayor personal quien realice la operación, por tanto, se da como calificación de impacto ambiental +5/2.

Una vez identificados y evaluados los factores ambientales en las etapas de operación y abandono de la cantera, se resume que el componente más afectado

negativamente es el físico, con sumatorias de afectación más altas en ruido y material particulado (-104) y (-106), respectivamente, seguido de calidad de aire y suelo; mientras que en el componente biótico está afectado negativamente, pero de una forma muy baja, debido a que el lugar ya se encuentra intervenido. El componente socioeconómico se ve afectado negativamente en cuanto la seguridad y salud de los trabajadores, debido a que están expuestos constantemente a ruidos excesivos y material particulado (polvo). A pesar de esto, en términos generales este componente se ve afectada negativamente (sumatoria total de componente (-52), ya que el número de puestos de trabajo que genera la explotación de la cantera es muy bajo, llegando a un valor máximo de +120. En tanto que, de la matriz de Leopold se aprecia que en la etapa de operación la actividad donde mayor afectación negativa se tiene es en la extracción del material pétreo (Σ -127), seguido del cargado del material en los volquetes (Σ -119). En la etapa de abandono temporal año a año a pesar de tener valores bajos son de carácter positivos, lo que hace pensar que luego de retirar el material pétreo de la cantera, se avizoran la reposición de material pétreo, indicando la regeneración del cauce al término del periodo de creciente.

El análisis del entorno y la naturaleza del proyecto a desarrollar así, como la evaluación de los impactos ambientales a través de la aplicación de la matriz de Leopold ha determinado que los principales impactos ambientales previsibles serán: la generación de material particulado (polvo), ruido y residuos sólidos, los mismos que de acuerdo a la evaluación serán de escasa magnitud, por lo que se estima que no ocasionarán daños al ecosistema del área de estudio.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

- En la presente investigación se determinó que el peso unitario suelto para arena es 1483 Kg/m³, para grava es 1462 kg/m³ y su porcentaje de vacíos representan un 44.57% y 45.70% del volumen, respectivamente. Sin embargo, Chávez y Pinchi (2014) para arenas del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga en el sector del distrito de Shapaja determinaron que el peso unitario suelto para arena era 1580.00 kg/m³ y para grava 1432.00 kg/m³. Por su parte, Ari (2002) con agregados de la ciudad de Lima, encontró que la arena tiene un peso unitario suelto de 1688.98 kg/m³ y la grava de 1418.47 kg/m³.
- El peso unitario compactado de la arena determinado en la presente investigación es 1845 Kg/m³, de la grava es 1539 Kg/m³, y su correspondiente porcentaje de vacíos representan un 31.04% y de 42.84% del volumen, respectivamente. Sin embargo, Chávez y Pinchi (2014) para arenas del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga en el sector del distrito de Shapaja determinaron que el peso unitario compactado para arena era 1685.00 kg/m³ y para grava 1559.00 kg/m³. Por su parte, Ari (2002) con agregados de la ciudad de Lima, encontró que la arena tiene un peso unitario compactado de 1926.89 kg/m³ y la grava de 1559.73 kg/m³.
- El módulo de fineza de la arena de Buenos Aires está comprendido entre 2.98 y 3.11, de la grava está comprendido entre 6.18 y 6.31, lo que significa que está dentro del rango apropiado de las normas N.T.P 400.037 – ASTM C 33-07. Sin embargo, Chávez y Pinchi (2014) para arenas del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga en el sector del distrito de Shapaja determinaron que el módulo de fineza para arena era 2.0 y para grava no lo determinaron. Por su parte, Ari (2002) con agregados de la ciudad de Lima, de un tamaño máximo de 1" y tamaño máximo nominal de ¾" (siendo este último el que se utiliza para el diseño de mezcla para determinar la cantidad de agua). encontró que la arena tiene un módulo de fineza de 2.51 y la grava de 7.21.

- El peso específico de la arena de Buenos Aires es 2.60gr/cc y el porcentaje de absorción es de 1.02%; y, la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 es de: 11.41%. El peso específico del agregado grueso es de 2.65gr/cc y su porcentaje de absorción es de 0.66%; y, la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 (agregado grueso) es de: 0.5%. Sin embargo, Chávez y Pinchi (2014) para arenas del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga en el sector del distrito de Shapaja determinaron que el peso específico para la arena era 2.59 gr/cc y para la grava 2.65 gr/cc, siendo el tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ", tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ". Por su parte, Ari (2002) con agregados de la ciudad de Lima, encontró que para la arena un peso específico de 2.60 gr/cc y para la grava de 2.62 gr/cc.
- Para el Agregado Global en la presente investigación, el peso unitario compactado promedio fue de 1981 kg/m³ (se obtuvo a partir de diez (10) repeticiones de combinaciones de porcentajes de agregado grueso y fino), permitió determinar la combinación óptima con la participación de 50% de agregado grueso y 50% de agregado fino (por su mejor gradación y menos porcentaje de vacíos), con el cual se realizó el diseño de la mezcla de concreto. Sin embargo, Chávez y Pinchi (2014) para arenas del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga en el sector del distrito de Shapaja no determinaron el peso unitario compactado de su combinación óptima para determinar el agregado global de 39% de arena y 61% de piedra, de tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " y tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ". Por su parte, Ari (2002) con agregados de la ciudad de Lima, encontró un peso unitario compactado de 2118.88 kg/m³, siendo la combinación óptima de 52% de arena y 48% de piedra.
- El módulo de fineza para el agregado global está comprendido entre 4.63 y 4.71. Sin embargo, Chávez y Pinchi (2014) para arenas del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga en el sector del distrito de Shapaja no determinaron el módulo de fineza. Por su parte, Ari (2002) con agregados de la ciudad de Lima, de un tamaño máximo de 1" y tamaño máximo nominal

de $\frac{3}{4}$ " (siendo este último el que se utiliza para el diseño de mezcla para determinar la cantidad de agua) tampoco determinó el módulo de fineza.

- En la presente investigación se determinó el diseño de mezcla con relación agua/cemento $a/c = 0.50$ para 1 m³; insumiéndose 0.164 m³ (11.68 bolsas) de cemento portland ANDINO TIPO I PM, 0.283 m³ de agregado fino, 0.283 m³ de agregado grueso, 0.245 m³ de agua y 0.025 m³ de aire atrapado. Por su parte, Ari (2002), determinó su diseño de mezcla patrón con relación agua/cemento $a/c = 0.50$ para 1 m³; con 0.154 m³ (11.34 bolsas) de cemento Andino Tipo I, 0.305 m³ de agregado fino, 0.279 m³ de agregado grueso, 0.241 m³ de agua y 0.020 m³ aire atrapado.
- Para el concreto fresco: El peso unitario que se obtuvo para la relación $a/c = 0.50$, fue 2242.34 kg/m³, por su parte Ismael Ari Queque (2002), obtuvo con la misma relación $a/c = 0.50$, un valor de 2380.30 kg/m³.
- La consistencia determinada con la relación $a/c = 0.50$, fue 3 $\frac{1}{2}$ ", por su parte Ismael Ari Queque (2002), la consistencia que obtuvo en su diseño patrón con la misma relación $a/c = 0.50$, fue 3".
- La exudación que obtuvimos en la relación $a/c = 0.50$, fue 0.52%, por su parte Ismael Ari Queque (2002), con la misma relación $a/c = 0.50$, la exudación que obtuvo fue 2.36%.
- Para el concreto endurecido: La resistencia a la compresión que se obtuvo para la relación $a/c = 0.50$ a los 28 días, fue 426 kg/cm², por su parte Ismael Ari Queque (2002), obtuvo con la misma relación $a/c = 0.50$ a los 28 días, un valor de 462 kg/cm².
- La resistencia a la tracción por compresión diametral que se obtuvo a los 28 días para la relación $a/c = 0.50$, fue 31 kg/cm², por su parte Ismael Ari Queque (2002), obtuvo con la misma relación $a/c = 0.50$ a los 28 días, un valor de 38.8 kg/cm².

- El módulo de elasticidad estático que se obtuvo a los 28 días para la relación $a/c = 0.50$, fue 264960 kg/cm², por su parte Ismael Ari Queque (2002), obtuvo con la misma relación $a/c = 0.50$ a los 28 días, un valor de 260577 kg/cm².
- Chávez y Pinchi (2014), utilizando arena del río Cumbaza y piedra triturada de la Cantera Huallaga Sector de Shapaja, para una resistencia $f'c = 210$ kg/cm², utilizaron una relación agua / cemento = 0.55, usaron cemento Pacasmayo de 3.11 gr/cm³ de peso específico y arena y grava de las siguientes propiedades físicas: peso específico 2.54 gr/cc, grava 2.67 gr/cc. respectivamente; absorción para arena es de 0.40% y para grava 0.54%, peso unitario suelto para arena 1580.00 kg/m³, para grava 1432.00 kg/m³, peso unitario compactado para arena 1685.00 kg/m³, para grava 1559.00 kg/m³, tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ", tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ", módulo de fineza para arena 2.00, contenido de humedad es de 0.00%, y porcentaje de agregado para arena de 39% y grava 61%, alcanzaron los siguientes valores de diseño por m³ (Pasta) son de: cemento 332.00 kg, agua 184 litros y 2.5% de aire, equivalente en m³ de volumen a: cemento 0.107 m³, agua 0.184 m³ y aire 0.025 m³, total 0.316 m³ y de agregados: arena 0.267 m³ y piedra 0.416 m³, total 0.684 m³.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

7.1.1. Conclusión General

De la cantera del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín se puede extraer materiales pétreos de diferente volumen – canto rodado y hormigón -, para su transformación en las chancadoras hasta lograr los agregados grueso y finos necesarios para su uso en la elaboración de concreto para la construcción. El estudio ha demostrado que estos agregados son de calidad semejante a las de otras canteras del Perú y el concreto que se obtiene al usarlos, alcanzan al insumirse cantidades similares de cemento, resistencias similares; asimismo, año a año se van regenerando y la explotación es amigable con el medio ambiente; con lo cual, la hipótesis ha quedado contrastada positivamente.

7.1.2. Conclusiones específicas

La cantera estudiada ocupa un área efectiva de 127 hectáreas lo que hace un volumen aproximado anual de 1'270, 000.00m³.

Las propiedades físicas de los agregados pétreos resultantes de la explotación de estas canteras, son las siguientes:

Para el agregado fino:

- El peso unitario suelto es 1483 Kg/m³, y su porcentaje de vacíos representan un 44.57% del volumen. El peso unitario compactado es 1845 Kg/m³, y su porcentaje de vacíos correspondiente es de 31.04% del volumen.
- El módulo de fineza está comprendido entre 2.98 y 3.11 lo que significa que está dentro del rango apropiado de las normas N.T.P 400.037 – ASTM C 33-07.

- El peso específico es de 2.60gr/cc y el porcentaje de absorción es de 1.02% y la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 (agregado fino) es de: 11.41%

Para el agregado grueso:

- El peso unitario suelto es 1462 Kg/m³, y su porcentaje de vacíos alcanza un 45.70% del volumen. El peso unitario compactado es 1539 Kg/m³, y su correspondiente porcentaje de vacíos es de 42.84% del volumen.
- El módulo de fineza está comprendido entre 6.18 y 6.31.
- El peso específico del agregado grueso es de 2.65 gr/cc y el porcentaje de absorción es de 0.66%.
- La cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 (agregado grueso) es de: 0.50%.
- El índice de aplanamiento es de 23.27% y alargamiento 35.08% según BS – 812, MTC E 221
- El índice de partículas chatas o alargadas se muestra a continuación:

Partículas chatas: Proporción 1:2 (3/4" - 1/2" =9.61%; para 1/2" - 3/8" =20.44%).

Partículas alargadas: Proporción 1:3 (3/4" - 1/2" =6.04%; para 1/2" - 3/8" =14.57%).

Partículas que cumplen criterios de chata y alargada: Proporción 1:2 (3/4" - 1/2" =0.00%; para 1/2" - 3/8" =3.22%).

Partículas que no son chatas ni alargadas: Proporción 1:2 (3/4" - 1/2" =84.35%; para 1/2" - 3/8" =61.77%).

Partículas chatas: Proporción 1:3 (3/4" - 1/2" =2.72%; para 1/2" - 3/8" =6.93%).

Partículas alargadas: Proporción 1:3 (3/4" - 1/2" =0.00%; para 1/2" - 3/8" =1.47%).

Partículas que cumplen criterios de chata y alargada: Proporción 1:2 ($3/4'' - 1/2'' = 0.00\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 0.00\%$).

Partículas que no son chatas ni alargadas: Proporción 1:3 ($3/4'' - 1/2'' = 97.28\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 91.61\%$).

Partículas chatas: Proporción 1:4 ($3/4'' - 1/2'' = 1.68\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 3.53\%$).

Partículas alargadas: Proporción 1:4 ($3/4'' - 1/2'' = 0.00\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 0.00\%$).

Partículas que cumplen criterios de chata y alargada: Proporción 1:4 ($3/4'' - 1/2'' = 0.00\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 0.00\%$).

Partículas que no son chatas ni alargadas: Proporción 1:4 ($3/4'' - 1/2'' = 98.32\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 96.47\%$).

Partículas chatas: Proporción 1:5 ($3/4'' - 1/2'' = 1.14\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 0.42\%$).

Partículas alargadas: Proporción 1:5 ($3/4'' - 1/2'' = 0.00\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 0.00\%$).

Partículas que cumplen criterios de chata y alargada: Proporción 1:5 ($3/4'' - 1/2'' = 0.00\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 0.00\%$).

Partículas que no son chatas ni alargadas: Proporción 1:5 ($3/4'' - 1/2'' = 98.86\%$; para $1/2'' - 3/8'' = 99.58\%$).

Agregado global:

- El peso unitario obtenido a partir de diez (10) repeticiones de combinaciones de porcentajes de agregado grueso y fino, permitió determinar la combinación óptima con la participación de 50% de agregado grueso y 50% de agregado fino (por su mejor gradación y menos porcentaje de vacíos), con el cual se realizó el diseño de la mezcla de concreto.
- El módulo de fineza está comprendido entre 4.63 y 4.71

Las propiedades mecánicas del concreto obtenido con los agregados pétreos obtenido de la cantera del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín, son las siguientes:

- El ensayo de compresión con curado a los 28 días, dio como resultado los siguientes valores: con testigo relación $a/c = 0.50$, se encontró una resistencia de $f'_c = 426 \text{ kg/cm}^2$, con testigo relación $a/c = 0.60$, se encontró una resistencia de $f'_c = 324 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente con testigo relación $a/c = 0.70$, se encontró una resistencia de $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$.
- El ensayo de tracción con curado a los 28 días, arrojó los valores: con testigo relación $a/c = 0.50$, se encontró una resistencia de $f'_t = 31 \text{ kg/cm}^2$, con testigo relación $a/c = 0.60$, se encontró una resistencia de $f'_t = 23 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente con testigo relación $a/c = 0.70$, se encontró una resistencia de $f'_t = 19 \text{ kg/cm}^2$.
- El ensayo a la flexión con testigo de relación $a/c = 0.50$, curado a 28 días, encontró una resistencia de $f'_f = 42 \text{ kg/cm}^2$, con testigo relación $a/c = 0.60$, se encontró una resistencia de $f'_f = 38 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente con testigo relación $a/c = 0.70$, se encontró una resistencia de $f'_f = 37 \text{ kg/cm}^2$.
- El módulo elástico estático de concreto con testigo de relación $a/c = 0.50$, curado a 28 días, encontró un módulo $E = 264960 \text{ kg/cm}^2$, con testigo relación $a/c = 0.60$, se encontró un módulo $E = 246628 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente con testigo relación $a/c = 0.70$, se encontró un módulo $E = 264864 \text{ kg/cm}^2$.

7.2. Recomendaciones

7.2.1. Recomendaciones General

Promover la explotación de las canteras de Buenos Aires río Huallaga, considerándose la evaluación ambiental y el cumplimiento de la normativa correspondiente sobre derechos municipales.

7.2.2. Recomendaciones Específicas

En el proceso de extracción del material pétreo del cauce del río Huallaga, por ningún motivo remover el talud, debiéndose retirar no menos de 2 m hacia el eje del río.

No efectuar cambio de aceite de los vehículos dentro del cauce.

Cubrir con mantas a los volquetes transportadores de material pétreo

CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, L. y Irigoin, U. (2014). Efectos de la extracción y comercialización de arena cuarzosa blanca de canteras del área de influencia de la carretera Iquitos- Nauta 2009-2010. Tesis de grado de Maestría. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 2014.
- Ari, I. (2002). Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad nacional de Ingeniería. 2002.
- A.M. Neville y J.J. Brooks “Tecnología del Concreto – Editorial Trillas – Primera Edición”.
- Arthur H. Nilson (2000). Diseño de estructuras de Concreto. Editorial MC Graw – Hill, 2000.
- Barra, M. (1996). Estudio de la durabilidad del hormigón de árido reciclado en su aplicación como hormigón armado. Tesis doctoral dirigida por el Dr. Enric Vásquez. ETS ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPC. Diciembre 1996.
- Bazán E. & Meli, R. (2001). Diseño Sísmico de edificios. Noriega Editores. Limusa.
- Chávez, M. y Pinchi, E. (2015). Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto. Tesis de Maestría dirigida por Ms. Ing. Ana Torre Carrillo. Maestría en Tecnología de la Construcción. Universidad Nacional de Ingeniería. 2015.
- Dávila D., Vargas, E. (2006). “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, utilizando agregado fino de la cantera Bocanegra

del sector de Peña Negra, distrito de San Juan Bautista”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Particular de Iquitos (hoy Científica del Perú -UCP), Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2006.

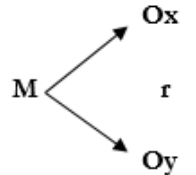
- Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda que modifica la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda.
- Gonzales, F. (2002). Manual de Supervisión de Obras de Concreto. 148 páginas. Editorial Limusa, 2002. ISBN: 9789681859077.
- Gonzales, B. (2002). Hormigones con áridos reciclados procedentes de demoliciones: dosificación, propiedades mecánicas y comportamiento estructura a cortante. Tesis Doctoral. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Coruña. Noviembre 2002.
- González A. y Carvajal D. (2002). Indicadores de Sostenibilidad en la Industria Extractiva Española. Red CYTED XIII – D – Universidad de Huelva – Escuela Politécnica Superior – Campus de La Rábida. España.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana -IIAP. (2007). Propuesta de Zonificación Ecológica Económica de San Martín.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2007). “EL CONCRETO DE ARENA”. ANA BIONDI S. – Boletín Informativo 337-02EI – 20.
- Irigoin, U. (2015). Análisis de la Sostenibilidad Minera No Metálica mediante Indicadores Sintéticos. Aplicación para Explotación de Agregados Pétreos para Construcción en Loreto y San Martín, Perú. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 2015.
- Quimbay, R. (2012). “Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM”. Universidad Nacional de Colombia.

[Recuperado de:
http://www.bdigital.unal.edu.co/12424/1/modulo_elasticidad_concreto.pdf]

- Marulanda F. (2012). "Modelación con elementos finitos de muros de mampostería estructural ortogonales". Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Colombia. [Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5769/1/294411.2012.pdf>]
- Norma Técnica Colombiana NTC 4025 (ASTM C469). Método de ensayo para determinar el Módulo de Elasticidad estático y la relación de Poisson en concreto a compresión.
- Ramirez, M. (2008). "Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el valle de Aburrá". Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Ríos. (2011). "Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto Hidráulico". Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.
- Rivva E. (2007). Tecnología del Concreto. "Diseño de Mezclas. Segunda Edición. Lima 2007.

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “ELABORACIÓN DE CONCRETO DE LAS CANTERAS DEL ÁMBITO DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES – PICOTA – SAN MARTÍN”					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema General: ¿Cuál es el horizonte del proyecto de explotación de las canteras de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota - San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento Portland tipo I PM? Problemas Específicos: 1. ¿Cuáles son las reservas en volumen y área de las canteras de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del Ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota - San Martín? 2. ¿Cuáles son las propiedades físicas y	Objetivo General: Evaluar la disponibilidad de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires - Picota - San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento Portland tipo I PM. Objetivos Específicos: 1. Calcular y determinar las reservas en volumen y área de canteras de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín. 2. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los	H₀: “En las actuales condiciones, la explotación de los agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín es sostenible; y, las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado	Variable independiente X: - Volumen de agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín. - Propiedades físicas y mecánicas de agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	Variable independiente X: - Área de superficie que ocupan los agregados. - Volumen y profundidad de la capa de los agregados. - Volumen explotado. - Identificación del impacto ambiental durante la extracción en las Canteras. - Clasificación y tipo de material. - Módulo de fineza de los agregados. - Propiedades físicas de los agregados. - Propiedades Mecánicas de los agregados.	El presente proyecto de investigación es de tipo descriptivo. Diseño:  Trabajo de Gabinete. Trabajo de Campo. Trabajo de Gabinete.

mecánicas de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del Ámbito del distrito de Buenos Aires –provincia de Picota - San Martín? 3. ¿Cuáles es el diseño de mezcla para la elaboración de concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del Ámbito del distrito de Buenos Aires – provincia de Picota – San Martín? 4. ¿Cuáles son los resultados obtenidos en laboratorio de los diseños de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín? 5. ¿Cuál es el valor del módulo elástico del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín?	agregados pétreos para uso en elaboración de concreto del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martín. 3. Realizar el diseño de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín. 4. Verificar en laboratorio los diseños de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín. 5. Determinar el módulo elástico del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	con éstos agregados están en el rango apropiado para su uso”.	Variable Dependiente Y: • Propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con agregados de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.	• Propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con los agregados del estudio	
---	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia (2019)

ANEXO N° 2: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 01)

TESIS: “EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE CANTERAS DEL ÁMBITO DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES – PICOTA – SAN MARTÍN, SUS CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO EN LA PREPARACIÓN DE CONCRETO”.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la disponibilidad de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota- San Martín; y, determinar sus características y comportamiento en la preparación de concreto de cemento portland tipo I.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Calcular y determinar las reservas en volumen y área de canteras de agregados pétreos para uso en elaboración de concreto del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.
2. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos para uso en elaboración de concreto del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.
3. Realizar el diseño de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.
4. Verificar en laboratorio los diseños de mezcla del concreto obtenido con los agregados pétreos de las Canteras del ámbito del distrito de Buenos Aires – Picota – San Martín.

ANEXO N° 3: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 02)

Procedimiento:

1. Transportar los materiales a utilizar en el laboratorio.

El transporte se realizará desde la zona Buenos Aires – Picota – San Martín, hasta la Ciudad de Iquitos, para la realización de los ensayos correspondientes en los laboratorios.

2. Ensayos químicos de los agregados según Norma.

El estudio se realizará en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Química de la UNAP.

Norma NTP	Norma AASHTO	Norma ASTM	Ensayos Químicos
339.177	T 290	D-512	Cloruros con ion Cl
339.178	T 290	D-516	Sulfatos con ion SO ₄
339.152	T 290	D-1888	Sales solubles totales
MTC E 213		ASTM C 40	Impurezas orgánicas Totales
339.176	T 290		pH

Fuente: Laboratorio de la facultad de Ingeniería Química de la UNAP.

3. Prueba de abrasión (la prueba se realizará en DRTC)

- El método se empleará para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando una carga abrasiva.
- Tamaño Max. 1 ½" Norma ASTM C 131.
- Tamaño Max. 1 ½" Norma AASHTO T 96.
- Tamaño Max. ¾" Norma ASTM C 535.

4. Analizar el agregado grueso y agregado fino proveniente de cantera.

ANEXO N° 4: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 03)

- Peso Unitario Suelto (P.U.S.).
 - Peso Unitario Compactado (P.U.C.).
 - Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021), (ASTM C-127).
 - Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022), (ASTM C-127).
 - Contenido de Humedad (NTP 339.185), (ASTM C-566).
 - Análisis de Granulometría del Agregado (NTP 400.012), (ASTM C-136).
 - Módulo de Fineza (NTP 400.012).
 - Superficie Específica.
 - Material que pasa por Tamiz N° 200. (NTP 400.018:2013)
 - Determinación cualitativa de impurezas orgánicas (NTP 400.013).
-
- 1. Realizar 3 relaciones agua cemento para concreto $w/c = 0.5$, $w/c = 0.6$ y $w/c = 0.7$.**
 - 2. Se empleará 8 probetas por cada día de ruptura en total 32 por cada relación agua cemento (7, 14, 28 y 56 días).**
 - 3. Se analizará las propiedades del concreto en estado fresco:**
 - Peso Unitario (NTP 339.046:2013)
 - Rendimiento (NTP 339.046)
 - Contenido de Aire (NTP 339.046)
 - Asentamiento (NTP 339.035)
 - Exudación (NTP 339.077)
 - 4. Se analizará las propiedades del concreto en estado endurecido.**
 - Resistencia a la compresión: (NTP 399.034)
 - Resistencia a la tracción
 - Resistencia a la flexión en vigas (ASTM C 293)
 - Módulo de elasticidad (Norma ASTM C 469-94)

En cada proceso comparativo se analizará detalladamente las características de las probetas.

ANEXO N° 5: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 04)

NOTA: Los moldes a utilizar serán de dimensiones: 4"x8"

NOTA: La ruptura de probetas se realizará en las edades (días a partir de conformación del espécimen) indicados en el procedimiento. La culminación se contabilizará 56 días después de haber vaciado las últimas muestras.

MATERIALES Y EQUIPOS PRINCIPALES:

- Agregado grueso
- Agregado fino
- Cemento
- Agua
- Moldes de 6"x12"
- Balanza
- Equipos para ensayos a la compresión
- Horno
- Tamices
- Trompo para mezcla
- Cono de Abrams
- Espátulas
- Máquina de los ángeles

Tesistas:

- Angulo Roldan Alex
- Guerra Torres Jesús Alfredo

Técnicos de laboratorio de la Universidad Científica del Perú

- Karol Cisowski
- Jack Edwar Sarmiento Morris

Procesamiento de datos y análisis estadísticos

ANEXO N° 6: PLAN DE TRABAJO PRESENTADO (PARTE 05)

Procesamiento de datos

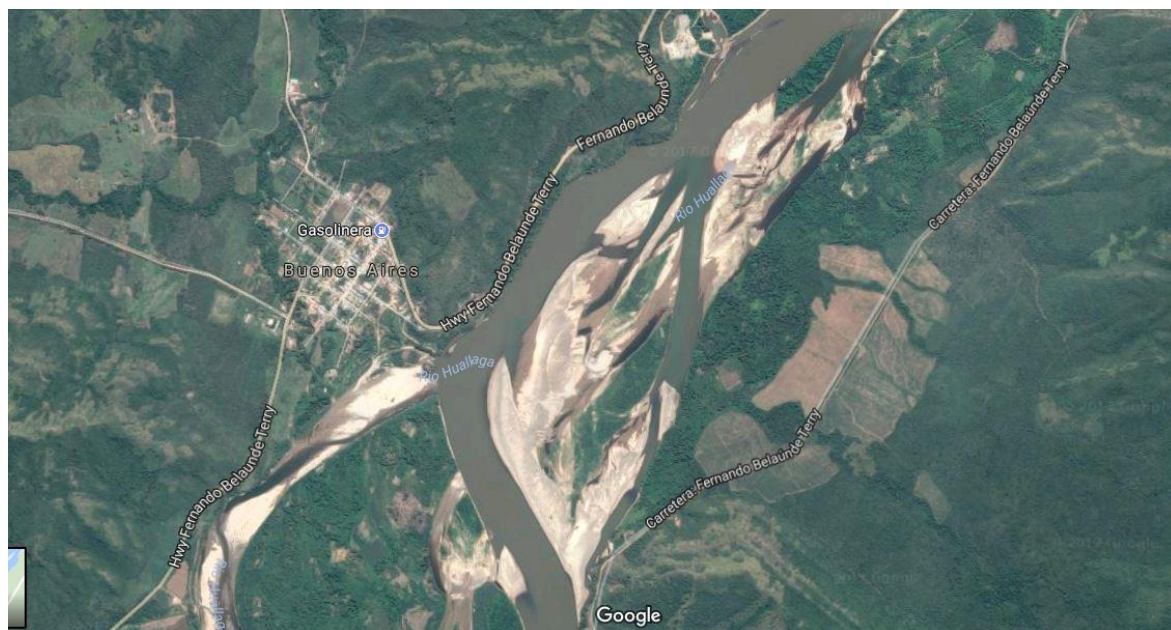
La información obtenida, será procesada de forma computarizada, sistemática y tecnológica, utilizando los programas de Microsoft.

- WORD: para procesamiento de textos y para la elaboración de la tesis.
- EXCEL y S10: para realizar los presupuestos de costos de inversión y presupuesto necesario para el proyecto, y establecer los comparativos de costo – beneficio y otros registros y cálculos numéricos necesarios.
- MS Project: para la elaboración de cronogramas y seguimiento de control de actividades.
- EXCEL: para el procesamiento de cálculos numéricos varios.
- SPS: para realizar el procesamiento de datos estadísticos
- AutoCAD: para realizar los diseños de distribución física, arquitectónica y estructural del laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Se usará el Programa más actualizado.
- PPT: para la presentación final y defensa del proyecto.

Análisis de datos

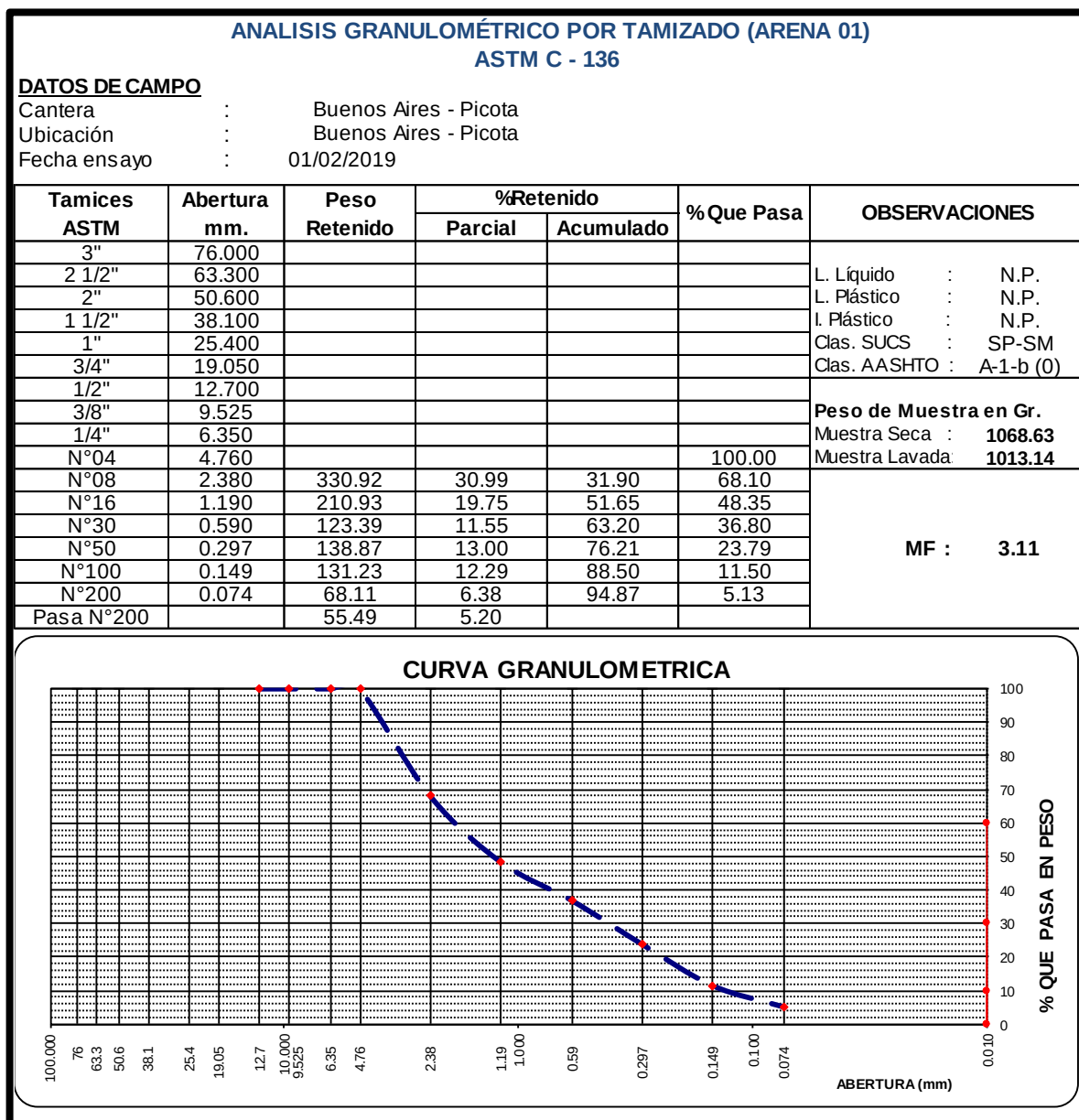
El análisis de datos se efectuará de forma descriptiva y aplicando el método estadístico correspondiente a la investigación.

ANEXO N° 7: INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE DATOS

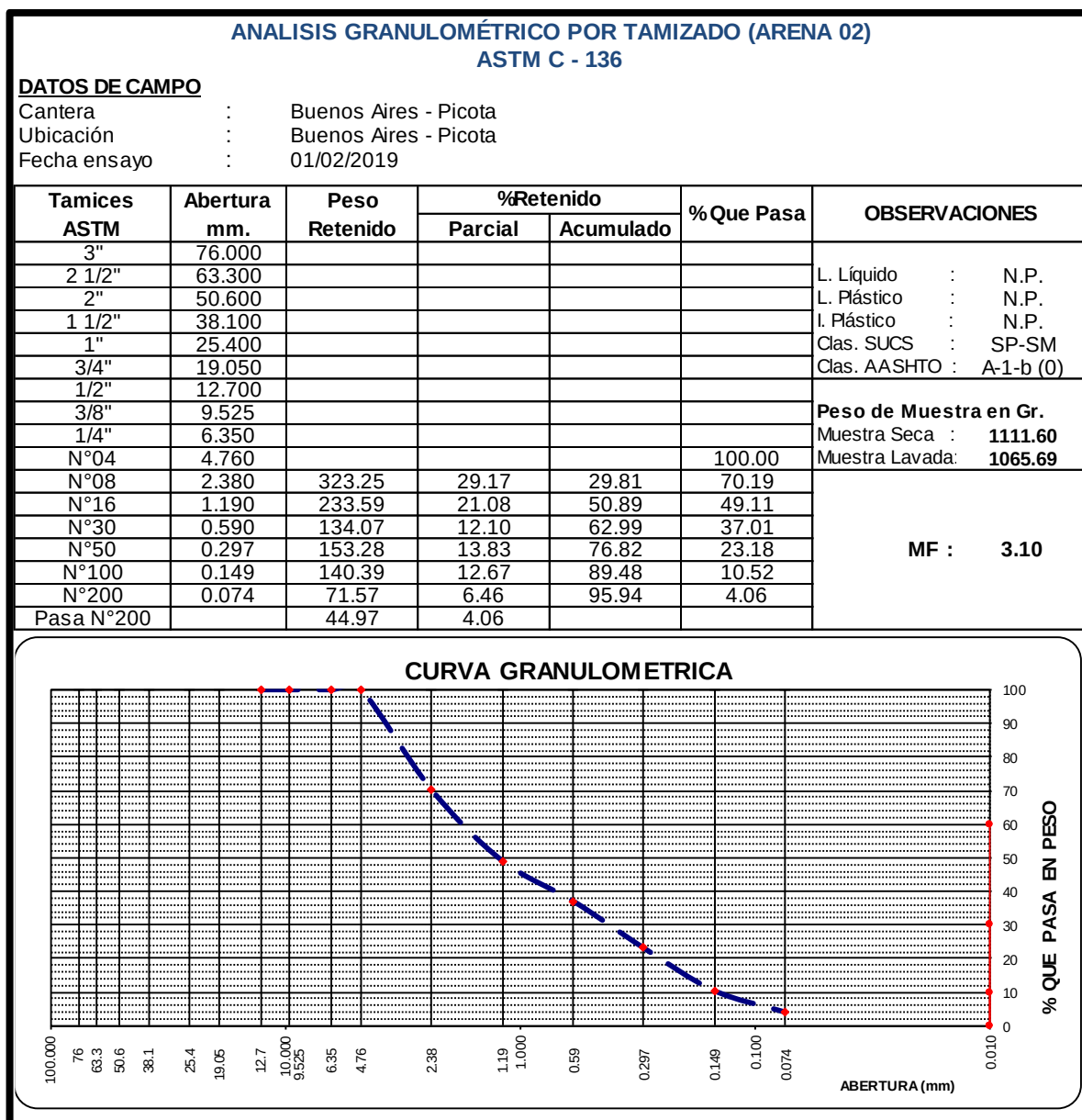


RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO N° 8: Análisis Granulométrico por tamizado (Arena 01)



ANEXO N° 9: Análisis Granulométrico por tamizado (Arena 02)



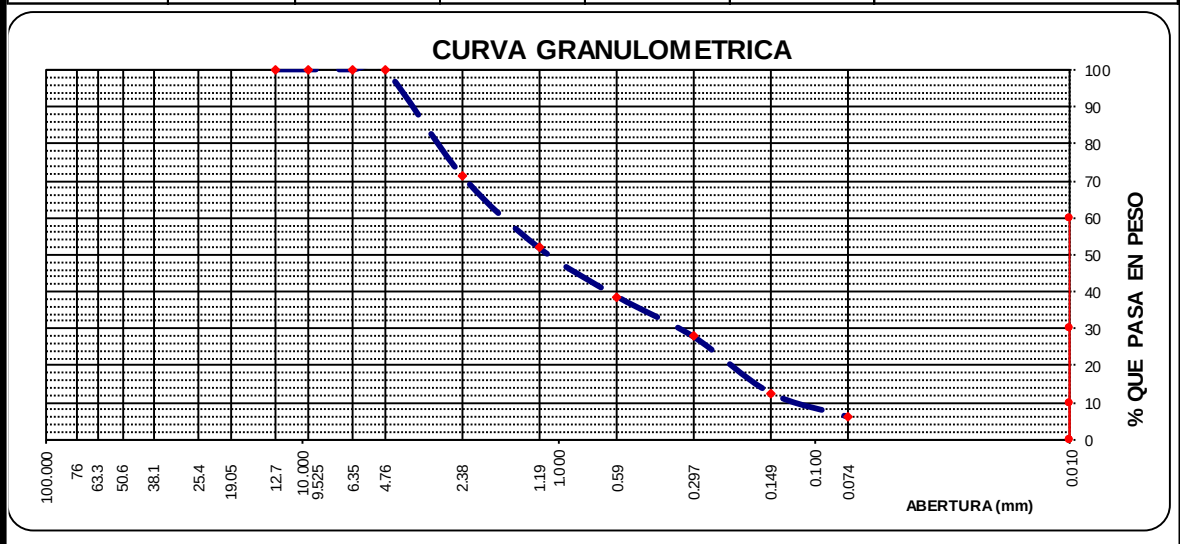
ANEXO N° 10: Análisis Granulométrico por tamizado (Arena 03)

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ARENA 03) ASTM C - 136

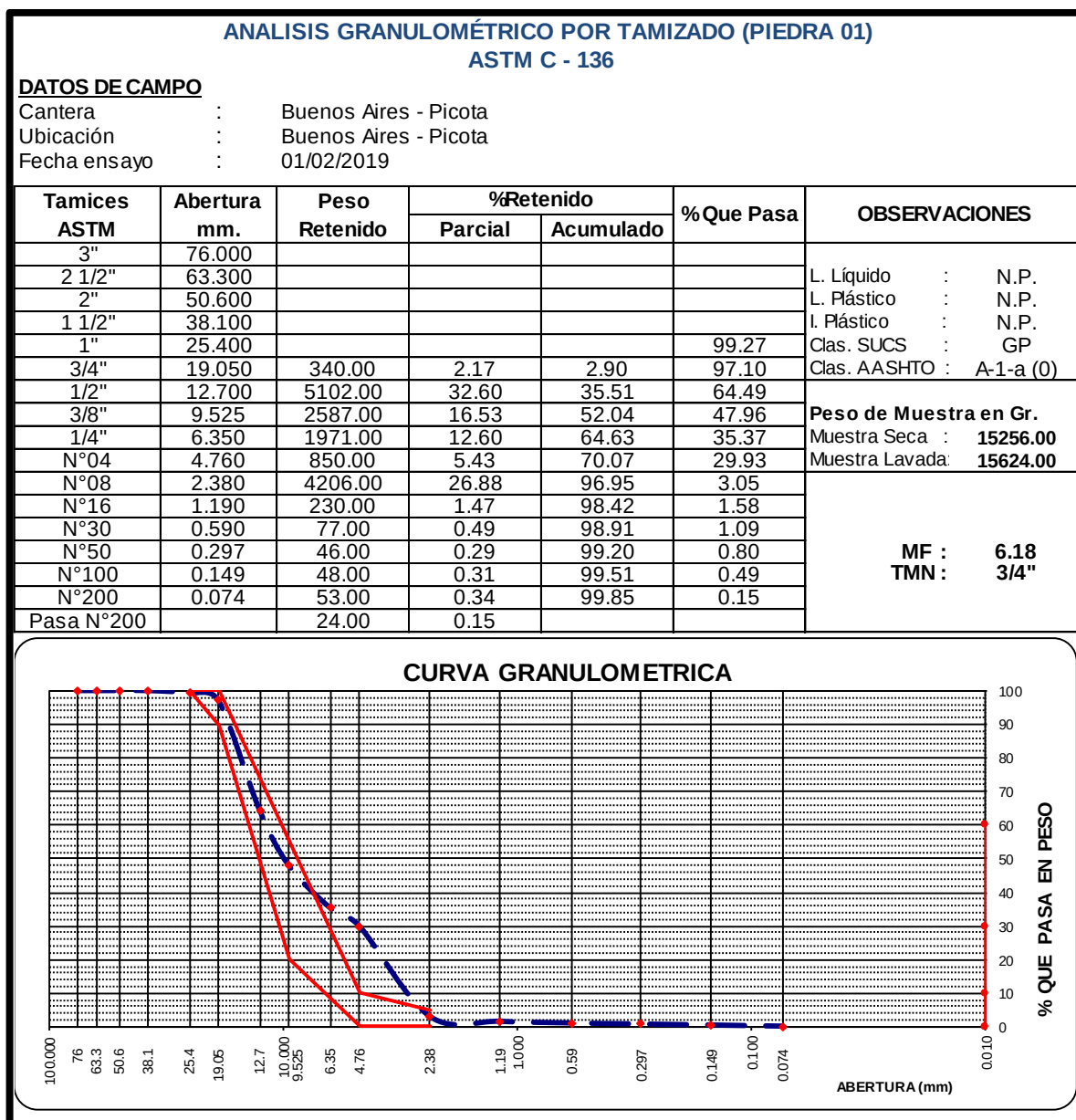
DATOS DE CAMPO

Cantera : Buenos Aires - Picota
 Ubicación : Buenos Aires - Picota
 Fecha ensayo : 01/02/2019

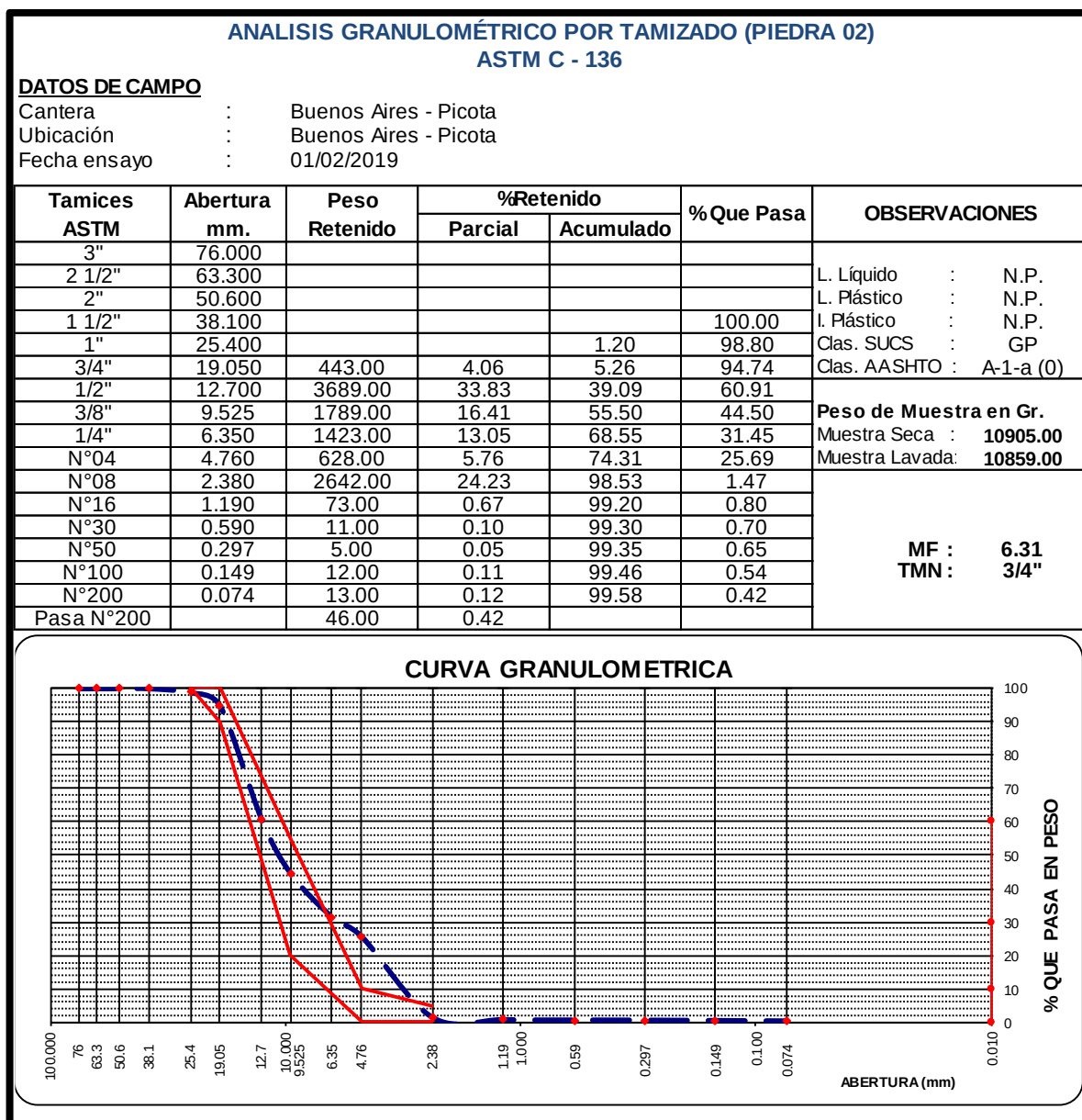
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					L. Líquido : N.P. L. Plástico : N.P. I. Plástico : N.P. Clas. SUCS : SP-SM Clas. AASHTO : A-1-b (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 350.26 Muestra Lavada : 327.51
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					MF : 2.98
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	99.65	28.55	28.60	71.40	
N°16	1.190	68.27	19.56	48.16	51.84	
N°30	0.590	45.98	13.17	61.34	38.66	
N°50	0.297	37.82	10.84	72.17	27.83	
N°100	0.149	52.88	15.15	87.32	12.68	
N°200	0.074	22.72	6.51	93.83	6.17	
Pasa N°200		21.54	6.17			



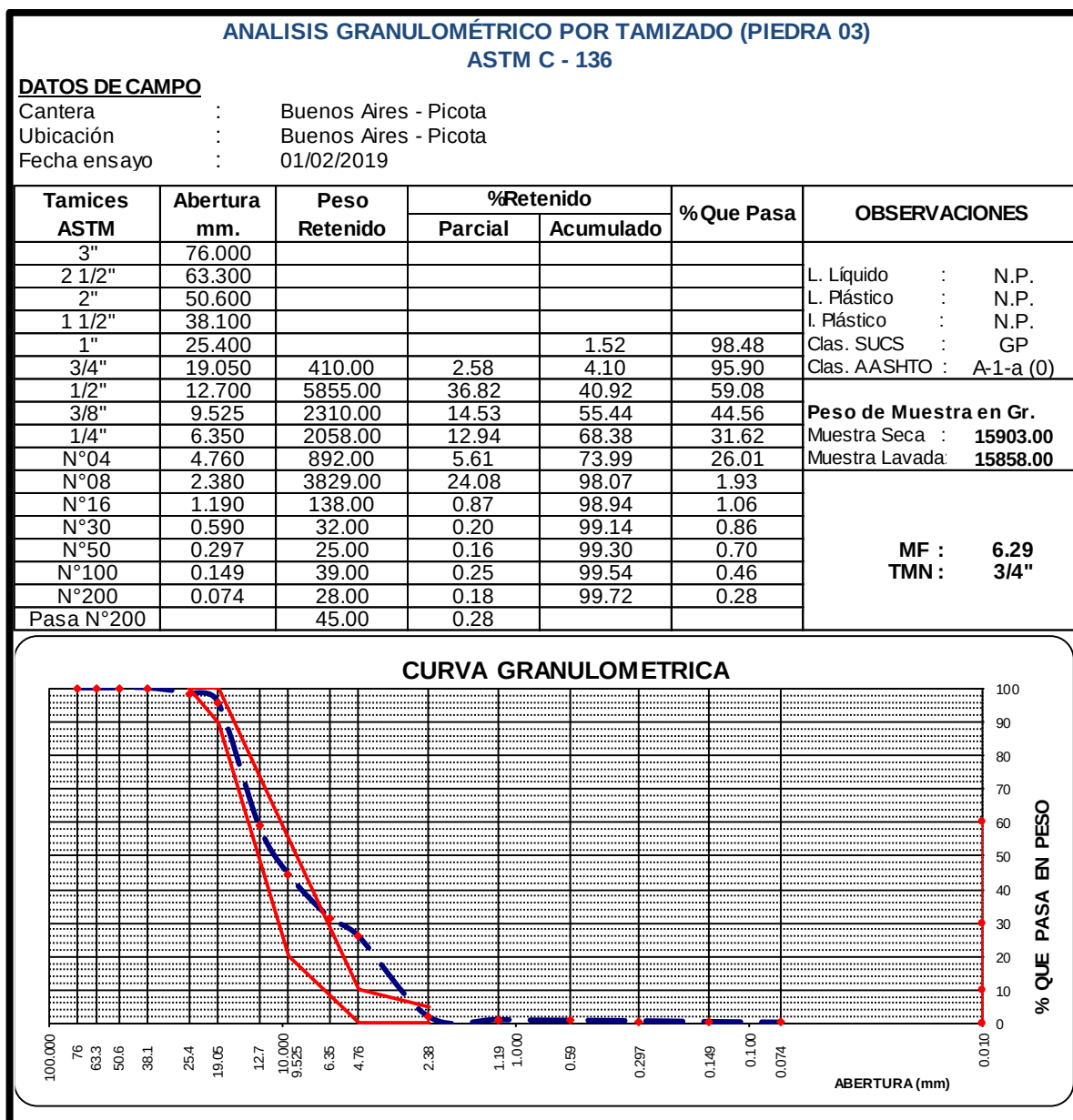
ANEXO N° 11: Análisis Granulométrico por tamizado (Piedra 01)



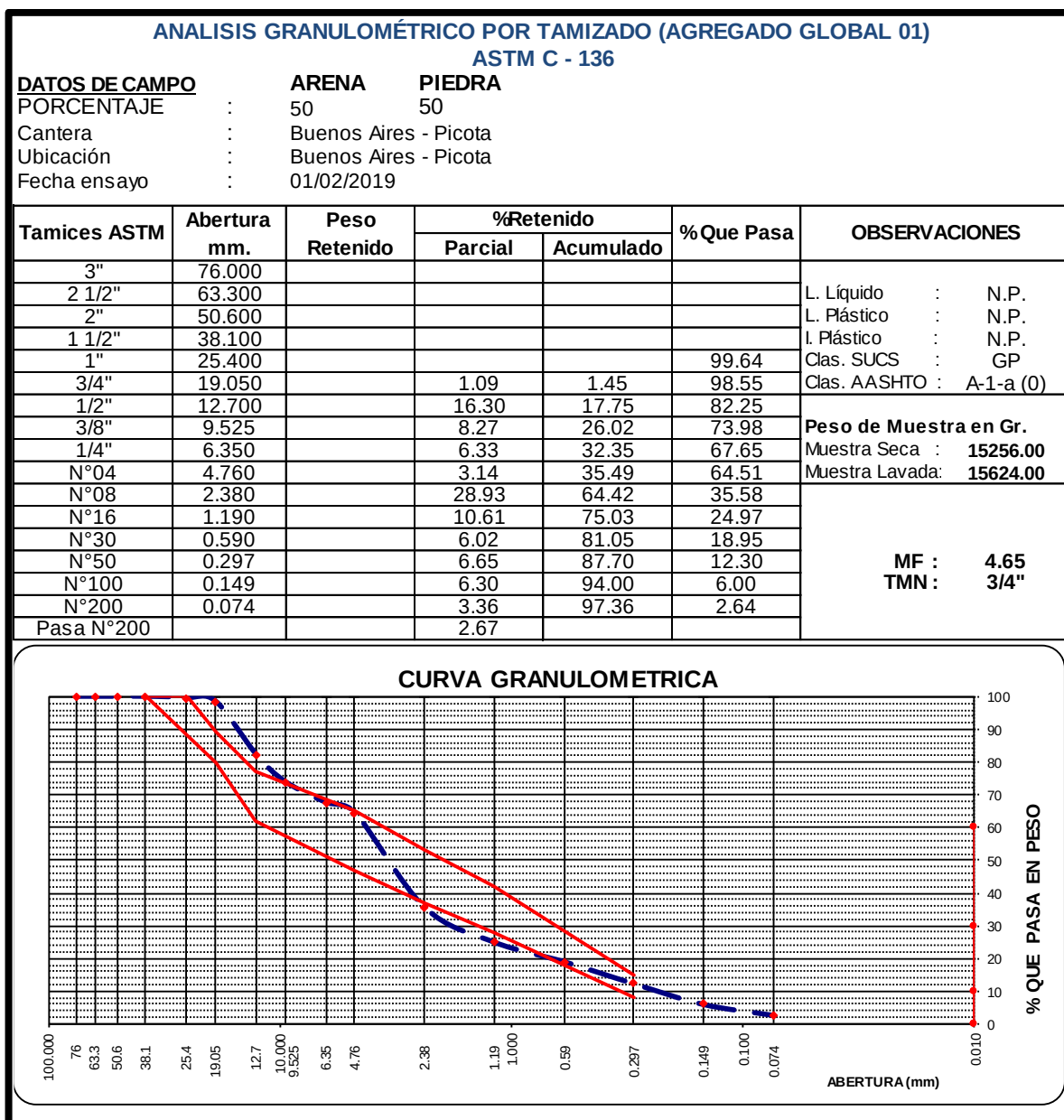
ANEXO N° 12: Análisis Granulométrico por tamizado (Piedra 02)



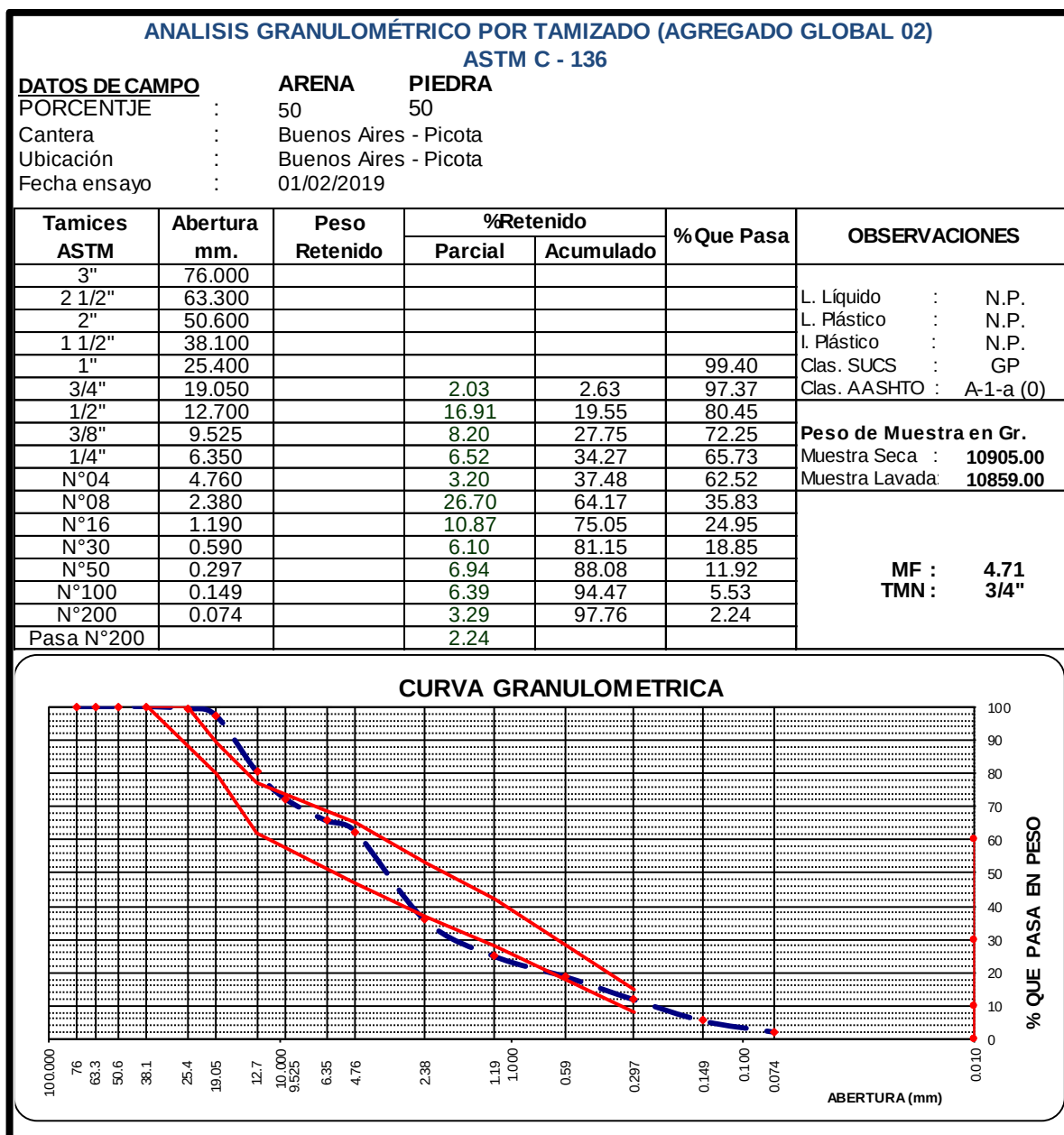
ANEXO N° 13: Análisis Granulométrico por tamizado (Piedra 03)



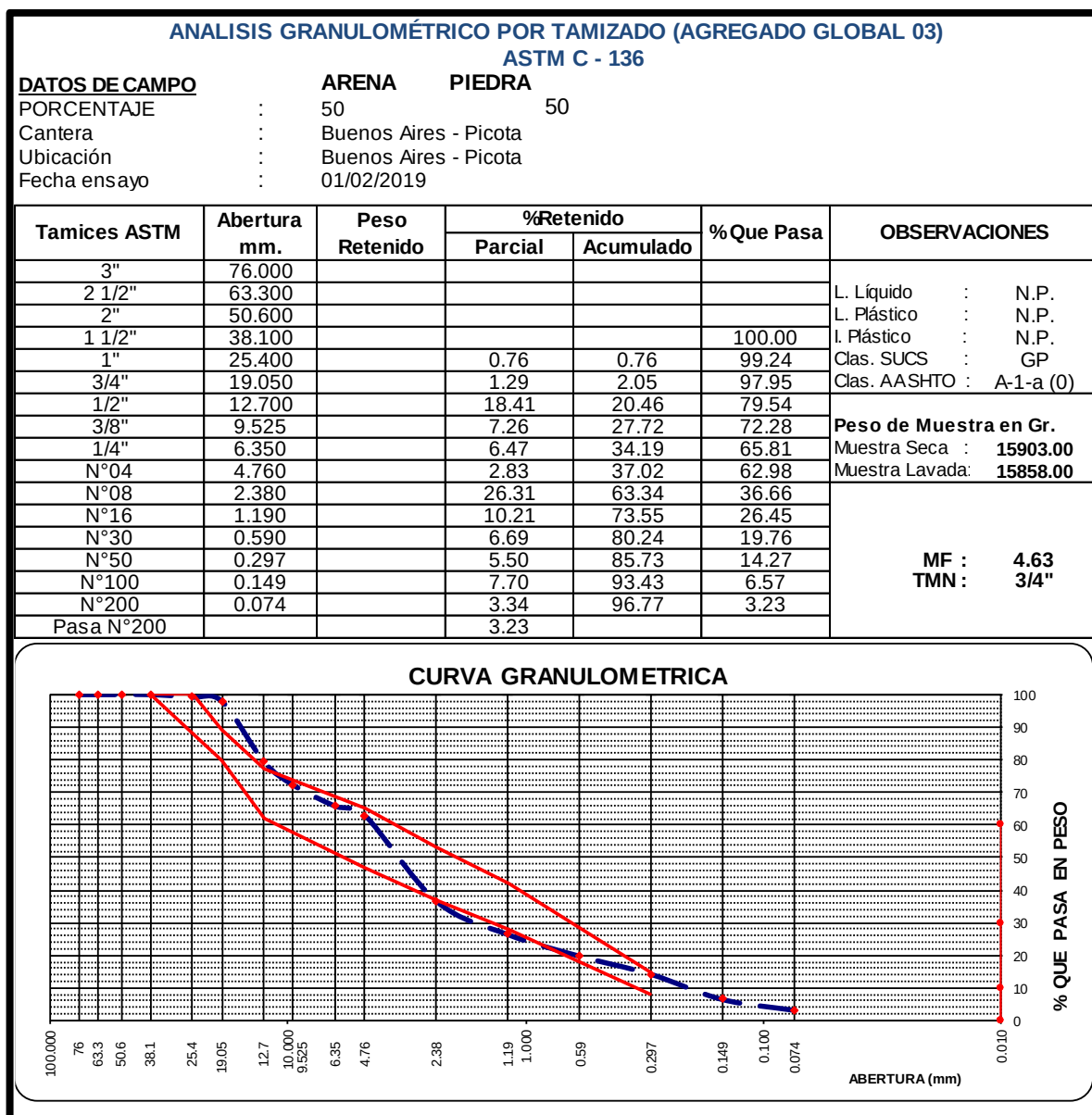
ANEXO N° 14: Análisis Granulométrico por tamizado (Agregado Global 01)



ANEXO N° 15: Análisis Granulométrico por tamizado (Agregado Global 02)



ANEXO N° 16: Análisis Granulométrico por tamizado (Agregado Global 03)



ANEXO N° 17: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino (03 muestras)

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO ASTM C - 29			
DATOS DE CAMPO			
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Carretera Fernando Belaunde Terry km...	
Fecha ensayo	:	01/02/2019	
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	9361	9379	9360
PESO DE MOLDE (gr.)	6231	6231	6231
PESO DE MUESTRA	3130	3148	3129
VOLUMEN DE MOLDE	2114	2114	2114
PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.481	1.489	1.480
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,483		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	44.57		

ANEXO N° 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso (03 muestras)

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C - 29			
DATOS DE CAMPO			
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Carretera Fernando Belaunde Terry km...	
Fecha ensayo	:	22/01/2018	
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	36170	36365	36029
PESO DE MOLDE (gr.)	15639	15639	15639
PESO DE MUESTRA	20531	20726	20390
VOLUMEN DE MOLDE	14041	14041	14041
PESO UNITARIO	1.462	1.476	1.452
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,462		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	45.70		

ANEXO N° 19: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino (03 muestras)

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO ASTM C - 29			
DATOS DE CAMPO			
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Carretera Fernando Belaunde Terry km...	
Fecha ensayo	:	01/02/2019	
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	10114	10144	10134
PESO DE MOLDE (gr.)	6231	6231	6231
PESO DE MUESTRA	3883	3913	3903
VOLUMEN DE MOLDE	2114	2114	2114
PESO UNITARIO	1.837	1.851	1.846
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,845		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	31.04		

ANEXO N° 20: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso (03 muestras)

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C - 29			
DATOS DE CAMPO			
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Carretera Fernando Belaunde Terry km...	
Fecha ensayo	:	22/01/2018	
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	36995	37390	37357
PESO DE MOLDE (gr.)	15639	15639	15639
PESO DE MUESTRA	21356	21751	21718
VOLUMEN DE MOLDE	14041	14041	14041
PESO UNITARIO	1.521	1.549	1.547
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,539		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	42.84		

ANEXO N° 21: Peso Unitario Compactado del Agregado Global (10 iteraciones o repeticiones por cada combinación)

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL ASTM C - 29							
DATOS DE CAMPO							
Cantera		:	Buenos Aires - Picota				
Ubicación		:	Buenos Aires - Picota				
Fecha ensayo		:	01/02/2019				
ENSAYOS		PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	PESO DE MOLDE (gr.)	PESO DE MUESTRA	VOLUMEN DE MOLDE	PESO UNITARIO	PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)
% ARENA	Nº						
40%	1	42171	15639	26532	14041	1.890	1923
	2	42763		27124		1.932	
	3	42929		27290		1.944	
	4	42654		27015		1.924	
	5	42865		27226		1.939	
	6	42564		26925		1.918	
	7	42623		26984		1.922	
	8	42644		27005		1.923	
	9	42711		27072		1.928	
	10	42436		26797		1.908	
44%	1	42982	15639	27343	14041	1.947	1947
	2	42945		27306		1.945	
	3	42512		26873		1.914	
	4	43071		27432		1.954	
	5	43117		27478		1.957	
	6	43085		27446		1.955	
	7	43013		27374		1.950	
	8	42671		27032		1.925	
	9	43511		27872		1.985	
	10	42840		27201		1.937	
48%	1	43261	15639	27622	14041	1.967	1964
	2	43293		27654		1.970	
	3	42993		27354		1.948	
	4	43343		27704		1.973	
	5	43165		27526		1.960	
	6	43012		27373		1.950	
	7	43131		27492		1.958	
	8	43086		27447		1.955	
	9	43450		27811		1.981	
	10	43363		27724		1.975	
50%	1	43684	15639	28045	14041	1.997	1981
	2	43181		27542		1.962	
	3	43330		27691		1.972	
	4	43615		27976		1.992	
	5	43496		27857		1.984	
	6	43122		27483		1.957	
	7	43639		28000		1.994	
	8	43590		27951		1.991	
	9	43453		27814		1.981	
	10	43424		27785		1.979	
52%	1	43069	15639	27430	14041	1.954	1951
	2	43042		27403		1.952	
	3	42754		27115		1.931	
	4	42974		27335		1.947	
	5	42969		27330		1.946	
	6	43224		27585		1.965	
	7	43140		27501		1.959	
	8	43156		27517		1.960	
	9	43038		27399		1.951	
	10	43020		27381		1.950	
56%	1	42468	15639	26829	14041	1.911	1929
	2	42574		26935		1.918	
	3	42847		27208		1.938	
	4	42535		26896		1.916	
	5	42697		27058		1.927	
	6	42668		27029		1.925	
	7	42742		27103		1.930	
	8	42793		27154		1.934	
	9	42855		27216		1.938	
	10	43067		27428		1.953	
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)			26.43				

ANEXO N° 22: Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino (03 muestras)

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
ASTM C - 128

DATOS DE CAMPO

Cantera

:

Buenos Aires - Picota

Ubicación

:

Buenos Aires - Picota

Fecha ensayo

:

01/02/2019

Agregado Fino

N° DE ENSAYOS				3	inv	sn	PROMEDIO
				451.5	833.65	628.5	
				181.81	560.96	353.22	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)			272.64	275.60	277.77	
B	Peso Frasco + H2O			675.43	730.52	815.41	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)			948.07	1006.12	1093.18	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco			844.40	901.50	987.49	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)			103.67	104.62	105.69	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)			269.69	272.69	275.28	
G	Vol. Masa = (E-A+F)			100.72	101.71	103.20	
Peso Específico de Masa (Base Seca)= (F/E)				2.601	2.606	2.605	2.604
Peso Específico de Masa (S.S.S) = (A/E)				2.630	2.634	2.628	2.631
Peso Específico Aparente = (F/G)				2.678	2.681	2.667	2.675
% de Absorción = ((A-F)/F)*100				1.09	1.07	0.90	1.02

ANEXO N° 23: Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso (03 muestras)

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
ASTM C - 127

DATOS DE CAMPO

Cantera

:

Buenos Aires - Picota

Ubicación

:

Buenos Aires - Picota

Fecha ensayo

:

01/02/2019

Agregado Grueso

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+mallá (en aire)	1259.76	1302.86	1094.79	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+mallá (en agua)	804.12	833.28	698.80	
C	Peso de mallá (en aire)	77.11	84.78	69.35	
D	Peso de mallá (en agua)	65.55	71.68	59.12	
E	Peso de Mat. Seco en Estufa + mallá (aire)	1252.40	1295.58	1087.29	
F	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) = (A-C)	1182.65	1218.08	1025.44	
G	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua)=(B-D)	738.57	761.60	639.68	
H	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (E-F)	444.08	456.48	385.76	
I	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C) = E-C	1175.29	1210.80	1017.94	
J	Vol. Masa = (H-(F-I))	436.72	449.20	378.26	
Peso Específico de Masa (Base Seca)= (I/H)		2.647	2.652	2.639	2.646
Peso Específico de Masa (S.S.S)= (F/H)		2.663	2.668	2.658	2.663
Peso Específico Aparente= (I/J)		2.691	2.695	2.691	2.693
% de Absorción = ((F-I)/I)*100		0.63	0.60	0.74	0.655

**ANEXO N° 24: Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200
(Agregado Fino – 03 muestras)**

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 (AGREGADO FINO) ASTM C - 117			
DATOS DE CAMPO			
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Buenos Aires - Picota	
Fecha ensayo	:	01/02/2019	
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	1039.94	930.73	944.45
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	943.12	843.68	851.16
PESO DE TARA (gr)	161.33	164.28	156.95
% QUE PASA LA MALLA N°200	11.02	11.36	11.85
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	11.41		

**ANEXO N° 25: Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200
(Agregado Grueso – 03 muestras)**

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 (AGREGADO GRUESO) ASTM C - 117			
DATOS DE CAMPO			
Cantera	:	Buenos Aires - Picota	
Ubicación	:	Buenos Aires - Picota	
Fecha ensayo	:	01/02/2019	
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	6032.00	5833.00	8254.00
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	5989.00	5809.00	8234.00
PESO DE TARA (gr)	353.00	561.00	883.00
% QUE PASA LA MALLA N°200	0.76	0.46	0.27
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	0.50		

ANEXO N° 26: Porcentaje de Caras Fracturadas en el Agregado Grueso

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO ASTM D - 5821						
DATOS DE CAMPO						
Cantera	:	Buenos Aires - Picota				
Fecha ensayo	:	18/03/2019				
CON UNA CARA FRACTURADA						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (g)	A	B	AxB
				PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS (%)	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	
1"	3/4"	1331.84	374.17	28.09	7.35	206.39
3/4"	1/2"	1209.04	219.75	18.18	46.61	847.17
1/2"	3/8"	413.54	26.81	6.48	20.10	130.29
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA				15.99		
CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (g)	A	B	AxB
				PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS (%)	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	
1"	3/4"	1331.84	901.38	67.68	7.35	497.20
3/4"	1/2"	1209.04	870.20	71.97	46.61	3354.76
1/2"	3/8"	413.54	317.75	76.84	20.10	1544.23
PORCENTAJE CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS				72.87		

ANEXO N° 27: Índice de Aplanamiento y Alargamiento para Agregado Grueso

ÍNDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO PARA AGREGADO GRUESO BS - 81, MTC E 221						
DATOS DE CAMPO						
Cantera		:	Buenos Aires - Picota			
Fecha ensayo		:	18/03/2019			
ÍNDICE DE APLANAMIENTO						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS APLANADAS (g)	A ÍNDICE DE APLANAMIENTO DE LA FRACCIÓN (%)	B PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	AxB
1"	3/4"	1331.84	223.65	16.79	7.35	123.36
3/4"	1/2"	1209.04	284.87	23.56	46.61	1098.22
1/2"	3/8"	508.32	116.93	23.00	20.10	462.31
3/8"	1/4"	184.55	47.04	25.49	17.62	449.15
ÍNDICE DE APLANAMIENTO				23.27		
ÍNDICE DE ALARGAMIENTO						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	A ÍNDICE DE ALARGAMIENTO DE LA FRACCIÓN (%)	B PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	AxB
1"	3/4"	1331.84	93.67	7.03	7.35	51.67
3/4"	1/2"	1209.04	294.02	24.32	46.61	1133.50
1/2"	3/8"	508.32	224.74	44.21	20.10	888.56
3/8"	1/4"	184.55	119.60	64.81	17.62	1141.97
ÍNDICE DE ALARGAMIENTO				35.08		

**ANEXO N° 28: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso
(Relación Dimensional 1:2)**

PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO NTP 400.040, ASTM D-4791						
DATOS DE CAMPO						
Cantera	:	Buenos Aires - Picota				
Fecha ensayo	:	18/03/2019				
RELACIÓN DIMENSIONAL USADA PARA ENSAYO:				1:2		
PARTÍCULAS CHATAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	672.68	64.65	105	46.61	9.61
1/2"	3/8"	337.99	69.09	120	20.10	20.44
PARTÍCULAS ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	672.68	40.62	105	46.61	6.04
1/2"	3/8"	337.99	49.26	120	20.10	14.57
PARTÍCULAS QUE CUMPLEN CRITERIOS DE CHATA Y ALARGADA						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	672.68	0.00	105	46.61	0.00
1/2"	3/8"	337.99	10.87	120	20.10	3.22
PARTÍCULAS QUE NO SON CHATAS NI ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS NO CHATAS NI ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	672.68	567.41	105	46.61	84.35
1/2"	3/8"	337.99	208.77	120	20.10	61.77

**ANEXO N° 29: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso
(Relación Dimensional 1:3)**

PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO NTP 400.040, ASTM D-4791						
DATOS DE CAMPO						
Cantera	:	Buenos Aires - Picota				
Fecha ensayo	:	18/03/2019				
RELACIÓN DIMENSIONAL USADA PARA ENSAYO:					1:3	
PARTÍCULAS CHATAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	15.79	102	46.61	2.72
1/2"	3/8"	489.81	33.95	195	20.10	6.93
PARTÍCULAS ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	0.00	102	46.61	0.00
1/2"	3/8"	489.81	7.18	195	20.10	1.47
PARTÍCULAS QUE CUMPLEN CRITERIOS DE CHATA Y ALARGADA						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	0.00	102	46.61	0.00
1/2"	3/8"	489.81	0.00	195	20.10	0.00
PARTÍCULAS QUE NO SON CHATAS NI ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS NO CHATAS NI ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	564.13	102	46.61	97.28
1/2"	3/8"	489.81	448.72	195	20.10	91.61

**ANEXO N° 30: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso
(Relación Dimensional 1:4)**

PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO NTP 400.040, ASTM D-4791						
DATOS DE CAMPO						
Cantera		:	Buenos Aires - Picota			
Fecha ensayo		:	18/03/2019			
RELACIÓN DIMENSIONAL USADA PARA ENSAYO:					1:4	
PARTÍCULAS CHATAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	9.76	102	46.61	1.68
1/2"	3/8"	489.81	17.28	195	20.10	3.53
PARTÍCULAS ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	0.00	102	46.61	0.00
1/2"	3/8"	489.81	0.00	195	20.10	0.00
PARTÍCULAS QUE CUMPLEN CRITERIOS DE CHATA Y ALARGADA						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	0.00	102	46.61	0.00
1/2"	3/8"	489.81	0.00	195	20.10	0.00
PARTÍCULAS QUE NO SON CHATAS NI ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS NO CHATAS NI ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	579.92	570.16	102	46.61	98.32
1/2"	3/8"	489.81	472.54	195	20.10	96.47

**ANEXO N° 31: Partículas Chatas o Alargadas en el Agregado Grueso
(Relación Dimensional 1:5)**

PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO NTP 400.040, ASTM D-4791						
DATOS DE CAMPO						
Cantera		:	Buenos Aires - Picota			
Fecha ensayo		:	18/03/2019			
RELACIÓN DIMENSIONAL USADA PARA ENSAYO:					1:5	
PARTÍCULAS CHATAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS CHATAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	588.24	6.70	102	46.61	1.14
1/2"	3/8"	312.84	1.31	124	20.10	0.42
PARTÍCULAS ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	588.24	0.00	102	46.61	0.00
1/2"	3/8"	312.84	0.00	124	20.10	0.00
PARTÍCULAS QUE CUMPLEN CRITERIOS DE CHATA Y ALARGADA						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	588.24	0.00	102	46.61	0.00
1/2"	3/8"	312.84	0.00	124	20.10	0.00
PARTÍCULAS QUE NO SON CHATAS NI ALARGADAS						
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE PARTÍCULAS (g)	CANTIDAD DE PARTICULAS	PORCENTAJE RETENIDO DE ACUERDO A GRANULOMETRÍA (%)	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS NO CHATAS NI ALARGADAS (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	588.24	581.54	102	46.61	98.86
1/2"	3/8"	312.84	311.53	124	20.10	99.58

ANEXO N° 32: Ensayo de Equivalente de Arena (03 muestras)

EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419				
Datos de campo:				
Cantera		:	Buenos Aires - Picota	
Fecha de ensayo		:	18/03/2019	
N° DE ENSAYOS		1	2	3
A	Hora de entrada a saturación	4:25 p. m.	4:28 p. m.	4:30 p. m.
B	Hora de salida de saturación	4:35 p. m.	4:38 p. m.	4:40 p. m.
C	Hora de entrada a decantación	4:38 p. m.	4:41 p. m.	4:43 p. m.
D	Hora de salida de decantación	4:58 p. m.	5:01 p. m.	5:03 p. m.
E	Nivel de arcilla (mm)	200	205	211
F	Nivel de arena (mm)	111	116	115
G	Temperatura de ensayo (°C)	31.3°C	31.3°C	31.3°C
H	EQUIVALENTE DE ARENA ((F)/(E))*100 (%)	55.5	56.59	54.5
<i>Redondeo al inmediato superior</i>		56	57	55
				PROMEDIO
				56

ANEXO N° 33: Ensayo de Exudación (a/c = 0.70, 0.60 & 0.50)

EXUDACION DEL CONCRETO ASTM C-232				
Datos de campo:				
Cantera		:	Buenos Aires - Picota	
Fecha de ensayo		:	14/02/2019	
N° DE ENSAYOS		0.70	0.60	0.50
A	Cantidad de agua por m3 (L)	241.12	244.73	248.27
B	Volumen de molde (cm3)	14041	14041	14041
C	Cantidad de agua en el molde (ml) [A*B]	3385.57	3436.25	3485.96
D	Cantidad de agua exudada (ml)	31.4	24.1	18.03
E	Exudación (%) [D/C*100]	0.93	0.70	0.52

ANEXO N° 34: Ensayo de Compresión a los 03 días con relación a/c = 0.70

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 210 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.18	81.9	8,352	81.39	102.62
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.16	89.4	9,118	81.07	112.47
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.20	86.4	8,809	81.71	107.81
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.15	98.8	10,074	80.91	124.51
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.13	97.7	9,964	80.6	123.62
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.15	81.7	8,334	80.91	103
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.13	107.8	10,996	80.6	136.43
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.16	94.3	9,615	81.07	118.6

ANEXO N° 35: Ensayo de Compresión a los 07 días con relación a/c = 0.70

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño		:	210 Kg/cm2						
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.10	138.12	14,084	80.12	175.79
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.13	121.68	12,408	80.6	153.95
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.11	144.46	14,731	80.28	183.5
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.09	109.08	11,123	79.96	139.11
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.13	125.71	12,819	80.6	159.04
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.15	116.43	11,873	80.91	146.74
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.10	113.59	11,583	80.12	144.57
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.10	121.07	12,346	80.12	154.09

ANEXO N° 36: Ensayo de Compresión a los 14 días con relación a/c = 0.70

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño		:	210 Kg/cm2						
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.14	145.39	14,826	80.75	183.6
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.16	144.32	14,717	81.07	181.53
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.15	176.62	18,010	80.91	222.59
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.16	168.63	17,195	81.07	212.1
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.18	171.16	17,453	81.39	214.44
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.19	173.06	17,647	81.55	216.39
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.18	155.98	15,906	81.39	195.43
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.19	168.94	17,227	81.55	211.24

ANEXO N° 37: Ensayo de Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 210 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.19	197.38	20,127	81.55	246.81
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.19	205.92	20,998	81.55	257.49
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.19	190.73	19,449	81.55	238.49
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.20	193.83	19,765	81.71	241.89
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.17	193.24	19,705	81.23	242.58
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.19	177.91	18,142	81.55	222.46
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.18	188.78	19,250	81.39	236.52
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.18	184.82	18,846	81.39	231.55

ANEXO N° 38: Ensayo de Compresión a los 03 días con relación a/c = 0.60

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 300 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.09	125.2	12,769	79.96	159.69
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.12	116.8	11,913	80.44	148.1
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.09	112.3	11,454	79.96	143.25
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.10	108.6	11,073	80.12	138.21
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.09	127.9	13,042	79.96	163.11
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.10	114.9	11,714	80.12	146.21
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.12	131.3	13,388	80.44	166.43
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.12	98.9	10,081	80.44	125.32

ANEXO N° 39: Ensayo de Compresión a los 07 días con relación a/c = 0.60

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39 F'c de Diseño : 300 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.17	164.10	16,734	81.23	206.01
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.13	150.31	15,327	80.6	190.16
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.12	167.89	17,120	80.44	212.83
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.13	174.41	17,785	80.6	220.66
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.11	157.44	16,054	80.28	199.98
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.13	182.32	18,591	80.6	230.66
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.12	157.18	16,028	80.44	199.25
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.16	167.15	17,045	81.07	210.25

ANEXO N° 40: Ensayo de Compresión a los 14 días con relación a/c = 0.60

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39 F'c de Diseño : 300 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.21	210.99	21,515	81.87	262.79
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.17	199.29	20,322	81.23	250.18
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.16	219.51	22,384	81.07	276.11
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.18	195.93	19,979	81.39	245.47
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.15	202.95	20,695	80.91	255.78
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.20	213.96	21,818	81.71	267.02
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.20	204.15	20,818	81.71	254.78
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.14	207.77	21,187	80.75	262.38

ANEXO N° 41: Ensayo de Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39 F'c de Diseño : 300 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.14	257.57	26,265	80.75	325.26
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.15	221.91	22,629	80.91	279.68
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.15	247.61	25,249	80.91	312.06
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.17	247.76	25,264	81.23	311.02
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.13	258.09	26,318	80.6	326.53
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.17	263.90	26,910	81.23	331.28
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.12	229.49	23,401	80.44	290.91
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.15	271.33	27,668	80.91	341.96

ANEXO N° 42: Ensayo de Compresión a los 03 días con relación a/c = 0.50

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 400 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.14	192.5	19,631	80.75	243.11
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.16	191.2	19,500	81.07	240.53
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.16	198.6	20,252	81.07	249.81
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.14	198.3	20,217	80.75	250.37
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.19	191.8	19,553	81.55	239.77
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.14	188.3	19,198	80.75	237.75
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.15	180.2	18,378	80.91	227.14
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.14	186.8	19,043	80.75	235.83

ANEXO N° 43: Ensayo de Compresión a los 07 días con relación a/c = 0.50

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 400 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.16	240.01	24,474	81.07	301.89
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.16	248.28	25,318	81.07	312.3
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.15	236.40	24,106	80.91	297.94
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.16	235.83	24,048	81.07	296.63
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.16	256.53	26,159	81.07	322.67
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.16	256.15	26,120	81.07	322.19
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.16	222.46	22,685	81.07	279.82
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.17	214.34	21,857	81.23	269.08

ANEXO N° 44: Ensayo de Compresión a los 14 días con relación a/c = 0.50

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 400 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.13	260.81	26,595	80.6	329.96
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.13	299.67	30,558	80.6	379.13
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.13	309.66	31,577	80.6	391.77
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.13	271.61	27,697	80.6	343.64
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.13	291.33	29,707	80.6	368.57
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.14	282.03	28,759	80.75	356.15
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.15	288.31	29,399	80.91	363.35
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.16	299.40	30,530	81.07	376.59

ANEXO N° 45: Ensayo de Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 39									
F'c de Diseño : 400 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.16	345.77	35,259	81.07	434.92
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.18	322.93	32,930	81.39	404.6
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.17	329.67	33,617	81.23	413.85
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.19	328.42	33,490	81.55	410.67
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.13	336.71	34,335	80.6	425.99
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.19	342.88	34,964	81.55	428.74
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.17	366.25	37,347	81.23	459.77
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.17	316.39	32,263	81.23	397.18

**ANEXO N° 46: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 03 días con
relación a/c = 0.70**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 20 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.13	20.11	38.8	3,953	12.35
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.17	20.44	37.1	3,779	11.58
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.13	19.98	34.6	3,523	11.08
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.12	20.18	42.9	4,373	13.64
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.12	20.30	44.9	4,580	14.19
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.17	20.19	43.9	4,477	13.88
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.12	20.18	37.3	3,798	11.84
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	15/02/2019	3	10.14	20.18	34.9	3,555	11.06

**ANEXO N° 47: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 07 días con
relación a/c = 0.70**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 20 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.10	20.30	38.8	3,959	12.29
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.11	20.56	37.6	3,831	11.74
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.09	20.29	34.3	3,502	10.89
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.20	20.21	54.3	5,537	17.1
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.15	20.20	59.0	6,019	18.69
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.20	20.27	49.8	5,080	15.64
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.14	20.32	49.3	5,027	15.54
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	19/02/2019	7	10.16	20.25	49.0	5,000	15.47

**ANEXO N° 48: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 14 días con
relación a/c = 0.70**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 20 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.15	20.19	56.4	5,747	17.85
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.17	20.31	48.2	4,918	15.16
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.20	20.52	58.7	5,982	18.19
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.16	20.22	67.9	6,924	21.46
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.17	20.14	48.0	4,898	15.23
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.15	20.51	82.8	8,442	25.82
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.28	20.64	61.7	6,294	18.88
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	26/02/2019	14	10.15	20.20	57.2	5,833	18.12

**ANEXO N° 49: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 28 días con
relación a/c = 0.70**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 20 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	13.53	20.41	72.8	7,424	17.12
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.21	20.34	60.8	6,202	19.01
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.17	20.21	61.6	6,278	19.45
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.09	20.10	77.7	7,918	24.85
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.16	20.40	80.4	8,202	25.2
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.15	20.13	82.6	8,423	26.25
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.11	20.46	56.6	5,769	17.76
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	10.12	20.09	51.3	5,230	16.38

**ANEXO N° 50: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 03 días con
relación a/c = 0.60**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496 F'c de Diseño : 25 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.04	20.30	41.5	4,235	13.23
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.12	20.40	42.7	4,356	13.44
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.15	20.27	41.8	4,265	13.2
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.13	20.28	57.0	5,816	18.03
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.03	20.37	55.5	5,657	17.63
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.09	20.44	44.7	4,554	14.06
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.07	20.56	41.0	4,176	12.84
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	16/02/2019	3	10.10	20.38	58.3	5,940	18.38

**ANEXO N° 51: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 07 días con
relación a/c = 0.60**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 25 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.14	20.33	52.8	5,383	16.62
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.20	20.58	66.9	6,820	20.69
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.14	20.19	72.1	7,352	22.86
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.10	20.18	66.7	6,802	21.25
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.20	20.35	55.4	5,646	17.32
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.19	20.35	45.6	4,654	14.29
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.14	20.44	66.4	6,766	20.79
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	20/02/2019	7	10.11	20.40	65.5	6,679	20.62

**ANEXO N° 52: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 14 días con
relación a/c = 0.60**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 25 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.15	20.24	61.9	6,316	19.57
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.17	20.26	67.8	6,913	21.36
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.11	20.39	63.4	6,461	19.96
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.09	20.57	70.0	7,134	21.89
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.18	20.31	59.1	6,030	18.57
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.14	20.48	70.1	7,150	21.92
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.15	20.23	88.2	8,998	27.9
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	27/02/2019	14	10.24	20.35	69.8	7,122	21.76

**ANEXO N° 53: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 28 días con
relación a/c = 0.60**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 25 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.16	20.74	72.7	7,409	22.38
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.16	20.37	93.3	9,512	29.26
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.17	20.32	79.5	8,108	24.98
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.11	20.70	87.5	8,927	27.16
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.20	20.51	72.1	7,347	22.36
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.15	20.37	75.0	7,650	23.56
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.13	20.39	100.3	10,226	31.53
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	10.10	20.59	86.5	8,824	27.02

**ANEXO N° 54: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 03 días con
relación a/c = 0.50**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 27 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.19	20.56	55.4	5,651	17.17
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.23	20.85	57.2	5,831	17.41
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.15	20.51	51.8	5,277	16.14
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.10	20.23	65.7	6,701	20.88
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.17	20.31	58.9	6,002	18.5
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.16	20.62	75.6	7,704	23.41
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.12	20.26	60.0	6,114	18.98
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	17/02/2019	3	10.17	20.53	76.1	7,758	23.65

**ANEXO N° 55: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 07 días con
relación a/c = 0.50**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 27 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.15	20.38	76.5	7,796	23.99
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.14	20.45	73.2	7,468	22.93
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.19	20.20	79.8	8,134	25.16
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.17	20.35	85.6	8,729	26.85
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.12	20.65	70.0	7,141	21.76
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.13	20.32	76.1	7,763	24.02
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.17	20.43	61.4	6,258	19.18
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	21/02/2019	7	10.19	20.69	78.2	7,972	24.08

**ANEXO N° 56: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 14 días con
relación a/c = 0.50**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 27 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.19	20.50	86.3	8,799	26.82
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.17	20.52	73.9	7,533	22.98
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.15	20.33	94.2	9,609	29.65
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.17	20.24	86.8	8,850	27.37
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.21	20.64	87.4	8,914	26.93
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.25	20.52	82.8	8,447	25.57
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.14	20.46	81.8	8,338	25.59
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	28/02/2019	14	10.16	20.57	113.9	11,612	35.38

**ANEXO N° 57: Ensayo de Tracción a Compresión Diametral a los 28 días con
relación a/c = 0.50**

ENSAYO DE TRACCIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO ASTM C - 496									
F'c de Diseño : 27 Kg/cm2									
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.15	20.23	98.0	9,997	30.99
2	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.14	20.51	81.5	8,314	25.45
3	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.09	20.38	75.3	7,675	23.77
4	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.12	20.39	77.6	7,914	24.42
5	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.14	20.44	99.1	10,109	31.05
6	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.17	20.39	100.5	10,252	31.47
7	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.14	20.37	75.2	7,669	23.64
8	TESTIGO RELACIÓN A/C=0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	10.15	20.88	96.9	9,882	29.68

**ANEXO N° 58: Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días con relación
a/c = 0.70**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ ASTM C - 78										
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.60	15.46	46.50	24.51	2,498	31
2	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.36	15.41	46.50	26.70	2,722	35
3	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.55	15.53	46.50	25.04	2,552	32
4	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.38	15.43	46.50	29.02	2,958	38
5	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.53	15.38	46.50	29.72	3,030	38
6	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.68	15.42	46.50	26.20	2,671	33
7	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.51	15.40	46.50	27.39	2,792	35
8	VIGA TESTIGO 0.70	12/02/2019	12/03/2019	28	15.25	15.40	46.50	27.95	2,849	37

**ANEXO N° 59: Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días con relación
a/c = 0.60**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ ASTM C - 78										
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.62	15.46	46.50	29.93	3,051	38
2	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.93	15.30	46.50	28.89	2,945	37
3	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.94	15.40	46.50	28.66	2,922	36
4	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.94	15.38	46.50	32.73	3,336	41
5	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.71	15.45	46.50	27.83	2,837	35
6	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.68	15.49	46.50	30.65	3,124	39
7	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.87	15.40	46.50	34.94	3,562	44
8	VIGA TESTIGO 0.60	13/02/2019	13/03/2019	28	15.68	15.41	46.50	29.47	3,004	38

**ANEXO N° 60: Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días con relación
a/c = 0.50**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ ASTM C - 78										
N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.80	15.44	46.50	36.99	3,771	47
2	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.72	15.49	46.50	35.10	3,578	44
3	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.74	15.53	46.50	33.61	3,426	42
4	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.66	15.46	46.50	32.78	3,341	42
5	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.86	15.44	46.50	32.78	3,341	41
6	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.74	15.42	46.50	33.62	3,427	43
7	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.58	15.45	46.50	32.51	3,314	41
8	VIGA TESTIGO 0.50	14/02/2019	14/03/2019	28	15.94	15.43	46.50	34.78	3,545	43

ANEXO N° 61: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70 (Testigo 01)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469							
1	TESTIGO - 0.70						
DATOS DE PROBET :							
Diametro (cm) :	10.13						
Área (cm ²) :	80.6						
Fecha de vaciado :	12/02/2019		ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)				240
Fecha de ensayo :	12/03/2019		LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)				135
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)				101.3

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.32	0.0020000	0.0008780	0.0000148	0.0000087
10	1019.37	12.65	0.0040000	0.0013170	0.0000296	0.0000130
15	1529.055	18.97	0.0065000	0.0021950	0.0000481	0.0000217
20	2038.74	25.29	0.0095000	0.0026340	0.0000704	0.0000260
25	2548.425	31.62	0.0130000	0.0030730	0.0000963	0.0000303
30	3058.11	37.94	0.0175000	0.0039510	0.0001296	0.0000390
50	5096.85	63.24	0.0325000	0.0061460	0.0002407	0.0000607
70	7135.59	88.53	0.0465000	0.0092190	0.0003444	0.0000910
90	9174.33	113.83	0.0615000	0.0127310	0.0004556	0.0001257
110	11213.07					
130	13251.81					
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 19.51 \text{ kg/cm}^2$$

18.97	0.0000481
X	0.0000500
25.29	0.0000704

X **19.51** **s1**

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0003772$$

88.53	0.0003444
96.00	Y
113.83	0.0004556

Y **0.0003772** **e2**

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000221$$

18.97	0.0000217
19.51	Y
25.29	0.0000260

Y **0.0000221** **et1**

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001012$$

88.53	0.0000910
96.00	Y
113.83	0.0001257

Y **0.0001012** **et2**

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	19.51
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	96.00
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003772

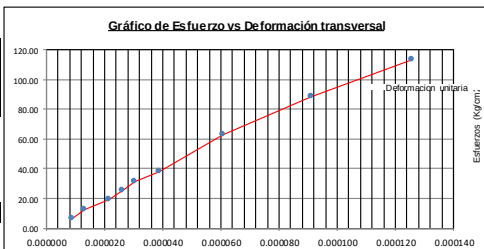
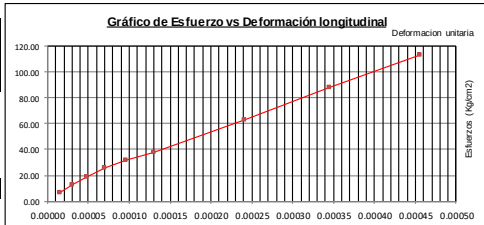
$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 233,771 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELASTICO 233,771

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000221
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001012
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003772

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.242$$

MÓDULO DE POISSON 0.242



ANEXO N° 62: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70 (Testigo 02)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

2		TESTIGO - 0.70	
DATOS DE PROBET :			
Diametro (cm)	10.13		
Área (cm²)	80.52		
Fecha de vaciado	12/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM²)	240
Fecha de ensayo	12/02/2019	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
		DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	101.25

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.33	0.0035000	0.0000000	0.0000259	0.0000000
10	1019.37	12.66	0.0055000	0.0004390	0.0000407	0.0000043
15	1529.055	18.99	0.0090000	0.0013170	0.0000667	0.0000130
20	2038.74	25.32	0.0125000	0.0017560	0.0000926	0.0000173
25	2548.425	31.65	0.0160000	0.0021950	0.0001185	0.0000217
30	3058.11	37.98	0.0190000	0.0030730	0.0001407	0.0000304
50	5096.85	63.30	0.0335000	0.0061460	0.0002481	0.0000607
70	7135.59	88.62	0.0480000	0.0092190	0.0003556	0.0000911
90	9174.33	113.94	0.0620000	0.0127310	0.0004593	0.0001257
110	11213.07					
130	13251.81					
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 14.92 \text{ kg/cm}^2$$

12.66	0.0000407		
X	0.0000500	X	14.92 s1
18.99	0.0000667		

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0003858$$

88.62	0.0003556		
96.00	Y	Y	0.0003858 e2
113.94	0.0004593		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000074$$

12.66	0.0000043		
14.92	Y	Y	0.0000074 et1
18.99	0.0000130		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001012$$

88.62	0.0000911		
96.00	Y	Y	0.0001012 et2
113.94	0.0001257		

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	14.92
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	96.00
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003858

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 241,453 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO	241,453
------------------------	----------------

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal: Muestra una relación lineal entre el esfuerzo (kg/cm²) en el eje Y y la deformación longitudinal (mm) en el eje X. Los datos están tomados de la tabla de ensayo.

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal: Muestra una relación lineal entre el esfuerzo (kg/cm²) en el eje Y y la deformación transversal (mm) en el eje X. Los datos están tomados de la tabla de ensayo.

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000074
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001012
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003858

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.279$$

MÓDULO DE POISSON	0.279
--------------------------	--------------

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal: Muestra una relación lineal entre el esfuerzo (kg/cm²) en el eje Y y la deformación transversal (mm) en el eje X. Los datos están tomados de la tabla de ensayo.

ANEXO N° 63: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70 (Testigo 03)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469														
3	TESTIGO - 0.70													
DATOS DE PROBET :														
Diametro (cm) :	10.13													
Área (cm²) :	80.52													
Fecha de vaciado :	12/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM²)				240								
Fecha de ensayo :	12/02/2019			LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135								
				DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.25								
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL								
5	509.685	6.33	0.0025000	0.0000000	0.0000185	0.0000000								
10	1019.37	12.66	0.0060000	0.0008780	0.0000444	0.0000087								
15	1529.055	18.99	0.0090000	0.0013170	0.0000667	0.0000130								
20	2038.74	25.32	0.0115000	0.0021950	0.0000852	0.0000217								
25	2548.425	31.65	0.0145000	0.0030730	0.0001074	0.0000304								
30	3058.11	37.98	0.0175000	0.0035120	0.0001296	0.0000347								
50	5096.85	63.30	0.0320000	0.0061460	0.0002370	0.0000607								
70	7135.59	88.62	0.0450000	0.0087800	0.0003333	0.0000867								
90	9174.33	113.94	0.0580000	0.0118530	0.0004296	0.0001171								
110	11213.07													
130	13251.81													
150	15290.55													
170	17329.29													
190	19368.03													
INTERPOLACION PARA S1 Y e2														
$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$		12.66	0.0000444											
$X = 14.25 \text{ kg/cm}^2$		X	0.0000500	X	14.25	s1								
		18.99	0.0000667											
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$		88.62	0.0003333											
$Y = 0.0003614$		96.00	Y	Y	0.0003614	e2								
		113.94	0.0004296											
INTERPOLACION PARA et1' para S1														
$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$		12.66	0.0000087											
$Y = 0.0000098$		14.25	Y	Y	0.0000098	et1								
		18.99	0.0000130											
INTERPOLACION PARA et2' para S2														
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$		88.62	0.0000867											
$Y = 0.0000956$		96.00	Y	Y	0.0000956	et2								
		113.94	0.0001171											
CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).														
S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	14.25													
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500													
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	96.00													
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003614													
$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 262,524 \text{ kg/cm}^2$														
MÓDULO ELÁSTICO		262,524												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)</td> <td>0.0000098</td> </tr> <tr> <td>e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)</td> <td>0.0000500</td> </tr> <tr> <td>et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)</td> <td>0.0000956</td> </tr> <tr> <td>e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)</td> <td>0.0003614</td> </tr> </table>							et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000098	e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500	et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0000956	e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003614
et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000098													
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500													
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0000956													
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003614													
$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.276$														
MÓDULO DE POISSÓN		0.276												

ANEXO N° 64: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70 (Testigo 04)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

4	TESTIGO - 0.70					
DATOS DE PROBET :						
Diametro (cm) :	10.15					
Área (cm ²) :	80.83					
Fecha de vaciado :	12/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)		240		
Fecha de ensayo :	12/02/2019	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135		
		DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.45		

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.31	0.0025000	0.0013170	0.0000185	0.0000130
10	1019.37	12.61	0.0065000	0.0021950	0.0000481	0.0000216
15	1529.055	18.92	0.0105000	0.0030730	0.0000778	0.0000303
20	2038.74	25.22	0.0135000	0.0035120	0.0001000	0.0000346
25	2548.425	31.53	0.0175000	0.0043900	0.0001296	0.0000433
30	3058.11	37.83	0.0215000	0.0052680	0.0001593	0.0000519
50	5096.85	63.06	0.0380000	0.0083410	0.0002815	0.0000822
70	7135.59	88.28	0.0535000	0.0118530	0.0003963	0.0001168
90	9174.33	113.50	0.0695000	0.0144870	0.0005148	0.0001428
110	11213.07					
130	13251.81					
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 13.01 \text{ kg/cm}^2$$

12.61	0.0000481		
X	0.0000500		
18.92	0.0000778		

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0004326$$

88.28	0.0003963		
96.00	Y		
113.50	0.0005148		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000222$$

12.61	0.0000216		
13.01	Y		
18.92	0.0000303		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001248$$

88.28	0.0001168		
96.00	Y		
113.50	0.0001428		

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	13.01
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	96.00
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0004326

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 216,911 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO 216,911

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000222
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001248
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0004326

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.268$$

MÓDULO DE POISSON 0.268

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal

ANEXO N° 65: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70 (Testigo 05)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

5	TESTIGO - 0.70
----------	-----------------------

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.16
Área (cm2) : 80.99
Fecha de vaciado : 12/02/2019
Fecha de ensayo : 12/02/2019

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	240
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	101.55

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.29	0.0020000	0.0000000	0.0000148	0.0000000
10	1019.37	12.59	0.0050000	0.0008780	0.0000370	0.0000086
15	1529.055	18.88	0.0075000	0.0017560	0.0000556	0.0000173
20	2038.74	25.17	0.0105000	0.0021950	0.0000778	0.0000216
25	2548.425	31.47	0.0140000	0.0030730	0.0001037	0.0000303
30	3058.11	37.76	0.0175000	0.0039510	0.0001296	0.0000389
50	5096.85	62.93	0.0310000	0.0070240	0.0002296	0.0000692
70	7135.59	88.10	0.0435000	0.0100970	0.0003222	0.0000994
90	9174.33	113.28	0.0565000	0.0136090	0.0004185	0.0001340
110	11213.07					
130	13251.81					
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 16.99 \text{ kg/cm2}$$

12.59	0.0000370		
X	0.0000500	X	16.99
18.88	0.0000556		s1

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0003524$$

88.10	0.0003222		
96.00	Y	Y	0.0003524
113.28	0.0004185		e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000147$$

12.59	0.0000086		
16.99	Y	Y	0.0000147
18.88	0.0000173		et1

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001103$$

88.10	0.0000994		
96.00	Y	Y	0.0001103
113.28	0.0001340		et2

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	16.99
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	96.00
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0003524

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 261,276 \text{ kg/cm2}$$

MÓDULO ELÁSTICO

261,276

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000147
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.00

ANEXO N° 66: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.70 (Testigo 06)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469							
6	TESTIGO - 0.70						
DATOS DE PROBET :							
Diametro (cm) :	10.14						
Área (cm ²) :	80.67						
Fecha de vaciado :	12/02/2019		ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)		240		
Fecha de ensayo :	12/02/2019						
					LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		
					135		
					DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		
					101.35		
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL	
5	509.685	6.32	0.0020000	0.0008780	0.0000333	0.0000087	
10	1019.37	12.64	0.0045000	0.0017560	0.0000333	0.0000173	
15	1529.055	18.95	0.0070000	0.0021950	0.0000519	0.0000217	
20	2038.74	25.27	0.0100000	0.0026340	0.0000741	0.0000260	
25	2548.425	31.59	0.0125000	0.0035120	0.0000926	0.0000347	
30	3058.11	37.91	0.0160000	0.0043900	0.0001185	0.0000433	
50	5096.85	63.18	0.0290000	0.0070240	0.0002148	0.0000693	
70	7135.59	88.45	0.0410000	0.0100970	0.0003037	0.0000996	
90	9174.33	113.73	0.0560000	0.0140480	0.0004148	0.0001386	
110	11213.07						
130	13251.81						
150	15290.55						
170	17329.29						
190	19368.03						
INTERPOLACION PARA S1 Y e2							
$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$		12.64	0.0000333				
$X = 18.31 \text{ kg/cm}^2$		X	0.0000500		X	18.31	s1
		18.95	0.0000519				
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$		88.45	0.0003037				
$Y = 0.0003369$		96.00	Y		Y	0.0003369	e2
		113.73	0.0004148				
INTERPOLACION PARA et1' para S1							
$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$		12.64	0.0000173				
$Y = 0.0000213$		18.31	Y		Y	0.0000213	et1
		18.95	0.0000217				
INTERPOLACION PARA et2' para S2							
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$		88.45	0.0000996				
$Y = 0.0001112$		96.00	Y		Y	0.0001112	et2
		113.73	0.0001386				
CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).							
S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)		18.31					
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)		0.0000500					
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)		96.00					
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0003369					
$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 270,791 \text{ kg/cm}^2$							
MÓDULO ELÁSTICO		270,791					
Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal							
et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)		0.0000213					
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)		0.0000500					
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0001112					
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0003369					
$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.313$							
MÓDULO DE POISSON		0.313					
Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal							

ANEXO N° 67: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60 (Testigo 01)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469													
1	TESTIGO - 0.60												
DATOS DE PROBET :													
Diametro (cm)	:	10.20											
Área (cm ²)	:	81.63											
Fecha de vaciado	:	13/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)				324						
Fecha de ensayo	:	13/03/2019			LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135						
					DIAMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.95						
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL							
5	509.685	6.24	0.0020000	0.0004390	0.0000148	0.0000043							
10	1019.37	12.49	0.0045000	0.0013170	0.0000333	0.0000129							
15	1529.055	18.73	0.0065000	0.0021950	0.0000481	0.0000215							
20	2038.74	24.98	0.0100000	0.0026340	0.0000741	0.0000258							
25	2548.425	31.22	0.0130000	0.0035120	0.0000963	0.0000344							
30	3058.11	37.46	0.0155000	0.0039510	0.0001148	0.0000388							
50	5096.85	62.44	0.0280000	0.0065850	0.0002074	0.0000646							
70	7135.59	87.41	0.0400000	0.0092190	0.0002963	0.0000904							
90	9174.33	112.39	0.0535000	0.0118530	0.0003963	0.0001163							
110	11213.07	137.36	0.0655000	0.0149260	0.0004852	0.0001464							
130	13251.81	162.34	0.0825000	0.0188770	0.0006111	0.0001852							
150	15290.55												
170	17329.29												
190	19368.03												
INTERPOLACION PARA S1 Y e2													
$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>18.73</td><td>0.0000481</td></tr> <tr><td>X</td><td>0.0000500</td></tr> <tr><td>24.98</td><td>0.0000741</td></tr> </table>		18.73	0.0000481	X	0.0000500	24.98	0.0000741	X		19.19 s1	
18.73	0.0000481												
X	0.0000500												
24.98	0.0000741												
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>112.39</td><td>0.0003963</td></tr> <tr><td>129.60</td><td>Y</td></tr> <tr><td>137.36</td><td>0.0004852</td></tr> </table>		112.39	0.0003963	129.60	Y	137.36	0.0004852	Y		0.0004576 e2	
112.39	0.0003963												
129.60	Y												
137.36	0.0004852												
INTERPOLACION PARA et1' para S1													
$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>18.73</td><td>0.0000215</td></tr> <tr><td>19.19</td><td>Y</td></tr> <tr><td>24.98</td><td>0.0000258</td></tr> </table>		18.73	0.0000215	19.19	Y	24.98	0.0000258	Y		0.0000218 et1	
18.73	0.0000215												
19.19	Y												
24.98	0.0000258												
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>112.39</td><td>0.0001163</td></tr> <tr><td>129.60</td><td>Y</td></tr> <tr><td>137.36</td><td>0.0001464</td></tr> </table>		112.39	0.0001163	129.60	Y	137.36	0.0001464	Y		0.0001370 et2	
112.39	0.0001163												
129.60	Y												
137.36	0.0001464												
CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).													
S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)		19.19											
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)		0.0000500											
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)		129.60											
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0004576											
$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} =$		270,878 kg/cm²											
MÓDULO ELÁSTICO		270,878											
Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal													
et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)		0.0000218											
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)		0.0000500											
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0001370											
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0004576											
$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} =$		0.283											
MÓDULO DE POISSON		0.283											
Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal													

ANEXO N° 68: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60 (Testigo 02)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469						
2	TESTIGO - 0.60					
DATOS DE PROBET :						
Diametro (cm)	:	10.18				
Área (cm ²)	:	81.31				
Fecha de vaciado	:	13/02/2019	ESFUERZO MAXIMO (KG/CM ²)		324	
Fecha de ensayo	:	13/03/2019	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135	
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.75	
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.27	0.0025000	0.0008780	0.0000185	0.0000086
10	1019.37	12.54	0.0045000	0.0013170	0.0000333	0.0000129
15	1529.055	18.81	0.0080000	0.0017560	0.0000593	0.0000173
20	2038.74	25.07	0.0105000	0.0021950	0.0000778	0.0000216
25	2548.425	31.34	0.0135000	0.0030730	0.0001000	0.0000302
30	3058.11	37.61	0.0165000	0.0039510	0.0001222	0.0000388
50	5096.85	62.68	0.0305000	0.0065850	0.0002259	0.0000647
70	7135.59	87.76	0.0430000	0.0092190	0.0003185	0.0000906
90	9174.33	112.83	0.0590000	0.0122920	0.0004370	0.0001208
110	11213.07	137.91	0.0720000	0.0153650	0.0005333	0.0001510
130	13251.81	162.98	0.0875000	0.0184380	0.0006481	0.0001812
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					
INTERPOLACION PARA S1 Y e2						
$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$		$\frac{12.54}{X} = \frac{0.0000333}{0.0000500}$	X		16.57 s1	
$X = 16.57 \text{ kg/cm}^2$		$\frac{18.81}{Y} = \frac{0.0000593}{0.0005333}$	Y		0.0005014 e2	
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$		$\frac{112.83}{129.60} = \frac{0.0004370}{Y}$	Y		0.0005014 e2	
$Y = 0.0005014$		$\frac{137.91}{Y} = \frac{0.0005333}{0.0001510}$	Y		0.0001410 et2	
$Y = 0.0001410$			Y		0.0001410 et2	
INTERPOLACION PARA et1' para S1						
$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$		$\frac{12.54}{16.57} = \frac{0.0000129}{Y}$	Y		0.0000157 et1	
$Y = 0.0000157$		$\frac{18.81}{Y} = \frac{0.0000173}{0.0001510}$	Y		0.0001410 et2	
INTERPOLACION PARA et2' para S2						
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$		$\frac{112.83}{129.60} = \frac{0.0001208}{Y}$	Y		0.0001410 et2	
$Y = 0.0001410$		$\frac{137.91}{Y} = \frac{0.0001510}{0.0001510}$	Y		0.0001410 et2	
CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).						
S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	16.57					
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500					
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	129.60					
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005014					
$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} =$		250,399 kg/cm ²				
MÓDULO ELASTICO		250,399				
Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal						
Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal						
$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} =$		0.278				
MÓDULO DE POISSON		0.278				

ANEXO N° 69: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60 (Testigo 03)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

3	TESTIGO - 0.60
----------	-----------------------

DATOS DE PROBET :

Dímetro (cm) :	10.17		
Área (cm ²) :	81.15		
Fecha de vaciado :	13/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	324
Fecha de ensayo :	13/03/2019		

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	101.65

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.28	0.0015000	0.0008780	0.0000111	0.0000086
10	1019.37	12.56	0.0045000	0.0017560	0.0000333	0.0000173
15	1529.055	18.84	0.0080000	0.0026340	0.0000593	0.0000259
20	2038.74	25.12	0.0115000	0.0030730	0.0000852	0.0000302
25	2548.425	31.40	0.0145000	0.0035120	0.0001074	0.0000345
30	3058.11	37.68	0.0185000	0.0043900	0.0001370	0.0000432
50	5096.85	62.81	0.0325000	0.0074630	0.0002407	0.0000734
70	7135.59	87.93	0.0470000	0.0109750	0.0003481	0.0001080
90	9174.33	113.05	0.0615000	0.0144870	0.0004556	0.0001425
110	11213.07	138.18	0.0750000	0.0175600	0.0005556	0.0001727
130	13251.81	163.30	0.0890000	0.0210720	0.0006593	0.0002073
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 16.59 \text{ kg/cm}^2$$

12.56	0.0000333			
X	0.0000500	X	16.59	s1
18.84	0.0000593			

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0005215$$

113.05	0.0004556			
129.60	Y	Y	0.0005215	e2
138.18	0.0005556			

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000228$$

12.56	0.0000173			
16.59	Y	Y	0.0000228	et1
18.84	0.0000259			

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_2'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001624$$

113.05	0.0001425			
129.60	Y	Y	0.0001624	et2
138.18	0.0001727			

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	16.59
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	129.60
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005215

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 239,682 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO	239,682
------------------------	----------------

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000228
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001624
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005215

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.296$$

MÓDULO DE POISSON	0.296
--------------------------	--------------

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal

ANEXO N° 70: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60 (Testigo 04)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469						
4	TESTIGO - 0.60					
DATOS DE PROBET :						
Diametro (cm) :	10.19					
Área (cm ²) :	81.47					
Fecha de vaciado :	13/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)				324
Fecha de ensayo :	13/03/2019			LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135
				DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.85
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.26	0.0025000	0.0004390	0.0000185	0.0000043
10	1019.37	12.51	0.0050000	0.0008780	0.0000370	0.0000086
15	1529.055	18.77	0.0080000	0.0017560	0.0000593	0.0000172
20	2038.74	25.02	0.0110000	0.0021950	0.0000815	0.0000216
25	2548.425	31.28	0.0145000	0.0030730	0.0001074	0.0000302
30	3058.11	37.54	0.0175000	0.0039510	0.0001296	0.0000388
50	5096.85	62.56	0.0345000	0.0070240	0.0002556	0.0000690
70	7135.59	87.59	0.0510000	0.0100970	0.0003778	0.0000991
90	9174.33	112.61	0.0670000	0.0136090	0.0004963	0.0001336
110	11213.07	137.63	0.0840000	0.0166820	0.0006222	0.0001638
130	13251.81	162.66	0.1020000	0.0206330	0.0007556	0.0002026
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					
INTERPOLACION PARA S1 Y e2						
$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$		$X = 16.16 \text{ kg/cm}^2$				
		12.51	0.0000370	X	16.16	s1
		X	0.0000500			
		18.77	0.0000593			
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$		$Y = 0.0005818$				
		112.61	0.0004963	Y	0.0005818	e2
		129.60	Y			
		137.63	0.0006222			
INTERPOLACION PARA et1' para S1						
$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$		$Y = 0.0000136$				
		12.51	0.0000086	Y	0.0000136	et1
		16.16	Y			
		18.77	0.0000172			
INTERPOLACION PARA et2' para S2						
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$		$Y = 0.0001541$				
		112.61	0.0001336	Y	0.0001541	et2
		129.60	Y			
		137.63	0.0001638			
CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).						
S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	16.16					
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500					
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	129.60					
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005818					
$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 213,313 \text{ kg/cm}^2$						
MÓDULO ELÁSTICO		213,313				
et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000136					
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500					
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001541					
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005818					
$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.264$						
MÓDULO DE POISSON		0.264				

ANEXO N° 71: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60 (Testigo 05)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

5	TESTIGO - 0.60
----------	-----------------------

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) :	10.18	
Área (cm ²) :	81.31	
Fecha de vaciado :	13/02/2019	
Fecha de ensayo :	13/03/2019	

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM²)	324
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	101.75

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.27	0.0015000	0.0004390	0.0000111	0.0000043
10	1019.37	12.54	0.0050000	0.0008780	0.0000370	0.0000086
15	1529.055	18.81	0.0075000	0.0017560	0.0000556	0.0000173
20	2038.74	25.07	0.0115000	0.0026340	0.0000852	0.0000259
25	2548.425	31.34	0.0145000	0.0030730	0.0001074	0.0000302
30	3058.11	37.61	0.0185000	0.0039510	0.0001370	0.0000388
50	5096.85	62.68	0.0315000	0.0070240	0.0002333	0.0000690
70	7135.59	87.76	0.0475000	0.0100970	0.0003519	0.0000992
90	9174.33	112.83	0.0610000	0.0131700	0.0004519	0.0001294
110	11213.07	137.91	0.0770000	0.0162430	0.0005704	0.0001596
130	13251.81	162.98	0.0920000	0.0197550	0.0006815	0.0001942
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$	12.54	0.0000370	X	16.92	s1
$X = 16.92 \text{ kg/cm}^2$	X	0.0000500			
	18.81	0.0000556			

$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$	112.83	0.0004519	Y	0.0005311	e2
$Y = 0.0005311$	129.60	Y			
	137.91	0.0005704			

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$	12.54	0.0000086	Y	0.0000147	et1
$Y = 0.0000147$	16.92	Y			
	18.81	0.0000173			

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$	112.83	0.0001294	Y	0.0001496	et2
$Y = 0.0001496$	129.60	Y			
	137.91	0.0001596			

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	16.92
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	129.60
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005311

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 234,213 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO	234,213
------------------------	----------------

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000147
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001496
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005311

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.280$$

MÓDULO DE POISSON	0.280
--------------------------	--------------

ANEXO N° 72: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.60 (Testigo 06)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469						
6	TESTIGO - 0.60					
DATOS DE PROBET :						
Diametro (cm) :	10.19					
Área (cm ²) :	81.47					
Fecha de vaciado :	13/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)				324
Fecha de ensayo :	13/03/2019			LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135
				DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.85
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.26	0.0030000	0.0008780	0.0000222	0.0000086
10	1019.37	12.51	0.0060000	0.0017560	0.0000444	0.0000172
15	1529.055	18.77	0.0075000	0.0026340	0.0000556	0.0000259
20	2038.74	25.02	0.0095000	0.0030730	0.0000704	0.0000302
25	2548.425	31.28	0.0120000	0.0039510	0.0000889	0.0000388
30	3058.11	37.54	0.0155000	0.0043900	0.0001148	0.0000431
50	5096.85	62.56	0.0295000	0.0074630	0.0002185	0.0000733
70	7135.59	87.59	0.0435000	0.0118530	0.0003222	0.0001164
90	9174.33	112.61	0.0585000	0.0153650	0.0004333	0.0001509
110	11213.07	137.63	0.0730000	0.0193160	0.0005407	0.0001897
130	13251.81	162.66	0.0880000	0.0228280	0.0006519	0.0002241
150	15290.55					
170	17329.29					
190	19368.03					
INTERPOLACION PARA S1 Y e2						
$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$ $X = 15.64 \text{ kg/cm}^2$		12.51	0.0000444			
		X	0.0000500	X	15.64	s1
		18.77	0.0000556			
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$ $Y = 0.0005062$		112.61	0.0004333			
		129.60	Y	Y	0.0005062	e2
		137.63	0.0005407			
INTERPOLACION PARA et1' para S1						
$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$ $Y = 0.0000216$		12.51	0.0000172			
		15.64	Y	Y	0.0000216	et1
		18.77	0.0000259			
INTERPOLACION PARA et2' para S2						
$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$ $Y = 0.0001772$		112.61	0.0001509			
		129.60	Y	Y	0.0001772	et2
		137.63	0.0001897			
CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).						
S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)		15.64				
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)		0.0000500				
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)		129.60				
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0005062				
$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} =$		249,803 kg/cm ²				
MÓDULO ELÁSTICO		249,803				
et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)		0.0000216				
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)		0.0000500				
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0001772				
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)		0.0005062				
$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} =$		0.341				
MÓDULO DE POISSON		0.341				

ANEXO N° 73: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50 (Testigo 01)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

1	TESTIGO - 0.50					
DATOS DE PROBET :						
Diametro (cm) :	10.17					
Área (cm ²) :	81.15					
Fecha de vaciado :	14/02/2019					
Fecha de ensayo :	14/03/2019					
		ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)		426		
		LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135		
		DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.65		

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.28	0.0015000	0.0004390	0.0000111	0.0000043
10	1019.37	12.56	0.0045000	0.0013170	0.0000333	0.0000130
15	1529.055	18.84	0.0070000	0.0017560	0.0000519	0.0000173
20	2038.74	25.12	0.0095000	0.0021950	0.0000704	0.0000216
25	2548.425	31.40	0.0120000	0.0030730	0.0000889	0.0000302
30	3058.11	37.68	0.0150000	0.0039510	0.0001111	0.0000389
50	5096.85	62.81	0.0270000	0.0061460	0.0002000	0.0000605
70	7135.59	87.93	0.0405000	0.0087800	0.0003000	0.0000864
90	9174.33	113.05	0.0525000	0.0114140	0.0003889	0.0001123
110	11213.07	138.18	0.0650000	0.0140480	0.0004815	0.0001382
130	13251.81	163.30	0.0780000	0.0171210	0.0005778	0.0001684
150	15290.55	188.42	0.0895000	0.0197550	0.0006630	0.0001943
170	17329.29	213.55	0.1020000	0.0223890	0.0007556	0.0002203

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 18.20 \text{ kg/cm}^2$$

12.56	0.0000333
X	0.0000500
18.84	0.0000519

X

s1

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0006019$$

163.30	0.0005778
170.40	Y
188.42	0.0006630

Y

e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000169$$

12.56	0.0000130
18.20	Y
18.84	0.0000173

Y

et1

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001757$$

163.30	0.0001684
170.40	Y
188.42	0.0001943

Y

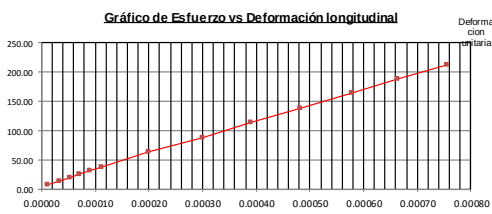
et2

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	18.20
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	170.40
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006019

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 275,775 \text{ kg/cm}^2$$

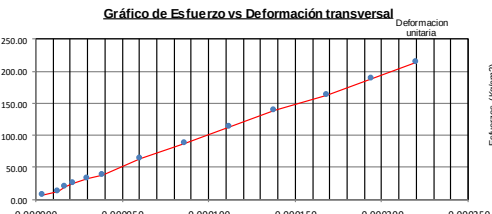
MÓDULO ELÁSTICO 275,775



et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000169
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001757
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006019

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.288$$

MÓDULO DE POISSON 0.288



ANEXO N° 74: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50 (Testigo 02)

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469							
2	TESTIGO - 0.50						
DATOS DE PROBET:							
Diametro (cm)	:	10.12					
Área (cm ²)	:	80.44					
Fecha de vaciado	:	14/02/2019					
Fecha de ensayo	:	14/03/2019					
					ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	426	
					LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135	
					DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	101.2	

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.34	0.0015000	0.0008780	0.0000111	0.0000087
10	1019.37	12.67	0.0045000	0.0013170	0.0000333	0.0000130
15	1529.055	19.01	0.0065000	0.0017560	0.0000481	0.0000174
20	2038.74	25.34	0.0085000	0.0021950	0.0000630	0.0000217
25	2548.425	31.68	0.0115000	0.0026340	0.0000852	0.0000260
30	3058.11	38.02	0.0140000	0.0035120	0.0001037	0.0000347
50	5096.85	63.36	0.0255000	0.0061460	0.0001889	0.0000607
70	7135.59	88.71	0.0380000	0.0083410	0.0002815	0.0000824
90	9174.33	114.05	0.0495000	0.0114140	0.0003667	0.0001128
110	11213.07	139.40	0.0620000	0.0149260	0.0004593	0.0001475
130	13251.81	164.74	0.0730000	0.0175600	0.0005407	0.0001735
150	15290.55	190.09	0.0845000	0.0206330	0.0006259	0.0002039
170	17329.29	215.43	0.0960000	0.0232670	0.0007111	0.0002299

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$	19.01	0.0000481			
$X = 19.82 \text{ kg/cm}^2$	X	0.0000500	X	19.82	s1
	25.34	0.0000630			

$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$	164.74	0.0005407			
$Y = 0.0005597$	170.40	Y	Y	0.0005597	e2
	190.09	0.0006259			

INTERPOLACION PARA et1 para S1

$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$	19.01	0.0000174			
$Y = 0.0000180$	19.82	Y	Y	0.0000180	et1
	25.34	0.0000217			

INTERPOLACION PARA et2 para S2

$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$	164.74	0.0001735			
$Y = 0.0001803$	170.40	Y	Y	0.0001803	et2
	190.09	0.0002039			

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	19.82
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	170.40
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005597

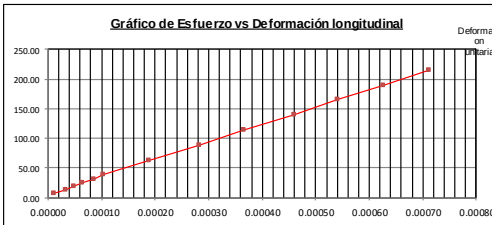
$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 295,429 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO	295,429
-----------------	---------

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000180
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001803
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005597

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.318$$

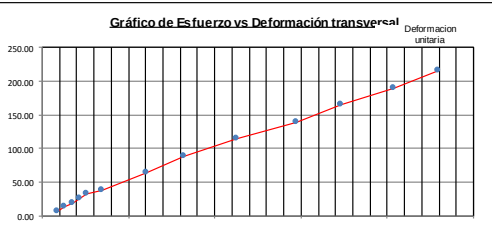
MÓDULO DE POISSON	0.318
-------------------	-------



et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000180
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001803
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005597

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.318$$

MÓDULO DE POISSON	0.318
-------------------	-------



ANEXO N° 75: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50 (Testigo 03)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

3	TESTIGO - 0.50					
DATOS DE PROBET:						
Diametro (cm)	:	10.15				
Área (cm²)	:	80.83				
Fecha de vaciado	:	14/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM²)		426	
Fecha de ensayo	:	14/03/2019	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135	
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.45	

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.31	0.0015000	0.0008780	0.0000111	0.0000087
10	1019.37	12.61	0.0030000	0.0017560	0.0000222	0.0000173
15	1529.055	18.92	0.0055000	0.0021950	0.0000407	0.0000216
20	2038.74	25.22	0.0080000	0.0030730	0.0000593	0.0000303
25	2548.425	31.53	0.0110000	0.0039510	0.0000815	0.0000389
30	3058.11	37.83	0.0140000	0.0043900	0.0001037	0.0000433
50	5096.85	63.06	0.0275000	0.0070240	0.0002037	0.0000692
70	7135.59	88.28	0.0395000	0.0100970	0.0002926	0.0000995
90	9174.33	113.50	0.0535000	0.0136090	0.0003963	0.0001341
110	11213.07	138.72	0.0660000	0.0171210	0.0004889	0.0001688
130	13251.81	163.95	0.0785000	0.0201940	0.0005815	0.0001991
150	15290.55	189.17	0.0915000	0.0232670	0.0006778	0.0002293
170	17329.29	214.39	0.1035000	0.0263400	0.0007667	0.0002596

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 22.07 \text{ kg/cm}^2$$

18.92	0.0000407		
X	0.0000500	X	22.07
25.22	0.0000593		

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0006061$$

163.95	0.0005815		
170.40	Y	Y	0.0006061
189.17	0.0006778		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000260$$

18.92	0.0000216		
22.07	Y	Y	0.0000260
25.22	0.0000303		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0002068$$

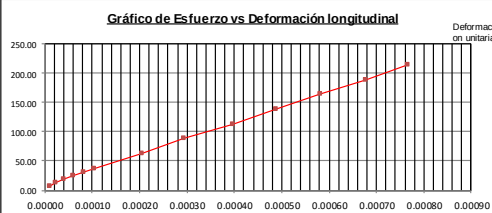
163.95	0.0001991		
170.40	Y	Y	0.0002068
189.17	0.0002293		

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	22.07
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	170.40
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006061

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 266,733 \text{ kg/cm}^2$$

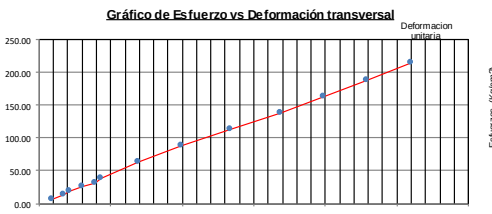
MÓDULO ELÁSTICO 266,733



et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000260
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0002068
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006061

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.325$$

MÓDULO DE POISSON 0.325



ANEXO N° 76: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50 (Testigo 04)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

4	TESTIGO - 0.50
----------	-----------------------

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) :	10.14		
Área (cm ²) :	80.75		
Fecha de vaciado :	14/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	426
Fecha de ensayo :	14/03/2019	LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
		DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	101.4

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.31	0.0020000	0.0004390	0.0000148	0.0000043
10	1019.37	12.62	0.0055000	0.0013170	0.0000407	0.0000130
15	1529.055	18.94	0.0075000	0.0021950	0.0000556	0.0000216
20	2038.74	25.25	0.0095000	0.0026340	0.0000704	0.0000260
25	2548.425	31.56	0.0125000	0.0030730	0.0000926	0.0000303
30	3058.11	37.87	0.0160000	0.0039510	0.0001185	0.0000390
50	5096.85	63.12	0.0295000	0.0070240	0.0002185	0.0000693
70	7135.59	88.37	0.0430000	0.0096580	0.0003185	0.0000952
90	9174.33	113.61	0.0555000	0.0136090	0.0004111	0.0001342
110	11213.07	138.86	0.0685000	0.0166820	0.0005074	0.0001645
130	13251.81	164.11	0.0810000	0.0201940	0.0006000	0.0001992
150	15290.55	189.36	0.0940000	0.0232670	0.0006963	0.0002295
170	17329.29	214.60	0.1060000	0.0263400	0.0007852	0.0002598

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 16.56 \text{ kg/cm}^2$$

12.62	0.0000407
X	0.0000500
18.94	0.0000556

X 16.56

s1

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0006240$$

164.11	0.0006000
170.40	Y
189.36	0.0006963

Y 0.0006240

e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000184$$

12.62	0.0000130
16.56	Y
18.94	0.0000216

Y 0.0000184

et1

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0002067$$

164.11	0.0001992
170.40	Y
189.36	0.0002295

Y 0.0002067

et2

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	16.56
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	170.40
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006240

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 268,014 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO 268,014

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000184
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0002067
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006240

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.328$$

MÓDULO DE POISSON 0.328

ANEXO N° 77: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50 (Testigo 05)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

5	TESTIGO - 0.50
----------	-----------------------

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) :	10.15		
Área (cm ²) :	80.91		
Fecha de vaciado :	14/02/2019	ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	426
Fecha de ensayo :	14/03/2019	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
		DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	101.5

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.30	0.0025000	0.0000000	0.0000185	0.0000000
10	1019.37	12.60	0.0055000	0.0004390	0.0000407	0.0000043
15	1529.055	18.90	0.0085000	0.0013170	0.0000630	0.0000130
20	2038.74	25.20	0.0110000	0.0017560	0.0000815	0.0000173
25	2548.425	31.50	0.0145000	0.0026340	0.0001074	0.0000260
30	3058.11	37.80	0.0175000	0.0030730	0.0001296	0.0000303
50	5096.85	62.99	0.0330000	0.0065850	0.0002444	0.0000649
70	7135.59	88.19	0.0455000	0.0092190	0.0003370	0.0000908
90	9174.33	113.39	0.0580000	0.0118530	0.0004296	0.0001168
110	11213.07	138.59	0.0715000	0.0149260	0.0005296	0.0001471
130	13251.81	163.78	0.0840000	0.0175600	0.0006222	0.0001730
150	15290.55	188.98	0.0965000	0.0206330	0.0007148	0.0002033
170	17329.29	214.18	0.1095000	0.0241450	0.0008111	0.0002379

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

12.60	0.0000407
X	0.0000500
18.90	0.0000630

X 15.23 s1

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

163.78	0.0006222
170.40	Y
188.98	0.0007148

Y 0.0006465 e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

12.60	0.0000043
15.23	Y
18.90	0.0000130

Y 0.0000079 et1

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

163.78	0.0001730
170.40	Y
188.98	0.0002033

Y 0.0001810 et2

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	15.23
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	170.40
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006465

$$E = \frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 260,134 \text{ kg/cm}^2$$

MODULO ELASTICO
260,134

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000079
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001810
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0006465

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.290$$

MODULO DE POISSON
0.290

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal

ANEXO N° 78: Módulo de Elasticidad Estático de Concreto a Compresión a los 28 días con relación a/c = 0.50 (Testigo 06)

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

6	TESTIGO - 0.50
----------	-----------------------

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) :	10.15		
Área (cm ²) :	80.83		
Fecha de vaciado :	14/02/2019		
Fecha de ensayo :	14/03/2019		

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	426
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	101.45

CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.31	0.0010000	0.0004390	0.0000074	0.0000043
10	1019.37	12.61	0.0040000	0.0008780	0.0000296	0.0000087
15	1529.055	18.92	0.0060000	0.0013170	0.0000444	0.0000130
20	2038.74	25.22	0.0085000	0.0017560	0.0000630	0.0000173
25	2548.425	31.53	0.0110000	0.0026340	0.0000815	0.0000260
30	3058.11	37.83	0.0140000	0.0030730	0.0001037	0.0000303
50	5096.85	63.06	0.0260000	0.0057070	0.0001926	0.0000563
70	7135.59	88.28	0.0385000	0.0079020	0.0002852	0.0000779
90	9174.33	113.50	0.0485000	0.0105360	0.0003593	0.0001039
110	11213.07	139.72	0.0595000	0.0127310	0.0004407	0.0001255
130	13251.81	163.95	0.0700000	0.0144870	0.0005185	0.0001428
150	15290.55	189.17	0.0815000	0.0166820	0.0006037	0.0001644
170	17329.29	214.39	0.0920000	0.0188770	0.0006815	0.0001861

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

$$\frac{F_1' - X}{X - F_2'} = \frac{e_1' - e}{e - e_2'}$$

$$X = 20.82 \text{ kg/cm}^2$$

18.92	0.0000444		
X	0.0000500	X	20.82
25.22	0.0000630		

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{e_1'' - Y}{Y - e_2''}$$

$$Y = 0.0005403$$

163.95	0.0005185		
170.40	Y	Y	0.0005403
189.17	0.0006037		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

$$\frac{F_1' - F}{F - F_2'} = \frac{et_1' - Y}{Y - et_2'}$$

$$Y = 0.0000143$$

18.92	0.0000130		
20.82	Y	Y	0.0000143
25.22	0.0000173		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

$$\frac{F_1'' - F}{F - F_2''} = \frac{et_1'' - Y}{Y - et_2''}$$

$$Y = 0.0001483$$

163.95	0.0001428		
170.40	Y	Y	0.0001483
189.17	0.0001644		

CÁLCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo al 0.00005 de Def. Long.)	20.82
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
S2 (Esfuerzo al 40% del Esfuerzo máx.)	170.40
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005403

$$E = -\frac{S}{e} = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - e_1} = 305,079 \text{ kg/cm}^2$$

MÓDULO ELÁSTICO	305,079
------------------------	----------------

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación longitudinal

Gráfico de Esfuerzo vs Deformación transversal

et1 (Def. Tran. al 0.00005 de Def. Long.)	0.0000143
e1 (Deformación Longitudinal al 0.00005)	0.0000500
et2 (Def. Tran. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0001483
e2 (Def. Long. al 40% del Esfuerzo máx.)	0.0005403

$$\mu = \frac{et}{e} = \frac{et_2 - et_1}{e_2 - e_1} = 0.273$$

MÓDULO DE POISSON	0.273
--------------------------	--------------

ANEXO N° 79: Certificado de Análisis Químico (Arena)



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA
TESIS

ARENA

"EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE
CANTERAS DE ÁMBITO DDEL DISTRITO DE
BUENOS AIRES, PICOTA, SAN MARTIN, SUS
CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO EN
LA PREPARACIÓN DE CONCRETO"

UBICACIÓN

Buenos Aires, Picota, San Martín

FECHA DE ENSAYO

21 al 25 de Febrero del 2019

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	-.-.-	9,75	339.176
Cloruros	mg/Kg	17,44	339.178
Sulfatos	mg/Kg	22,46	339.177
Sales totales	mg/Kg	50,90	339.152
Materia Orgánica	%	1,28	AASHTO T267

Iquitos, 25 de Febrero del 2019


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792

ANEXO N° 80: Certificado de Análisis Químico (Piedra)



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA
TESIS

PIEDRA
"EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE
CANTERAS DE ÁMBITO DDEL DISTRITO DE
BUENOS AIRES, PICOTA, SAN MARTIN, SUS
CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO EN
LA PREPARACIÓN DE CONCRETO"

UBICACIÓN

Buenos Aires, Picota, San Martín

FECHA DE ENSAYO

21 al 25 de Febrero del 2019

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	NORMA NTP
pH	---	9,78	339.176
Cloruros	mg/Kg	14,04	339.178
Sulfatos	mg/Kg	N.D.	339.177
Sales totales	mg/Kg	19,80	339.152
Materia Orgánica	%	0,98	AASHTO T267

Iquitos, 25 de Febrero del 2019


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792

ANEXO N° 81: Ensayo de Abrasión "Los Ángeles" (Piedra)

LORETO
GOBIERNO REGIONAL
compromiso con TODOS



DRTC
Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Loreto

**ABRASION LOS ANGELES (L.A) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES
DE 37.5 MM (1 1/2")
ASTM C-131**

TESIS : EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS DE CANTERAS DEL ÁMBITO DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES- PICOTA- SAN MARTÍN, SUS CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO EN LA PREPARACIÓN DE CONCRETO

UBICACIÓN : IQUITOS

ENTIDAD : DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - DRTC.

SOLICITANTE : ALEX ANGULO ROLDAN

FECHA : SAN JUAN, 25 DE FEBRERO 2019

Datos de campo:

Cantera : Buenos Aires- Picota

Muestra : Agregado grueso- chancada

Ubicación : San Martín

Fecha de ensayo : 25/02/2019

1. Gradación de la muestra a emplear:



Tamiz		Peso retenido en gr.
m.m.	Pulg.	
12,7	1/2"	2.505,00
9,52	3/8"	2501

2. Ensayo al desgaste:

Metodo	N° de revoluciones	Tiempo en minutos	N° de esferas	Peso inicial de muestra en gr.	Peso final de muestra en gr.	% Desgaste
B	500	15	11	5006	4212,5	15,85

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Abrasión los ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaño menores de 37.5 mm (1 1/2"), se realizó según las Normas ASTM C-131.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, fue muestreada e identificada por el solicitante, y trasladada al laboratorio.

RESULTADOS : El ensayo realizado a la muestra se obtuvo un resultado del 15,85 % al desgaste.

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

[Firma]

Ing. Mario Chávez López
Sub Director de Laboratorio y Suelos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

[Firma]

JATIEL RAMIREZ PINEDO
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad de Materiales y Pavimentos

PANEL FOTOGRAFICO

1. ZONA DE TRABAJO



Cantera del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martin.

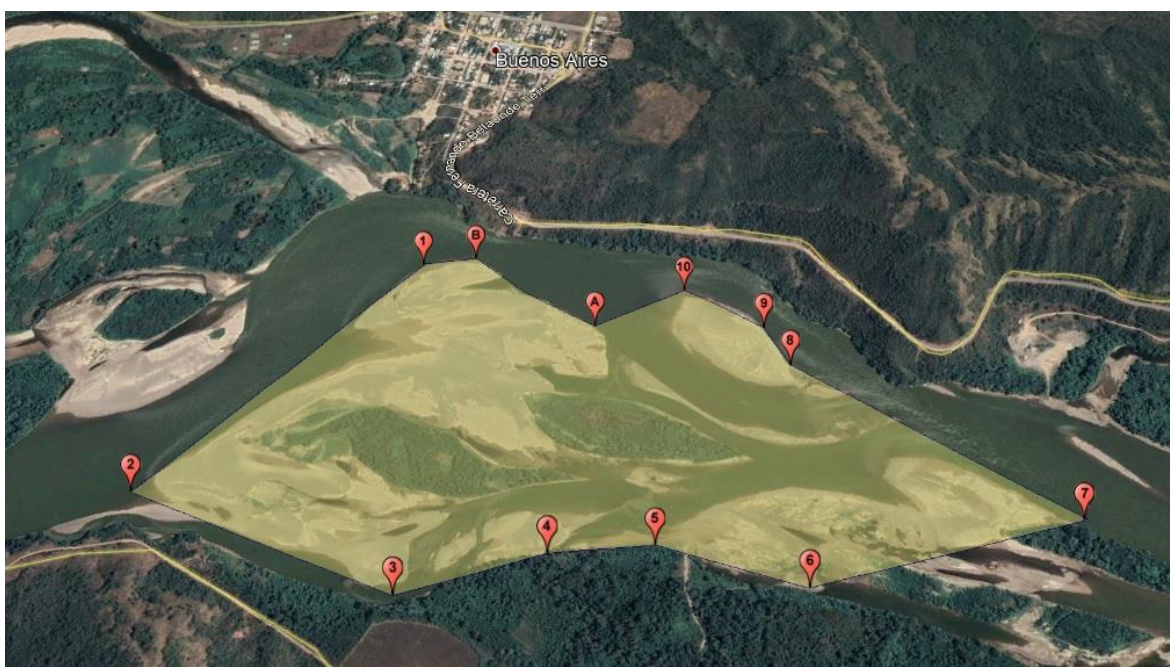


Cantera del distrito de Buenos Aires – Picota - San Martin

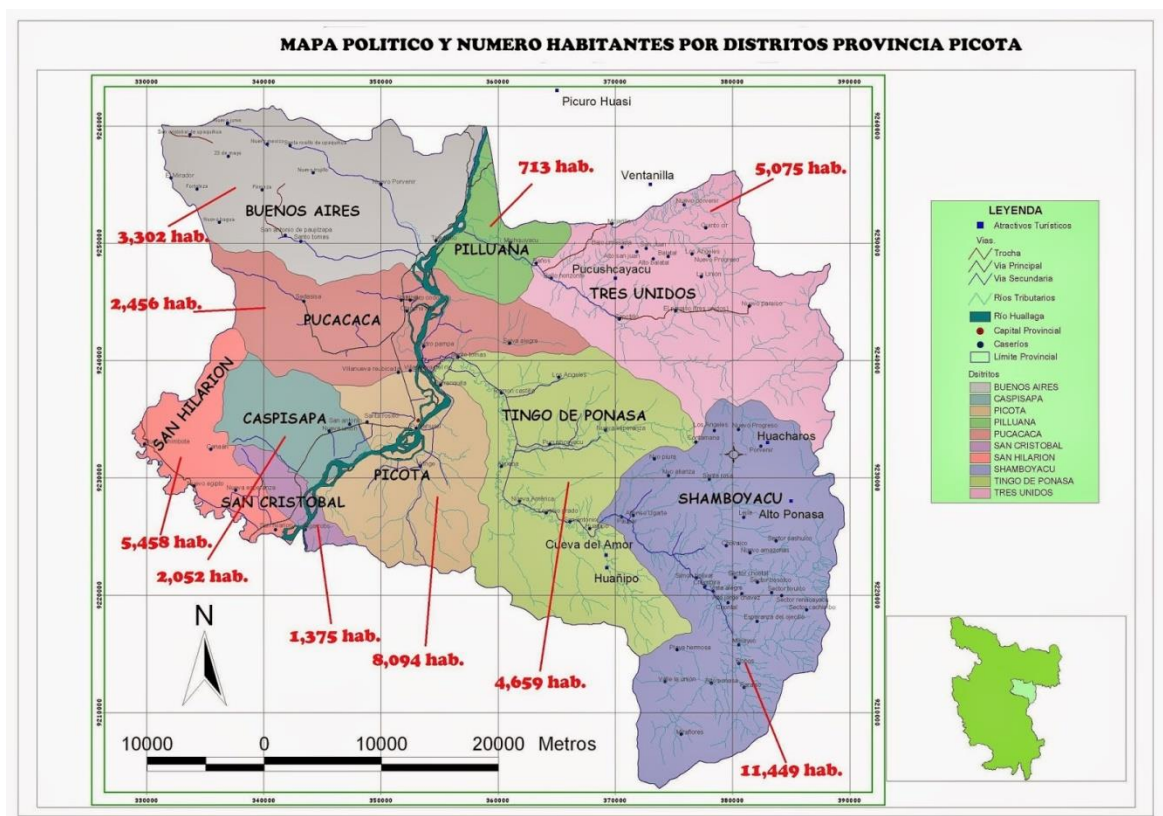


Rio Huallaga, distrito de Buenos Aires – Picota - San Martin

2. AREA DE ESTUDIO



Área de extracción de agregados pétreos, distrito de Buenos Aires – Picota – San Martin.



Mapa político de provincia de Picota – San Martín.

3. TRANSPORTE DE MATERIAL



Transporte de agregados Puerto Masusa – Iquitos – Loreto.



Almacenamiento de agregados Iquitos – Loreto.

4. PREPARACIÓN DE AGREGADOS



Mezclado y cuarteo del agregado grueso



Mezclado y cuarteo del agregado

5. AGREGADO GLOBAL



Peso unitario compactado del agregado global



Peso unitario compactado del agregado global



Granulometría



Secado del agregado grueso

6. DISEÑO DE MEZCLA



Mezcla de material



Preparación de Concreto



Prueba de Asentamiento



Probetas y Vigas



Curado de los testigos de concreto



Preparación para ruptura de testigos



Esfuerzo a Compresión



Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral



Modulo Elástico



Flexión en Vigas



Muestreo de testigo.



Prensa para pruebas mecánicas.