



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETO EN LAS
PRINCIPALES CANTERAS DE LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE
EL ORO

FARIAS VELEZ RICHARD MIGUEL
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETO EN LAS
PRINCIPALES CANTERAS DE LA PARTE BAJA DE LA
PROVINCIA DE EL ORO

FARIAS VELEZ RICHARD MIGUEL
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETO EN LAS PRINCIPALES
CANTERAS DE LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO

FARIAS VELEZ RICHARD MIGUEL
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 22 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
22 de agosto de 2022

TESIS

por Richard Farias

Fecha de entrega: 19-ago-2022 11:45a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1884442810

Nombre del archivo: Farias_Richard.docx (16.7M)

Total de palabras: 5628

Total de caracteres: 28745

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15%

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, FARIAS VELEZ RICHARD MIGUEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETO EN LAS PRINCIPALES CANTERAS DE LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 22 de agosto de 2022



FARIAS VELEZ RICHARD MIGUEL
0705826220

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a mi padre celestial que me ha dado la vida, la salud y la sabiduría para cumplir esta meta.

A mis padres que me han acompañado en este proceso y siempre me han apoyado en todo lo que he necesitado.

A mis hermanos, Jhonny, Andrea y Santiago, que con su presencia siempre me acompañaron en los momentos difíciles, aunque mi hermano mayor ya no esté presente en este mundo él fue como mi segundo padre y más grande maestro.

A mis demás familiares y amigos, que de una u otra forma también aportaban con su granito de arena para mi crecimiento como profesional y como persona de bien.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, mi padre celestial, por haberme guiado día a día en mis metas y objetivos, él ha sido mi más grande apoyo y me ha dado las fuerzas y sabiduría necesaria para llegar a este punto de mi vida.

También agradezco a mis padres por haberme apoyado desde el comienzo en mis estudios y por siempre estar para mí cuando los he necesitado, ellos han sido mi motor para salir adelante con mis estudios, también han sido testigos de las largas noches de desvelo y todos los esfuerzos empleados para lograr esta meta.

A mis demás familiares que han estado siempre apoyándome con sus consejos y buenos ánimos y a mis maestros que compartieron su conocimiento y experiencia conmigo para lograr un mejor aprendizaje y desempeño en la vida laboral.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación consiste en el análisis de los materiales pétreos que podemos encontrar en las principales canteras de la parte baja de la provincia de El Oro, enfocándonos sobre todo en los materiales que se utilizan para la elaboración de concreto los cuales son arena como agregado fino y grava como agregado grueso.

Para ello se tomaron muestras de las canteras previamente seleccionadas y se realizaron ensayos de laboratorio como: densidades, pesos volumétricos sueltos y varillados, granulometrías, control de desgaste e impurezas, con la finalidad de obtener las características principales de dichos materiales y poder realizar un análisis de la calidad de los pétreos existentes en la provincia.

Los resultados obtenidos fueron comparados entre sí con las muestras de cada cantera para evidenciar cuales son los mejores materiales con las mejores prestaciones, además para verificar que los pétreos cumplan con los estándares de calidad se realizó una comparativa de los requerimientos mínimos y especificaciones que deben tener los agregados para concreto en base a la norma ASTM-C33 y NTE INEN-872.

PALABRAS CLAVE:

Análisis de agregados pétreos, canteras, ensayos, calidad.

ABSTRACT

The present titling work consists of the analysis of the stone materials that we can find in the main quarries of the lower part of the province of El Oro, focusing mainly on the materials that are used for the elaboration of concrete, which are sand as fine aggregate and gravel as coarse aggregate.

For this, samples were taken from the previously selected quarries and laboratory tests were carried out such as: densities, loose and rodded volumetric weights, granulometry, wear and impurities control, in order to obtain the main characteristics of said materials and to be able to carry out an analysis. of the quality of existing stone in the province.

The results obtained were compared with each other with the samples from each quarry to show which are the best materials with the best performance, in addition to verifying that the stone materials meet the quality standards, a comparison of the minimum requirements and specifications that they must have was made. aggregates for concrete based on the ASTM-C33 and NTE INEN-872 standards.

KEYWORDS:

Stone aggregate analysis, quarries, tests, quality.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Definición y contextualización del objeto de estudio	10
1.2. Objetivos:	10
1.2.1. Objetivo general:	10
1.2.2. Objetivos específicos:	10
1.3. Ubicación	11
2. DESARROLLO	12
2.1. Fundamentación teórica	12
2.1.1. Concreto	12
2.1.2. Agregados	12
2.1.3. Propiedades físicas de los agregados	13
2.1.4. Propiedades mecánicas de los agregados	15
2.2. Proceso metodológico	16
2.2.1. Peso Volumétrico suelto y varillado para agregado fino y grueso	16
2.2.2. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado grueso	17
2.2.3. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino	18
2.2.4. Análisis granulométrico para agregado fino y grueso	18
2.2.5. Desgaste de agregado grueso	19
2.2.6. Impurezas orgánicas en el agregado fino	20
3. RESULTADOS	21
3.1. Resultados de Agregado fino	21
3.2. Resultados de Agregado grueso	21
4. CONCLUSIONES	22
5. RECOMENDACIONES	23
BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Máquina de los Ángeles	15
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Canteras visitadas para la extracción de materiales.....	11
Tabla 2. Requerimientos de tamizado del agregado fino	13
Tabla 3. Requerimientos de tamizado del agregado grueso	14
Tabla 4. Lista de ensayos aplicados a los materiales.....	16
Tabla 5. Especificación para la carga – Ensayo de abrasión	20
Tabla 6. Gradación de la muestra – Ensayo de abrasión.	20
Tabla 7. Cuadro de resultados de propiedades del agregado fino	21
Tabla 8. Cuadro de resultados de propiedades del agregado grueso	21
Tabla 9. Peso volumétrico suelto - Arena.....	25
Tabla 10. Densidad específica de los agregados finos - Arena	26
Tabla 11. Impurezas en muestras de agregado fino.....	26
Tabla 12. Análisis granulométrico de Arena – Tuco León.....	27
Tabla 13. Análisis granulométrico de Arena – Prefectura.....	28
Tabla 14. Análisis granulométrico de Arena – Patridasa	29
Tabla 15. Análisis granulométrico de Arena – Guillermo Serrano	30
Tabla 16. Análisis granulométrico de Arena – Beltrán	31
Tabla 17. Análisis granulométrico de Arena – Orozco	32
Tabla 18. Peso volumétrico suelto – Grava.....	33
Tabla 19. Peso volumétrico varillado – Grava	33
Tabla 20. Densidad específica de los agregados gruesos – Grava	34
Tabla 21. Desgaste de los agregados gruesos – Grava	35
Tabla 22. Análisis granulométrico de grava – Tuco León.....	36
Tabla 23. Análisis granulométrico de grava – Prefectura.....	37
Tabla 24. Análisis granulométrico de grava – Patridasa	38
Tabla 25. Análisis granulométrico de grava – Guillermo Serrano	39
Tabla 26. Análisis granulométrico de grava – Beltrán	40
Tabla 27. Análisis granulométrico de grava – Orozco	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Peso Volumétrico suelto y varillado para agregado fino y grueso	42
Anexo 2. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado grueso	43
Anexo 3. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino	44
Anexo 4. Análisis granulométrico para agregado fino y grueso.	45
Anexo 5. Desgaste de agregado grueso.....	46
Anexo 6. Impurezas orgánicas en el agregado fino	47

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la civilización humana a lo largo de la historia se fundamenta mucho en las grandes obras y construcciones civiles que se han llevado a cabo, construir es un arte que generación tras generación se ha ido perfeccionando y evolucionando, pero siempre ha consistido en transformar materias primas como los son los materiales pétreos que se encuentran en nuestro entorno y productos semimanufacturados en bienes palpables que son las obras de ingeniería de las que gozamos día a día.[1]

Los materiales de construcción también han ido evolucionando, se han descubierto nuevas innovaciones y productos, pero siempre se ha mantenido el uso de materiales pétreos sobre todo al momento de elaborar concreto, realizar rellenos, morteros, entre otras mezclas y usos definidos.

Al momento de elaborar hormigones es importante conocer las propiedades y prestaciones que nos brindan los agregados que tengamos a disposición, se estima que los agregados finos y gruesos conforman entre el 70% y 80% de la masa del concreto, un porcentaje bastante alto, es por ello que de estos materiales dependerá mucho la trabajabilidad y segregación de la mezcla y afectará la resistencia, rigidez, durabilidad entre otros factores del producto sólido.[2]

Los agregados son un componente variable dentro de la mezcla del concreto, estas alteraciones en sus propiedades pueden ocurrir durante los procesos de explotación, manejo y transporte del material. Estos áridos se consideran componentes principales y críticos ya que ocupan la mayor parte del volumen del producto por lo que tienen un efecto significativo en el comportamiento de las estructuras. [3]

1.1. Definición y contextualización del objeto de estudio

“La obtención de las propiedades básicas de los áridos, como su porosidad, su absorción, su densidad, su dureza, su granulometría y su consistencia, entre otros, son de utilidad en la fase de diseño de las mezclas del concreto.” [4]. El uso de materiales pétreos en la construcción es un hábito muy común sobre todo al momento de elaborar hormigones donde los agregados son elementos principales, es por ello que es importante conocer bien las características que nos brindan estos materiales.

En la realización de este proyecto se busca analizar los pétreos que se encuentran en las principales canteras de la parte baja de El Oro, conocer sus propiedades y prestaciones mediante ensayos de laboratorio y comparar si cumplen con los estándares de calidad de acuerdo a la normativa correspondiente.

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivo general:

Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las principales canteras de la parte baja de El Oro aplicando la norma INEN 872 y ASTM C33 para conocer las características y prestaciones que brindan estos materiales en la elaboración de concreto.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Recolectar los materiales de las canteras previamente seleccionadas.
- Realizar los ensayos de los materiales pétreos en el laboratorio bajo los lineamientos de las normas INEN correspondientes para obtener los datos necesarios.
- Comparar los resultados con las especificaciones para agregados de la norma INEN 872 Y ASTM C33.

1.3. Ubicación

Para este estudio se seleccionaron seis canteras de la parte baja de la provincia de El Oro las cuales son:

Tabla 1. Canteras visitadas para la extracción de materiales

UBICACIONES DE LAS CANTERAS Y DEPÓSITOS VISITADOS		
Depósito	Ubicación de depósito	Canteras de materiales extraídos
Tuco León	Pasaje, vía caña quemada debajo del puente	Arena: Cantera Tuco León en Pasaje
		Grava: Cantera Tuco León en Pasaje
Patridasa	Machala, vía primavera	Arena: Cantera Quera - sector la Cocha en Pasaje
		Grava: Cantera Patridasa vía Calichana - Pasaje
Prefectura campamento pedregal	Pasaje, Buena vista, vía Paccha	Arena: Cantera la Iberia en El Guabo
		Grava: Cantera Bustamante sector 3 serritos - Pasaje
Guillermo Serrano	El Guabo, vía Panamericana	Arena: Cantera la Iberia en El Guabo
		Grava: Cantera El Gala - Shumiral
Beltrán	Santa Rosa, La Avanzada, vía Saracay	Arena: Cantera la Iberia en El Guabo
		Grava: Cantera Beltrán - La Avanzada en Santa Rosa
Orozco	Machala, vía Pajonal	Arena: Cantera Orozco - Machala vía Pajonal
		Grava: Cantera La Mina - Ponce Enríquez

Fuente: El Autor

2. DESARROLLO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Concreto

El concreto es un material de construcción muy utilizado a nivel mundial por tres factores: posee una buena resistencia a la compresión, su costo de producción es bajo comparado con otros materiales y puede ser moldeado con facilidad en diferentes formas. [5]

Por otra parte, el concreto se lo considera una piedra artificial cuya resistencia dependerá de la calidad de la pasta de cemento la cual se la puede controlar por la relación agua - cemento y también depende de las propiedades de los agregados las cuales por lo general no pueden ser alteradas ya que usualmente se utiliza los materiales que estén disponibles cerca de la construcción. [6]

2.1.2. Agregados

Los agregados, son materiales inertes con estructura granular, considerados como productos minerales que se pueden encontrar en estado natural o artificial y que al ser mezclado con un polvo cementante posibilita obtener hormigón. Los agregados naturales provienen de la explotación de fuentes naturales de nuestro entorno cuyos fragmentos se generan como procesos naturales de meteorización o desgaste, mientras que los agregados artificiales se generan a partir de procesos industrializados de trituración de los agregados naturales. [7]

Según [8] se puede clasificar los agregados de acuerdo a su tamaño en agregados finos y gruesos.

Agregados finos: los agregados finos comúnmente conocidos como arenas son aquellos cuyas partículas van desde los 5 mm hasta mayores a 60 μm es decir logran pasar el tamiz número 4, equivalente a 4.76 mm,

Agregados gruesos: por otra parte, los agregados gruesos más conocidos como gravas son aquellos que superan el tamaño del tamiz antes mencionado, sus partículas son mayores a los 5 mm hasta los 125 mm.

2.1.3. Propiedades físicas de los agregados

Los agregados para la elaboración de concreto deben conformarse por partículas duras y compactas que posean un peso específico elevado, además su forma y textura deben ser adecuadas con una buena distribución de tamaños es decir una buena granulometría. En ocasiones los agregados suelen estar contaminados con materias orgánicas y otro tipo de sustancias las cuales restan calidad y afectan la resistencia del concreto, las especificaciones establecen los límites permisibles de tolerancia. La norma de calidad donde se establecen las especificaciones es la ASTM C-33. [9]

Mediante un análisis granulométrico podemos conocer las siguientes propiedades:

Para el agregado fino

Módulo de finura: se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados desde el tamiz # 100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido en 100. Su valor deberá estar entre 2.3 y 3.1 en base a la norma INEN-872 y ASTM-C33.

Para el agregado grueso

Tamaño máximo: se considera como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.

Tamaño máximo nominal: se considera como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquel tamiz que retenga el 15% o más de la muestra de ensayo.

Por otra parte, los agregados deberán cumplir con una gradación específica.

Tabla 2. Requerimientos de tamizado del agregado fino

Tamiz (Especificación E 11)	Porcentaje Pasando (%)
9.5 mm ($3/8$ in)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μ m (No. 30)	25 a 60
300 μ m (No. 50)	5 a 30
150 μ m (No. 100)	0 a 10

Fuente: ASTM C33

Tabla 3. Requerimientos de tamizado del agregado grueso

Número De Tamaño	Tamaño Nominal (Tamices con abertura cuadrada)	Cantidades más finas que Cada Tamiz de Laboratorio (Abertura Cuadrada), Porcentaje Masa												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25 mm (1 pulg)	19 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
2	63 a 37.5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
3	50 a 25 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...
357	50 a 4.75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...
4	37.5 a 19 mm	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	...	0 a 5	...	...
467	37.5 a 4.75 mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...
5	25 a 12.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
56	25 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...
57	25 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5
6	19 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...
67	19 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5
7	12.5 a 4.745 mm	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5
8	9.5 a 2.36 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 5

Fuente: ASTM C33

Ciertas características como el peso específico, peso unitario y porcentaje de absorción son propiedades físicas propias de cada material, es importante conocerlas a detalle ya que sirven en las dosificaciones para elaborar la mezcla de concreto. [9]

En el Ecuador la mayoría de agregados se entrega en estado húmedo lo que provoca una variación en las cantidades de la mezcla para el concreto. Es por ello que se recomienda que la dosificación del hormigón sea al peso y no al volumen, ya que existirán variaciones en el peso específico, contenido de humedad y capacidad de absorción, lo que provoca que el peso suelto y compacto altere el volumen aparente de los agregados. [10]

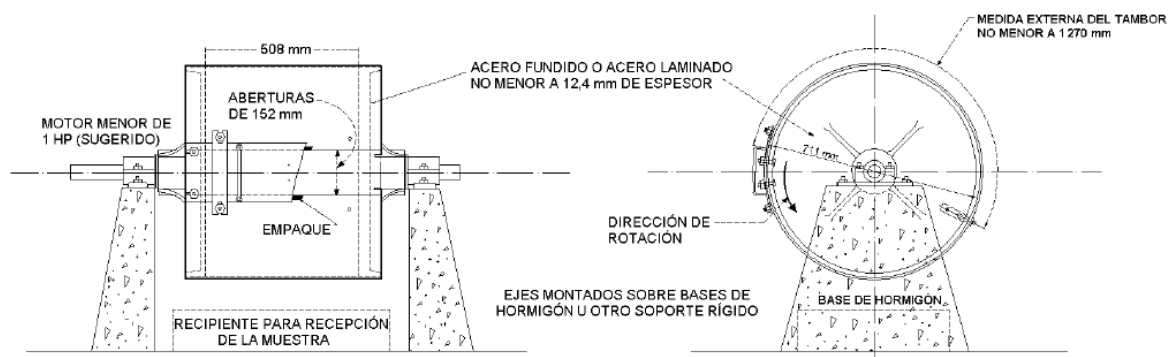
Es de importancia conocer las impurezas orgánicas que se encuentran en el agregado fino ya que por lo general el material que se entrega en obra no es lavado, para ello nos referimos a la norma INEN-855, donde nos indica que el número de orden estándar en el comparador de colores normalizado es el 3, colores más oscuros con números mayores a 3 indica que el agregado contiene cantidades inapropiadas de impurezas orgánicas, por lo que requiere más estudios antes de aprobar el árido para uso de concreto.

2.1.4. Propiedades mecánicas de los agregados

En los agregados la resistencia al ser rayados y la resistencia al desgaste son propiedades mecánicas que debemos conocer, para determinar la resistencia de los agregados al desgaste se aplica el ensayo de Los Ángeles, según los lineamientos de la norma ASTM C-131. El procedimiento de este ensayo consiste en colocar dentro de un cilindro rotatorio el agregado grueso con una carga definida de bolas de acero por un periodo de tiempo o número de vueltas especificado, luego se determina el porcentaje de desgaste que sufrió el material pasando toda la muestra por el tamiz número 12 y sacando la relación del pasante del tamiz sobre el peso del agregado inicial, este porcentaje no deberá mostrar una pérdida mayor del 50% del peso original. [9]

El ensayo de desgaste de Los Ángeles por muchas décadas ha sido empleado por todo el mundo como método estándar para poder evaluar la degradación y la dureza de los agregados en condición seca. [11]; en base a las especificaciones de la norma ASTM C131 indica que los porcentajes de desgaste mayores al 50% corresponden a agregados de muy mala calidad que no son adecuados para la construcción por otra parte los valores inferiores al 20% corresponden a agregados de muy buena calidad aptos para cualquier aplicación. [12]

Figura 1. Máquina de los Ángeles



Fuente: NTE INEN 860

2.2. Proceso metodológico

Ensayos

Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados gruesos y finos se ha elaborado un listado de los ensayos realizados los cuales fueron aplicados según los lineamientos de las normas INEN.

Tabla 4. Lista de ensayos aplicados a los materiales

LISTA DE ENSAYOS APLICADOS A LOS MATERIALES			
AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
Ensayo	Norma	Ensayo	Norma
Peso volumétrico suelto y varillado	INEN - 858	Peso volumétrico suelto	INEN - 858
Densidades y Porcentaje de absorción	INEN - 857	Densidades y Porcentaje de absorción	INEN - 856
Análisis granulométrico	INEN - 696	Análisis granulométrico	INEN - 696
Porcentaje de desgaste	INEN - 860	Impurezas orgánicas	INEN - 855

Fuente: El Autor

2.2.1. Peso Volumétrico suelto y varillado para agregado fino y grueso

Equipo

- Balanza (precisión de 0.05 kg)
- Recipiente para peso volumétrico (arena) “Molde”
- Recipiente para peso volumétrico (grava) “Molde”
- Varilla de compactación (16 mm de diámetro y 600 mm de longitud)
- Cucharón
- Muestras de grava y arena

Procedimiento para peso volumétrico suelto (arena y grava)

- Primero se obtiene el volumen de los moldes (recipientes para grava y arena).
- Luego se coloca arena dentro del molde para arena, hasta llenarlo sin que queden espacios y se enrasa con la varilla.
- Después se pesa el molde con el material.
- Se repite el proceso 3 veces para obtener una media.

Esto es para obtener el peso volumétrico sin compactar, se repite el mismo procedimiento con la grava.

Procedimiento para peso volumétrico varillado (grava)

- Primero se debe obtener el volumen del molde para grava.
- Se llena el molde para grava a un tercio y se compacta con la varilla se hacen 25 golpes.
- Se llena el molde a dos tercios y se compacta nuevamente con la varilla, se hacen 25 golpes.
- Se termina de llenar el molde y se vuelve a compactar con la varilla, de nuevo son 25 golpes, después se enrasa utilizando la varilla horizontalmente.
- Después se pesa el molde con el material.
- Se repite el proceso 3 veces para obtener una media.

2.2.2. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado grueso

Equipo

- Balanza hidrostática (capacidad de 5kg o más, sensibilidad de 0.5 g o menos)
- Cesta cilíndrica de alambre (de malla con abertura N° 6 de aproximadamente 4 a 7 litros de capacidad)
- Tanque de agua
- Recipiente metálico
- Horno (temperatura uniforme $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$)

Procedimiento

- Primero se sumerge el material en agua por 24 horas.
- Se retira la grava del agua y se la seca superficialmente con una franela.
- Luego se pesa el material superficialmente seco.
- Se llena el tanque de agua y se sumerge la canastilla vacía hasta su totalidad para pesarla
- Después se sumerge la canastilla con el material y se pesa, se hace la diferencia para obtener el peso del material sumergido.
- Finalmente se lleva el material al horno para ser secado y determinar su porcentaje de absorción.

2.2.3. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino

Equipo

- Balanza (capacidad 1 Kg o más, sensibilidad 0.1 gr)
- Matraz (capacidad 500 cm cúbicos)
- Molde cónico “cimacio” (30 ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 ± 3 mm de diámetro en la parte inferior y 75 ± 3 mm de altura)
- Barra compactadora (340 g de masa, con un extremo de superficie plana circular de 25 mm de diámetro)
- Horno (temperatura uniforme $110^\circ \pm 5^\circ$ C)

Procedimiento

- Se sumerge la arena en agua por 24 horas.
- Luego se retira la arena del agua y se seca con papel periódico
- Se comprueba si la arena está superficialmente saturada con el cimacio dando 9 golpes en cada tercio hasta llenarlo totalmente, después se retira el cimacio y la arena se debe desmoronar ligeramente lo que nos indica que se ha alcanzado la condición de superficialmente saturada.
- Después se pesa 500 gr de arena superficialmente saturada (PSSS)
- Se llena el matraz con agua y se pesa, después se introduce los 500 gr de arena en el matraz y se llena de agua para volver a pesar el matraz con agua más la muestra.
- Por último, se retira la muestra cuidadosamente del matraz y se lleva al horno para ser secado y determinar el porcentaje de absorción del material.

2.2.4. Análisis granulométrico para agregado fino y grueso

Equipo

- Tamizadoras eléctricas
- Tamices cuadrados y redondos
- Balanzas electrónicas (sensibilidad de 0.1 g para arena y 0.5 g para grava)
- Recipientes
- Brocha
- Horno (temperatura uniforme $110^\circ \pm 5^\circ$ C)

Procedimiento

- Se obtiene la muestra por cuarteo y se seca la muestra en el horno.

- Para escoger la cantidad necesaria para el ensayo nos regimos a la norma INEN-696 que nos indica: para agregado fino mínimo 300 gr. y para agregado grueso 5.0 kg.
- Se colocan los tamices en forma ascendente, en base a las normas técnicas 3/8” N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 para el agregado fino; 2 1/2”, 2”, 1 1/2”, 1”, 3/4, 1/2”, 3/8”, N°4, N°8 para el agregado grueso.
- Se coloca la muestra en el tamiz superior y se enciende la máquina de tamizar durante 2 min para el agregado grueso y 2 min para el fino.
- Se pesa la masa que quedó en cada tamiz.

2.2.5. Desgaste de agregado grueso

Equipo

- Bandejas metálicas pequeñas y grandes
- Balanzas con sensibilidad de 0.1% de la carga de ensayo.
- Carga (esferas de acero con peso aproximado entre 390 y 445 g)
- Tamiz #12
- Máquina de los Ángeles
- Muestra de ensayo.

Procedimiento

- Se realiza la gradación del material según el método aplicado.
- Luego se pesa la cantidad de material requerida.
- Se coloca junto con la carga abrasiva dentro del cilindro; se hace girar este con una velocidad entre 30 y 33 rpm, girando hasta completar 500 vueltas teniendo en cuenta que la velocidad angular es constante.
- Después se retira el material del cilindro y luego se hace pasar por el tamiz # 12.
- Se pesa el material pasante del tamiz # 12 y se calcula el porcentaje de desgaste.
- El material retenido en el tamiz #12 debe ser lavado y secado en el horno a una temperatura comprendida entre 105 °C y 110 °C. Al día siguiente se cuantifico la muestra eliminando los finos y luego fue pesada.

Tabla 5. Especificación para la carga – Ensayo de abrasión

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTE INEN 860

Tabla 6. Gradación de la muestra – Ensayo de abrasión.

Tamaño de las aberturas de tamiz (mm) (aberturas cuadradas)		Masa por tamaños indicada (g)			
Pasante de	Retenido en	Gradación			
		A	B	C	D
37,5	25,0	1 250 ± 25	---	---	---
25,0	19,0	1 250 ± 25	---	---	---
19,0	12,5	1 250 ± 10	2 500 ± 10	---	---
12,5	9,5	1 250 ± 10	2 500 ± 10	---	---
9,5	6,3	---	---	2 500 ± 10	---
6,3	4,75	---	---	2 500 ± 10	---
4,75	2,36	---	---	---	5 000 ± 10
	Total	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Fuente: NTE INEN 860

2.2.6. Impurezas orgánicas en el agregado fino

Equipo

- Frascos de vidrio graduados (aproximadamente 250 cm³)
- Arena (130 cm³)
- Metasilicato de sodio
- Comparador de colores normalizado

Procedimiento

- Se introduce los 130 cm³ arena en el frasco
- Luego en 75 cm³ de agua se mezcla una porción de metasilicato de sodio (3 partes de masa en 97 partes de agua)
- Se llena con la solución hasta alcanzar un nivel de 200 cm³ y se deja reposar por 24 horas.
- Finalmente se compara el color del agua por encima de la arena con el comparador de colores normalizado.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados de Agregado fino

Tabla 7. Cuadro de resultados de propiedades del agregado fino

Propiedades agregado fino	Canteras					
	Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
Peso Volumétrico suelto (kg/m ³)	1298.37	1333.46	1263.28	1403.64	1368.55	1245.73
Densidad relativa SSS (g/cm ³)	2.54	2.45	2.45	2.43	2.44	2.41
Densidad del agregado MASA (g/cm ³)	2.46	2.36	2.36	2.34	2.34	2.27
Densidad del agregado APARENTE (g/cm ³)	2.68	2.60	2.58	2.56	2.58	2.64
Porcentaje de Absorción %	3.30	3.86	3.59	3.77	3.91	6.25
Modulo de Finura	2.80	2.04	2.33	2.34	2.39	1.98
Impurezas (Numero de orden en el comparador)	3	3	3	3	3	3

Fuente: El Autor

3.2. Resultados de Agregado grueso

Tabla 8. Cuadro de resultados de propiedades del agregado grueso

Propiedades agregado grueso	Canteras					
	Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
Peso Volumétrico suelto (kg/m ³)	1275.80	1345.90	1331.88	1437.03	1331.88	1289.82
Peso Volumétrico varillado (kg/m ³)	1416.00	1486.10	1451.05	1556.20	1458.06	1430.02
Densidad del agreg. SSS (g/cm ³)	2.74	2.75	2.84	2.88	2.72	2.61
Densidad del agreg. MASA (g/cm ³)	2.72	2.68	2.82	2.87	2.70	2.57
Densidad del agreg. APARENTE (g/cm ³)	2.77	2.88	2.88	2.92	2.76	2.67
Porcentaje de Absorción %	0.76	2.57	0.79	0.66	0.84	1.42
Tamaño máximo (in)	1 1/2 "	1 1/2 "	1 1/2 "	1 1/2 "	1 "	1 1/2 "
Tamaño máximo nominal (in)	1 "	1 "	1 "	1 "	3/4 "	1 "
Porcentaje de desgaste %	12.39	47.21	12.62	11.95	21.13	19.67

Fuente: El Autor

4. CONCLUSIONES

Para el agregado fino

- La cantera cuya arena tiene la densidad más alta es la de Tuco León proporcionando un agregado fino con 2.54 g/cm³ de peso específico SSS, de igual manera su porcentaje de absorción resultó el más bajo con 3.30%, por otra parte, la cantera cuyo material tiene la más baja densidad SSS es la de Orozco con un valor de 2.41 g/cm³, además su porcentaje de absorción resultó el más elevado con un valor de 6.25%. En cuanto a los módulos de finura solo dos canteras no cumplen con el rango (2.3 - 3.1) de la norma ASTM C-33 e INEN 872, siendo estas la de la Prefectura y la de Orozco, con valores de 2.04 y 1.98 respectivamente, en cambio la arena con un módulo de finura medio resultó ser la de Tuco León con 2.8, un valor óptimo para las mezclas de concreto siendo una arena bien graduada.
- En lo que respecta a las impurezas orgánicas, todas las muestras de las canteras cumplen con la especificación de las normas analizadas, dando como resultado en todas las canteras un valor de 3 en el número de orden en el comparador de colores normalizados.

Para el agregado grueso

- La cantera cuya grava tiene el más alto peso específico SSS es la de Guillermo Serrano, con un valor de 2.88 gr/cm³, de igual forma su porcentaje de absorción resultó ser el más bajo con un valor de 0.66%. Por otra parte, la cantera cuya grava tiene el más bajo peso específico SSS es la de Orozco con un valor de 2.61 gr/cm³, y el material que tuvo el más alto porcentaje de absorción es el de la prefectura con un valor de 2.57%. En lo que corresponde al tamaño máximo nominal todas las canteras dieron como resultado material de 1", con excepción de la cantera de Beltrán que dio como resultado 3/4".
- En cuanto al desgaste todas las canteras cumplen con los requisitos de la norma ASTM C-33 e INEN 872 donde indica que el porcentaje de desgaste no deberá ser mayor al 50%, el material con menor porcentaje fue el de la cantera de Guillermo Serrano, con un valor de 11.95% lo que nos indica que es material con alta dureza para cualquier aplicación en la elaboración de concreto, por otra parte, el material con mayor porcentaje de desgaste fue el de la prefectura con 47.21%.

5. RECOMENDACIONES

Para el agregado fino

- Se recomienda como agregado fino más óptimo para las mezclas de concreto al que distribuye la cantera de Tuco León, ya que sus propiedades son bastantes satisfactorias en cuando a densidades, capacidad de absorción, y su módulo de finura nos indica que es una arena bien graduada, por otra parte, las arenas que no cumplieron con el rango del módulo de finura debido a que son arenas muy finas con partículas bastante uniformes son más recomendadas para el uso de morteros.
- Se evidencio que todas las canteras cumplen con el número de orden para impurezas organicas, pero a pesar de eso se recomienda llevar un proceso limpio al momento de extraer los materiales, de igual manera al momento de transportarlos y de emplearlos en obra para mantener estándares de calidad.

Para el agregado grueso

- Se recomienda como agregado grueso más adecuado al que distribuye el depósito de Guillermo Serrano, sus densidades resultaron las más altas entre las canteras analizadas y su porcentaje de absorción el más bajo.
- De igual forma en cuanto al porcentaje de desgaste de las muestras analizadas se recomienda la grava del depósito de Guillermo Serrano cuyo resultado fue el más bajo, las demás canteras también tienen porcentajes bastantes satisfactorios, se recomienda hacer un análisis adecuado al momento de emplear la grava de la prefectura en un diseño de concreto ya que a pesar de que su porcentaje de desgaste cumple con las especificaciones de la normativa, este está muy cerca del límite admisible, esto se debe a la posible contaminación de la grava con material ajeno o residuos de limos adheridos en la superficie de la piedra, durante los procesos de extracción, transporte hacia el campamento y trituración en el mismo, causando un aumento en su porcentaje de desgaste.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Carcaño, N. Grifé, A. F.- Ingeniería, and undefined 2009, “La administración de los materiales en la construcción,” *Redalyc.Org*, vol. 13, no. 3, pp. 61–71, 2009, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46712187008.pdf>.
- [2] M. P. León and F. Ramírez, “Morphological characterization of concrete aggregates by means of image analysis Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes * Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. COLOMBIA ** Universidad de Los Andes, Bogo,” *Rev. Ing. Construcción*, vol. 25, no. 2, pp. 215–240, 2010, [Online]. Available: www.ing.puc.cl/ric.
- [3] J. L. Y. Chan, R. C. Solís, and É. I. Moreno, “Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto,” *Ingeniería*, vol. 7, no. 2, pp. 39–46, 2003, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=46770203>.
- [4] D. C. Gámez-García, H. Saldaña-Márquez, J. M. Gómez-Soberón, and R. Corral-Higuera, “Feasibility study and characterization of aggregates for structural concrete,” *Ing. y Desarro.*, vol. 35, no. 2, pp. 283–304, 2017, doi: 10.14482/inde.35.2.10162.
- [5] R. G. Solís Carcaño and M. Á. Alcocer Fraga, “Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 20, no. 4, pp. 1–13, 2019, doi: 10.22201/fi.25940732e.2019.20n4.039.
- [6] Solís, Moreno, and Arjona, “Revista ALCONPAT,” *Alconpat*, vol. 2, no. Maio-Agosto, pp. 186–199, 2012, [Online]. Available: http://www.mda.cinvestav.mx/alconpat/revista/documentos/Revista_ALCONPAT_Volumen_1_Numero_1_Enero-Abril_2011/Revista_ALCONPAT_Volumen_1_Numero_1_Enero-Abril_2011.pdf.
- [7] O. Palacio León, A. Chávez Porras, and Y. L. Velásquez Castiblanco, “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados,” *Tecnura*, vol. 21, no. 53, pp. 96–106, 2017, doi: 10.14483/22487638.8195.
- [8] A. Bracamonte Miranda, M. Vertel Morinson, and J. Cepeda, “Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Tolu Viejo (Sucre) para producción de concreto,” *Sci. Tech.*, vol. 18, no. 2, pp. 429–436, 2013.
- [9] J. R. Luna-Aroche and R. A. Salguero-Girón, “Estudios de calidad de agregados para concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 y C-289,” *Bol. Geol. y Min.*, vol. 117, no. 4, pp. 687–694, 2006.
- [10] C. Santamaría, J., Adame, B. & Bermeo, “Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen,” *Novasinerгия Rev. Digit. Ciencia, Ing. Y Tecnol.*, vol. 4, no. 1, pp. 91–101, 2021, doi: 10.37135/ns.01.07.05.
- [11] S. CAMPAGNOLI and C. LÓPEZ, “Caracterización de agregados pétreos con el ensayo Micro Deval,” no. 69, pp. 7–13, 2008.
- [12] P. E. Matthey Centeno, R. A. Robayo Salazar, Y. F. Silva Urrego, N. A. Álvarez Jaramillo, and S. Delvasto Arjona, “Caracterización física y mecánica de agregados reciclados obtenidos a partir de escombros de la construcción,” *Inf. Técnico*, vol. 78, no. 2, pp. 121–127, 2014, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5129561>.

ANEXOS

Cuadros de resultados de los ensayos de laboratorio para el agregado fino.

Tabla 9. Peso volumétrico suelto - Arena

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES 						
Peso Volumétrico Suelto - Arena						
Datos de Molde	Diametro (cm)	15.3				
	Altura (cm)	15.5				
	Peso (kg)	2.6				
Datos de ensayo	Canteras					
	Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
w molde (kg)	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
w molde + grava (kg)	6.30	6.40	6.20	6.60	6.50	6.15
w grava (kg)	3.70	3.80	3.60	4.00	3.90	3.55
Volumen molde (m3)	0.002850	0.002850	0.002850	0.002850	0.002850	0.002850
PSV (kg/m3)	1298.37	1333.46	1263.28	1403.64	1368.55	1245.73
PSV (gr/cm3)	1.298	1.333	1.263	1.404	1.369	1.246
Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante						

Fuente: El Autor

Tabla 10. Densidad específica de los agregados finos - Arena

Datos de ensayo		CANTERAS					
		Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
Peso del matraz (g)	A	179.83	179.83	179.83	179.83	179.83	179.83
Peso del recipiente (g)	B	293.31	293.31	245.98	286.96	286.96	287.08
Peso del recipiente + muestra seca al horno (g)	C	777.34	774.74	728.66	768.81	768.16	757.66
Peso de la muestra seca al horno (g)	D	484.03	481.43	482.68	481.85	481.20	470.58
Peso matraz + agua (g)	E	675.53	675.53	675.53	675.53	675.53	675.53
Peso matraz + agua + muestra SSS (g)	F	978.70	971.73	971.1	969.5	970.32	967.81
Peso de muestra SSS (g)	G	500.00	500.00	500.00	500	500	500.00
Volumen de muestra (cm3)	H	196.83	203.80	204.43	206.03	205.21	207.72
Densidad relativa SSS (g/cm3)	G/H	2.54	2.45	2.45	2.43	2.44	2.41
Densidad del agregado MASA (g/cm3)	D/H	2.46	2.36	2.36	2.34	2.34	2.27
Densidad del agregado APARENTE (g/cm3)	D/(H-(G-D))	2.68	2.60	2.58	2.56	2.58	2.64
Porcentaje de Absorción %	(G-D)/D *100	3.30	3.86	3.59	3.77	3.91	6.25

Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante

Fuente: El Autor

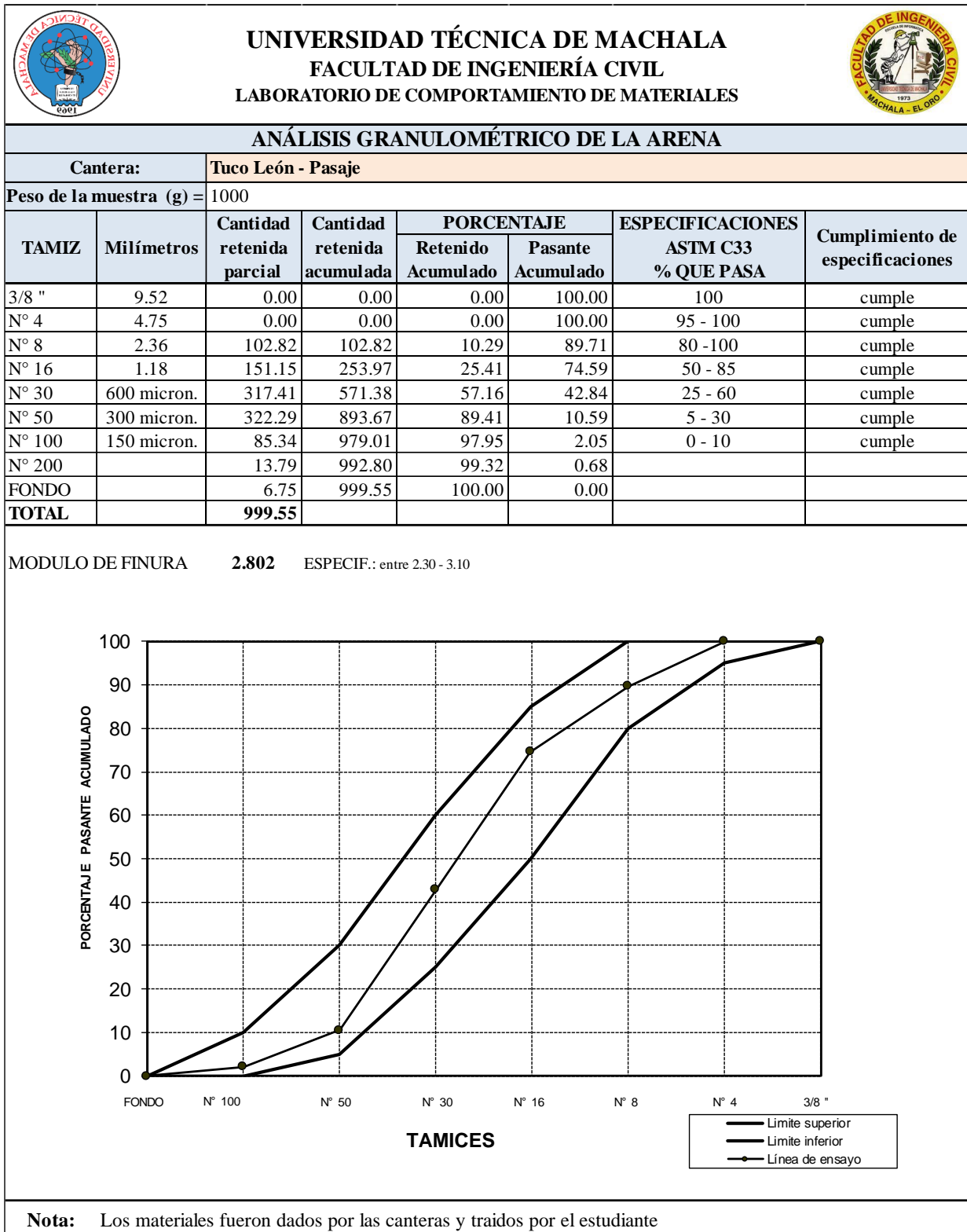
Tabla 11. Impurezas en muestras de agregado fino

Canteras	Número de orden en el comparador	Observación
Tuco León	3	S/N
Prefectura	3	S/N
Patridasa	3	S/N
Guillermo Serrano	3	S/N
Beltrán	3	S/N
Orozco	3	S/N

Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante

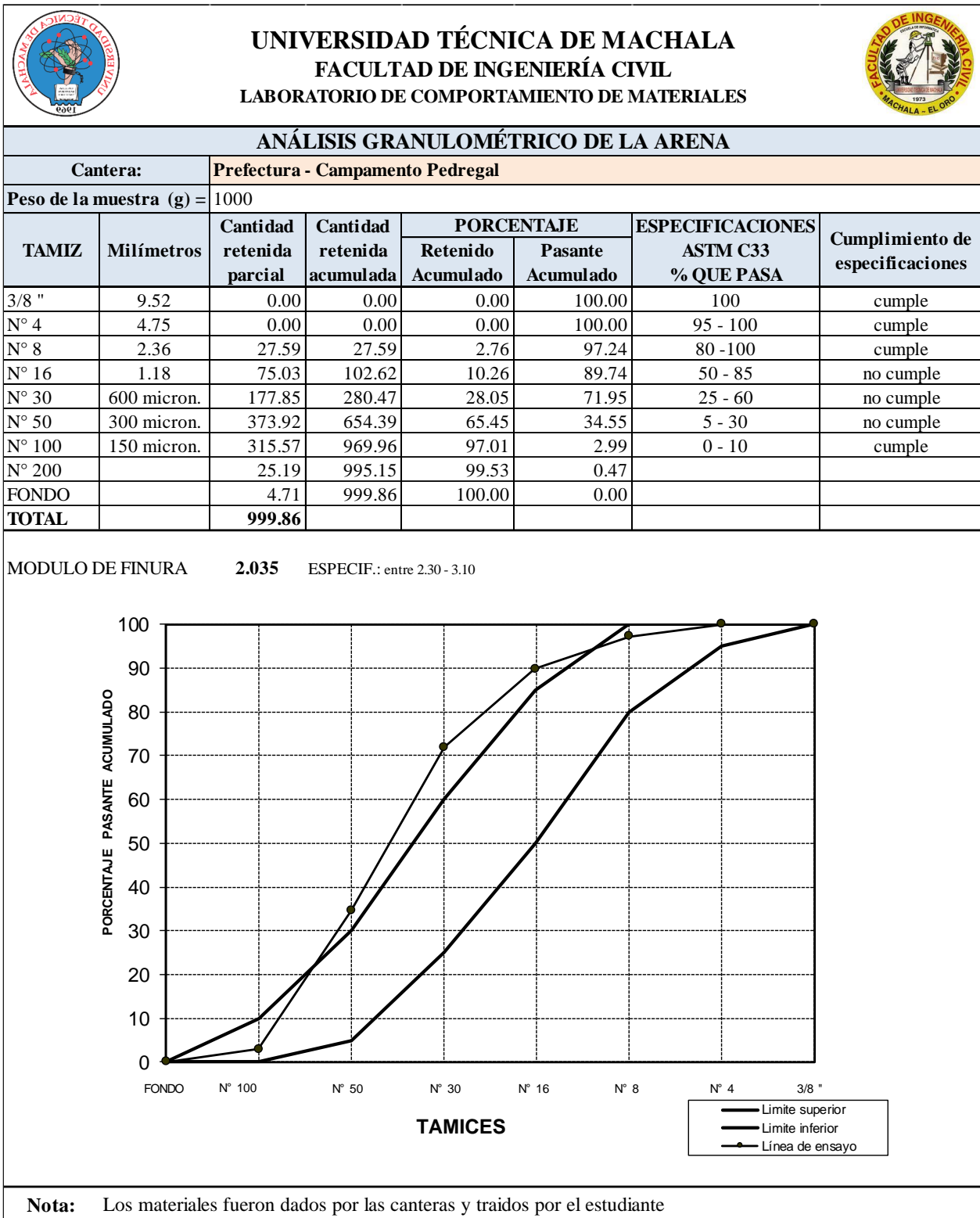
Fuente: El Autor

Tabla 12. Análisis granulométrico de Arena – Tuco León



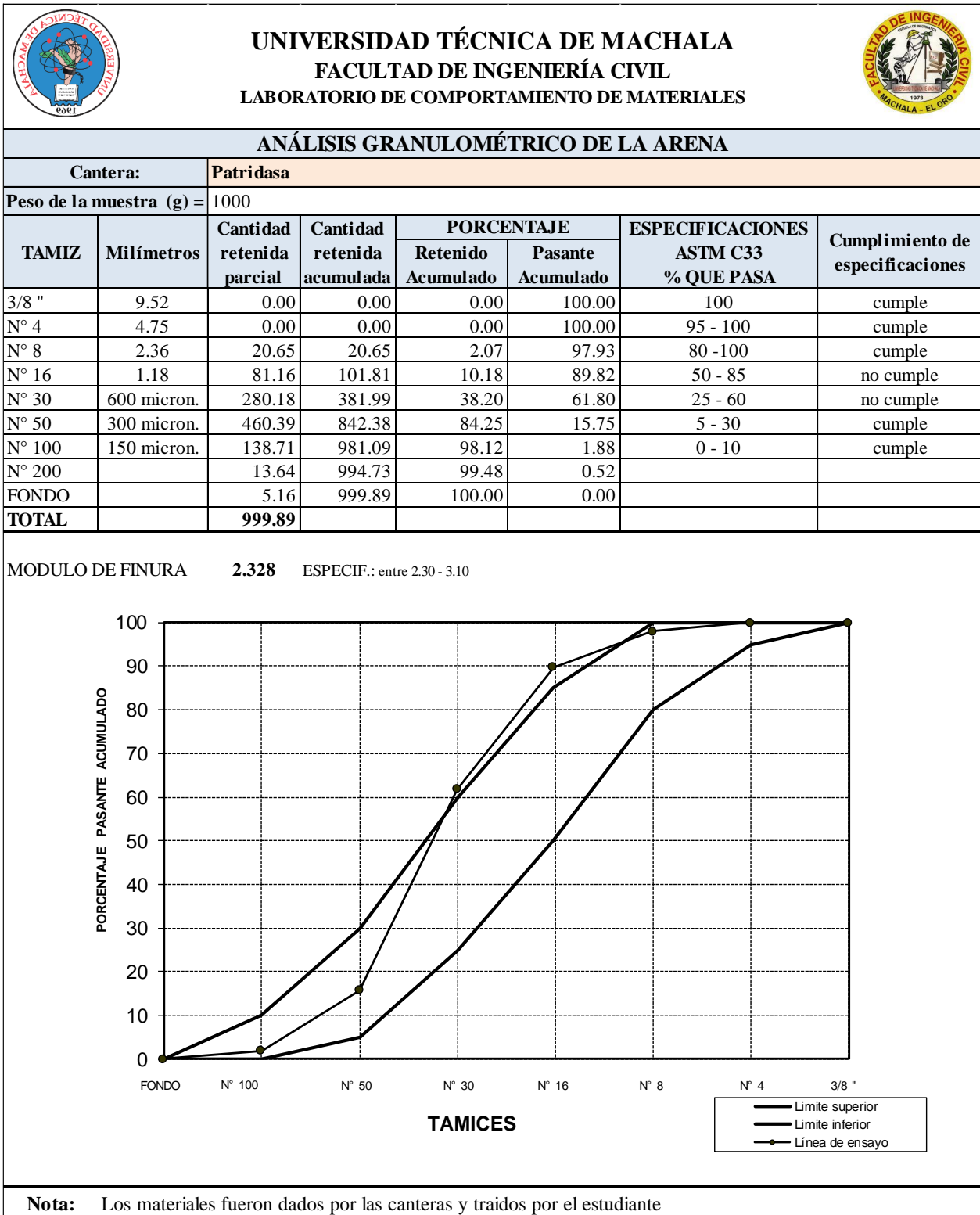
Fuente: El Autor

Tabla 13. Análisis granulométrico de Arena – Prefectura



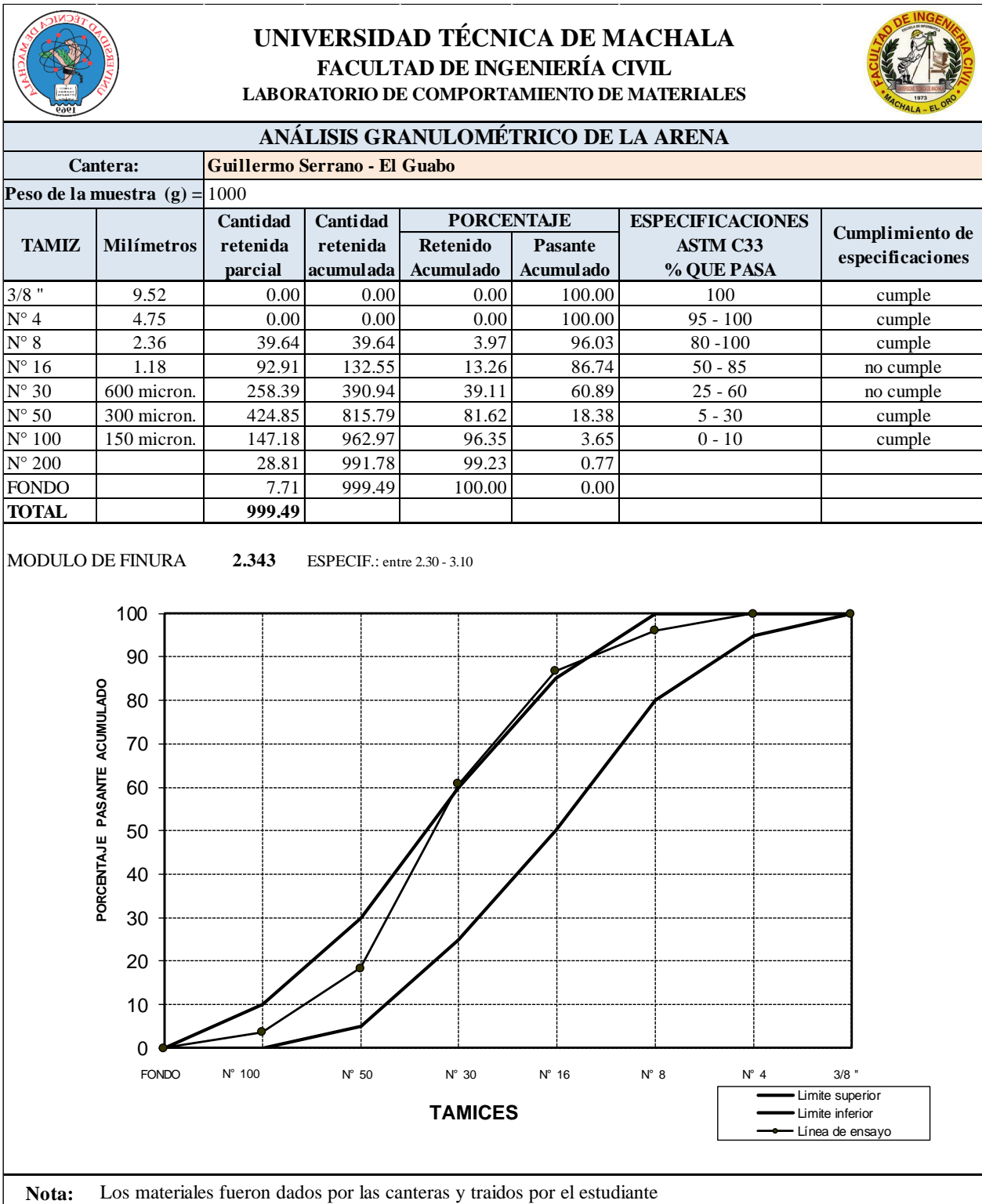
Fuente: El Autor

Tabla 14. Análisis granulométrico de Arena – Patridasa



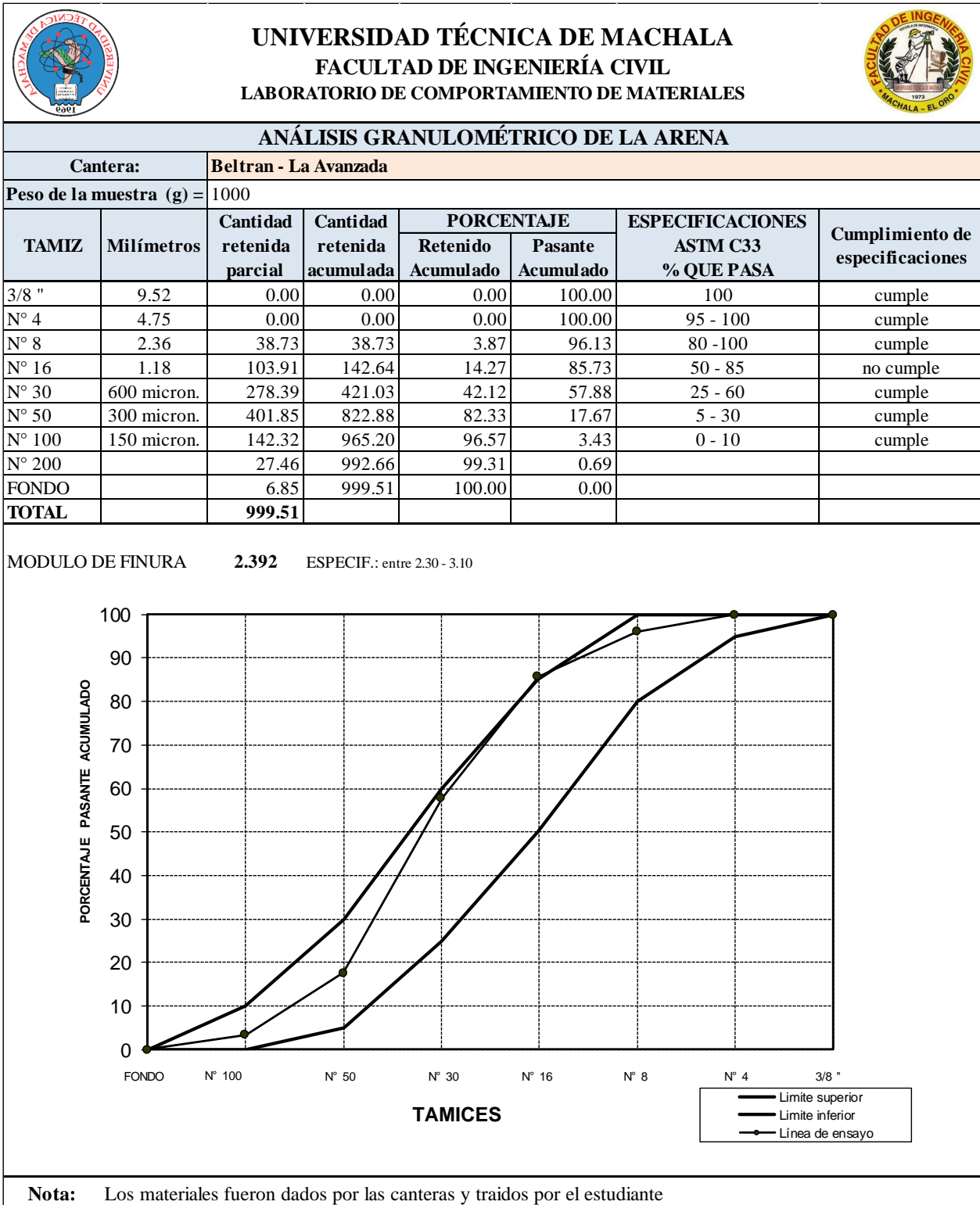
Fuente: El Autor

Tabla 15. Análisis granulométrico de Arena – Guillermo Serrano



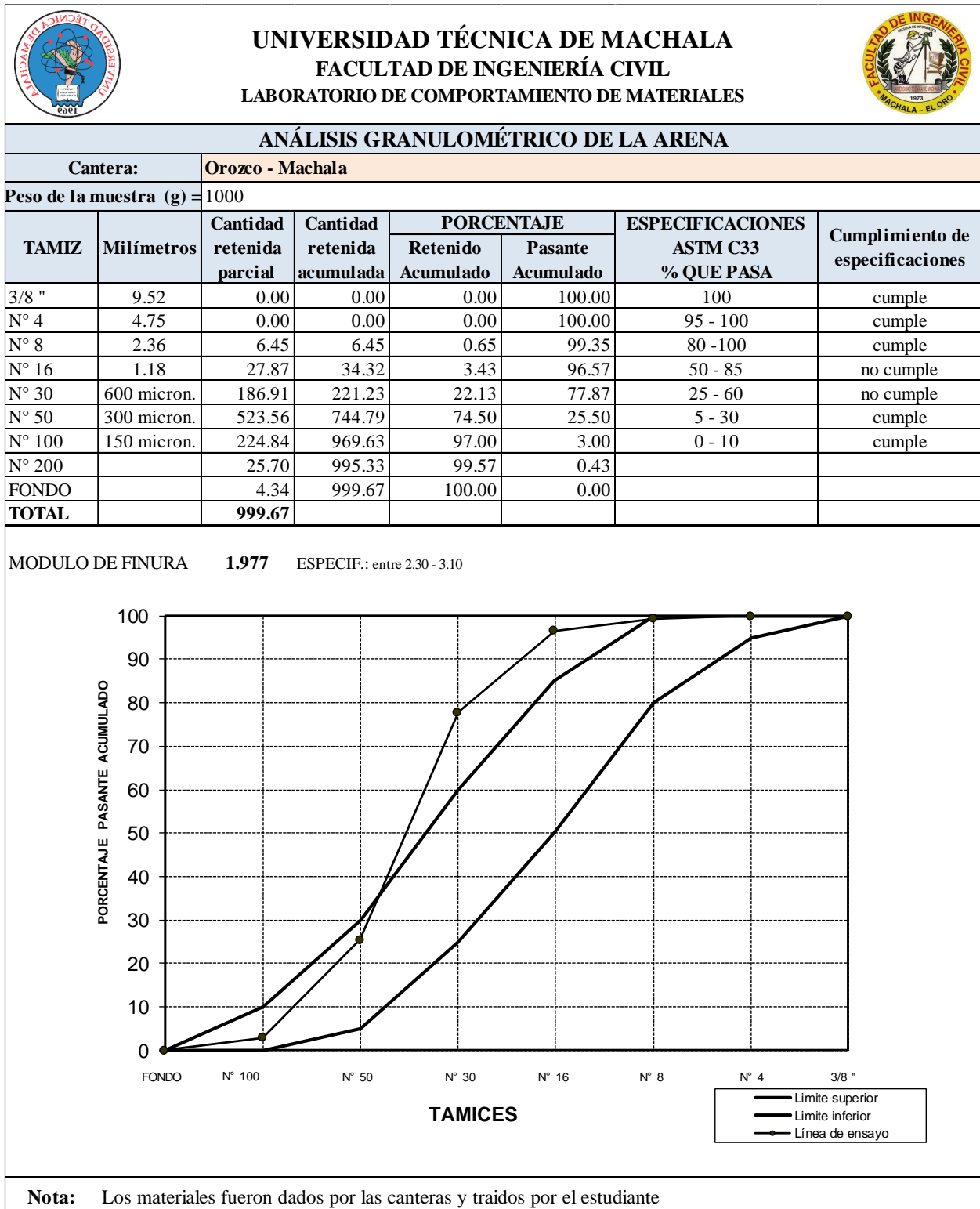
Fuente: El Autor

Tabla 16. Análisis granulométrico de Arena – Beltrán



Fuente: El Autor

Tabla 17. Análisis granulométrico de Arena – Orozco



Fuente: El Autor

Cuadros de resultados de los ensayos de laboratorio para el agregado grueso

Tabla 18. Peso volumétrico suelto – Grava

Datos de Molde		Diametro (cm)	25.7			
		Altura (cm)	27.5			
Datos de ensayo		Canteras				
		Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
w molde (kg)	9	9	9	9	9	9
w molde + grava (kg)	27.2	28.2	28	29.5	28	27.4
w grava (kg)	18.2	19.2	19	20.5	19	18.4
Volumen molde (m ³)	0.014266	0.014266	0.014266	0.014266	0.014266	0.014266
PSV (kg/m³)	1275.80	1345.90	1331.88	1437.03	1331.88	1289.82
PSV (gr/cm³)	1.276	1.346	1.332	1.437	1.332	1.290
Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante						

Fuente: El Autor

Tabla 19. Peso volumétrico varillado – Grava

Datos de Molde		Diametro (cm)	25.7			
		Altura (cm)	27.5			
Datos de ensayo		Canteras				
		Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
w molde (kg)	9	9	9	9	9	9
w molde + grava (kg)	29.2	30.2	29.7	31.2	29.8	29.4
w grava (kg)	20.2	21.2	20.7	22.2	20.8	20.4
Volumen molde (m ³)	0.014266	0.014266	0.014266	0.014266	0.014266	0.014266
PVV (kg/m³)	1416.00	1486.10	1451.05	1556.20	1458.06	1430.02
PVV (gr/cm³)	1.416	1.486	1.451	1.556	1.458	1.430
Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante						

Fuente: El Autor

Tabla 20. Densidad específica de los agregados gruesos – Grava

Datos de ensayo		CANTERAS					
		Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
Peso del recipiente (g)	P1	783.60	785.40	782.30	789.2	781.2	805.3
Rec + agregado sss (g)	P2	3784.90	3786.30	3783.80	3790.80	3782.30	3806.50
Rec + agregado seco (g)	P3	3762.40	3711.10	3760.20	3771.2	3757.2	3764.4
Peso de la canastilla sumergida (g)	P4	1024.30	1024.30	1024.30	1024.3	1024.3	1024.3
Peso de la canast.+agreg. sumergido (g)	P5	2928.60	2935.50	2969.10	2985.1	2923.4	2876.2
Peso del agregado sss (g)	A = P2 - P1	3001.30	3000.90	3001.50	3001.60	3001.10	3001.20
Peso del agregado sumergido (g)	B = P5 - P4	1904.30	1911.20	1944.80	1960.80	1899.10	1851.90
Volumen del agregado (cm3)	C = A - B	1097.00	1089.70	1056.70	1040.80	1102.00	1149.30
Peso del agregado seco (g)	D = P3 - P1	2978.80	2925.70	2977.90	2982.00	2976.00	2959.10
Densidad del agregado SSS (g/cm3)	A / C	2.74	2.75	2.84	2.88	2.72	2.61
Densidad del agregado MASA (g/cm3)	D / C	2.72	2.68	2.82	2.87	2.70	2.57
Densidad del agregado APARENTE (g/cm3)	D / (D - B)	2.77	2.88	2.88	2.92	2.76	2.67
Porcentaje de Absorción %	$((A - D) / D) * 100$	0.76	2.57	0.79	0.66	0.84	1.42

Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante

Fuente: El Autor

Tabla 21. Desgaste de los agregados gruesos – Grava

GRANULOMETRÍA		MÉTODO		
PASA	RETIENE	B		
3/4"	1/2 "	2500	+	10
			-	
1/2 "	3/8 "	2500	+	10
			-	
TOTAL		5000	+	10
			-	

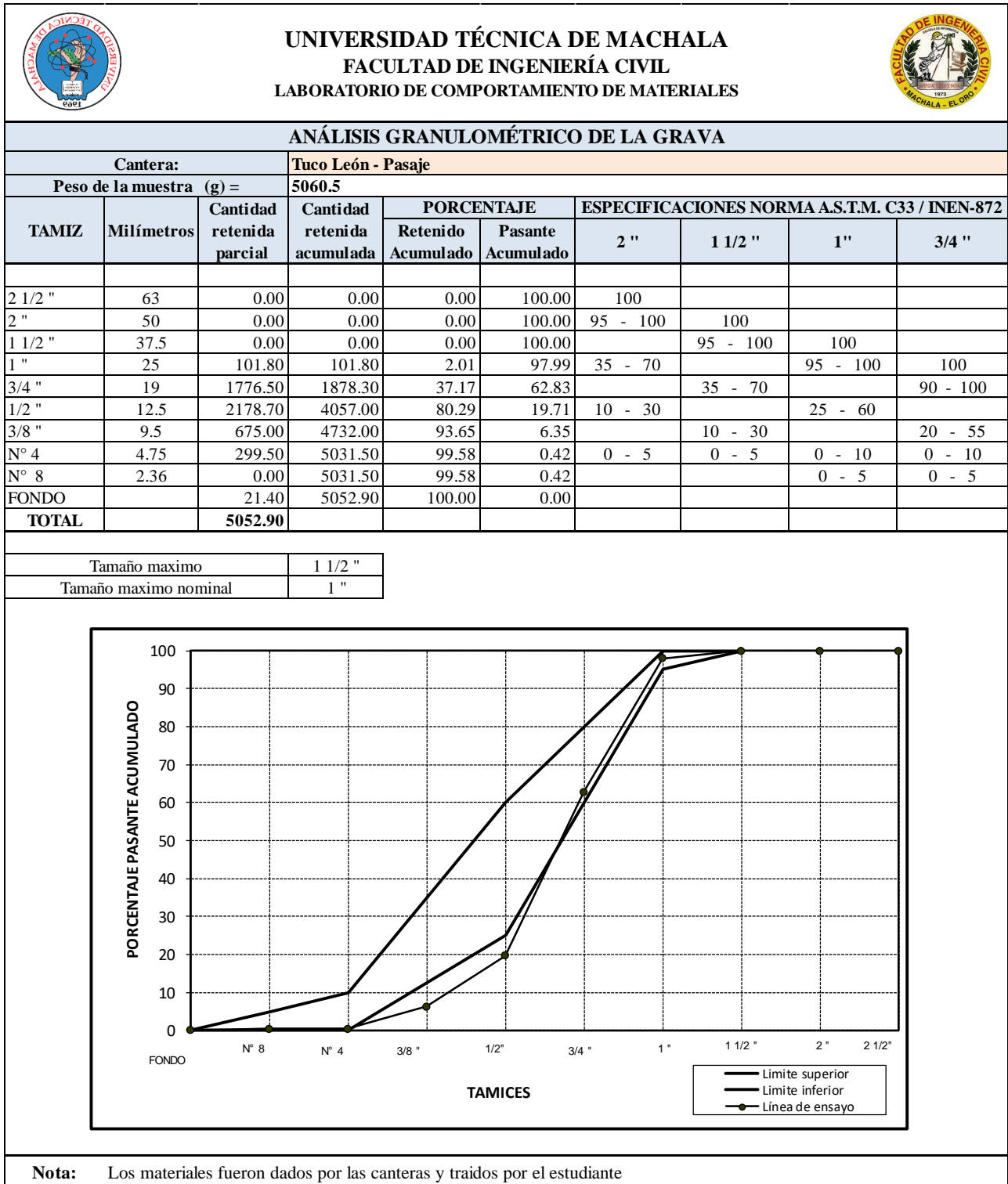
Datos de ensayos	CANTERAS					
	Tuco León	Prefectura	Patridasa	Guillermo	Beltrán	Orozco
Peso de la muestra (g)	5000	5001.7	5001.6	5001.2	5000.5	5000.5
Pasante del tamiz N° 12 a las 500 Revoluciones (g)	619.3	2361.4	631.1	597.8	1056.5	983.4
% Desgaste (D500)	12.39	47.21	12.62	11.95	21.13	19.67

Fórmula
$$D_{500} = \frac{\text{Pasante del tamiz N° 12 a las 500 rev}}{\text{Peso inicial de la muestra}} * 100$$

Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante

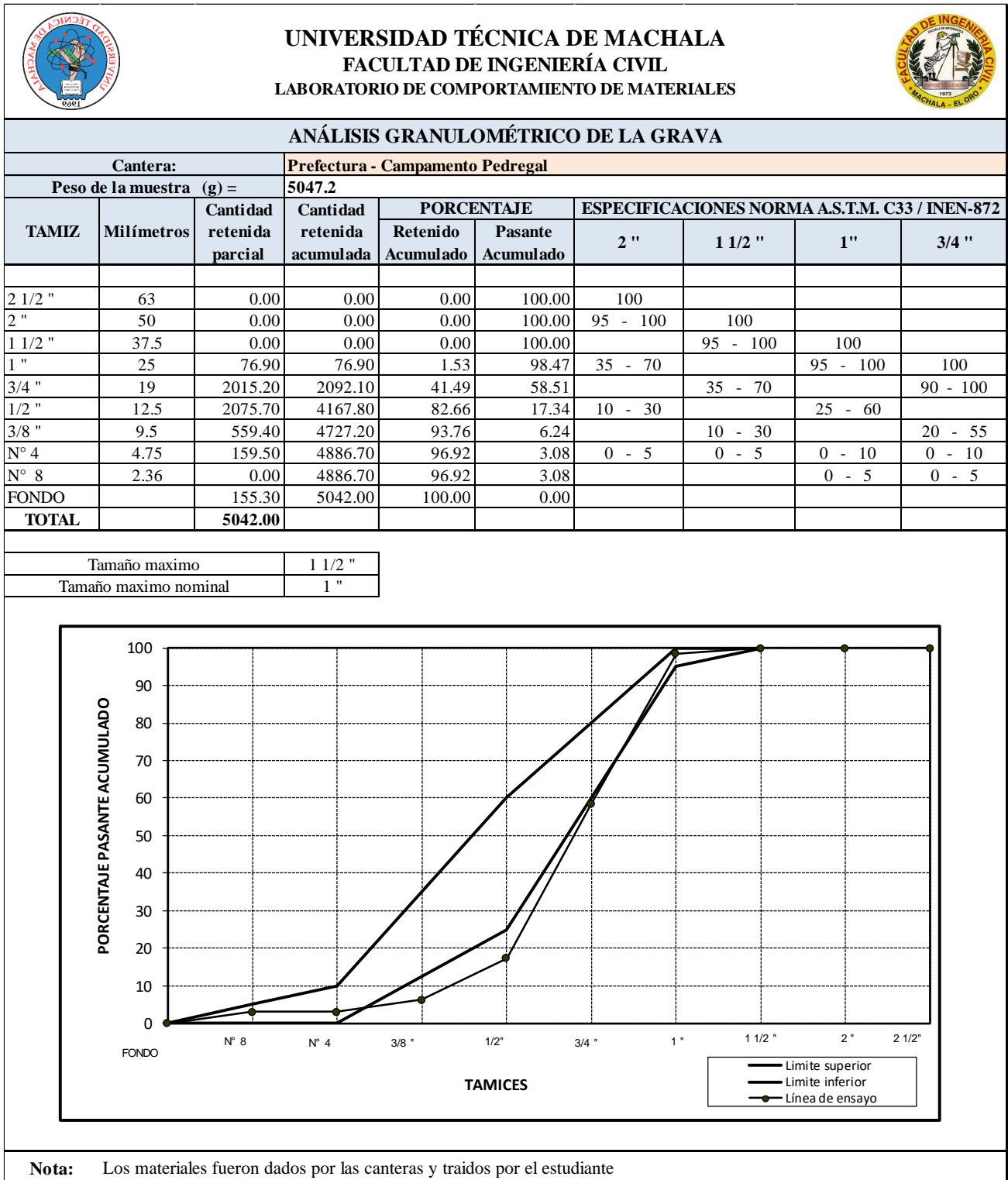
Fuente: El Autor

Tabla 22. Análisis granulométrico de grava – Tuco León



Fuente: El Autor

Tabla 23. Análisis granulométrico de grava – Prefectura



Fuente: El Autor

Tabla 24. Análisis granulométrico de grava – Patridasa



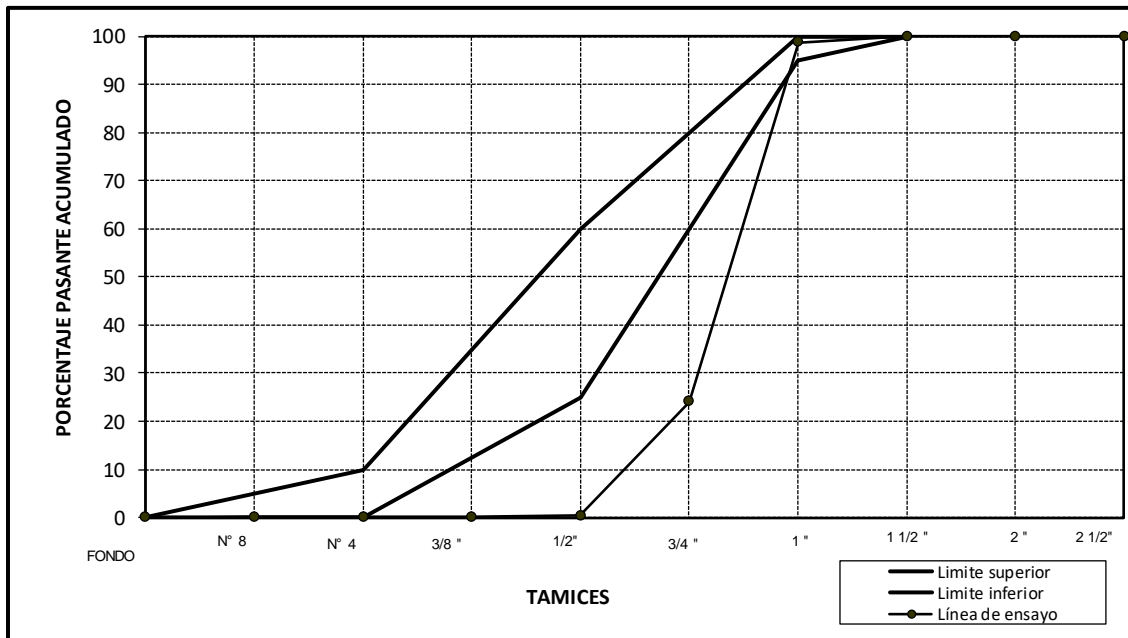
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA

Cantera:		Patridasa							
Peso de la muestra (g) =		5030.6							
TAMIZ	Milímetros	Cantidad retenida parcial	Cantidad retenida acumulada	PORCENTAJE		ESPECIFICACIONES NORMA A.S.T.M. C33 / INEN-872			
				Retenido Acumulado	Pasante Acumulado	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "
2 1/2 "	63	0.00	0.00	0.00	100.00	100			
2 "	50	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	100		
1 1/2 "	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		95 - 100	100	
1 "	25	65.10	65.10	1.29	98.71	35 - 70		95 - 100	100
3/4 "	19	3758.40	3823.50	76.03	23.97		35 - 70		90 - 100
1/2 "	12.5	1186.80	5010.30	99.63	0.37	10 - 30		25 - 60	
3/8 "	9.5	14.90	5025.20	99.93	0.07		10 - 30		20 - 55
Nº 4	4.75	0.00	5025.20	99.93	0.07	0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10
Nº 8	2.36	0.00	5025.20	99.93	0.07			0 - 5	0 - 5
FONDO		3.50	5028.70	100.00	0.00				
TOTAL		5028.70							

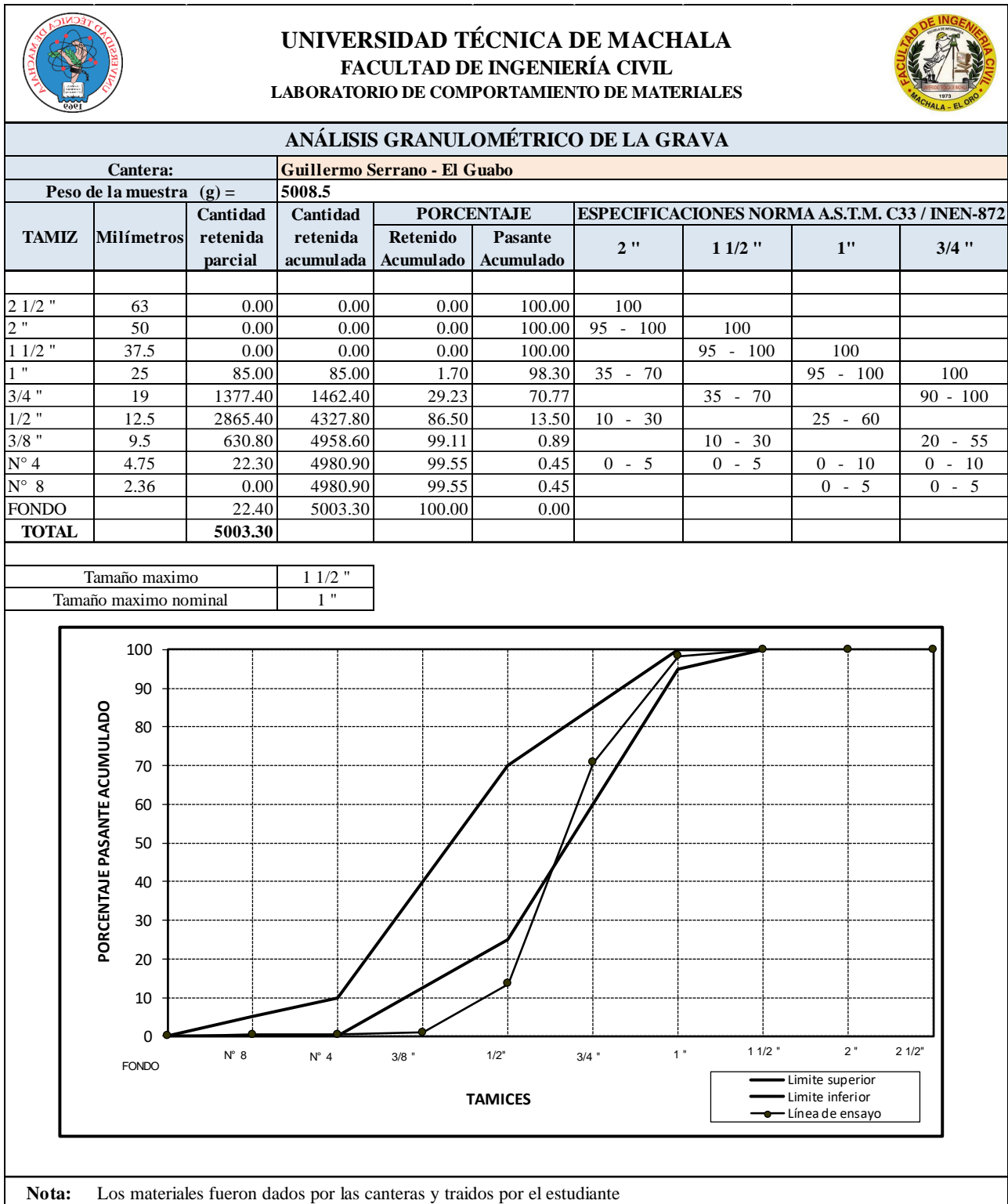
Tamaño máximo	1 1/2 "
Tamaño máximo nominal	1 "



Nota: Los materiales fueron dados por las canteras y traídos por el estudiante

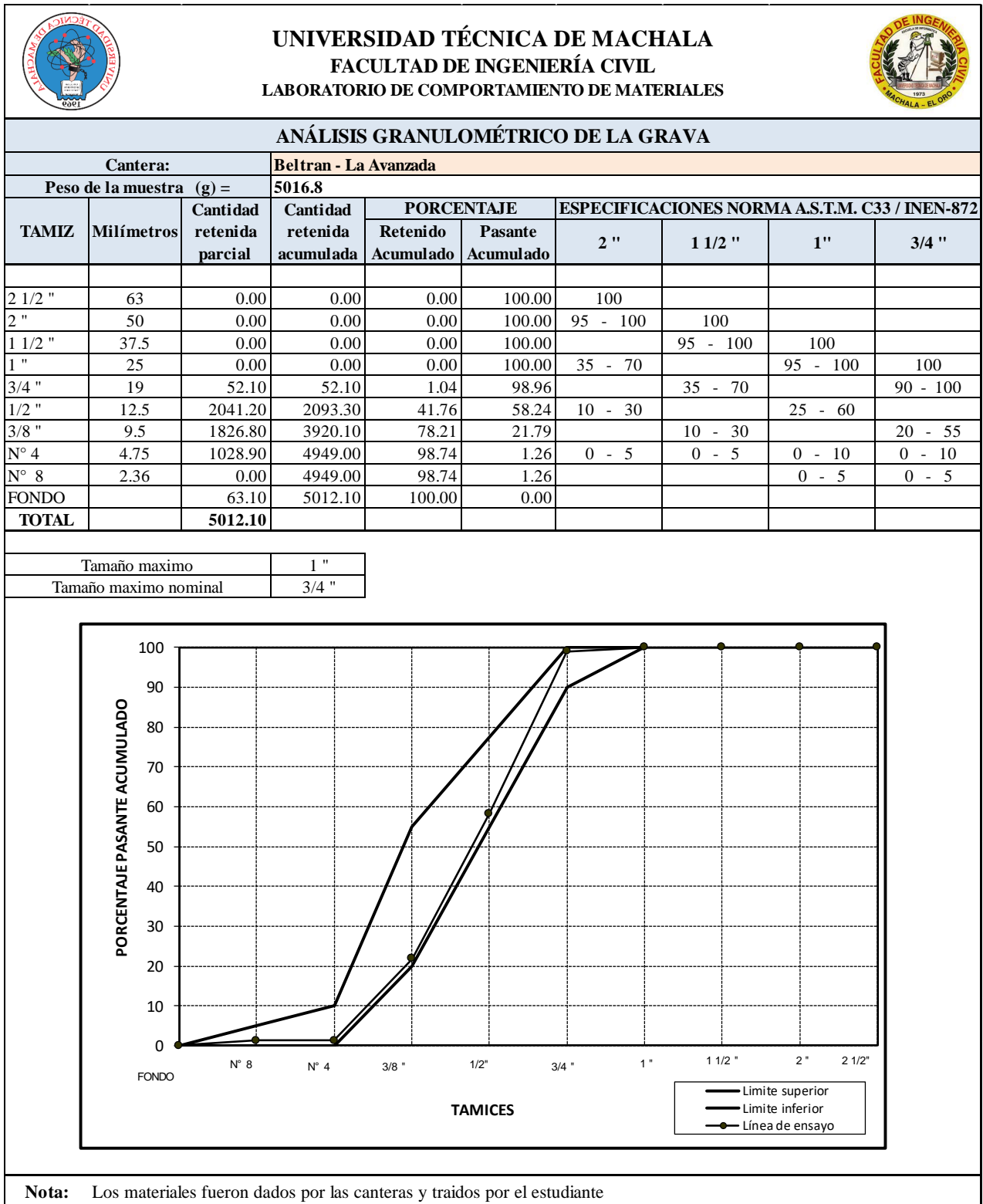
Fuente: El Autor

Tabla 25. Análisis granulométrico de grava – Guillermo Serrano



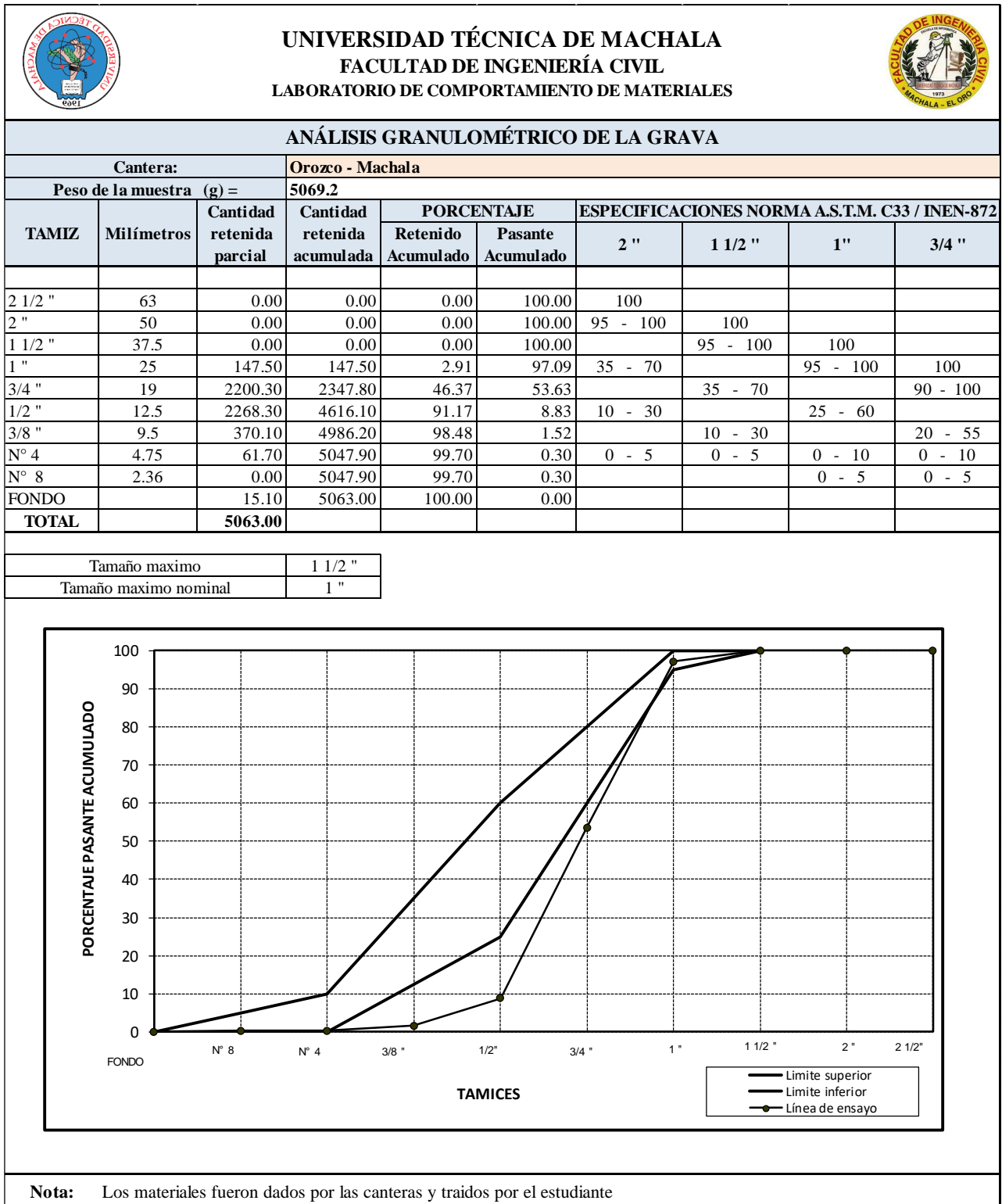
Fuente: El Autor

Tabla 26. Análisis granulométrico de grava – Beltrán



Fuente: El Autor

Tabla 27. Análisis granulométrico de grava – Orozco



Fuente: El Autor

Ensayos de laboratorio

Anexo 1. Peso Volumétrico suelto y varillado para agregado fino y grueso



Varillado del agregado grueso



Peso suelto del agregado grueso



Peso varillado del agregado grueso



Peso suelto del agregado fino

Anexo 2. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado grueso



Muestras de grava sumergidas en agua



Muestra de grava en estado SSS



Peso de muestra para ensayo



Equipo de ensayo

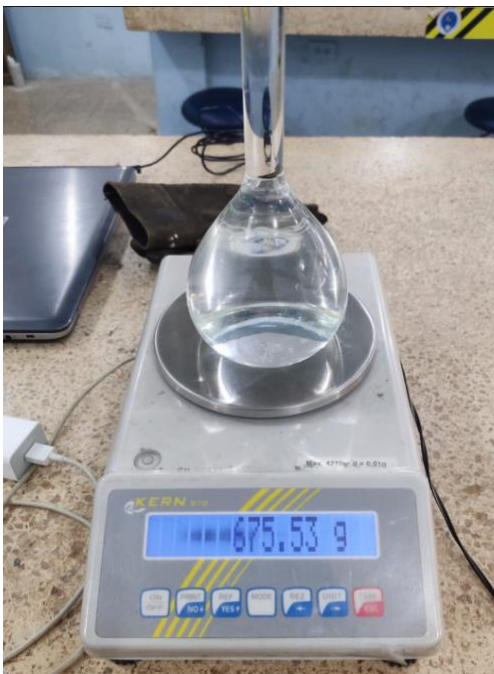
Anexo 3. Densidades y Porcentaje de Absorción para agregado fino



Secado de arena saturada



Peso de material SSS



Peso de matraz + agua



Peso de matraz + agua + muestra sss

Anexo 4. Análisis granulométrico para agregado fino y grueso.



Muestra por cuarteo de arena



Muestra de grava



Tamices para agregado fino



Tamizadora eléctrica de agregado fino



Tamices para agregado grueso



Tamizadora eléctrica de agregado grueso

Anexo 5. Desgaste de agregado grueso



Gradación del material de ensayo



Lavado y secado del material



Peso de la muestra para ensayo



Nº de vueltas en máquina de los ángeles



Material retenido y pasante de tamiz N° 12



Peso de pasante de tamiz N° 12

Anexo 6. Impurezas orgánicas en el agregado fino



Muestras de 130 cm³ de arena + la solución de agua con metasilicato de sodio



Muestra reposada por 24 horas junto con el comparador de colores normalizado