



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE LOS RÍOS

**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS
MATERIALES PÉTREOS (GRAVA Y ARENA) DE LA REGIÓN DE
LOS RÍOS.**

PROYECTO DE TESIS

PRESENTA

MARÍA EUNICE LÓPEZ SÁNCHEZ

Revisores:

M.C. JUAN JOSE GUZMAN MORENO

ING. DANIEL ZAMUDIO MANUEL

ING. ANGEL JIMENEZ VAZQUEZ

PARA OBTENER TITULO DE INGENIERO CIVIL

BALANCÁN, TABASCO.

MARZO 2019



Oficio No: ITSR SA 11 /131/2019.
Asunto: Autorización de impresión.

Balancán, Tabasco; a 21 de Marzo del 2019.

Mara Fátima Tapaz Sánchez,
Pasante de la carrera de Ingeniería Civil,
Presente.

De acuerdo al fallo emitido por la comisión revisora, integrada por las (e) M.C. JUAN JOSÉ CUZMÁN MORENO, ING. DANIEL ZAMUDIO MANUEL, ING. ANGEL JIMÉNEZ VÁZQUEZ considerando que cubre con todos los requisitos del lineamiento para la obtención del título profesional en el Instituto Tecnológico Superior de los Ríos en vigor, damos a usted nuestra autorización para que proceda a imprimir su proyecto de tesis.

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES PÉTREOS (GRAVA Y ARENA) DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS."

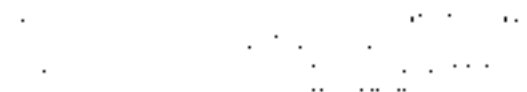
Hago de su conocimiento lo anterior para los efectos y fines correspondientes.

ATENTAMENTE

Coordinadora de Apoyo a Titulación



Lic. María Margarita Ballina Domínguez
Coordinadora de apoyo a titulación



www.tecunm.mx | www.itsr.edu.mx



DEDICATORIA

El presente trabajo, va dedicado a mis Padres y a mi Hermana Karina, que con su apoyo y su sacrificio he podido sacar adelante este Proyecto. Gracias por su amor y sus consejos a lo largo de mi vida. Por ustedes que me han formado como persona y como profesionalista. A ustedes que les debo tanto, esta es una de las maneras de como agradecerles. Les Amo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la oportunidad de solo existir y estar al lado de mi familia.

A mis Padres y mi Nana, por su apoyo incondicional, su amor y sus consejos. Gracias por su enorme sacrificio para ayudarme a salir adelante como profesionista. Gracias por ser mi fuente de inspiración como ser humano. Por todo lo que me han brindado estos años, Los Amo.

A mi Hermana Karina y a mi Hermano Alberto, por su apoyo y su compañía, por el amor de hermanos incondicional.

A mis maestros les agradezco sus enseñanzas, los conocimientos aprendidos durante mi estancia en esta Institución.

A mi maestro y asesor, Ing. Juan José Guzmán Moreno, por sus conocimientos y su apoyo durante la realización del presente trabajo.

A los compañeros, Blanca, Humberto y Juan Carlos, por la ayuda brindada en los trabajos de campo y las practicas realizadas.

A Kairo y Lucas, gracias por su amistad y apoyo incondicional, gracias por animarme a seguir luchando por mis sueños.

A Eli, tu mi niño que has sido mi inspiración todos estos años.

RESUMEN

Los agregados forman parte de la estructura interna del concreto y son importantes por ser más económicos que el cemento y porque se obtienen con mayor facilidad. Aproximadamente entre el 60 y el 75 % de cada m³ de concreto que se fabrica está constituido por los agregados, lo cual destaca la importancia de los agregados en la elaboración del concreto.

Los agregados se emplean con el fin de reducir los cambios volumétricos y el consumo de cemento; pueden obtenerse en forma natural o artificial, siendo estos últimos productos de la industrialización mediante la trituración de la roca.

El uso de agregados naturales garantiza que se trabaja con piedras limpias y duras, salvo que este contaminado el banco. Si se encuentra mezclado con arcilla es necesario lavarlo con el fin de evitar que disminuya grandemente su adherencia con la pasta este lavado debe de ser enérgico, realizado con máquinas de lavado, no sirviendo de nada el simple rociado de obra.

En México se utiliza la Norma Oficial Mexicana para conocer y analizar las propiedades físicas de los agregados y tiene como objetivo establecer los requisitos de calidad que deben cumplir los agregados naturales y procesados para la producción de concreto hidráulico. Por lo tanto, el hacer estudios de calidad físicas del material a emplear nos lleva al mejoramiento de muestra mezcla de concreto. Este trabajo trata de abarcar los estudios físicos que se necesitan durante la dosificación de un concreto y tener un registro de cada dato obtenido durante las pruebas y así poder darle un uso a futuro.

ÍNDICE

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1. Justificación.....	13
1.2. Objetivos.....	15
1.2.1. Objetivo general.....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Caracterización del área en que se participó.....	16
1.2.3. Domicilio y ubicación.....	16
1.2.4. Organización.....	17
1.2.5. Descripción del área donde se realizó el proyecto.....	17
1.2.6. Organigrama.....	20
1.4. Antecedentes del problema.....	21
1.5. Problemática a resolver.....	22
1.6. Alcances y limitaciones.....	23
1.7. Cronograma de actividades.....	24

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Agregados pétreos.....	25
2.1.1. Clasificación de los agregados.....	25
2.1.1.2. Por su origen.....	25
2.1.1.3. Por su procedencia:.....	26
2.1.1.4. Por su composición:.....	27
2.1.1.5. Por su color:.....	27
2.1.1.6. Por su modo de fragmentación:.....	27
2.1.1.7. Por su peso específico:.....	27
2.1.1.8. Por su tamaño:.....	27
2.2. Propiedades físicas:.....	28
2.2.1. Peso volumétrico seco- suelto:.....	28
2.2.2. Peso volumétrico seco-compactado:.....	28
2.2.3. Módulo de finura:.....	28
2.2.4. Absorción:.....	29
2.2.5. Peso específico o densidad:.....	29
2.2.6. Granulometría:.....	29
2.2.7. Muestreo.....	30
2.2.8. Cribado.....	30
2.2.9. Lavado del material.....	30

2.2.10. Curvas granulométricas:	30
2.2.11. Tamaño Máximo Nominal	31
2.3. Descripción de la Zona Ríos.....	31
2.3.1. Emiliano Zapata.....	31
2.3.2. Balancán	32
2.3.3. Tenosique	33

CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

3.1. Muestreo de los agregados pétreos	34
3.1.1. Municipio de Balancán	34
3.1.1.1. Ejido Vicente Guerrero.....	35
3.1.1.2. Ranchería Suniná.....	38
3.1.1.3. Ejido Missicab (La Pita)	40
3.1.2. Municipio de Emiliano Zapata	42
3.1.2.1. Villa Chablé.....	42
3.1.3. Municipio de Tenosique	44
3.1.3.1. Boca del Cerro	44
3.2. Cuarteo	48
3.3. Determinación de peso volumétrico seco suelto de una arena	49
3.4. Determinación del peso volumétrico seco varillado de una arena (PVSV).	51
3.5. Granulometría en arena	53
3.6. Densidad de la arena.....	55
3.7. Cuarteo de gravas	57
3.8. Humedad actual en gravas.....	58
3.9. Humedad de absorción en gravas.	60
3.10. Densidad en gravas	62
3.11. Peso volumétrico seco suelto de la grava.	63
3.12. Peso volumétrico seco varillado de gravas.....	65
3.13. Granulometría en gravas.....	66

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Mapa de ruta.	67
4.2. Registro de datos del agregado Fino	68
4.2.1. Ejido Vicente Guerrero, Balancán Tabasco-Agregado fino.....	69
4.2.2. Ejido Missicab (La Pita), Balancán Tabasco-Agregado Fino	75
4.2.3. Villa Chablé, Emiliano Zapata, Banco “Las Vegas”, Agregado Fino.	77
4.2.4. Boca del Cerro, Tenosique, Agregado Fino.	79

4.3.	Registros de datos de agregados gruesos.....	81
4.3.1.	Ejido Vicente Guerrero, Balancán Tabasco.....	82
4.3.2.	Agregado grueso, Ejido Vicente Guerrero, Balancán tabasco.....	84
4.3.3.	Agregado grueso, La Pita Balancán Tabasco.....	86
4.3.3.	Agregado grueso, Suniná, Balancán Tabasco.....	88
4.3.4.	Agregado grueso, El Faisán, Tenosique.....	90

CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS, RECOMENDACIONES, CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.

5.1.	Análisis de Resultados.....	92
5.1.1.	Agregado Fino (Arena).....	92
5.1.1.1.	Densidad:.....	92
5.1.1.2.	Absorción:.....	93
5.1.1.3.	Módulo de finura:.....	94
5.1.1.4.	Peso volumétrico seco suelto:.....	95
5.1.1.5.	Peso volumétrico seco varillado:.....	96
5.1.2.	Agregado Grueso (Grava).....	97
5.1.2.1.	Tamaño máximo:.....	97
5.1.2.2.	Absorción:.....	98
5.1.2.3.	Densidad:.....	99
5.1.2.4.	Humedad actual:.....	100
5.1.2.5.	Peso Volumétrico Seco Suelto:.....	101
5.1.2.6.	Peso Volumétrico Seco Varillado:.....	102
5.2.	Recomendaciones.....	103
5.2.1.	Propuesta.....	106
5.3.	Conclusiones.....	113
5.4.	Bibliografía.....	114
5.5.	Anexos.....	116

LISTADO DE FIGURAS, TABLAS Y GRAFICAS.

Figura 1. Organigrama del lugar donde se participó.	20
Figura 2. Mapa de la región Ríos del estado de Tabasco.	34
Figura 3. Mapa de ruta del ejido Vicente Guerrero, Balancán Tabasco.....	36
Figura 4. Banco de material fino de Vicente Guerrero.	36
Figura 5. Banco de material grueso de Vicente Guerrero.	37
Figura 6. Mapa de ruta del ejido Suniná.....	39
Figura 7. Banco de material grueso del ejido Suniná.	39
Figura 8. Mapa de ruta del ejido Missicab (La Pita, Balancán Tabasco).	41
Figura 9. Mapa de ruta del banco “Las Vegas”. Villa Chablé.....	43
Figura 10. Banco de material fino “Las Vegas”, Villa Chablé.....	43
Figura 11. Mapa de ruta del banco Boca del Cerro, Tenosique.	45
Figura 12. Mapa de ruta del banco “El Faisán”, Tenosique.	46
Figura 13. Banco de material fino “El Faisán”.....	47
Figura 14. Método de cuarteo en arena.	48
Figura 15. Método de peso volumétrico seco suelto en arena.....	50
Figura 16. Método de peso volumétrico seco suelto en arena.....	52
Figura 17. Granulometría en arena.	54
Figura 18. Densidad en arena.	56
Figura 19. Método de cuarteo en gravas.....	57
Figura 20. Humedad en gravas.	59
Figura 21. Muestra saturada por 24 horas en grava.....	61
Figura 22. Muestra del material grueso secado en parrilla.....	61
Figura 23. Densidad en gravas.	62
Figura 24. Peso Volumétrico Seco Suelto en gravas.....	64
Figura 25. Peso Volumétrico Seco Varillado en gravas.....	65
Figura 26. Tamices para granulometría en gravas.....	66
Figura 27. Mapa de ruta de los bancos muestreados de la Región de los Ríos.	67
Figura 28. Método de cuarteo en una arena.....	131
Figura 29. Método de peso volumétrico en una arena.....	131
Figura 30. Saturado me material fino por 24 horas.	132
Figura 31. Semisecado de material fino en parrilla.....	132
Figura 32. Prueba de Pizón en arenas.....	133
Figura 33. Método de cuarteo en gravas.....	133
.Figura 34. Granulometría en gravas.	134
Figura 35. Método de peso volumétrico seco varillado en gravas.	134
Figura 36. Método de peso volumétrico seco suelto en gravas.	135
Figura 37. Saturado de material grueso por 24 horas.	135
Figura 38. Pesado de material grueso semiseco para pruebas de absorción y densidad.	136
Figura 39. Prueba de absorción en agregados gruesos.	136
Figura 40. Prueba de densidad en material grueso.	137
Tabla 1. Registro de datos del material fino.	68
Tabla 2. Características físicas del agregado fino del banco “Ervil Que Balam”.	69
Tabla 3. Análisis granulométrico del banco “Ervil Que Balam”	69

Tabla 4. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Ervil Que Balam”	70
Tabla 5. Características físicas del agregado fino del banco “Gonzalo Que Caraveo”..	71
Tabla 6. Análisis granulométrico del banco “Gonzalo Que Caraveo”	71
Tabla 7. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Gonzalo Que Caraveo”	72
Tabla 8. Características físicas del agregado fino “Manuel Que Mendoza”.	73
Tabla 9. Análisis granulométrico “Manuel Que Mendoza”.	73
Tabla 10. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Manuel Que Mendoza”.....	74
Tabla 11. Características físicas del agregado fino del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.	75
Tabla 12. Análisis granulométrico del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.	75
Tabla 13. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Ejido Missicab (La Pita)”	76
Tabla 14. Características físicas del agregado fino del banco “Las Vegas”	77
Tabla 15. Análisis granulométrico del banco “Las Vegas”	77
Tabla 16. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Las Vegas”	78
Tabla 17. Características físicas del agregado fino del banco “Boca del Cerro”	79
Tabla 18. Análisis granulométrico del banco “Boca del Cerro”	79
Tabla 19. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Boca del Cerro”	80
Tabla 20. Registro de datos del agregado grueso	81
Tabla 21. Características físicas del agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo”	82
Tabla 22. Análisis granulométrico del banco “Gonzalo Que Caraveo”	82
Tabla 23. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo”	83
Tabla 24. Características físicas del agregado grueso del banco “Ervil Que Balam”	84
Tabla 25. Análisis granulométrico del banco “Ervil Que Balam”	84
Tabla 26. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “Ervil Que Balam”	85
Tabla 27. Características físicas del agregado grueso del banco “La Pita”	86
Tabla 28. Análisis granulométrico del banco “La Pita”	86
Tabla 29. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “La Pita”	87
Tabla 30. Características físicas del agregado grueso del banco “Suniná”	88
Tabla 31. Análisis granulométrico del banco “Suniná”	88
Tabla 32. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “Suniná”	89
Tabla 33. Características físicas del agregado grueso del banco “El Faisán”	90
Tabla 34. Análisis granulométrico del banco “El Faisán”	90
Tabla 35. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “El Faisán”	91
Tabla 36. Resumen general de los datos obtenidos par agregado fino.	108
Tabla 37. Resumen general de los datos obtenidos para agregado grueso.	112
Gráfica 1. Curva granulométrica del banco “Ervil Que Balam”	70
Gráfica 2. Curva granulométrica del banco “Gonzalo Que Caraveo”	72
Gráfica 3. Curva granulométrica del banco “Manuel Que Mendoza”	74
Gráfica 4. Curva granulométrica del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.	76
Gráfica 5. Curva granulométrica del banco “Las Vegas”.	78
Gráfica 6. Curva granulométrica del banco “Boca del Cerro”.	80
Gráfica 7. Curva granulométrica del banco “Gonzalo Que Caraveo”	83
Gráfica 8. Curva granulométrica del banco “Gonzalo Que Caraveo”	85

Gráfica 9. Curva granulométrica del banco “La Pita”.....	87
Gráfica 10. Curva granulométrica del banco “Suniná”.....	89
Gráfica 11. Curva granulométrica del banco “El Faisán”.....	91
Gráfica 12. Densidad en agregados finos.....	92
Gráfica 13. Absorción en agregados finos.....	93
Gráfica 14. Módulo de finura en agregados finos.....	94
Gráfica 15. Peso volumétrico seco suelto en agregados finos.....	95
Gráfica 16. Peso volumétrico seco varillado en agregados finos.....	96
Gráfica 17. Tamaño máximo en agregado grueso.....	97
Gráfica 18. Absorción en agregados gruesos.....	98
Gráfica 19. Densidad en agregados gruesos.....	99
Gráfica 20. Humedad actual en agregado grueso.....	100
Gráfica 21. Peso Volumétrico Seco suelto en agregado grueso.....	101
Gráfica 22. Peso Volumétrico Seco suelto en agregado grueso.....	102
Gráfica 23. Curva de distribución granulométrica de la mezcla de agregado Fino del banco “Manuel Que Mendoza-Ervil Que Balam”.....	106
Gráfica 24. Curva de distribución granulométrica de la mezcla de agregado Fino del banco “Manuel Que Mendoza-Gonzalo Que Caraveo”.....	107
Gráfica 25. Curva de distribución granulométrica de la mezcla de agregado Fino del banco “Ervil Que Balam- Gonzalo Que Caraveo”.....	107
Gráfica 26. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo, prueba #2”.....	109
Gráfica 27. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “La Pita, prueba #2”.....	110
Gráfica 28. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “Suniná, prueba #2.....	110
Gráfica 29. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “Ervil Que Balam”, prueba #2.....	111
Gráfica 30. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “el Faisán, prueba #2.....	111

INTRODUCCIÓN

El material pétreo, es aquél material proveniente de la roca y se utilizan sin apenas sufrir transformaciones, regularmente se encuentran en forma de bloques, losetas (teyolote, pizarra) o fragmentos de distintos tamaños (canteras y gravas).

Suelen ser naturales aunque a veces procesados por el hombre, derivan de la roca o poseen una calidad similar a la de ésta, siendo usados casi exclusivamente en el sector de la construcción.

Los pétreos corresponden a una de las formas de clasificación de los materiales en general. Éstos pueden ser pétreos naturales extraídos directamente de la naturaleza o pétreos artificiales procesados e industrializados por el hombre.

Por lo tanto, hacer un estudio de calidad de estos materiales a emplear antes de su uso en construcción nos ayudan de gran manera al momento de dosificar la mezcla a emplear, pues con los datos obtenidos durante las pruebas nos dan la idea de cuál material puede satisfacer nuestra demanda a cumplir para la obra civil.

Sabemos que el concreto está ligado a la durabilidad individual de sus componentes, y de estos, los agregados son los señalados como principales modificadores de ésta, la producción y obtención de agregados pétreos, en esta investigación se evaluarán posibles factores que modifiquen las características del concreto.

El concreto es un material pétreo artificial que se obtiene de la mezcla, en determinadas proporciones, de pasta y agregados minerales. La pasta se compone de cemento y agua, que al endurecerse, une a los agregados formando un conglomerado semejante a una roca debido a la reacción química entre estos componentes. Para lograr las mejores propiedades mecánicas, el concreto debe contar con un esqueleto pétreo empacado lo más densamente posible, y con la cantidad de pasta de cemento necesaria para llenar los huecos que éste deje.

El esfuerzo que el concreto puede resistir como material compuesto está determinado principalmente, por las características del mortero (mezcla de cemento, arena y agua), de los agregados gruesos y de la interface entre éstos dos componentes. Debido a lo anterior, morteros con diferentes calidades y agregados gruesos con diferentes propiedades (forma, textura, mineralogía, resistencia, etc.), pueden producir concretos de distintas resistencias.

Los agregados son un componente dinámico dentro de la mezcla, aunque la variación en sus propiedades puede ocurrir también durante los procesos de explotación, manejo y transporte. Y puesto que forman la mayor parte del volumen del material, se consideran componentes críticos en el concreto y tienen un efecto significativo en el comportamiento de las estructuras.

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos, especialmente de los agregados. Sin embargo, uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es la poca verificación de las propiedades de los agregados pétreos que utilizan, lo que propicia con cierta frecuencia resultados diferentes a los esperados.

En este proyecto se pretende estudiar las propiedades físicas de los agregados pétreos en concretos, ya que este es un material heterogéneo que depende de numerosas variables, como lo es la calidad de cada uno de los materiales componentes del que está formado, de las proporciones en que estos son mezclados entre sí y de las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado.

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1. Justificación

Los agregados se emplean con el fin de reducir los cambios volumétricos y el consumo de cemento; pueden obtenerse en forma natural o artificial, siendo estos últimos productos de la industrialización mediante la trituración de la roca.

El uso de agregados naturales garantiza que se trabaja con piedras limpias y duras, salvo que este contaminado el banco. Si se encuentra mezclado con arcilla es necesario lavarlo con el fin de evitar que disminuya grandemente se adherencia con la pasta este lavado debe de ser enérgico, realizado con máquinas de lavado, no sirviendo de nada el simple rociado de obra.

En la zona de los Ríos del estado de Tabasco, existen numerosos bancos de materiales pétreos los cuales la mayoría de ellos no cuenta con un registro, por lo tanto no se sabe con exactitud si el material que cada banco ofrece sea el adecuado para emplearlo en la construcción, porque se desconocen las características físicas de estos agregados. Por ende, hacer el muestreo de cada uno de los lugares donde se ofrezcan este tipo de agregados, nos ayudara a conocer la calidad de material que se maneja en cada uno de los bancos, y obtendremos una idea de cuál banco nos podemos apoyar para el tipo de uso que se requiera darle, ya sea para concreto, mortero u otro uso, además de que podremos conocer el precio y saber cuál banco se acomoda más a nuestro presupuesto.

Todas estas pruebas se realizaran bajo las siguientes Normas Mexicanas:

NMX-C-111-ONNCE-2004 “Industria de la Construcción – Agregados para concreto hidráulico-especificaciones y métodos de prueba”

Norma NMX-C-030-ONNCCE-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Muestreo».

Norma NMX-C-170-ONNCCE-1997. «Industria de la Construcción-Agregados-Reducción de las Muestras de Agregados Obtenidas en el Campo al Tamaño Requeridas para las Pruebas».

Norma NMX-C-077-ONNCCE-1997. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto-Análisis Granulométrico-Método de Prueba».

Norma NMX-C-073-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto-Masa Volumétrica-Métodos de Prueba».

Norma NMX-C-165-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Determinación de la Masa Específica y Absorción de Agua del Agregado Fino-Método de Prueba».

Norma NMX-C-164-2002. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Determinación de la Masa Específica y Absorción de Agua del Agregado Grueso-Método de Prueba».

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Obtener un banco de datos de los diferentes agregados pétreos de la Región de los Ríos.

1.2.2. Objetivos específicos.

1. Ubicar los diferentes bancos de materiales de la región.
2. Realizar muestreos de los agregados pétreos a los diferentes bancos.
3. Realizar pruebas de calidad físicas a los diferentes agregados de la región de los ríos.
4. Elaborar un registro electrónico de todos los datos obtenidos durante las pruebas.

1.3. Caracterización del área en que se participó.

El Instituto Tecnológico Superior de los Ríos abrió sus actividades en el ciclo escolar Agosto-Diciembre de 1996, dando inicio a las labores educativas con un curso propedéutico, al que se inscribieron un total de 257 alumnos seleccionados entre 410 aspirantes; con una zona de influencia de 18 escuelas de nivel medio superior en sus diferentes modalidades CBTA'S, colegio de Bachilleres, Preparatorias estatales, Preparatorias particulares, entre otros, registró a 13 años de su creación, una matrícula de 1 mil 265 alumnos, esto es 6 veces superior a la de su inicio de operaciones, proporcionando el servicio de educación Tecnológica superior al 2 % del total de estudiantes de educación superior en la entidad, que asciende a 54 mil 800 alumnos en los servicios educativos escolarizados.

Es importante señalar, que en el ITSR se atiende al 6.59 por ciento de la matrícula de estudiantes de ingeniería en el estado; lo que representa el porcentaje más alto de número de matriculados de estudiantes de ingeniería en los Institutos Tecnológicos descentralizados (ITSD). En este lapso, se ha incrementado la oferta educativa de 2 a 6 carreras: Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Electromecánica, y Licenciatura en Administración de Empresas en modalidad escolarizados y semi escolarizados. El instituto pone con la finalidad de dar apoyo a sus estudiantes y que estos puedan tener conocimientos de nuevos aportes científicos y Tecnológicos pone a disposición de sus estudiantes apoyos para llevar a cabo viajes de estudios para visita de empresas del área, así como para la asistencia a congresos y simposios dentro del país.

1.2.3. Domicilio y ubicación.

El Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, se encuentra ubicado en el Km. 3 Carretera Balancán – Villahermosa, Balancán, Tabasco. Tel. y Fax 01-934-34 4-90-00 C.P. 86931. Apartado Postal 45 www.itsr.edu.mx. E-mail: itsr@itsr.edu.mx

1.2.4. Organización

El Director General del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos el M.D.E. Jesús Antonio Moguel Inzunza, junto con su equipo de trabajo, llevan a cabo su planeación educativa a la comunidad estudiantil, que forman parte de la institución teniendo como misión formar profesionistas a nivel licenciatura e ingeniería logrando ser una Institución líder en la Educación Superior Tecnológica elevando una cultura de calidad académica a nivel nacional porque juntos conforman un sistema de innovación Tecnológica para superar los retos que se nos presenten a futuro.

La Dirección Académica cuenta con los diversos departamentos que realizan funciones tanto administrativas como docentes con el fin de brindarles un servicio de calidad a nuestros alumnos; el personal administrativo y de apoyo son los encargados de llevar el control de cada área e informar a los departamentos académicos las funciones y actividades que se programen. Los docentes deben informar las actividades que realicen en horas frente a grupo y horas de descarga, además de entregar sus avances, calificaciones en tiempo y forma a cada jefe de carrera.

1.2.5. Descripción del área donde se realizó el proyecto.

La academia de ingeniería civil está conformado por diez docentes y un jefe de carrera, es una de las carreras con mayor número de alumnos del instituto tecnológico superior de los ríos.

La academia de ingeniería civil realiza las siguientes funciones:

- Promover con su desempeño una cultura ética, que se fundamente en códigos de conducta que le comprometan con el SNEST, con ellos mismos, con sus compañeros, con los estudiantes, con su profesión y con la sociedad.
- Promover con su desempeño el respeto y el cuidado de los recursos naturales renovables y no renovables del país con un sentido de identidad nacional.
- Asistir y participar proactivamente en todas las reuniones. En caso de acumular tres inasistencias sin previa justificación, no será liberado de sus actividades de academia al final del semestre.
- Cumplir con los lineamientos académico-administrativos que le competen.

- Participar en al menos uno de los programas de formación y actualización docente y profesional, en cada periodo semestral. Con el compromiso de que los integrantes comisionados reproduzcan sus experiencias a los integrantes de la academia.
- Participar como asesor en el proceso de titulación.
- Presentar propuestas por escrito para el mejoramiento de la operación de la Academia.
- Participar en asesorías y revisiones de residencias profesionales e informes técnicos del proceso de titulación.
- Participar como sinodal en actos de examen profesional.
- Organizar y/o participar en eventos académicos.
- Presentar propuestas por escrito para el mejoramiento de los planes y programas de estudio del SNEST.
- Así mismo, participar en el desarrollo de materiales de apoyo didáctico en las modalidades presencial y a distancia.
- Colaborar en la generación de un banco de proyectos para residencias profesionales y para el Proceso de titulación.
- Participar como miembros activos en asociaciones o colegios de profesionales.
- Preferentemente, impartir alguna asignatura en áreas afines a su formación profesional.
- Realizar actividades de asesoría académica.
- Participar en el programa de tutorías.
- Participar en el establecimiento de líneas de investigación.
- Generar proyectos de investigación tecnológica y educativa.
- Participar en comisiones para la revisión de propuestas de año sabático, reporte final de año sabático, estadías técnicas, revisión de libros, licencias de beca comisión, verificando que la aportación a la academia sea significativa para el mejoramiento docente, la investigación y la vinculación.
- Entregar un ejemplar de los productos académicos desarrollados, para que formen parte del acervo académico de la academia.
- Participar en actividades designadas por las autoridades del Instituto.
- Reportar las diversas actividades, según el Plan de Trabajo de la academia.
- Promover en la comunidad tecnológica la protección intelectual de las obras, productos o procesos desarrollados en el SNEST, su vinculación con los sectores social y productivo.

- Formulación de proyectos de Ingeniería Civil en las áreas de concreto, suelos
- Establecer procedimientos para la operación de equipo y maquinaria para obtener la mejor calidad y productividad, teniendo en cuenta la calidad de los procesos en los desarrollos de las pruebas a realizar
- Utilizar y elegir correctamente los materiales más adecuados para obtener de ellos la mejor calidad de las obras a construir, tomando en cuenta las normas nacionales e internacionales de ensayo de materiales.
- Generan actividades diversas para el desarrollo de las asignaturas y poder enlazar la teoría con la práctica.
- Establecer programas para los diferentes concursos internos y poder asistir a los eventos regionales y nacionales.
- Realizar estudios, diseños, programación, ejecución y mantenimiento de obras de todo tipo dentro de los campos de la Ingeniería Civil.
- Generan proyectos relacionados a la problemática regional, basándose a las normativas y especificaciones

El área de concreto, es en donde se lleva a cabo la mayor parte de las practicas con relación a la especialidad, por lo tanto, la residencia profesional llevado a cargo a mi persona se enfoca en esta área.

Por lo mismo de que los estudios físicos llevado a cabo a los agregados pétreos, nos sirven para hacer un diseño adecuado de concreto que es usado en obra.

Todos estos datos que serán recolectados durante esta estadía, formaran una base de datos que servirán para las generaciones futuras de alumnos de la carrera de ingeniería civil.

Las prácticas serán realizadas dentro del instituto tecnológico superior de los ríos, supervisado por el ingeniero Juan José Guzmán Moreno, mismo que será asesor de la residencia profesional a realizar.

1.2.6. Organigrama

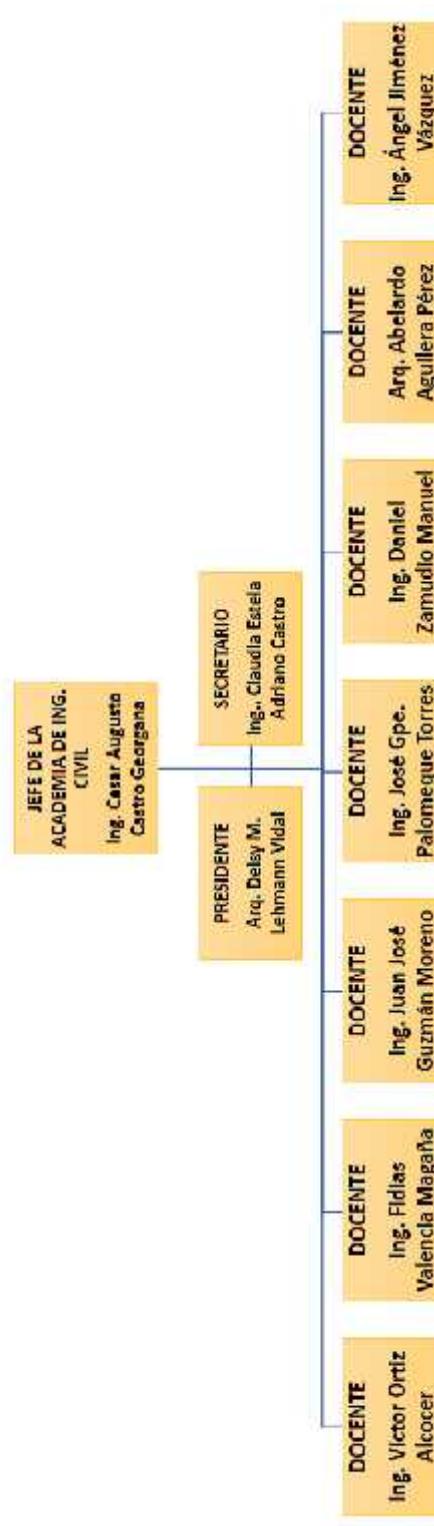


Figura 1. Organigrama del lugar donde se participó.

1.4. Antecedentes del problema.

En relación con el estudio de las propiedades físicas de los agregados pétreos en la región de los ríos del estado de Tabasco, no se cuenta con ningún registro de pruebas realizados hacia estos materiales. Sin embargo en otros lugares de la república mexicana si se cuenta con estos datos.

Tal como lo menciona Jorge Hermilo González Gallardo en sus tesis “Estudios físicos de los bancos de materiales, Cerro Blanco de Apaxco y La Lupita y La Magdalena de Ixtapaluca, para su uso como agregados en la producción de concreto hidráulico de masa normal”, que las propiedades físicas de los agregados influyen de manera importante en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, por ejemplo en la trabajabilidad, durabilidad, resistencia a compresión y flexión, propiedades térmicas y densidad.

En otros países de América, existen trabajos del mismo tipo de investigación, como el que muestra Alberto Renán Ortega Castro en su trabajo titulado "La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles.", realizado en la ciudad de Ambato, Ecuador.

1.5. Problemática a resolver.

El estudio de las propiedades físicas de los agregados pétreos cobra especial importancia para su adecuada utilización durante una obra civil. En la región de los ríos, existen diversos bancos de materiales que distribuyen estos agregados en los lugares que se necesiten. Sin embargo, se sabe que estos bancos no cuentan con ningún estudio de control de calidad de los mismos, por lo tanto no tienen los datos necesarios que se emplean para el diseño de mezclas de concreto establecidos en las normas técnicas aplicables. Al igual que la ubicación y las distancias de recorrido de estos bancos, no se encuentran registrados en las rutas o en mapas cartográficos por lo tanto se desconoce si el acceso a estos mismos son viables o no, y a estos bancos se les desconoce el precio de venta de los materiales.

Con este proyecto, se pretende muestrear y estudiar los agregados pétreos obtenidos en cada uno de estos bancos de materiales, llevando a cabo las diferentes pruebas físicas (granulometría, densidad, absorción, etc) necesarias que se marcan en las Normas Técnicas Complementarias para los agregados pétreos (grava y arena) y así obtener un registro de datos de cada uno de ellos, para poder facilitar a los usuarios, en este caso a los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil y a las concreteras de la región que se dediquen a la dosificación y elaboración de un concreto hidráulico.

1.6. Alcances y limitaciones.

Alcances:

Llevar a cabo pruebas físicas de los materiales pétreos a muestrear de la Región de los Ríos del Estado de Tabasco, y con ello obtener un registro de calidad de los mismos para futuros usos en obras civiles.

Limitaciones:

-) Las inclemencias climatológicas son factores que intervienen en todo proceso de trabajo y no se está exento de ello, además puede representar atraso.
-) La falta de recursos económicos para comprar y trasladarse a los bancos de materiales a muestrear, hace que el tiempo de realización de las pruebas sean más largos y tardíos.
-) La falta del trazo de las rutas de camino y transporte para llegar a los lugares de muestreo, hace que sea difícil el traslado hacia ellos.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Agregados pétreos.

Son materiales de naturaleza pétreo que pueden proceder de minas, de bancos de extracción, de la trituración de elementos de concreto o también resultantes de un proceso industrial que al ser mezclados con cementantes, permiten según el caso la elaboración de concretos y morteros.

2.1.1. Clasificación de los agregados

Los agregados pueden clasificarse por su origen, por su procedencia, por su composición, por su color, por su modo de fragmentación, por su peso específico y por el tamaño de su partícula.

2.1.1.2. Por su origen.

-) Ígneas: Son todas aquellas que se han formado por solidificación de un material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas.
-) Sedimentarias: Se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras.
-) Metamórficas: Resultan de la transformación de rocas preexistentes que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos bajo ciertas condiciones físicas o químicas, o una combinación de ambas.

2.1.1.3. Por su procedencia:

Las fuentes de abastecimiento de agregados son los depósitos fluviales, eólicos, de glaciación, volcánicos, marítimos, lacustres, canteras y almacenes de plantas de procesamiento o fabricación de agregados artificiales.

-) **Depósitos fluviales:** Se localizan en los playones o cauces de los ríos. Proporcionan agregados redondeados de fácil y económica explotación. Sin embargo, en las zonas tropicales, generalmente pueden contener elevados porcentajes de materia orgánica, limos y arcilla que pueden afectar la calidad del material.
-) **Bancos:** Son depósitos de materiales fragmentados que posteriormente fueron cubiertos por otros. Estas formaciones tienen características similares a las de los depósitos de ríos. Debido a que están cubiertos por otros materiales se dificulta su explotación.
-) **Arenas y gravas volcánicas:** Suelen encontrarse en las faldas de los volcanes y están formadas por cenizas, basaltos, andesitas y tobas porosas.
-) **Arenas de playas marítimas y lacustres:** Estos agregados sufren una constante clasificación por el movimiento del agua. Se depositan en zonas, por partículas casi del mismo tamaño, lo cual requiere que para obtener un agregado con una granulometría adecuada, se haga necesario mezclar los agregados ubicados en diferentes zonas. En estos agregados deben determinarse los contenidos de sales que dañan los concretos, tales como los cloruros y los sulfatos, a fin de determinar si requieren de algún tratamiento.
-) **Canteras:** En estas fuentes de abastecimiento se obtienen agregados por trituración que generalmente son de buena calidad, pero que deben extraerse de yacimientos parcial o totalmente abiertos, eligiendo zonas sanas de estructura uniforme, debiendo eliminarse rocas foliadas, tales como las pizarras, los esquistos y otras, a fin de evitar que al triturarse se produzcan partículas lajeadas o alargadas.

2.1.1.4. Por su composición:

Toma en cuenta la composición químico mineralógico de cada roca. Además de llevar en forma implícita una denominación de origen: caliza, andesita, basalto, tezontle, tepojal, riolita, caliche, granito, mármol.

2.1.1.5. Por su color:

Esta clasificación es muy simplista y aunque es una forma muy rápida de identificar un agregado, es la que proporciona menos información acerca del mismo.

2.1.1.6. Por su modo de fragmentación:

Puede ser natural, manufacturada por triburados y mixta. El agregado natural es el que se forma por procesos de erosión, el manufacturado mediante triturados emplea procesos artificiales y mecánicos y el mixto es una combinación de ambos.

2.1.1.7. Por su peso específico:

Los agregados pueden ser ligeros, normales y pesados.

2.1.1.8. Por su tamaño:

Se llama agregado fino a todas las partículas que pasan por la malla 3/8 (9.5mm) casi totalmente por la malla N° 4 (4.75 mm) y es predominantemente retenido en la malla N° 200 (0.075 mm), por tal razón el tamaño máximo que debe de tener es aproximadamente 5 mm de diámetro. Esto quiere decir que el agregado fino, está constituido nominalmente por partículas cuyo tamaño esta entre 0.75 y 4.75mm. La arena es la forma más común del agregado fino.

Se llama agregado grueso a todas las partículas que son retenidas en la malla N° 4 (4.75 mm), por tal razón el tamaño mínimo que deben de tener es aproximadamente 5mm de diámetro, siendo el máximo 35 milímetros de diámetro. La grava es la forma más común de agregado grueso.

2.2. Propiedades físicas:

2.2.1. Peso volumétrico seco- suelto:

El peso volumétrico seco-suelto es la relación que existe entre una unidad de peso de la masa en kilogramos y una unidad de volumen expresada en metros cúbicos (Kg/m^3) el peso volumétrico seco suelto puede estar referido a todos aquellos agregados de peso ligero, peso normal y pesado, cuyo peso volumétrico suelto de acuerdo a la normatividad fluctúa entre $1360(\text{Kg/m}^3)$ y $1600(\text{Kg/m}^3)$ y que es un indicador de la calidad del agregado en relación a su porosidad que pudiera tener y también es útil en el diseño y dosificación del concreto hidráulico de alto desempeño porque optimiza la proporcionalidad de las cantidades optimas que requiere una mezcla.

2.2.2. Peso volumétrico seco-compactado:

Uno de los fines del concreto fresco es que sea compactable o autocompactable para aumentar su trabajabilidad, de ahí que el peso volumétrico seco-compactado de los agregados se obtiene apisonando o variando una muestra de arena y grava en un recipiente volumétrico, con el propósito de medir el grado de acomodo que tienen los agregados para aumentar su compacidad, de acuerdo y a la norma este peso fluctuara entre 1400 a $1650 (\text{Kg/cm}^3)$ en un agregado de peso normal y también es un indicador de la calidad de los agregados y es útil en el diseño y dosificación del concreto hidráulico.

2.2.3. Módulo de finura:

Es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados a partir de la criba 4.75 mm (malla No. 4) hasta la criba 0.150 mm (malla No. 100), divididos entre 100. Aplicable al agregado fino. No será menor de 2.3 ni mayor que 3.2, con una tolerancia de variación de 0.2.

2.2.4. Absorción:

Las partículas de los agregados pueden absorber agua por sus poros, a esto se le llama absorción. Normalmente la absorción de la arena no se debe exceder de 1.5% , y del agregado grueso no debe exceder del 3% , una absorción elevada indica que el agregado es poroso, de bajo peso específico y que posiblemente, si se usa, produzca un concreto de baja durabilidad con descascaramiento o reventones y tenga un posible índice de contracción y alta absorción debe ser objeto de mayores investigadores mediante pruebas de durabilidad o de abrasión, dependiendo de la exposición esperada debiendo así mismo estudiarse su registro de servicio para hacer el proporcionamiento y para llevar el control de las mezclas debe conocerse el dato de la absorción

2.2.5. Peso específico o densidad:

Se define como peso específico de la arena o de la grava a la relación que existe entre el peso y el volumen de dicho material y son valores que tiene mucha importancia en los diseños de mezclas y que están normalizados para el agregado fino y el agregado grueso que se utilizan para elaborar concreto hidráulico dichos valores pueden variar de 2.4 a 2.9 gr/cm³.

2.2.6. Granulometría:

La granulometría o gradación se refiere al tamaño de las partículas y al porcentaje o distribución de las mismas en una masa de agregado. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en hacer pasar una determinada cantidad del agregado a través de una serie de tamices standard, dispuestos de mayor a menor. Los tamices se disponen de acuerdo a la utilización. Así por ejemplo la serie de tamices que se usa para los agregados del concreto se ha escogido de tal forma que la abertura del tamiz esté en relación de 1 a 2 con la abertura del siguiente tamiz.

Basado en 1 Norma NMX-C-077-ONNCCE-1997. Industria de la construcción - Agregados para concreto - Análisis granulométrico - Método de prueba.

2.2.7. Muestreo

Consiste en la obtención de una o varias muestras representativas del material seleccionado, generalmente mediante sondeos y/o canales verticales, para efectuar las pruebas de laboratorio necesarias con el fin de juzgar su calidad; incluye también las operaciones complementarias de envase, identificación y transportes de las muestras.

Basado en la norma NMX-C-030-ONNCCE-2004. Industria de la construcción - Agregados - Muestreo.

2.2.8. Cribado

Consiste en separar el material por tamaños, para mezclar estos en proporciones adecuadas, a fin de obtener una granulometría semejante a la que se va a aplicar a la obra o bien, a la que se requiera con el uso probable del material, eliminando en algunos casos las fracciones que se encuentren en exceso.

2.2.9. Lavado del material

Tiene por objetivo eliminar finos perjudiciales, se efectuara a una porción de material en el laboratorio en el campo.

2.2.10. Curvas granulométricas:

Para una mejor visualización de la distribución del agregado, los resultados de un análisis granulométrico se grafican mediante una curva granulométrica, en la cual aparece sobre las ordenadas, en escala aritmética, el porcentaje que pasa a través de los tamices y sobre las abscisas, en escala logarítmica o en escala aritmética, la abertura de los tamices.

Una curva tendida indica un material bien gradado o con todos los tamaños corresponde a una gradación densa o cerrada, es decir, los espacios entre partículas son mínimos, no existe ni exceso ni defecto de un tamaño determinado. En cambio una curva casi vertical

indica un material mal gradado, en el que predominan solo unos pocos tamaños y corresponde a una gradación abierta donde aumentan los espacios vacíos.

2.2.11. Tamaño Máximo Nominal

Se define como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquél cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más. Indica el tamaño promedio de partículas más grandes que hay dentro de una masa de agregado.

2.3. Descripción de la Zona Ríos

Se localiza en la parte más oriental del estado, en los límites con el estado de Campeche y la República de Guatemala. Se llama así por la gran cantidad de ríos que la cruzan, entre ellos, el río Usumacinta, y el río San Pedro Mártir.

Los municipios que la integran son:

-) Emiliano Zapata
-) Balancán
-) Tenosique

2.3.1. Emiliano Zapata

El mapa general de la República Mexicana señala que el municipio de Emiliano Zapata se encuentra en la zona de Usumacinta en el estado de Tabasco. También es importante saber que debido a su posición geográfica se encuentra entre las coordenadas 17° 44' latitud norte y entre 91° 46' longitud oeste. La extensión total que cubre al territorio de Emiliano Zapata es de 437.40 kilómetros cuadrados. Así mismo es básico saber que debido a las diferentes elevaciones que hay, se encuentra a una altura promedio de 30 metros sobre el nivel del mar.

Debido a su posición territorial Emiliano Zapata limita con otros lugares, como al norte con el estado de Campeche, al sur con Chiapas, al este con los de Balancán y Tenosique y al oeste con el municipio de Jonuta. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía

señaló que los resultados del conteo de población y vivienda realizado en el 2010 en el municipio de Emiliano Zapata, mostraron que cuenta con una población total de 29,519.

Su división territorial está conformada por: una ciudad, una villa, 2 poblados, 11 rancherías, 14 ejidos y 27 ranchos. En el municipio se ubican 2 centros de desarrollo regional en los que se desarrollan la mayoría de las actividades económicas y sociales, estos son: Villa Chablé y Gregorio Méndez.

2.3.2. Balancán

El municipio de Balancán se localiza en la región conocida como Usumacinta en el estado de Tabasco. Se encuentra entre las coordenadas 17° 48' latitud norte y entre 91° 32' longitud oeste. Colinda en la parte norte con estado de Campeche, en la zona sur con los municipios de Tenosique y Emiliano Zapata, en la parte este nuevamente con el estado de Campeche y la República de Guatemala y al oeste colinda con el municipio de Emiliano Zapata y con el estado de Campeche.

Territorialmente el municipio de Balancán está formado por una extensión de unos 3,626.10 kilómetros cuadrados y debido a la gran variación de elevaciones que tiene, se encuentra a una altura promedio de 30 metros sobre el nivel del mar (msnm). En datos estadísticos, es preciso saber que el Instituto Nacional de Estadística y Geográfica señaló que los resultados del conteo de población del 2010 en el municipio de Balancán fueron que cuenta con una población total de 56,739.

Su división territorial está conformada por: una ciudad, 2 villas, 6 pueblos, 3 colonias agrícolas y ganaderas, 48 ejidos y 38 rancherías; en el municipio se ubican 10 centros de desarrollo regional en los que se desarrollan la mayoría de las actividades económicas y sociales, éstos son: El Triunfo, Quetzalcóatl, San Pedro, Multé, Mactún, El Arenal, El Pípila, Netzahualcóyotl, La Hulería y El Águila. En la zona fronteriza con el municipio de Tenosique y la república de Guatemala se ubica el polo de desarrollo agropecuario denominado: Plan Balancán-Tenosique.

2.3.3. Tenosique

El municipio de Tenosique se localiza en la región de los ríos, cuya ubicación exacta es en la zona sur del estado de Tabasco, de acuerdo al mapa general dicho municipio se encuentra entre las coordenadas 17° 28' latitud norte y entre 91° 25' longitud oeste. Presenta colindancias con otros lugares, como al norte con el municipio de Balancán, al sur con el estado de Chiapas y la República de Guatemala, al este nuevamente con Guatemala y al oeste con los municipios de Emiliano Zapata, Tabasco y Chilón, en el estado de Chiapas.

Tenosique se encuentra a una altura máxima de unos 250 metros sobre el nivel del mar (msnm). Su territorio está formado por una extensión de 2,098.10 kilómetros cuadrados. Entre otros datos estadísticos, es preciso saber que los resultados obtenidos y procesados del tercer censo de población y vivienda realizado por el INEGI durante el año 2010, mostraron que el número total de población que habita en el municipio de Tenosique es de 58,960.

Su división territorial está conformada por: 1 ciudad, 11 pueblos, 15 rancherías (Ignacio Zaragoza y Chospac), 73 ejidos, 11 centros de desarrollo regional que son: Arena de Hidalgo, Boca del Cerro, Estapilla, Guayacán, La Palma, Nuevo México, Rancho Grande, Redención del Campesino, Santo Tomás, Usumacinta y Emiliano Zapata 3ª secc., en los que se desarrolla la mayoría de las actividades económicas y sociales.

CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

Para llevar a cabo este apartado, se realizaron diferentes pruebas a cada uno de los agregados pétreos recolectados durante este proyecto, que a continuación se mencionan.

3.1. Muestreo de los agregados pétreos

Esta actividad sirve para obtener y traer una muestra representativa del material que se va a emplear para realizar los estudios o pruebas correspondientes de dicho material.

Equipo:

-) Medio de transporte (Automóvil)
-) Costales
-) Palas
-) Espátulas
-) Bolsas de plástico

Procedimiento:

1. Obtener una muestra de aproximadamente 50 kg de material a emplear durante la realización de las pruebas físicas. Se realizaron viajes de reconocimiento de los bancos en los municipios que corresponden a la Zona Ríos del estado de Tabasco, de esta manera se pudieron dar con los siguientes lugares dentro de cada distrito.

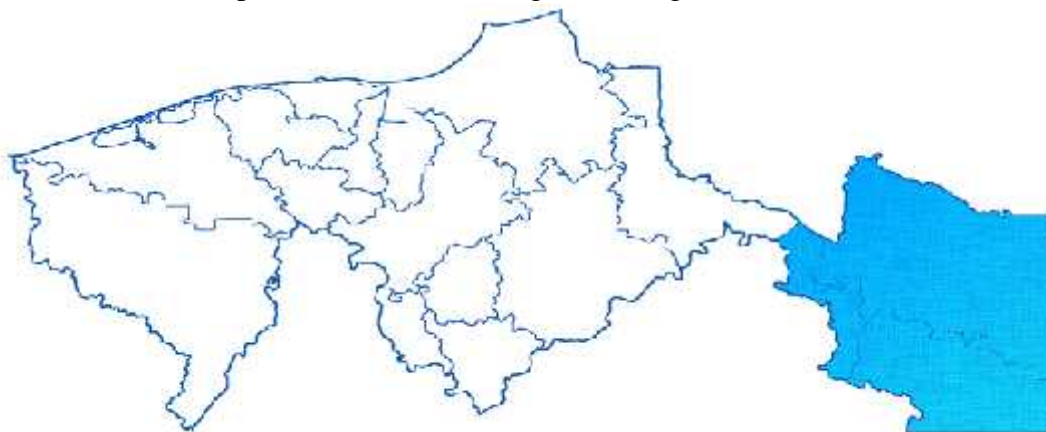


Figura 2. Mapa de la región Ríos del estado de Tabasco.

3.1.1. Municipio de Balancán

3.1.1.1. Ejido Vicente Guerrero

La localidad de Vicente Guerrero está situado en el Municipio de Balancán (en el Estado de Tabasco). Hay 757 habitantes. Vicente Guerrero está a 12 metros de altitud.

En la localidad hay 401 hombres y 356 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 0,888, y el índice de fecundidad es de 2,94 hijos por mujer. Del total de la población, el 21,53% proviene de fuera del Estado de Tabasco. El 9,38% de la población es analfabeta (el 7,98% de los hombres y el 10,96% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 5.44 (5.40 en hombres y 5.48 en mujeres). El 19,29% de la población es indígena, y el 15,85% de los habitantes habla una lengua indígena. El 1,45% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

El 33,82% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 58,10% de los hombres y el 6,46% de las mujeres). En Vicente Guerrero hay 206 viviendas. De ellas, el 97,19% cuentan con electricidad, el 22,47% tienen agua entubada, el 97,19% tiene excusado o sanitario, el 72,47% radio, el 91,01% televisión, el 82,02% refrigerador, el 59,55% lavadora, el 8,43% automóvil, el 2,81% una computadora personal, el 34,83% teléfono fijo, el 47,19% teléfono celular, y el 0,56% Internet.

Tiempo de recorrido: 40 min en carro.

Distancia de recorrido: 24 kilómetros.

En este lugar se hizo el muestreo de agregados finos y gruesos, obteniendo así 3 tipos de arena y 2 tipos de grava. El agregado fino, lo clasifican como arena gruesa, media y fina. Se obtiene del río, mediante el uso de redes y canoas, es de color gris. El precio de este material varía conforme al vendedor, generalmente por lata se paga a \$8.00 y por volquete de 7m³ de \$800.00 a \$900.00 sin los gastos de envío.

El agregado grueso muestreado es de color gris de canto redondo, se obtuvo dos tipos de grava. El precio va desde los \$5.00 a los \$7.00 por lata. De igual manera es adquirido del río como el agregado fino.

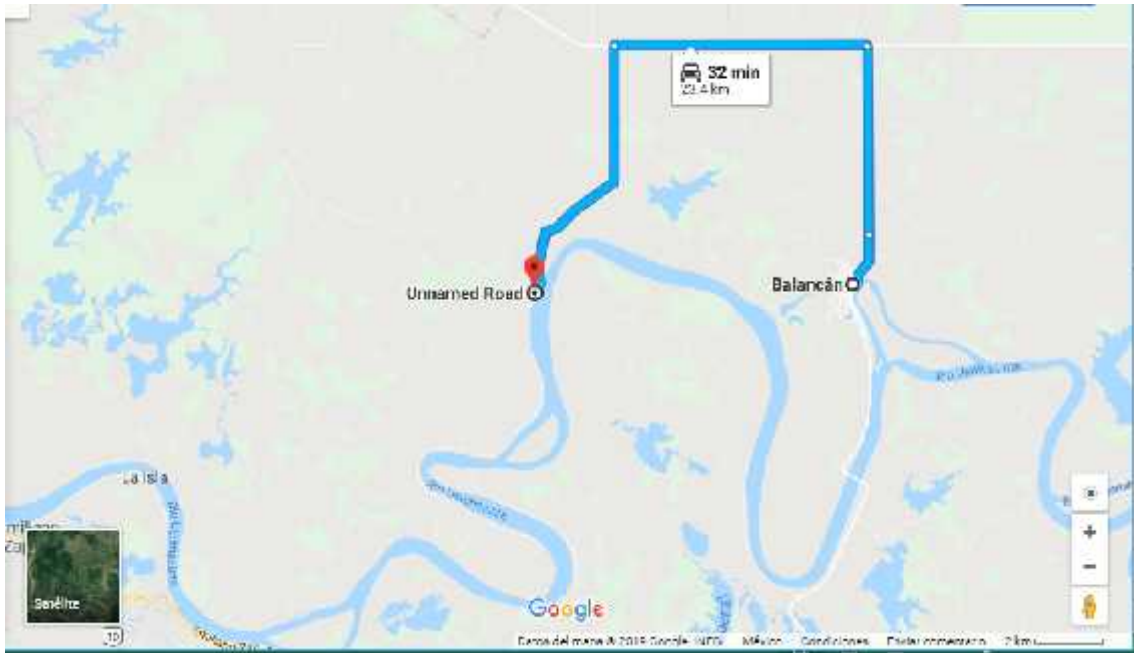


Figura 3. Mapa de ruta del ejido Vicente Guerrero, Balancán Tabasco.



Figura 4. Banco de material fino de Vicente Guerrero.



Figura 5. Banco de material grueso de Vicente Guerrero.

3.1.1.2. Ranchería Suniná.

La localidad de Suniná está situado en el Municipio de Balancán (en el Estado de Tabasco). Hay 22 habitantes. Suniná está a 21 metros de altitud.

En la localidad hay 13 hombres y 9 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 0,692, y el índice de fecundidad es de 3,13 hijos por mujer. Del total de la población, el 13,64% proviene de fuera del Estado de Tabasco. El 13,64% de la población es analfabeta (el 7,69% de los hombres y el 22,22% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 5.75 (6.33 en hombres y 4.88 en mujeres).

El 0,00% de la población es indígena, y el 0,00% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,00% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

El 54,55% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 84,62% de los hombres y el 11,11% de las mujeres).

Tiempo de recorrido: 30 min en carro.

Distancia de recorrido: 14 kilómetros.

De este banco, se obtuvo un tipo de agregado, que es grava de canto redondo de color rojizo. El precio está a \$6.00 la lata. Se obtiene mediante el uso de maquinaria pesada para la excavación en una meseta.

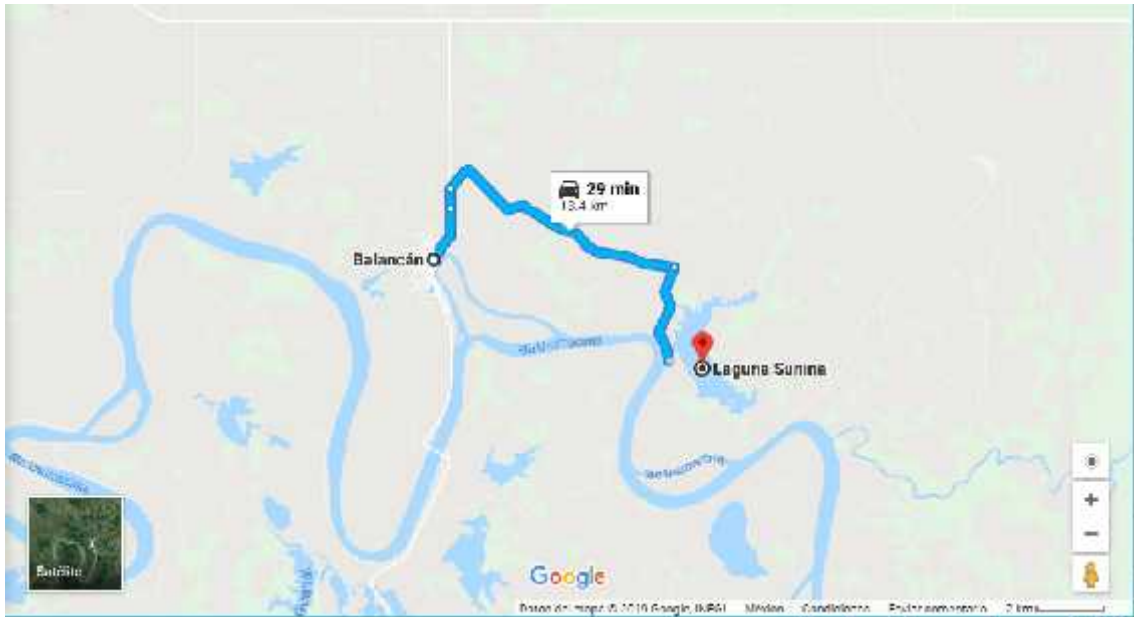


Figura 6. Mapa de ruta del ejido Suniná



Figura 7. Banco de material grueso del ejido Suniná.

3.1.1.3. Ejido Missicab (La Pita)

La localidad de Missicab (La Pita) está situado en el Municipio de Balancán (en el Estado de Tabasco). Hay 871 habitantes. Missicab (La Pita) está a 39 metros de altitud.

En la localidad hay 424 hombres y 447 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 1,054, y el índice de fecundidad es de 2,93 hijos por mujer. Del total de la población, el 7,35% proviene de fuera del Estado de Tabasco. El 6,08% de la población es analfabeta (el 6,13% de los hombres y el 6,04% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 6.34 (6.33 en hombres y 6.34 en mujeres).

El 0,23% de la población es indígena, y el 0,11% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,00% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

El 31,23% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 59,67% de los hombres y el 4,25% de las mujeres).

Tiempo de recorrido: 30 min en carro.

Distancia de recorrido: 27 kilómetros.

Se obtuvieron un tipo de agregado grueso y un tipo de agregado fino. El costo de este material por lata esta entre los \$20.00 por agregado.

Tanto el agregado grueso como el agregado fino, son de color rojizo, sacados del río, por medio del uso de canoas. El agregado grueso es de tipo canto redondo.

De los bancos muestreados de este municipio, ninguno cuenta con algún registro oficial, ya sea de la SCT o de alguna otra organización dedicadas a la explotación de materiales pétreos

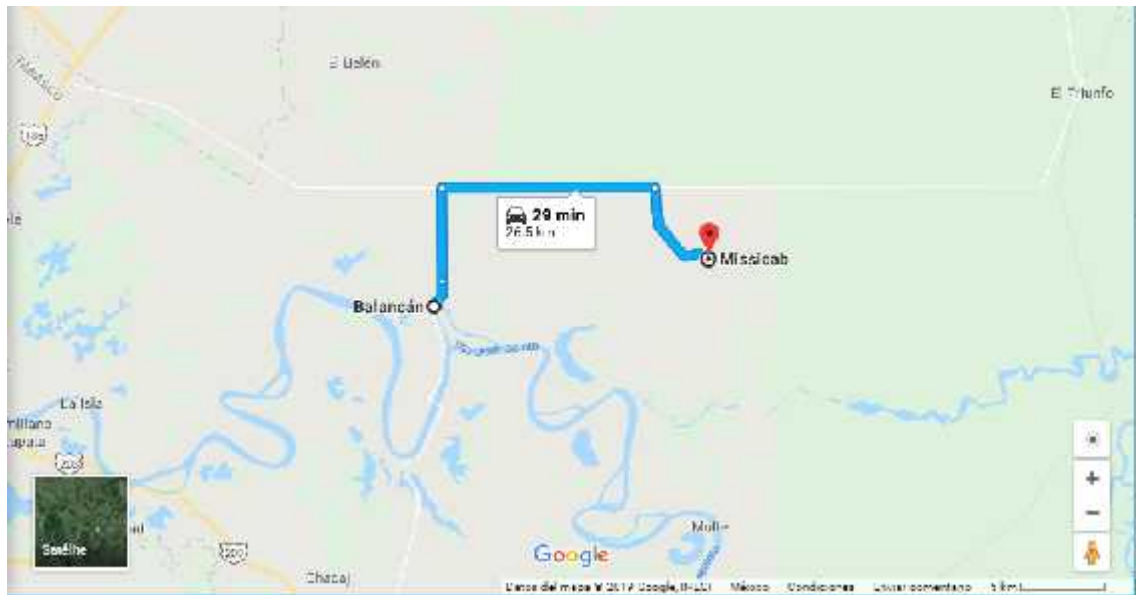


Figura 8. Mapa de ruta del ejido Missicab (La Pita, Balancán Tabasco).

3.1.2. Municipio de Emiliano Zapata

3.1.2.1. Villa Chablé.

La localidad de Chablé está situado en el Municipio de Emiliano Zapata (en el Estado de Tabasco). Hay 3377 habitantes. Chablé está a 10 metros de altitud.

En la localidad hay 1702 hombres y 1675 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 0,984, y el índice de fecundidad es de 2,61 hijos por mujer. Del total de la población, el 14,48% proviene de fuera del Estado de Tabasco. El 5,21% de la población es analfabeta (el 4,82% de los hombres y el 5,61% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 7.78 (8.04 en hombres y 7.54 en mujeres).

El 1,60% de la población es indígena, y el 0,62% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,00% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

El 32,28% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 49,29% de los hombres y el 14,99% de las mujeres).

Tiempo de recorrido: 1 hora en carro

Distancia de recorrido: 41 km

Se visitó el banco Las Vegas, situado en el UMA Saraguatos, KM 3+200, carretera Chablé-La Guayaba; este banco cuenta con el registro oficial de la SEMARNAT. Se extrae únicamente arena del río color gris, mediante el uso de maquinaria pesada y bombas.

El precio de este material es de \$5.00 la lata y por volquete de 7m³ es de \$900.00, sin gastos de envío.

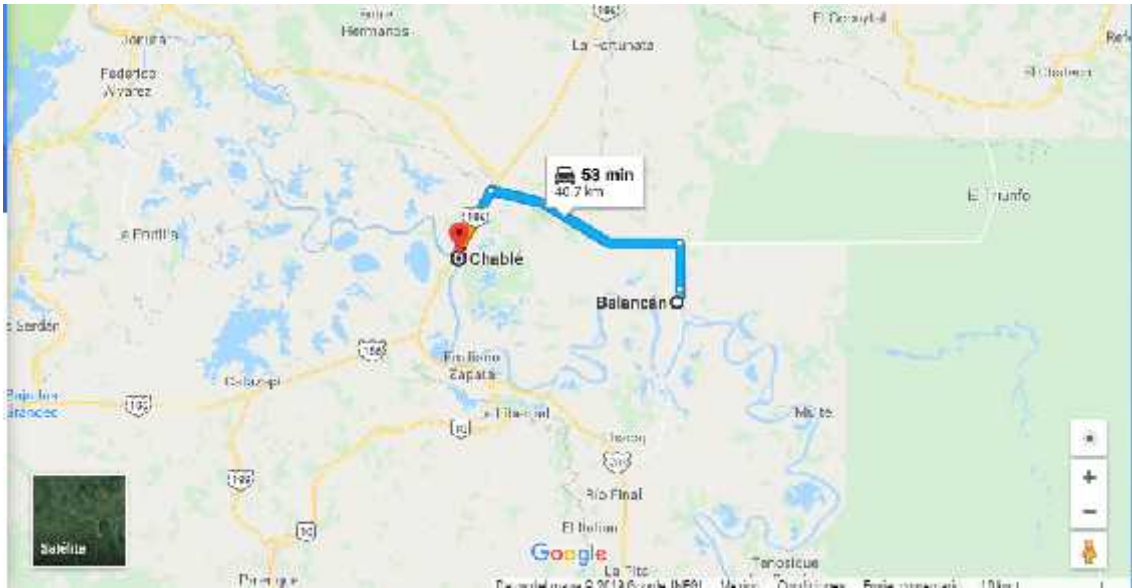


Figura 9. Mapa de ruta del banco “Las Vegas”. Villa Chablé.



Figura 10. Banco de material fino “Las Vegas”, Villa Chablé.

3.1.3. Municipio de Tenosique

3.1.3.1. Boca del Cerro

La localidad de Boca del Cerro está situado en el Municipio de Tenosique (en el Estado de Tabasco). Hay 460 habitantes. Boca del Cerro está a 20 metros de altitud.

En la localidad hay 233 hombres y 227 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 0,974, y el índice de fecundidad es de 2,73 hijos por mujer. Del total de la población, el 3,04% proviene de fuera del Estado de Tabasco. El 5,00% de la población es analfabeta (el 3,43% de los hombres y el 6,61% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 7.05 (7.27 en hombres y 6.83 en mujeres).

El 0,00% de la población es indígena, y el 0,00% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,00% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

El 31,52% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 55,36% de los hombres y el 7,05% de las mujeres).

Tiempo de recorrido: 1 hora 10 minutos en carro.

Distancia de recorrido: 67 km.

En este banco se obtuvo un tipo de arena de color gris que se obtiene del río. El costo de este material es de \$900.00 sin cubrir los gastos de envío.

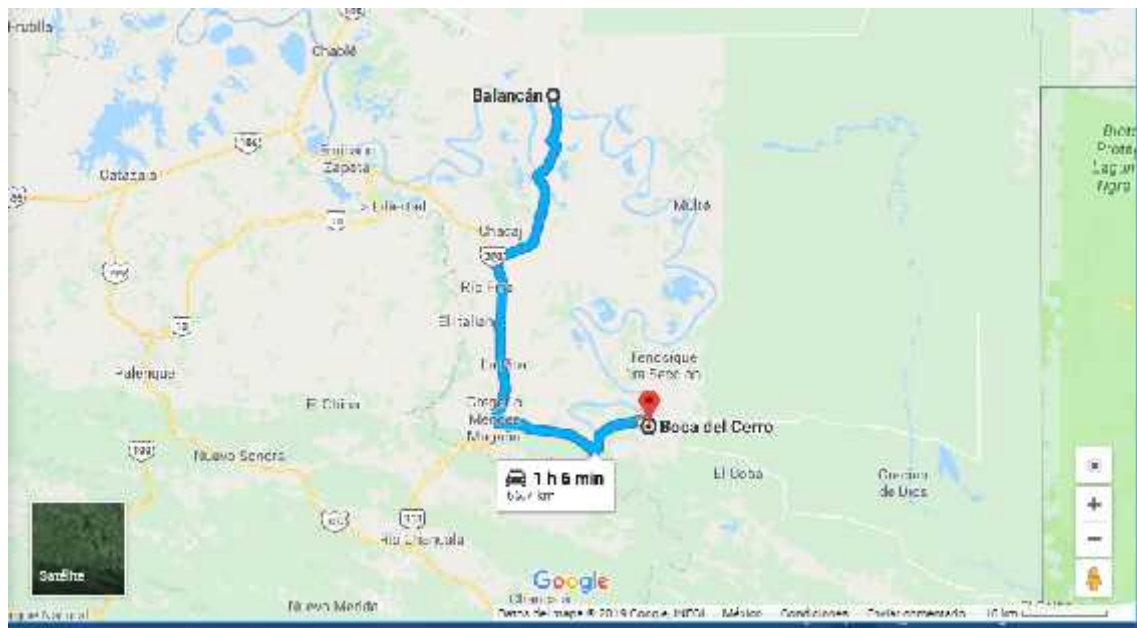


Figura 11. Mapa de ruta del banco Boca del Cerro, Tenosique.

3.1.3.2. El Faisán

La localidad de El Faisán está situado en el Municipio de Tenosique (en el Estado de Tabasco). Hay 197 habitantes. El Faisán está a 25 metros de altitud.

En la localidad hay 89 hombres y 108 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 1,213, y el índice de fecundidad es de 3,03 hijos por mujer. Del total de la población, el 3,05% proviene de fuera del Estado de Tabasco. El 5,58% de la población es analfabeta (el 5,62% de los hombres y el 5,56% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 7.52 (8.24 en hombres y 6.90 en mujeres).

El 0,00% de la población es indígena, y el 0,51% de los habitantes habla una lengua indígena. El 0,00% de la población habla una lengua indígena y no habla español.

El 25,38% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 42,70% de los hombres y el 11,11% de las mujeres).

Se localizó en este lugar dos bancos que presentan dos tipos de materiales. El primer banco maneja grava de canto redondo y arena de color gris que son obtenidas del rio, el material grueso (grava) presenta partículas de tamaño de menos 1” de las mallas para material grueso a diferencia del segundo banco donde se obtuvo un material grueso con partículas de un tamaño más apreciable que el primer banco.

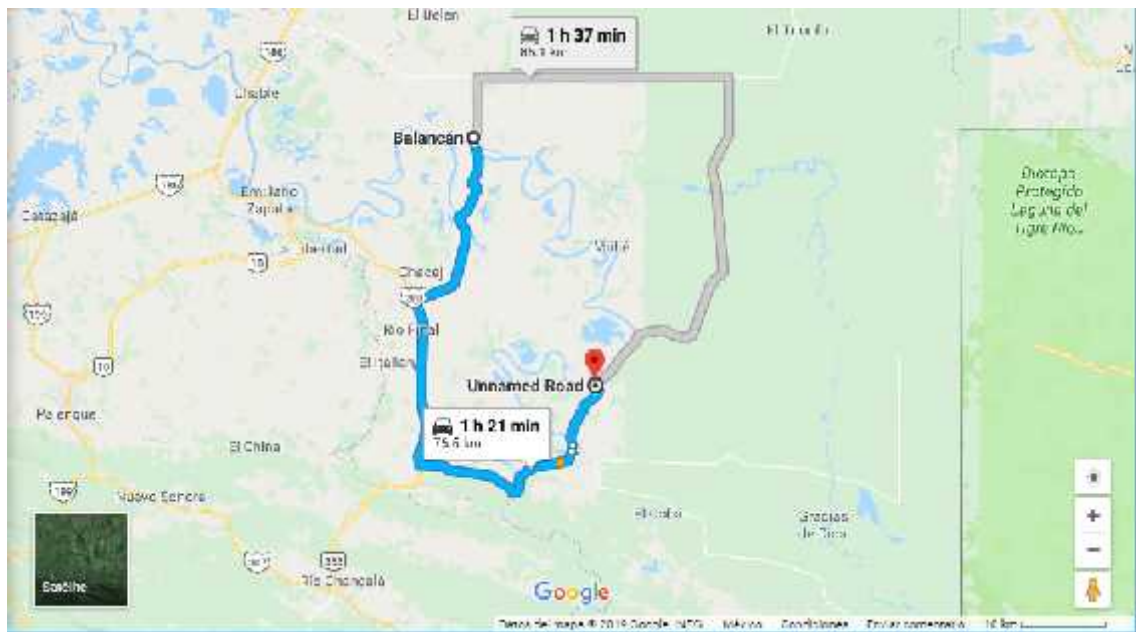


Figura 12. Mapa de ruta del banco “El Faisán”, Tenosique.



Figura 13. Banco de material fino “El Faisán”.

3.2. Cuarteo

Esta prueba es para obtener una muestra representativa y del tamaño adecuado del material obtenido en el campo para la prueba que se trate.

Equipo

-) Palas de boca recta
-) Cucharones
-) Balanza o báscula

Procedimiento

1. Se vacía la muestra de material en el lugar en donde se realiza el cuarteo.
2. Se cambia el material al extremo opuesto, este cambio deberá hacerse por medio del paleado, tratando de revolver todo el material, se procurara apilar el material en forma cónica.
3. Una vez terminado el paso anterior el material apilado en forma cónica se aplanar a la parte superior por medio de la cara posterior de la pala y después se divide el material trazando dos líneas perpendiculares sobre la superficie horizontal plana del material, eliminando las dos porciones opuestas, el material sobrante nos servirá para realizar las pruebas correspondientes. Si se desea disminuir el tamaño de la muestra se repite el procedimiento anterior señalado.



Figura 14. Método de cuarteo en arena.

3.3. Determinación de peso volumétrico seco suelto de una arena

Esta prueba consiste en determinar el peso por unidad de volumen de una arena cuando el acomodo de sus partículas es en forma libre o natural.

Equipo:

-) Una muestra de arena completamente seca.
-) Un recipiente de peso y volumen conocido.
-) Una varilla lisa punta de bala.
-) Una balanza o báscula.
-) Cucharón y una pala.

Procedimiento:

1. Para esta prueba se necesita que el material este completamente seco, si este no es el caso, lo primordial es poner a secar el material para proseguir con lo siguiente.
2. Se vacía arena dentro del recipiente dejándose caer a una altura medida de 5cm a partir de la arista superior del recipiente hasta colmarlo formando un cono.
3. Enseguida se enrasa el recipiente con la varilla y se limpia el recipiente de las partículas adheridas en las paredes exteriores procediendo a pesarlo.
4. Al peso obtenido anteriormente se le resta el peso del recipiente para obtener el peso de la arena.

Cálculos:

$$P = \frac{P}{V}$$

Donde:

P.V.S.S.= peso volumétrico seco y suelto (gramos/cm³).

P= peso de la arena (gramos)

V= volumen del recipiente (cm³)



Figura 15. Método de peso volumétrico seco suelto en arena.

3.4. Determinación del peso volumétrico seco varillado de una arena (PVSV).

La siguiente prueba consiste en obtener el peso por unidad de volumen de una arena, cuando el material tiene una determinada compactación.

Equipo:

-) Una muestra de arena completamente seca.
-) Un recipiente de peso y volumen conocido.
-) Una varilla lisa punta de bala.
-) Una balanza o báscula.
-) Cucharón y una pala.

Procedimiento:

1. Se procede a llenar el recipiente con arena a volteo dejándola caer a una altura aproximada de 5 centímetros, el llenado del recipiente debe hacerse en tres capas dando a cada capa de arena 25 varillados con la varilla punta de bala distribuyéndolos en toda la superficie del material.
2. Debe cuidarse que la varilla punta de bala no penetre en la capa anterior al dar los golpes.
3. Se enrasa el recipiente con la varilla punta de bala y se limpian todas las partículas que hayan quedado adheridas a las paredes exteriores.
4. Después de haber realizado los pasos anteriores se pesa el recipiente con el material y se le resta el peso del recipiente para así obtener el peso neto del material.

Cálculos:

$$P.V.S.S. = \frac{P}{V}$$

Donde:

P.V.S.S.= peso volumétrico seco y suelto (gramos/cm³).

P= peso de la arena (gramos)

V= volumen del recipiente (cm³)



Figura 16. Método de peso volumétrico seco suelto en arena.

3.5. Granulometría en arena

Consiste en pasar por una serie de mallas o tamices la muestra representativa de arena, para conocer la distribución de los diámetros de las partículas y el módulo de finura. Por lo cual se deberá efectuar el registro correspondiente y el cálculo para comparar los resultados de decidir si es o no aceptable la arena.

Equipo:

-) Mallas del N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 y charola con su respectiva tapa.
-) Una balanza con aproximación al décimo de gramo.
-) Hojas de papel.

Procedimiento:

2. Se toma una muestra representativa de arena de aproximadamente 600 gramos.
3. Se colocan las mallas en orden decreciente, y se coloca la muestra.
4. Se agita el juego de mallas durante un tiempo de 10 minutos como mínimo, el agitado puede ser a mano o mecánicamente.
5. En una superficie horizontal y limpia se colocan hojas de papel y sobre ellas se coloca el material retenido en cada una de las mallas.
6. Se procede a pesar cada uno de los materiales retenidos en las mallas hasta el décimo de gramo anotando los pesos en el registro correspondiente.



Figura 17. Granulometría en arena.

3.6. Densidad de la arena

Tiene como finalidad obtener el volumen obstáculo de las partículas de la arena cuando se acomodan una sobre la otra.

Equipo:

-) Muestra representativa de arena de aproximadamente 1000 gramos.
-) Charolas.
-) Espátulas.
-) Parilla eléctrica.
-) Molde troncónico.
-) Pizón.
-) Probeta.
-) Vidrio.
-) Balanza con aproximación al décimo de gramo.

Procedimiento:

1. Se pone a saturar la arena en una charola durante 24 horas al término de este tiempo se seca superficialmente utilizando el procedimiento descrito en la prueba de humedad de absorción con el molde troncónico.
2. En la probeta o frasco se coloca un volumen de agua conocido, registrándolo como volumen inicial V_i en cm^3 .
3. Enseguida se pesa una muestra de arena superficialmente seca anotando este valor como peso de la arena (P_a) que aproximadamente sea entre 200 y 300 gramos.
4. Posteriormente se coloca la arena dentro de la probeta, procurando que no salpique el agua porque esto ocasionaría un error en la prueba, agitando un poco la probeta para expulsar el aire atrapado, esta operación va a provocar un aumento en el volumen de agua y se registra este valor como volumen final V_f .

Cálculos:

$$D = \frac{P}{V - V_i}$$

Donde:

P.V.S.S.= peso volumétrico seco y suelto (gramos/ cm^3).

P= peso de la arena (gramos)

V= volumen del recipiente (cm^3)



Figura 18. Densidad en arena.

3.7. Cuarteo de gravas

Sirve para obtener una muestra representativa y del tamaño adecuado para realizar la prueba correspondiente al material de estudio.

Equipo:

-) Palas.
-) Charolas.
-) Balanza

Procedimiento:

1. Se vacía la muestra de material en el lugar en donde se realiza el cuarteo.
2. Se cambia el material al extremo opuesto, este cambio deberá hacerse por medio del paleado, tratando de revolver todo el material, se procurara apilar el material en forma cónica.
3. Una vez terminado el paso anterior el material apilado en forma cónica se aplanan a la parte superior por medio de la cara posterior de la pala y después se divide el material trazando dos líneas perpendiculares sobre la superficie horizontal plana del material, eliminando las dos porciones opuestas, el material sobrante nos servirá para realizar las pruebas correspondientes. Si se desea disminuir el tamaño de la muestra se repite el procedimiento anterior señalado.



Figura 19. Método de cuarteo en gravas.

3.8. Humedad actual en gravas

Determinar la cantidad de agua que contiene una grava en porcentaje, en estado natural, es decir, en el momento que va a ser utilizada.

Equipo:

-) Muestra representativa de 1000 gramos de aproximación.
-) Charola metálica.
-) Espátula.
-) Parilla eléctrica.
-) Vidrio.
-) Balanza con aproximación al décimo de gramo.

Procedimiento:

1. Se pesa la muestra de grava registrando este peso como peso húmedo (Ph) en gramos.
2. Enseguida se coloca en la charola para exponerlo en la fuente de calor para eliminar el agua que contiene la grava moviéndola constantemente con la espátula para que el secado sea uniforme. Cuando aparentemente esta seca colocamos el cristal sobre ella para hacer la verificación del secado, si se empaña el cristal o se le forman gotas de agua quiere decir que el material todavía este húmedo y por lo tanto se debe seguir moviendo hasta que se seque completamente (Figura 21).
3. Cuando este seca la grava la retiramos de la fuente de calor y se deja enfriar un poco, posteriormente pesamos, anotando este peso como peso seco (Ps) en gramos.



Figura 20. Humedad en gravas.

3.9. Humedad de absorción en gravas.

Consiste en determinar la capacidad máxima de absorción de grava expresándola en porcentaje respecto a su peso seco.

Equipo:

-) Muestra de grava de aproximación un kilogramo.
-) Franela.
-) Charolas metálicas.
-) Parrilla eléctrica.
-) Espátula.
-) Vidrio.
-) Mallas $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$ ".
-) Balanza con aproximación al décimo de gramo.

Procedimiento.

1. De la muestra que se trae de campo se criba a través de las mallas $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$ y del material que se pasa la $\frac{3}{4}$ y se retiene en $\frac{3}{8}$ se pone a saturar en una charola una muestra de 0.5 a 1.0 kilogramo durante 24 horas (Figura 22).
2. Enseguida con una franela se seca la muestra superficialmente de la grava de aproximadamente 300 gramos anotando este valor como (Ph) peso saturado y superficialmente seco.
3. Se procede a colocar este material en una charola para secarlo en la parrilla eléctrica (Figura 23), para saber cuándo se elimina completamente la humedad se coloca el vidrio sobre el material y si no empaña o se forman gotas de agua se retira, se deja enfriar un poco y se procede a pesarlo registrando este peso como Ps peso seco del material.



Figura 21. Muestra saturada por 24 horas en grava.



Figura 22. Muestra del material grueso secado en parrilla.

3.10. Densidad en gravas

Determinar el volumen absoluto de las partículas de grava en peso por unidad de volumen.

Equipo:

-) Muestra representativa de grava.
-) Probeta graduada.
-) Franela.
-) Charola.

Procedimiento.

1. Se toma una muestra de grava saturada superficialmente seca de 300 gramos, para obtenerlo se deja saturada la grava retenida en la malla 3/8 y que pasa la 3/4 durante 24 horas, secándola superficialmente con una franela, este peso se registra como el peso de la muestra (P).
2. Se llena la probeta con un nivel conocido de agua y se coloca en la superficie plana y se procede a colocar la muestra de grava dentro. Cuando se haya terminado de colocar la grava dentro de la probeta tendremos el volumen del agua que corresponden al volumen (V) de las partículas de grava (Figura 24).



Figura 23. Densidad en gravas.

3.11. Peso volumétrico seco suelto de la grava.

Consiste en determinar el peso por unidad de volumen cuando la grava se encuentra en estado natural seco y suelto.

Equipo:

-) Muestra representativa de grava.
-) Recipiente con un volumen conocido.
-) Balanza con aproximación al gramo.
-) Cucharón.
-) Pala.
-) Rastrillo.

Procedimiento.

1. Se seca la muestra hasta peso constante, esto se puede realizar extendiendo en material con el rastrillo al sol para lograr el secado.
2. Cuando el material este completamente seco, se continúa con el siguiente procedimiento.
3. Se determina el peso y el volumen del recipiente que se va a utilizar. Enseguida con el cucharón se va llenando el recipiente dejando caer la grava a la altura de 5 centímetros, cuidando el acomodo de las partículas sea por caída libre, esto es sin que el recipiente se someta a vibraciones hasta que quede completamente lleno y forme un cono de material.
4. Enseguida se procede a enrasarlo con la varilla punta de bala, ya que esta enrasado se pesa obteniendo así el peso del recipiente más el peso del material.



Figura 24. Peso Volumétrico Seco Suelto en gravas.

3.12. Peso volumétrico seco varillado de gravas.

Consiste en obtener el peso de la grava por unidad de volumen cuando es sometida a cierto grado de compactación.

Equipo:

-) Muestra representativa de la grava.
-) Recipiente con un volumen conocido.
-) Balanza con aproximación al gramo.
-) Cucharon.
-) Pala.
-) Varilla punta de bala.

Procedimiento.

1. Se seca la grava donde quede expuesta a los rayos del sol y se extiende con ayuda del rastrillo, se obtiene el peso y el volumen exacto del recipiente que se va a utilizar.
2. Enseguida con el cucharon se llena el recipiente en 3 capas, cada capa deberá ser aproximadamente una tercera parte del volumen del recipiente (Figura 26).
3. Con la varilla punta de bala se le da a cada capa 25 varillados distribuyéndolo en toda la superficie, al término se enrasa el recipiente y se pesa, registrando los datos siguientes.



Figura 25. Peso Volumétrico Seco Varillado en gravas.

3.13. Granulometría en gravas.

Sirve para obtener la distribución de los tamaños de las partículas de la grava, como el tamaño máximo (T.M.) de la grava.

Equipo:

-) Muestra representativa de la grava.
-) Juego de mallas: 1, $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ " y #4.
-) Bolsas.
-) Balanza con aproximación al gramo.

Procedimiento.

1. Se seca previamente la muestra de grava de 2-3kg aproximadamente, la grava se pesa y este peso se registra como peso de la muestra a realizarse el cribado o granulometría (PM).
2. Enseguida se pasa grava a través de las mallas colocándolas de la mayor a la menor agitándolas para que pasen a la malla siguiente (Figura 27).
3. Cuando se haya terminado con la muestra de grava, se registran los pesos retenidos en cada una de las mallas correspondientes.



Figura 26. Tamices para granulometría en gravas

CAPITULO IV. RESULTADOS

En este proyecto se logró obtener los resultados esperados, las cuales se muestran a continuación.

4.1. Mapa de ruta.

Se trazó el mapa de ruta utilizado durante la realización del muestreo de los agregados, tomando como punto de referencia para partida a la ciudad de Balancán Tabasco.

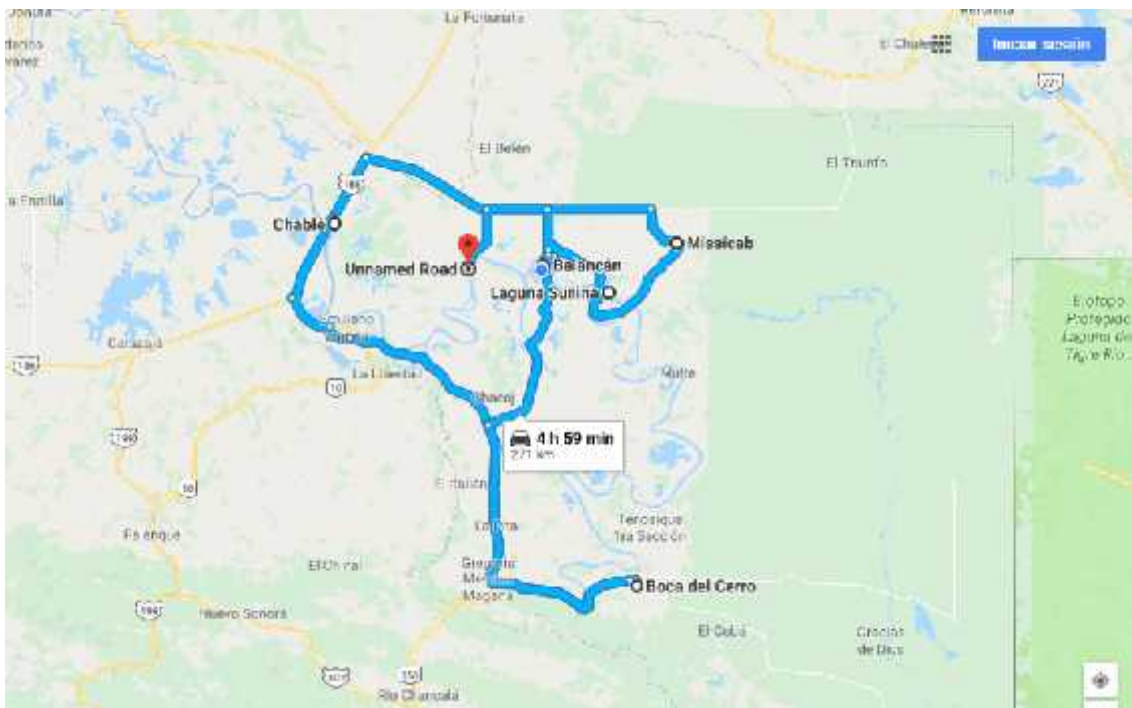


Figura 27. Mapa de ruta de los bancos muestreados de la Región de los Ríos.

4.2. Registro de datos del agregado Fino

Tabla 1. Registro de datos del material fino.

NOMBRE DEL BANCO	UBICACIÓN	COSTO DEL MATERIAL (LATA)	PESO VOLUMÉTRICO (KG)	VOLUMEN DE TARA (M ³)	DENSIDAD (GRS/CM ³)	ABSORCIÓN (%)	HUMEDAD ACTUAL	PVSS (KG/M3)	PVSV (KG/M ³)	MODULO DE FINURA
MANUEL QUE MENDOZA	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO.	\$8.00	1.36	0.00099	2.5	2.727	2.5	1476.890	1675.389	1.74
			1.52							
ERVIL QUE BALAM	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO.	\$8.00	1.673	0.00099	2.326	7.914	3.45	1689.899	1782.828	3.19
			1.765							
GONZALO QUE CARAVEO	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO.	\$8.00	1.36	0.00099	3.571	2.844	2.455	1373.737	1535.354	2.3
			1.52							
LA PITA	MISSICAB (LA PITA), BALANCÁN TABASCO.	\$25.00	1.596	0.00099	2.067	2.370	2.34	1612.121	1786.869	1.7
			1.769							
BOCA DEL CERRO	TENOSIQUE TABASCO	\$10.00	1.757	0.00099	2.426	3.040	2.46	1774.747	1851.515	2.4
			1.833							
LAS VEGAS	RANCHO LAS VEGAS, CARRETERA CHABLÉ-LA GUAYABA, EMILIANO ZAPATA	\$5.00	1.439	0.00099	2.675	2.254	2.76	1453.535	1525.253	1.911
			1.51							

4.2.1. Ejido Vicente Guerrero, Balancán Tabasco-Agregado fino.

Agregado fino “Ervil Que Balam”

❖ Resultados de las pruebas físicas del fino:

Tabla 2. Características físicas del agregado fino del banco “Ervil Que Balam”.

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.326 grs/cm ³
Absorción	7.914%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1689.899 kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1782.828 kg/cm ³
Contenido de Humedad	3.45

❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica

Tabla 3. Análisis granulométrico del banco “Ervil Que Balam”

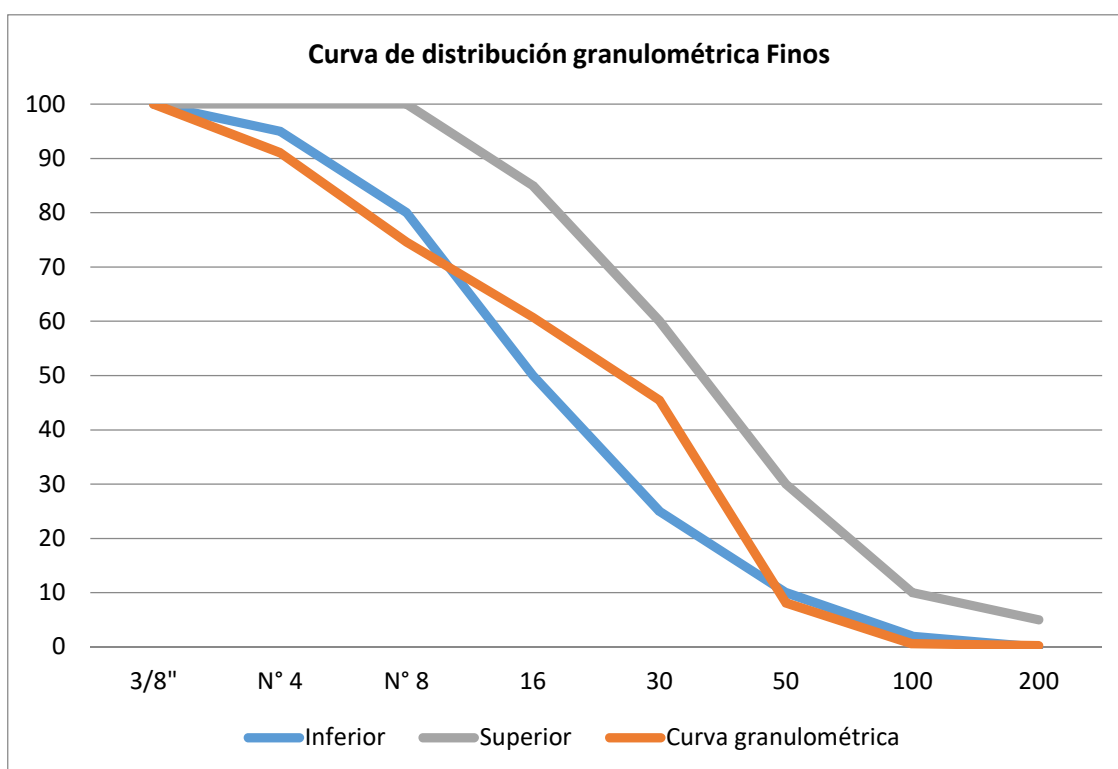
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	45	8.928571429	8.928571429	91.0714286
N° 8	83	16.46825397	25.3968254	74.6031746
16	70	13.88888889	39.28571429	60.7142857
30	77	15.27777778	54.56349206	45.4365079
50	188	37.3015873	91.86507937	8.13492063
100	38	7.53968254	99.4047619	0.5952381
200	2	0.396825397	99.8015873	0.1984127
Charola	1	0.198412698	100	0
Total:	504	100	319.4	280.753968

Módulo de finura =

3.2

Tabla 4. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Ervil Que Balam”

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.58	100	100	100
N° 4	4.75	91.07142857	95	100
N° 8	2.36	74.6031746	80	100
16	1.18	60.71428571	50	85
30	0.6	45.43650794	25	60
50	0.3	8.134920635	10	30
100	0.15	0.595238095	2	10
200		0.198412698	0	5



Gráfica 1. Curva granulométrica del banco “Ervil Que Balam”

Agregado fino “Gonzalo Que Caraveo”

❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado fino:

Tabla 5. Características físicas del agregado fino del banco “Gonzalo Que Caraveo”.

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	3.571 grs/cm ³
Absorción	2.844%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1373.737kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1535.354kg/cm ³
Contenido de Humedad	2.455%

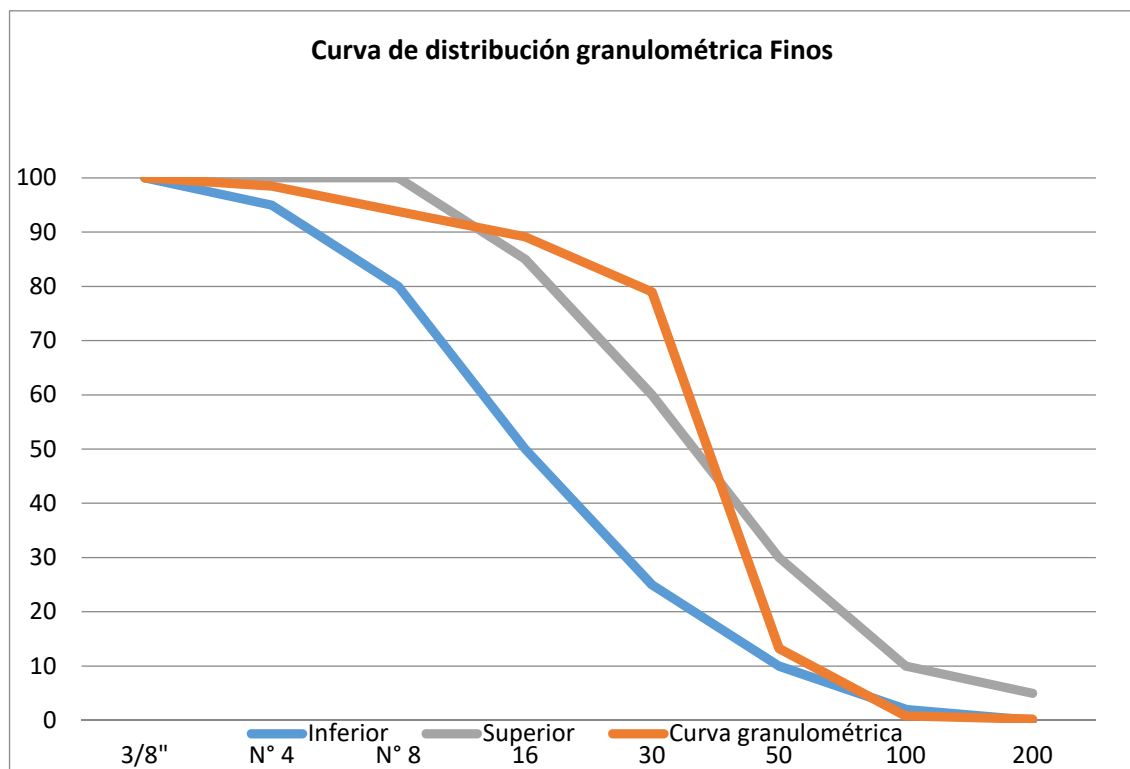
❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 6. Análisis granulométrico del banco “Gonzalo Que Caraveo”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	8	1.556420233	1.556420233	98.4435798
N° 8	24	4.6692607	6.225680934	93.7743191
16	24	4.6692607	10.89494163	89.1050584
30	52	10.11673152	21.01167315	78.9883268
50	338	65.75875486	86.77042802	13.229572
100	64	12.45136187	99.22178988	0.77821012
200	3	0.583657588	99.80544747	0.19455253
Charola	1	0.194552529	100	0
Total:	514	100	225.7	374.513619
Módulo de finura =		2.3		

Tabla 7. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Gonzalo Que Caraveo”

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.58	100	100	100
N° 4	4.75	98.44357977	95	100
N° 8	2.36	93.77431907	80	100
16	1.18	89.10505837	50	85
30	0.6	78.98832685	25	60
50	0.3	13.22957198	10	30
100	0.15	0.778210117	2	10
200		0.194552529	0	5



Gráfica 2. Curva granulométrica del banco “Gonzalo Que Caraveo”

Agregado fino "Manuel Que Mendoza"

- ❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado fino:

Tabla 8. Características físicas del agregado fino "Manuel Que Mendoza".

PRUEBA	RESULTADOS
Densidad	2.500 grs/cm ³
Absorción	2.727%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1476.890kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1675.389kg/cm ³
Contenido de Humedad	2.455%

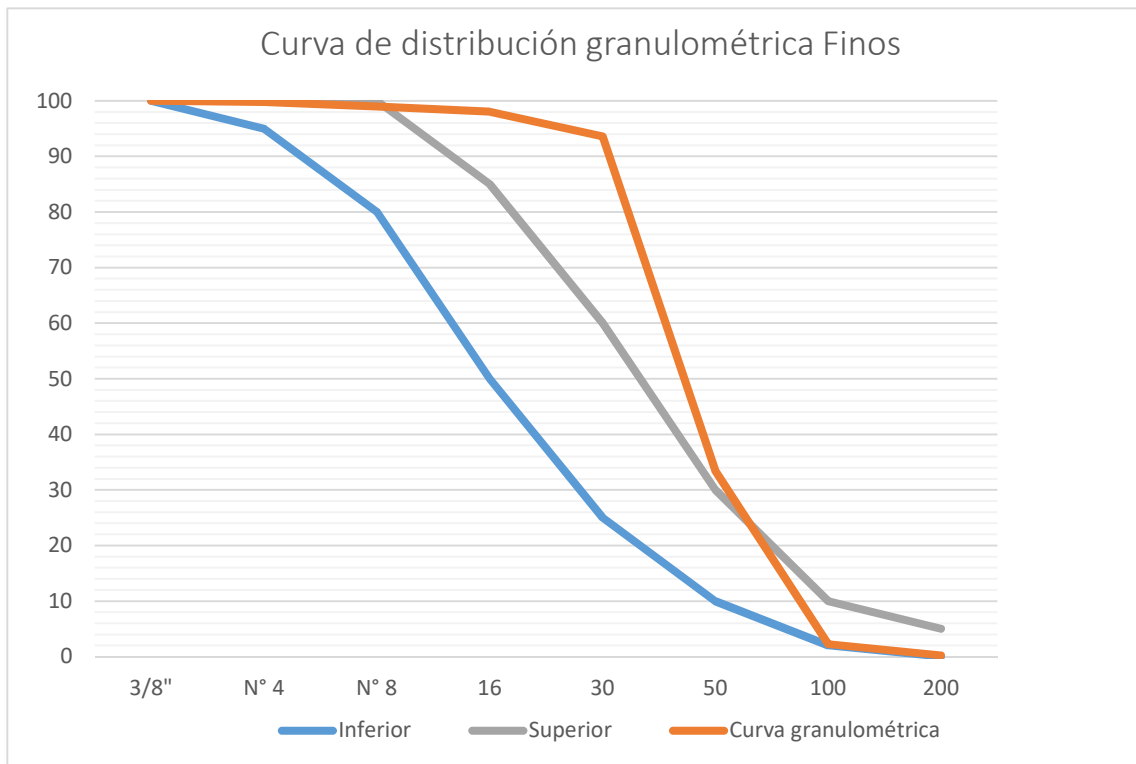
- ❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 9. Análisis granulométrico "Manuel Que Mendoza".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	2	0.262467192	0.262467192	99.7375328
N° 8	6	0.787401575	1.049868766	98.9501312
16	7	0.918635171	1.968503937	98.0314961
30	34	4.461942257	6.430446194	93.5695538
50	458	60.10498688	66.53543307	33.4645669
100	238	31.2335958	97.76902887	2.23097113
200	15	1.968503937	99.73753281	0.26246719
Pasa 200	2	0.262467192	100	0
Total:	762	100	174.0	426.246719
Módulo de finura =		1.7		

Tabla 10. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Manuel Que Mendoza”.

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.58	100	100	100
N° 4	4.75	99.73753281	95	100
N° 8	2.36	98.95013123	80	100
16	1.18	98.03149606	50	85
30	0.6	93.56955381	25	60
50	0.3	33.46456693	10	30
100	0.15	2.230971129	2	10
200		0.262467192	0	5



Gráfica 3. Curva granulométrica del banco “Manuel Que Mendoza”

4.2.2. Ejido Missicab (La Pita), Balancán Tabasco-Agregado Fino

❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado fino:

Tabla 11. Características físicas del agregado fino del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.

PRUEBA	RESULTADOS
Densidad	2.067 grs/cm ³
Absorción	2.370%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1476.890kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1675.389kg/cm ³
Contenido de Humedad	2.455%

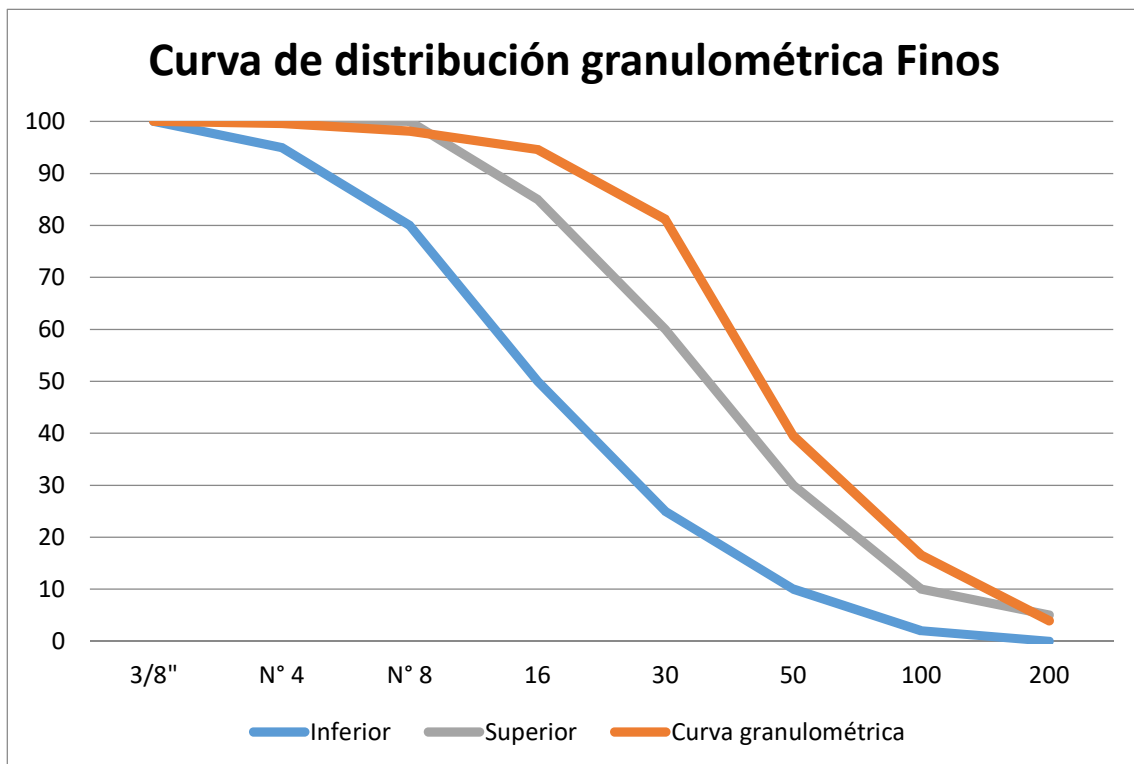
❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 12. Análisis granulométrico del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Acumulado	%Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	0	0	0	100
N° 8	3	0.700934579	0.700934579	99.2990654
16	8	1.869158879	2.570093458	97.4299065
30	71	16.58878505	19.1588785	80.8411215
50	235	54.90654206	74.06542056	25.9345794
100	88	20.56074766	94.62616822	5.37383178
200	22	5.140186916	99.76635514	0.23364486
Charola	1	0.23364486	100	0
Total:	428	100	191.1	409.11215
Módulo de finura =		1.9		

Tabla 13. Límites granulométricos del agregado fino del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.58	100	100	100
N° 4	4.75	99.58677686	95	100
N° 8	2.36	98.14049587	80	100
16	1.18	94.62809917	50	85
30	0.6	81.19834711	25	60
50	0.3	39.46280992	10	30
100	0.15	16.52892562	2	10
200		3.925619835	0	5



Gráfica 4. Curva granulométrica del banco “Ejido Missicab (La Pita)”.

4.2.3. Villa Chablé, Emiliano Zapata, Banco “Las Vegas”, Agregado Fino.

❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado fino:

Tabla 14. Características físicas del agregado fino del banco “Las Vegas”

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.675 grs/cm ³
Absorción	2.254%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1453.535kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1525.253kg/cm ³
Contenido de Humedad	2.76%

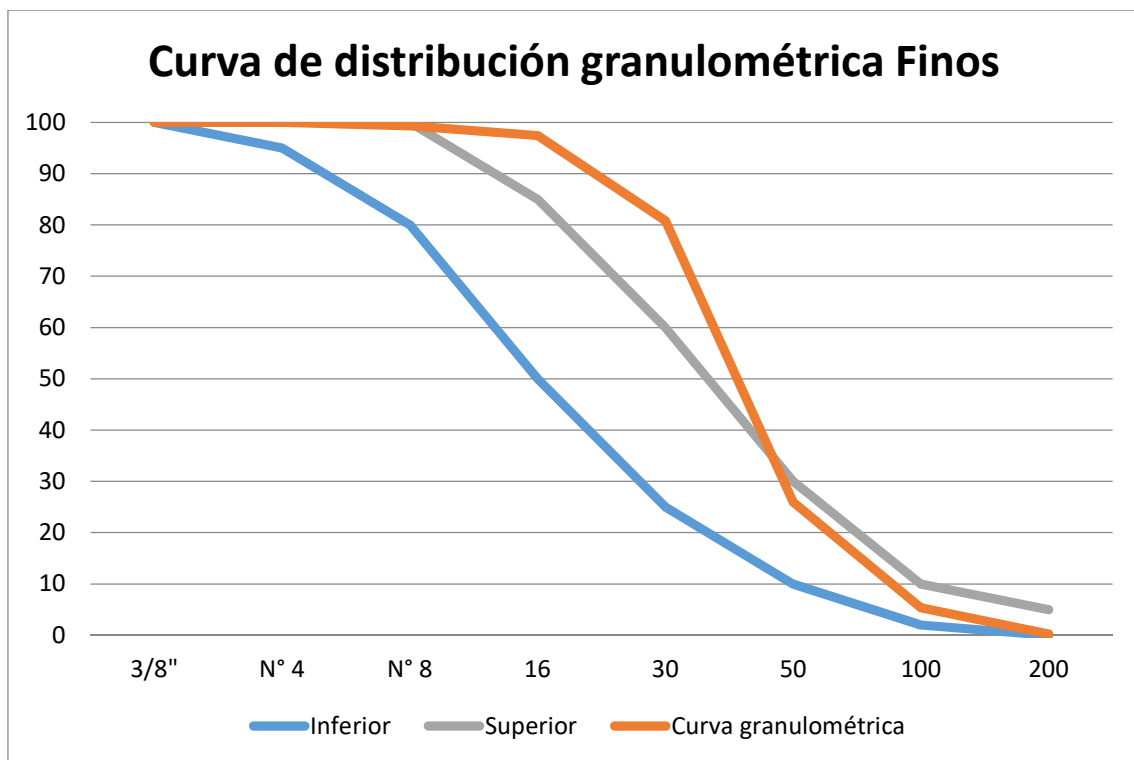
❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 15. Análisis granulométrico del banco “Las Vegas”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	2	0.41322314	0.41322314	99.5867769
N° 8	7	1.446280992	1.859504132	98.1404959
16	17	3.512396694	5.371900826	94.6280992
30	65	13.42975207	18.80165289	81.1983471
50	202	41.73553719	60.53719008	39.4628099
100	111	22.9338843	83.47107438	16.5289256
200	61	12.60330579	96.07438017	3.92561983
Charola	19	3.925619835	100	0
Total:	484	100	170.5	433.471074
Módulo de finura =		1.7		

Tabla 16. Límites granulométricos del agregado fino del banco "Las Vegas"

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.58	100	100	100
N° 4	4.75	100	95	100
N° 8	2.36	99.29906542	80	100
16	1.18	97.42990654	50	85
30	0.6	80.8411215	25	60
50	0.3	25.93457944	10	30
100	0.15	5.373831776	2	10
200		0.23364486	0	5



Gráfica 5. Curva granulométrica del banco "Las Vegas".

4.2.4. Boca del Cerro, Tenosique, Agregado Fino.

❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado fino:

Tabla 17. Características físicas del agregado fino del banco “Boca del Cerro”

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.462 grs/cm ³
Absorción	3.040%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1774.747kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1851.515kg/cm ³
Contenido de Humedad	2.46%

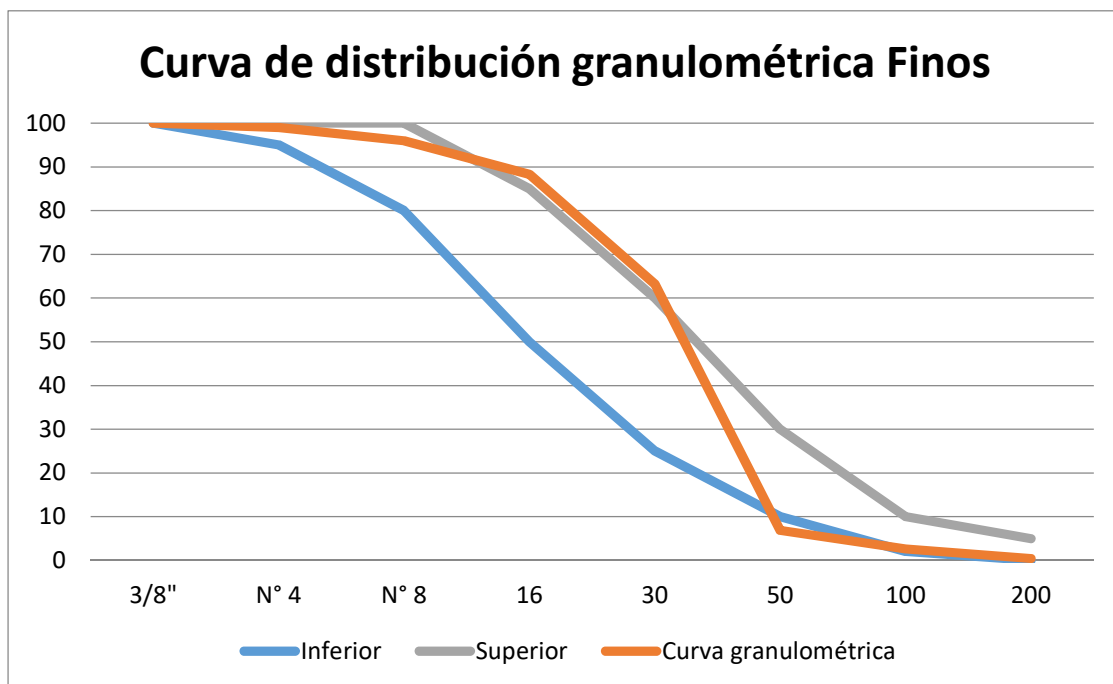
❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 18. Análisis granulométrico del banco “Boca del Cerro”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	5	1.012145749	1.012145749	98.9878543
N° 8	15	3.036437247	4.048582996	95.951417
16	38	7.692307692	11.74089069	88.2591093
30	124	25.10121457	36.84210526	63.1578947
50	278	56.27530364	93.11740891	6.88259109
100	21	4.251012146	97.36842105	2.63157895
200	11	2.226720648	99.5951417	0.4048583
Charola	2	0.4048583	100	0
Total:	494	100	244.1	356.275304
Módulo de finura =		2.4		

Tabla 19. Límites granulométricos del agregado fino del banco "Boca del Cerro"

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.58	100	100	100
N° 4	4.75	98.98785425	95	100
N° 8	2.36	95.951417	80	100
16	1.18	88.25910931	50	85
30	0.6	63.15789474	25	60
50	0.3	6.882591093	10	30
100	0.15	2.631578947	2	10
200		0.4048583	0	5



Gráfica 6. Curva granulométrica del banco "Boca del Cerro".

4.3. Registros de datos de agregados gruesos.

Todos los datos obtenidos durante la realización de las pruebas, se registraron en tablas como se muestra a continuación.

Tabla 20. Registro de datos del agregado grueso

NOMBRE DEL BANCO	UBICACIÓN	COSTO DEL MATERIAL POR LATA	TAMAÑO MÁXIMO	PESO VOLUMÉTRICO (KG)	VOLUMEN DE TARA (M3)	DENSIDAD	ABSORCIÓN	HUMEDAD ACTUAL	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO (KG/M3)	PESO VOLUMÉTRICO SECO VARILLADO (KG/M3)
SUNINÁ	SUNINÁ, BALANCÁN TABASCO	6	1/2	5.52	0.003375	2.538	0.971	0.876	1635.556	1717.037
				5.795						
ERVIL QUE BALAM	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO	7	1/2	5.87	0.003375	2.500	0.803	1.45	1739.259	1862.222
				6.285						
GONZALO QUE CARAVEO	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO	5	1/2	6.27	0.003375	2.588	1.648	1.23	1857.778	1903.704
				6.425						
LA PITA	MISSICAB (LA PITA), BALANCÁN TABASCO	25	3/4	29.07	0.027	2.588	1.932	1.345	1076.667	1125.926
				30						
EL FAISÁN	EL FAISÁN, TENOSIQUE TABASCO	9	3/8	6.05	0.003375	2.713	1.329	1.234	1792.593	1862.222
				6.285						

4.3.1. Ejido Vicente Guerrero, Balancán Tabasco.

Agregado Grueso “Gonzalo Qué Caraveo”.

- ❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado grueso:

Tabla 21. Características físicas del agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo”

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.588 grs/cm ³
Absorción	1.648%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1857.778kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1903.704kg/cm ³
Contenido de Humedad	1.234%

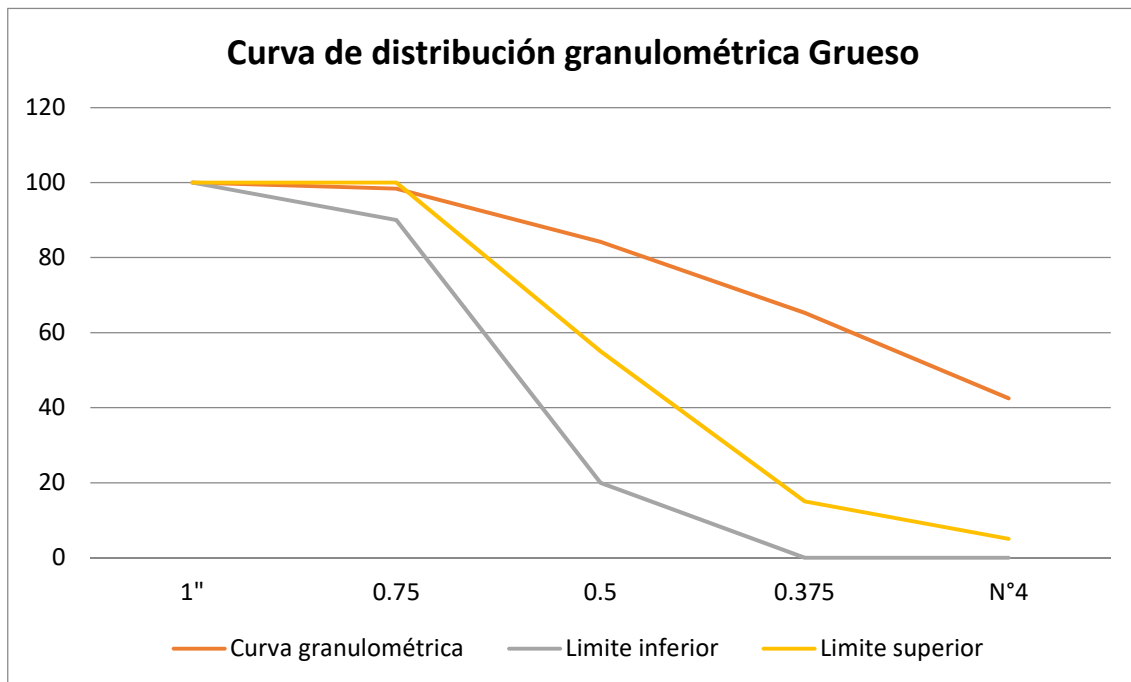
- ❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 22. Análisis granulométrico del banco “Gonzalo Que Caraveo”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Retenido acumulado	%Pasa
1"	0	0	0	100
3/4	75	1.63	1.63	98.37
1/2	650	14.16	15.80	84.20
3/8	870	18.95	34.75	65.25
N°4	1045	22.77	57.52	42.48
PASA N°4	1950	42.48	100.00	0.00
	4590	100.00	209.69	290.31

Tabla 23. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo”

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	100	100	100
3/4	19	98.37	90	100
1/2	12.7	84.20	20	55
3/8	9.51	65.25	0	15
N°4	4.75	42.48	0	5



Gráfica 7. Curva granulométrica del banco “Gonzalo Que Caraveo”.

4.3.2. Agregado grueso, Ejido Vicente Guerrero, Balancán tabasco.

Agregado Grueso “Ervil Que Balam”.

- ❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado grueso:

Tabla 24. Características físicas del agregado grueso del banco “Ervil Que Balam”

PRUEBA	RESULTADOS
Densidad	2.500 grs/cm ³
Absorción	0.803%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1739.2598kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1862.222kg/cm ³
Contenido de Humedad	1.45%

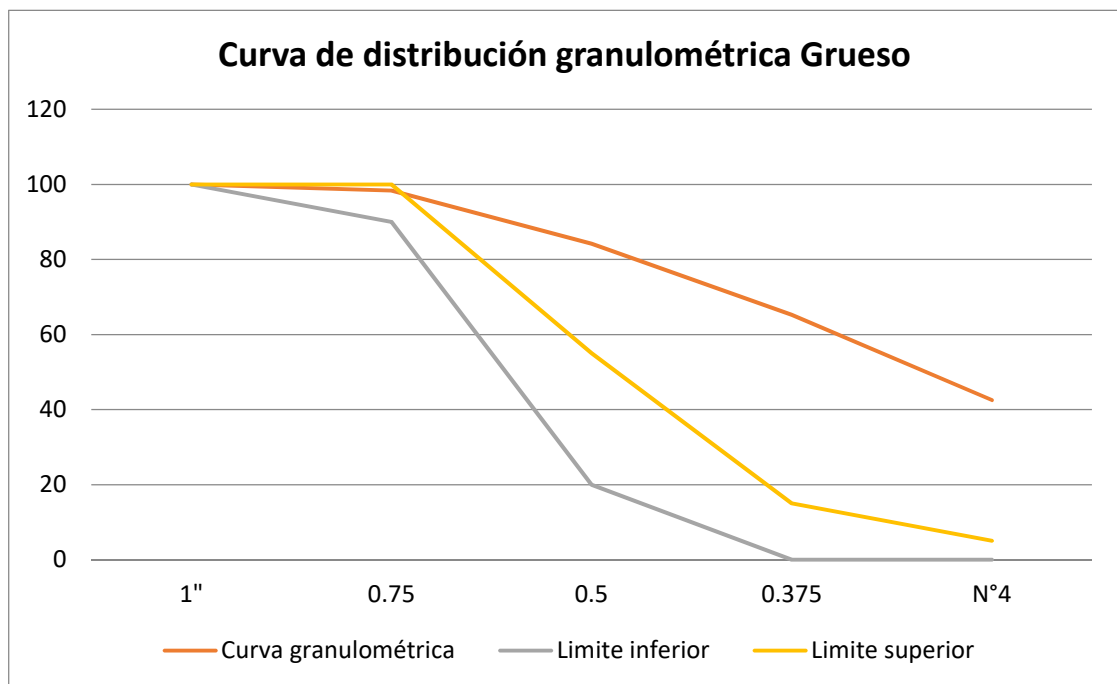
- ❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 25. Análisis granulométrico del banco “Ervil Que Balam”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Retenido acumulado	%Pasa
1"	0	0	0	100
3/4	68	1.68	1.68	98.32
1/2	985	24.39	26.08	73.92
3/8	1184	29.32	55.40	44.60
N°4	345	8.54	63.94	36.06
PASA N°4	1456	36.06	100.00	0.00
	4038	100.00	247.10	252.90

Tabla 26. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “Ervil Que Balam”

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	100	100	100
3/4	19	98.37	90	100
1/2	12.7	84.20	20	55
3/8	9.51	65.25	0	15
N°4	4.75	42.48	0	5



Gráfica 8. Curva granulométrica del banco “Gonzalo Que Caraveo”.

4.3.3. Agregado grueso, La Pita Balancán Tabasco.

❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado grueso:

Tabla 27. Características físicas del agregado grueso del banco “La Pita”

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.588 grs/cm ³
Absorción	1.932%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1076.667kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1125.926kg/cm ³
Contenido de Humedad	1.345%

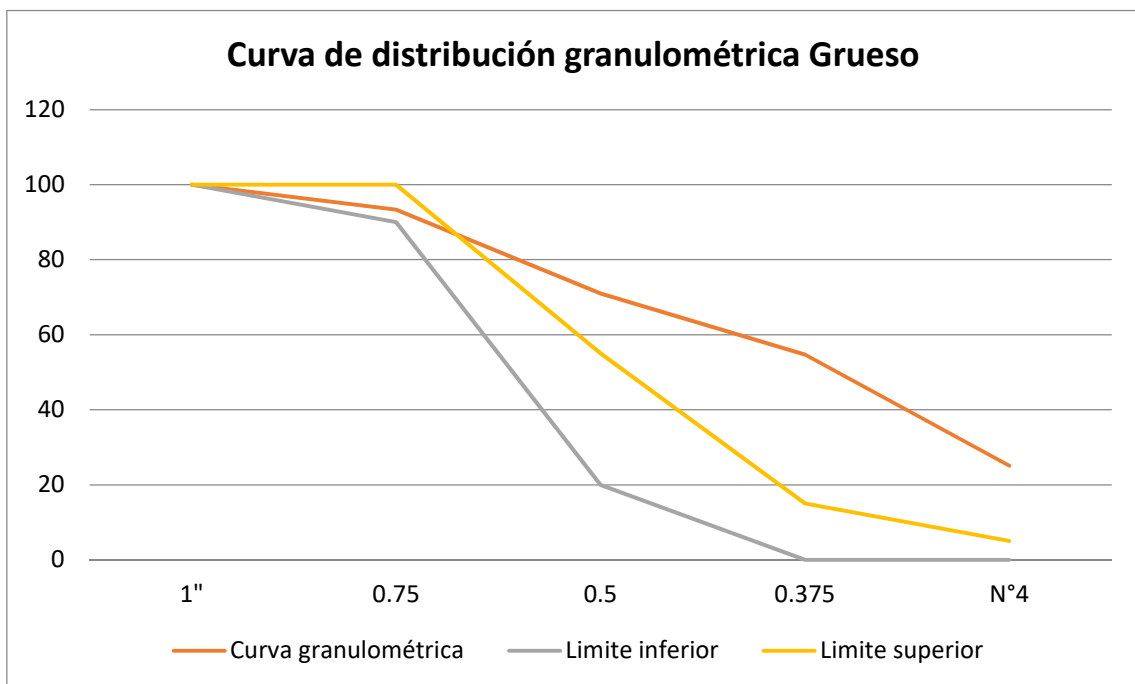
❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 28. Análisis granulométrico del banco “La Pita”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
1"	120	0	0	100
3/4	110	6.65	6.65	93.35
1/2	370	22.36	29.00	71.00
3/8	270	16.31	45.32	54.68
N°4	490	29.61	74.92	25.08
PASA N°4	415	25.08	100.00	0.00
	1655	100.00	255.89	244.11

Tabla 29. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “La Pita”

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRIC A	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	100	100	100
3/4	19	93.35	90	100
1/2	12.7	71.00	20	55
3/8	9.51	54.68	0	15
N°4	4.75	25.08	0	5



Gráfica 9. Curva granulométrica del banco “La Pita”.

4.3.3. Agregado grueso, Suniná, Balancán Tabasco.

- ❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado grueso:

Tabla 30. Características físicas del agregado grueso del banco “Suniná”

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.538 grs/cm ³
Absorción	0.971%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1635.556kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1717.037kg/cm ³
Contenido de Humedad	0.876%

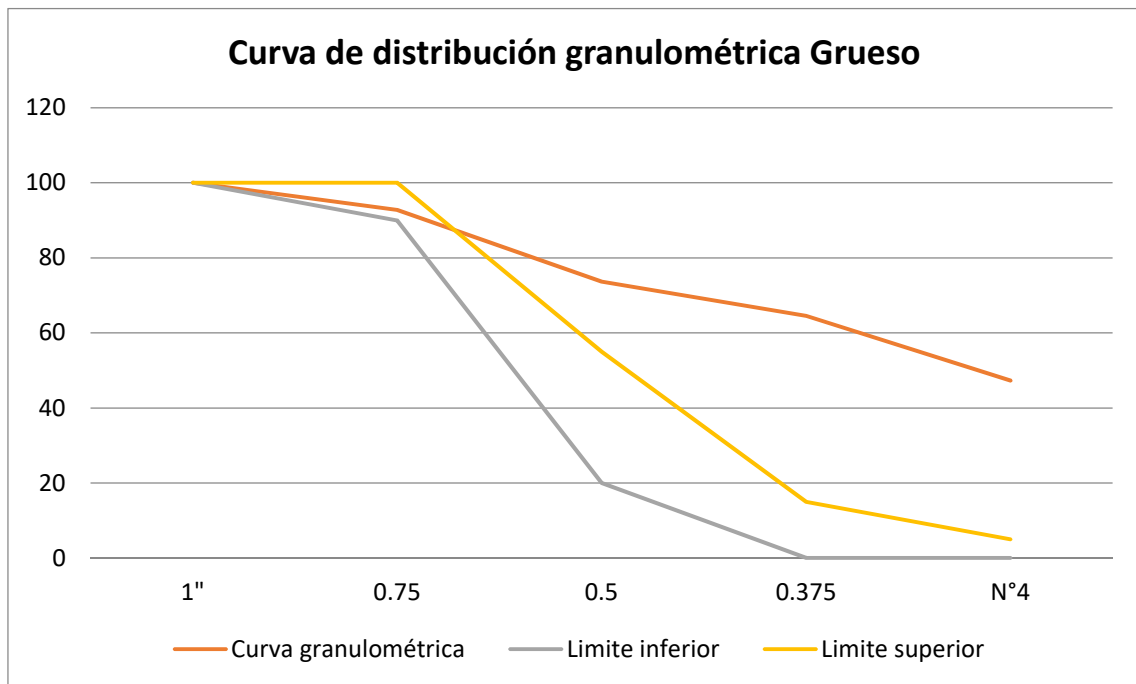
- ❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 31. Análisis granulométrico del banco “Suniná”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Retenido acumulado	%Pasa
1"	155	0	0	100
3/4	405	7.25	7.25	92.75
1/2	1065	19.05	26.30	73.70
3/8	510	9.12	35.42	64.58
N°4	965	17.26	52.68	47.32
PASA N°4	2645	47.32	100.00	0.00
	5590	100.00	221.65	278.35

Tabla 32. Límites granulométricos del agregado grueso del banco "Suniná"

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	100	100	100
3/4	19	92.75	90	100
1/2	12.7	73.70	20	55
3/8	9.51	64.58	0	15
N°4	4.75	47.32	0	5



Gráfica 10. Curva granulométrica del banco "Suniná".

4.3.4. Agregado grueso, El Faisán, Tenosique.

- ❖ Resultados de las pruebas físicas del agregado grueso:

Tabla 33. Características físicas del agregado grueso del banco “El Faisán”

PRUEBAS	RESULTADOS
Densidad	2.713 grs/cm ³
Absorción	1.329%
Peso Volumétrico Seco Suelto	1792.593kg/cm ³
Peso Volumétrico Seco Varillado	1862.222kg/cm ³
Contenido de Humedad	1.234%

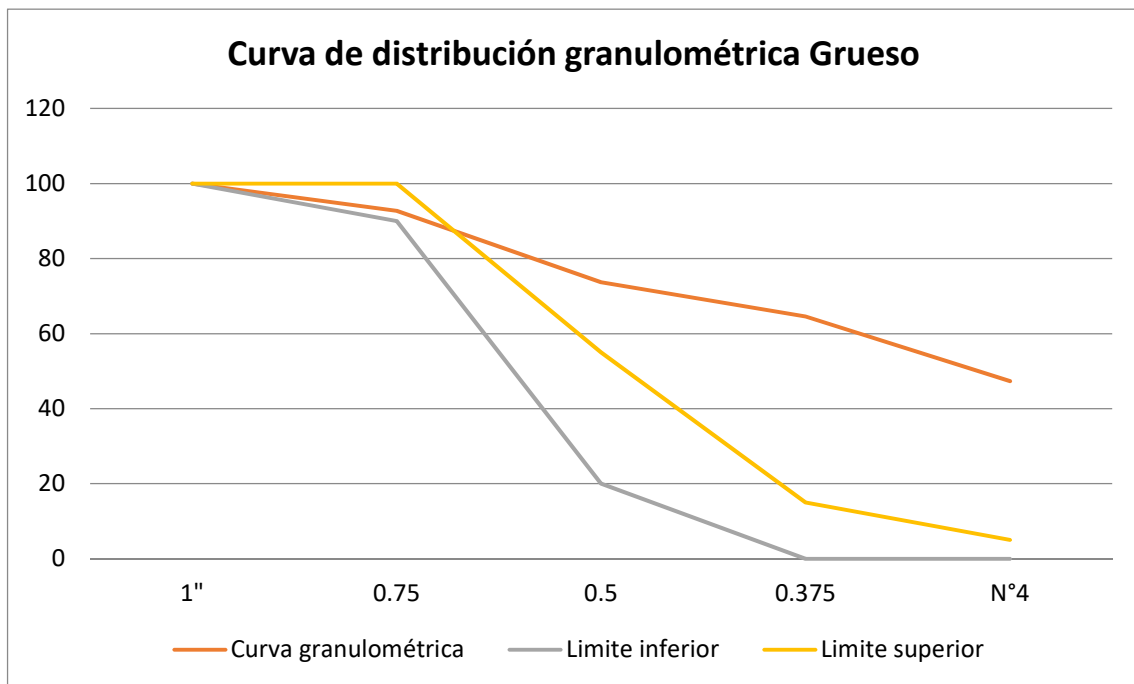
- ❖ Prueba de granulometría y curva granulométrica.

Tabla 34. Análisis granulométrico del banco “El Faisán”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
Malla N°	Peso retenido(g)	% Material retenido	% Retenido acumulado	% Pasa
1"	155	0	0	100
¾	405	7.25	7.25	92.75
½	1065	19.05	26.30	73.70
3/8	510	9.12	35.42	64.58
N°4	965	17.26	52.68	47.32
PASA N°4	2645	47.32	100.00	0.00
	5590	100.00	221.65	278.35

Tabla 35. Límites granulométricos del agregado grueso del banco “El Faisán”

	ABERTURA MM	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	100	100	100
¾"	19	92.75	90	100
½"	12.7	73.70	20	55
3/8"	9.51	64.58	0	15
Nº4	4.75	47.32	0	5



Gráfica 11. Curva granulométrica del banco “El Faisán”.

CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS, RECOMENDACIONES, CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.

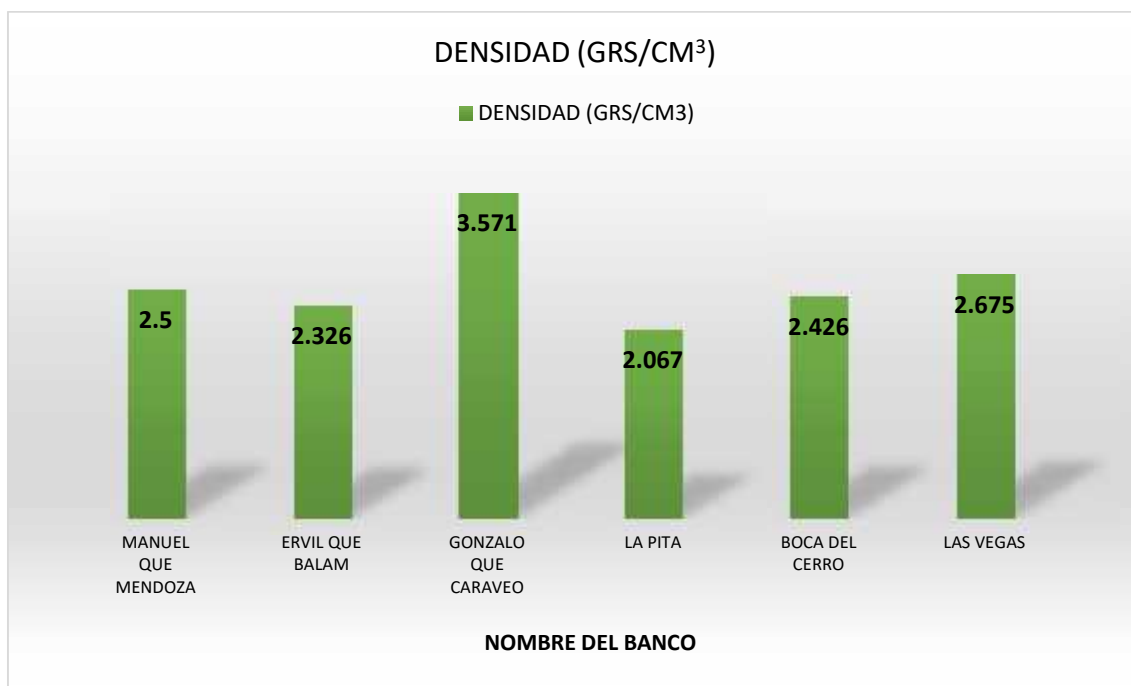
5.1. Análisis de Resultados

Con respecto a los datos obtenidos durante la realización de las pruebas de todo el material muestreado anteriormente, se graficaron cada una de estas para lograr una mejor interpretación de los fundamentos.

5.1.1. Agregado Fino (Arena).

5.1.1.1. Densidad:

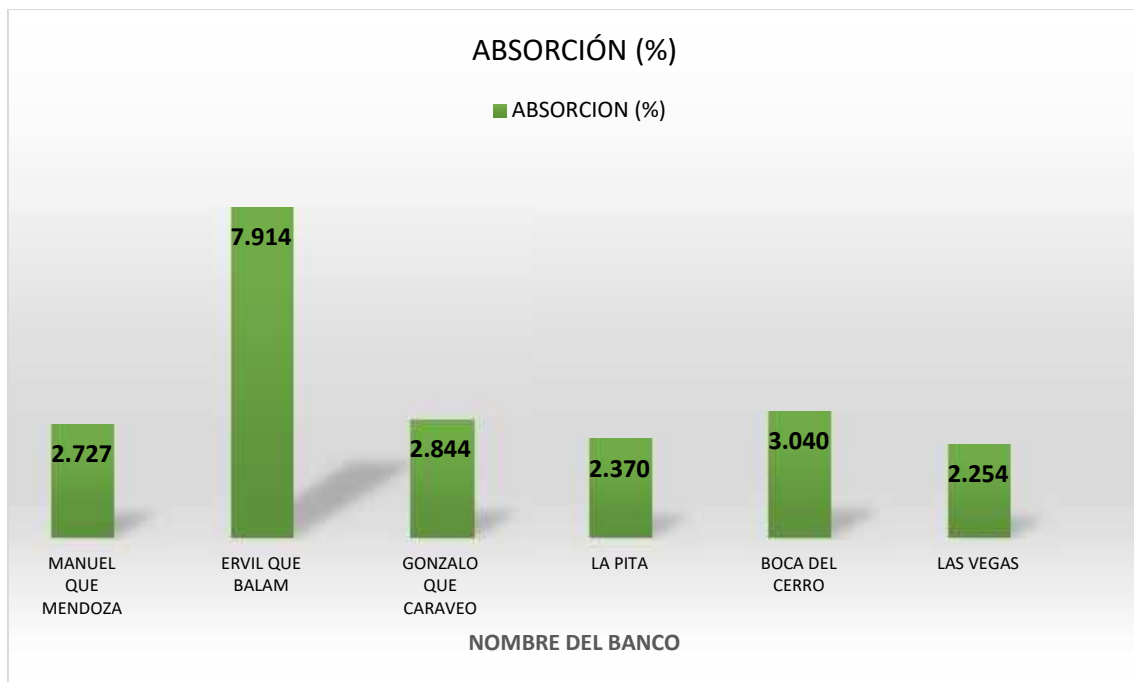
De acuerdo a la gráfica podemos darnos cuenta que el material más denso o el que ocupa un mayor volumen en su contenedor es la arena del banco “Gonzalo Que Caraveo” obtenida en el ejido Vicente guerrero del municipio de Balancán. Mientras que en los demás bancos, rondan alrededor de los 2.4 grs/cm³. Por último el material que tiene menos densidad es el que se obtuvo en el ejido de La Pita municipio de Balancán. Con esto, podemos entender que la mayoría del material muestreado, no tienen gran diferencia en cuanto densidad, puesto que sus valores arrojados durante las pruebas son casi similares y se encuentran dentro del rango indicado de 2.4-2.9 para su uso en concreto hidráulico.



Gráfica 12. Densidad en agregados finos.

5.1.1.2. Absorción:

La gráfica presentada, nos indica que el tipo de agregado fino denominado “Ervil Que Balam” obtenido en el ejido de Vicente Guerrero absorbe una mayor cantidad de agua que los demás presentados, mientras que los demás agregados presentan un promedio que ronda alrededor de los 2.7% del promedio de absorción general esto es un número mucho mayor que el requerido para un concreto hidráulico puesto que para este el valor indicado es no mayor del 1.5% de absorción del material.



Gráfica 13. Absorción en agregados finos.

5.1.1.3. Módulo de finura:

El módulo de finura indicado para un concreto hidráulico es de 2.3 a 3.2 con una tolerancia de ± 0.2 . Con la gráfica presentada los bancos Ervil Que Balam, Gonzalo Que Caraveo y del banco Boca del Cerro de agregado fino muestreado cumplen con esta requisición, mientras que los bancos de Manuel Que Mendoza, La Pita y Las Vegas muestreados quedan por debajo de lo indicado para el uso en concreto hidráulico. Usando un promedio para los bancos que cumplen con lo indicado nos da un total de 2.6 clasificándolo como una arena medio fina, según las normas NMX-C-111-ONNCCE.



Gráfica 14. Módulo de finura en agregados finos

5.1.1.4. Peso volumétrico seco suelto:

De acuerdo a los datos arrojados en la siguiente gráfica, podemos hacer una comparación del peso obtenido en cada banco de material de agregado fino. El banco Boca del Cerro del municipio de Tenosique, es el que mayor peso suelto presenta de todos los demás bancos, según la Norma Mexicana NMX-C-073. ONNCEE-2004, entra en la clasificación de tipo “Pesado” para su uso en concreto. Mientras que los demás bancos, están en la clasificación para un concreto de “Peso Normal” ya que están en el rango de los 1200-1700 según esta normativa. Los datos que se registraron, no diferencian de gran manera, pues los pesos obtenidos durante las pruebas son similares.



Gráfica 15. Peso volumétrico seco suelto en agregados finos.

5.1.1.5. Peso volumétrico seco varillado:

Según la Norma Mexicana NMX-C-073. ONNCEE-2004 y de acuerdo a la gráfica siguiente, el 50% de los pesos volumétricos secos varillados de agregados finos obtenidos durante las pruebas, se clasifican para un concreto tipo “pesado” ya que superan los 1700 kg/cm³ indicado en esta norma. Estos agregados corresponden a los bancos de la pita y Vicente guerrero tipo “grueso” del municipio de Balancán y al banco boca del cerro del municipio de Tenosique, nos da a entender que mientras más compactados estén estos materiales, mayor será el peso que ocupen. El otro 50% de los bancos muestreados, están en la clasificación para un concreto de tipo “Peso Normal”, según la norma, y corresponde a los bancos de Manuel Que Mendoza, Gonzalo Que Caraveo y Las Vegas.

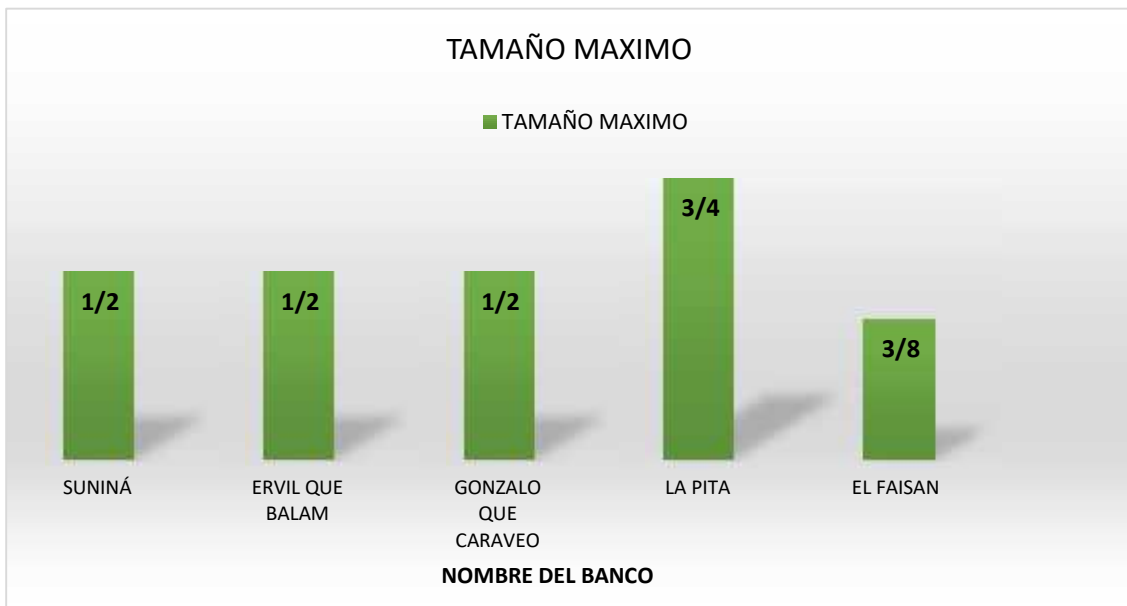


Gráfica 16. Peso volumétrico seco varillado en agregados finos.

5.1.2. Agregado Grueso (Grava)

5.1.2.1. Tamaño máximo:

En la siguiente gráfica presentada, podemos darnos cuenta que el tamaño máximo predominante para el agregado grueso es el de $\frac{1}{2}$ " pues el 60% de los bancos muestreados tienen este mismo tamaño de partículas gruesas correspondientes a los bancos de Suniná, Ervil Que Balam y Gonzalo Que Caraveo. En el caso del banco de La Pita del municipio de Balancán, es el único banco que muestra un tamaño de partículas mayor que el de los demás bancos y el banco de El Faisán situado en el municipio de Tenosique es el único banco que maneja un tamaño menor a diferencia de los otros bancos.



Gráfica 17. Tamaño máximo en agregado grueso.

5.1.2.2. Absorción:

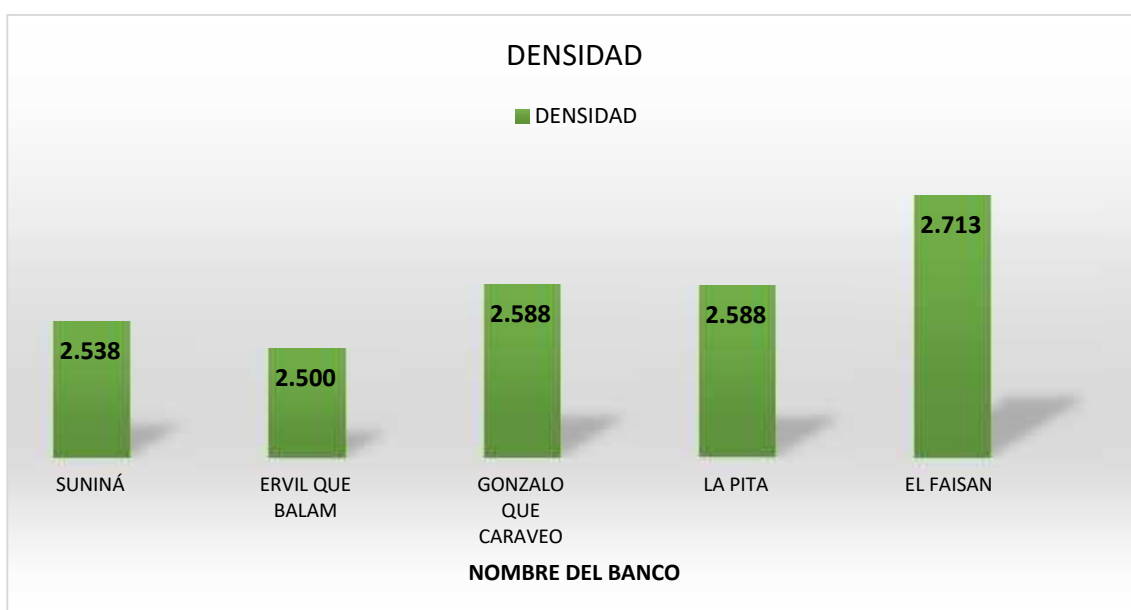
Como la gráfica lo indica, cada uno de los agregados gruesos muestreados, tienen diferente porcentaje de absorción. Los bancos ubicados en Suniná y Vicente Guerrero del municipio de Balancán son los que más se asemejan. En cuanto al banco ubicado en la pita Balancán, es el agregado que muestra un mayor porcentaje en absorción. El rango indicado de porcentaje de absorción en agregados gruesos es no mayor al 3% por lo tanto, los materiales de los bancos muestreados cumplen con este requisito.



Gráfica 18. Absorción en agregados gruesos.

5.1.2.3. Densidad:

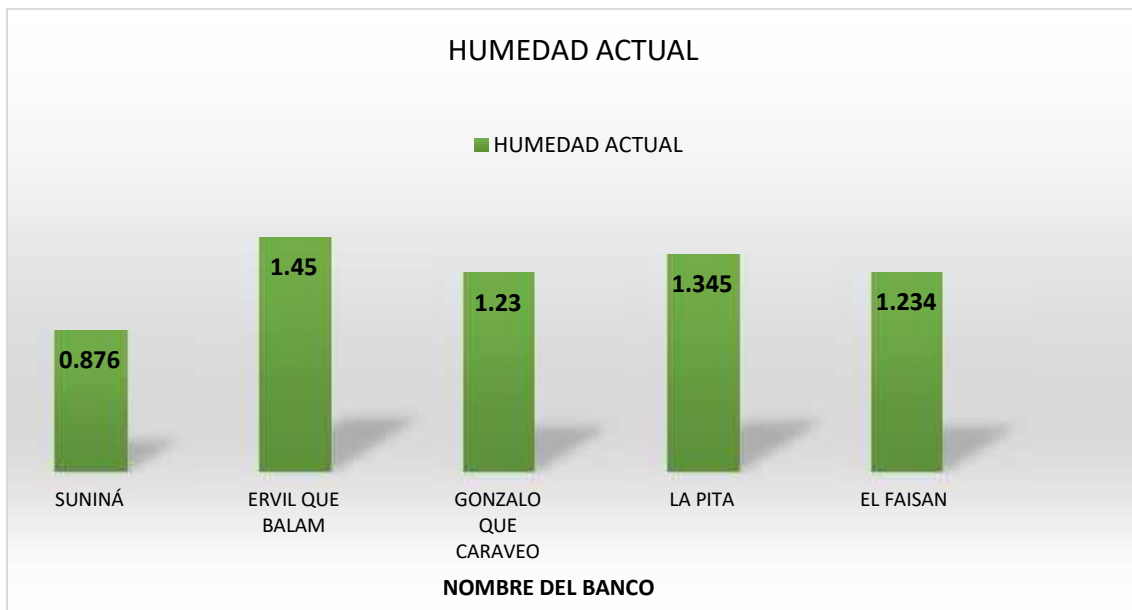
La gráfica siguiente, nos muestra que los agregados gruesos presentados, no diferencian de gran manera en cuanto a densidad pues los números arrojados durante las pruebas, son similares y están dentro del rango de 2.4-2.9 para la densidad en agregados gruesos. Solo el agregado grueso muestreado en el banco del El Faisán del municipio de Tenosique es el material más denso, pero aun así sigue cumpliendo con el rango indicado.



Gráfica 19. Densidad en agregados gruesos.

5.1.2.4. Humedad actual:

Según la Norma Mexicana NMX-C-111-ONNCCE- 2004, indica que este tipo de prueba se debe de realizar en el momento de elaborar el concreto, puesto que las condiciones que se encuentra ese material puede cambiar en cuanto a las pruebas realizadas anteriormente y esto nos ayude a realizar ciertos ajustes en cuanto a la dosificación.



Gráfica 20. Humedad actual en agregado grueso.

5.1.2.5. Peso Volumétrico Seco Suelto:

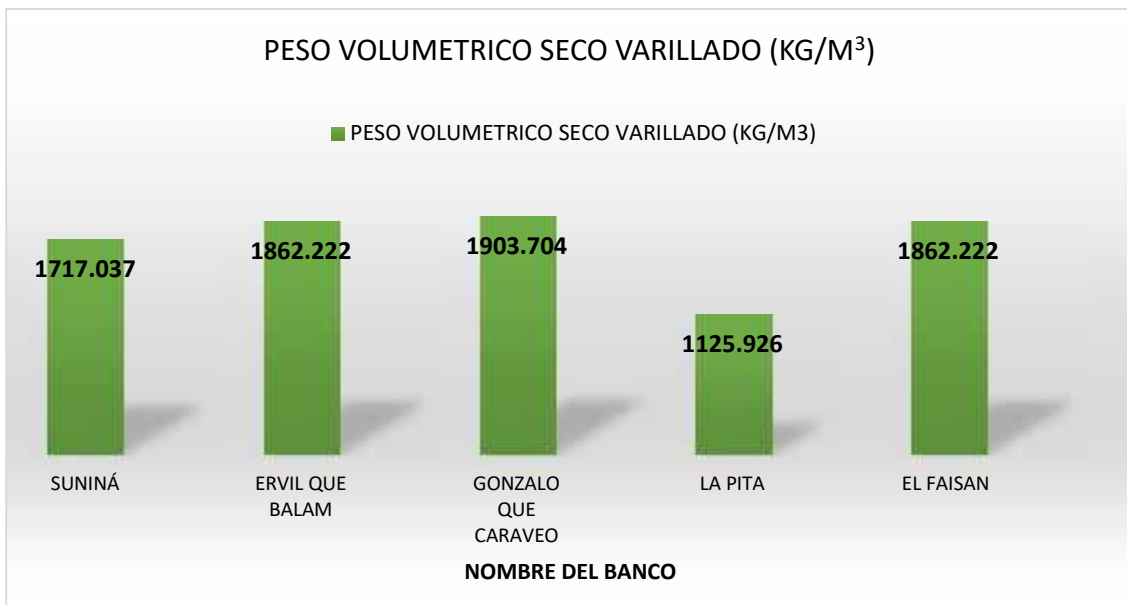
De acuerdo a los datos arrojados en la siguiente gráfica, podemos hacer una comparación del peso obtenido en cada banco de material de agregado grueso. El banco “Gonzalo Que Caraveo” municipio de Balancán, es el que mayor peso suelto presenta de todos los demás bancos, según la Norma Mexicana NMX-C-073. ONNCEE-2004, entra en la clasificación de tipo “Pesado” para su uso en concreto. Mientras que los demás bancos, están en la clasificación para un concreto de “Peso Normal” ya que están en el rango de los 1200-1700 kg/m³ según esta normativa. Los datos que se registraron, no diferencian de gran manera, pues los pesos obtenidos durante las pruebas son similares.



Gráfica 21. Peso Volumétrico Seco suelto en agregado grueso.

5.1.2.6. Peso Volumétrico Seco Varillado:

Según la Norma Mexicana NMX-C-073. ONNCEE-2004 y de acuerdo a la gráfica siguiente, el 80% de los pesos volumétricos secos varillados de agregados finos obtenidos durante las pruebas, se clasifican para un concreto tipo “pesado” ya que superan los 1700 kg/cm³ indicado en esta norma. Estos agregados corresponden a los bancos de Suniná, Ervil Que Balam, Gonzalo Que Caraveo y el Faisán, nos da a entender que mientras más compactados estén estos materiales, mayor será el peso que ocupen. El banco correspondiente a La Pita, está en la clasificación para un concreto de tipo “Peso Normal”, según la norma.



Gráfica 22. Peso Volumétrico Seco suelto en agregado grueso.

5.2. Recomendaciones.

De acuerdo a los datos obtenidos durante la realización de las pruebas físicas a los agregados pétreos muestreados en cada banco de la región de los ríos, algunos de ellos no cumplen con lo establecido dentro de las normas antes citadas. A continuación se harán la mención de algunos casos.

Curva granulométrica de agregados finos.

Arena Vicente Guerrero, Balancán Tabasco: Las curvas granulométricas que corresponden al material fino muestreado en estos bancos, podemos darnos cuenta que la curva granulométrica se encuentra fuera de los límites granulométricos establecidos (Grafica 1,2 y 3), por lo tanto los tres tipos de arenas de este lugar no cumplen con este parámetro.

Hablando del módulo de finura, dos de los bancos si están en el rango de 2.3-3.2 que establece la Norma, se trata de los bancos de “Ervil Que Balam” y “Gonzalo Que Caraveo” (Tabla 3 y 6), pero el agregado fino del banco “Manuel Que Mendoza” está muy debajo del rango establecido, por lo tanto se clasifica como un material muy fino pues presenta un módulo de finura de 1.7 (Tabla 9).

Por lo tanto, recomendaría mezclar los diferentes tipos de agregados y así obtener un material que vaya de acuerdo con lo requerido para la elaboración de un buen concreto (ver Grafica 23, 24 y 25, apartado 5.1. Propuesta).

Arena La Pita, Balancán Tabasco: Con respecto a los datos obtenidos durante las pruebas, se recomienda no usar este agregado para la elaboración de concreto, puesto que la curva granulométrica obtenida sale por mucho dentro de los límites granulométricos establecidos como se muestra en la Grafica 4, este material presenta alrededor del 50% de partículas finas y su módulo de finura queda muy debajo del límite requerido de 2.1-3.2, pues solo es de 1.9.

Arena “Las Vegas”, Chablé, Emiliano Zapata Tabasco: Al igual que el material muestreado en el banco de La Pita, este material presenta partículas muy finas puesto que

su módulo de finura consta de 1.9 y el rango de este es de 2.3-3.2 y al momento de hacerle el análisis granulométrico, la curva granulométrica obtenida queda lejos de entrar en los límites granulométricos establecidos para este material (ver Grafica 5), por lo tanto tampoco sería recomendable el uso de este material para la elaboración de un concreto hidráulico.

Arena Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco: Este agregado presenta un módulo de finura adecuado para su uso en la elaboración de concreto pues entra en el rango ya antes mencionado de 2.3-3.2 puesto que es de 2.4. La curva granulométrica calculada para este agregado está cerca de los parámetros marcados de para los límites granulométricos de este material, yo recomendaría hacer un ajuste del tamaño de las partículas para que queden dentro de los límites granulométricos y sea apto para su uso en un concreto hidráulico.

Curva granulométrica en agregados gruesos.

Par el caso de los agregados gruesos muestreados, recomendaría ampliamente separar y lavar el material antes de usarlo para hacer un concreto, puesto que en todas las muestras obtenidas en los diferentes bancos, la presencia de finos es abundante, a mencionar que más del 50% del material grueso muestreado fue de partículas que pasan la malla #4. Por lo tanto quedan lejos de cumplir con lo establecido a las normas. Ver Graficas 26, 27, 28 y 29, apastado 51. Propuesta.

Grava Vicente Guerrero, Balancán, Tabasco: Para estos agregados yo recomendaría evitar el uso del material obtenido en el banco de “Gonzalo Que Caraveo” puesto que aunque se separe y lave el material, el análisis granulométrico sigue marcando la curva granulométrica fuera de los límites granulométricos establecidos para este agregado. (Grafica 26).

El material obtenido en el banco “Ervil Que Balam”, en el momento de realizar la prueba #2 cumple con los parámetros necesarios para su uso en la elaboración de un concreto, por lo tanto recomendaría el separar las partículas finas y lavar el material antes de elaborar una mezcla (Grafica 30).

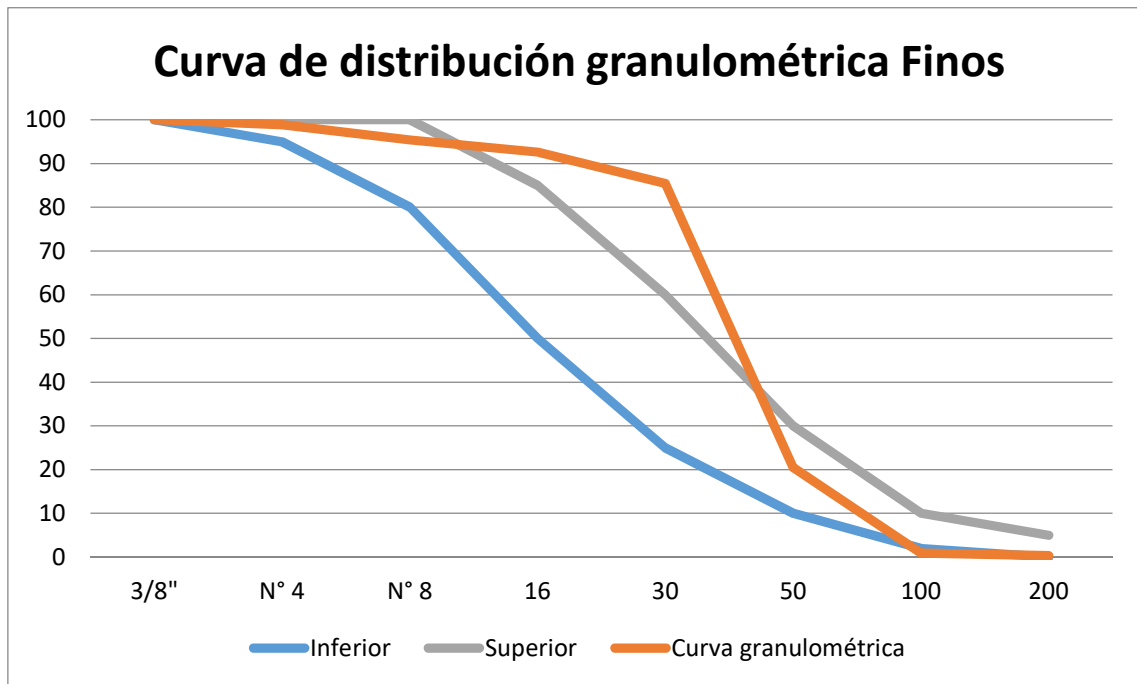
Grava Suniná, Balancán Tabasco: Como ya se mencionó anteriormente, se recomienda el separar y lavar el material antes de su uso para la elaboración de una mezcla de concreto, puesto que los datos arrojados en la primera prueba no nos favorables pues la presencia de finos en este material es muy notable y eso se puede observar en la Grafica 10.

Grava La Pita, Balancán, Tabasco: La presencia de finos en este material, al igual que en los otros agregados ya mencionados anteriormente es muy notable, al realizarse las primeras pruebas de granulometría los resultados obtenido fueron desfavorables, por lo tanto al realizar la segunda prueba de granulometría ya con el material separado de los finos y lavado presenta una notable mejoría con respecto al comportamiento de la curva granulométrica (Gráfica 27).

Grava El Faisán, Tenosique Tabasco: para este material se recomienda hacer un ajuste granulométrico, pues a pesar de realizarse dos pruebas granulométricas, la curva granulométrica sigue encontrándose fuera de sus límites (Gráficas 11 y 29). Con respecto a su masa volumétrica, entra en la clasificación de tipo “Pesado” por lo tanto su uso es para un concreto especial.

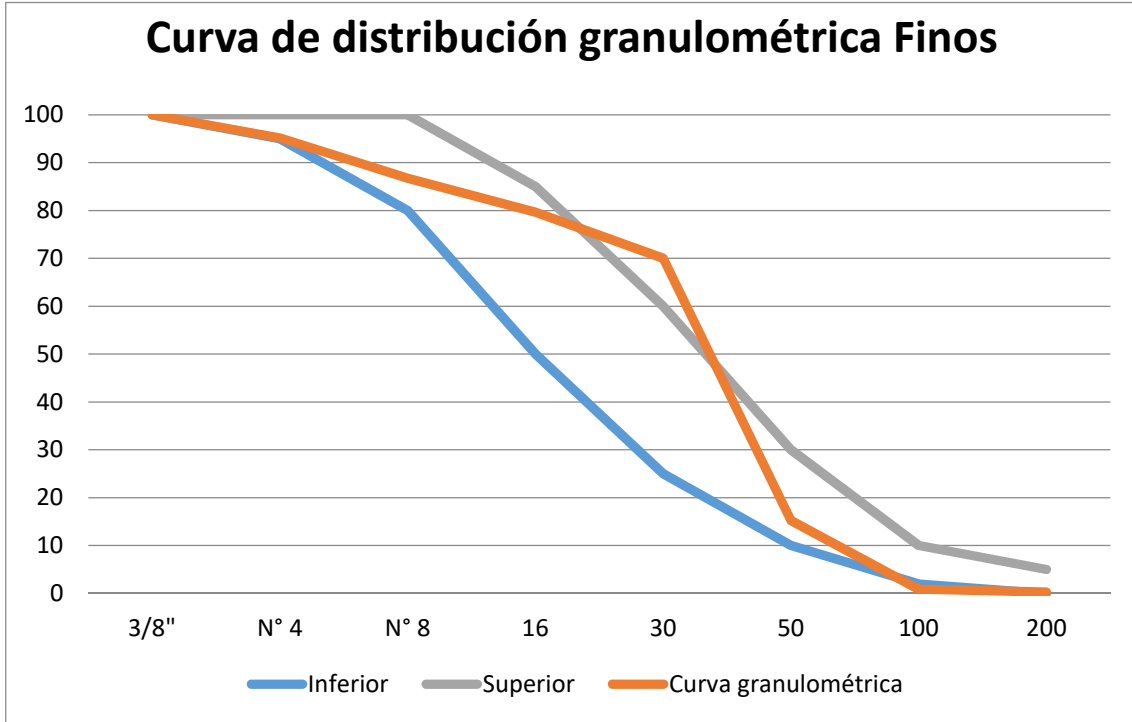
5.2.1. Propuesta

En la siguiente gráfica se puede observar el resultado de la curva granulométrica al momento de mezclar los agregados finos del ejido Vicente Guerrero “Manuel Que Mendoza y Ervil Que Balam”, esta combinación resulta no favorable ya que abunda más el material a partir de la malla #16-50, por lo que hace que se sitúe fuera de los límites granulométricos establecidos para este agregado.

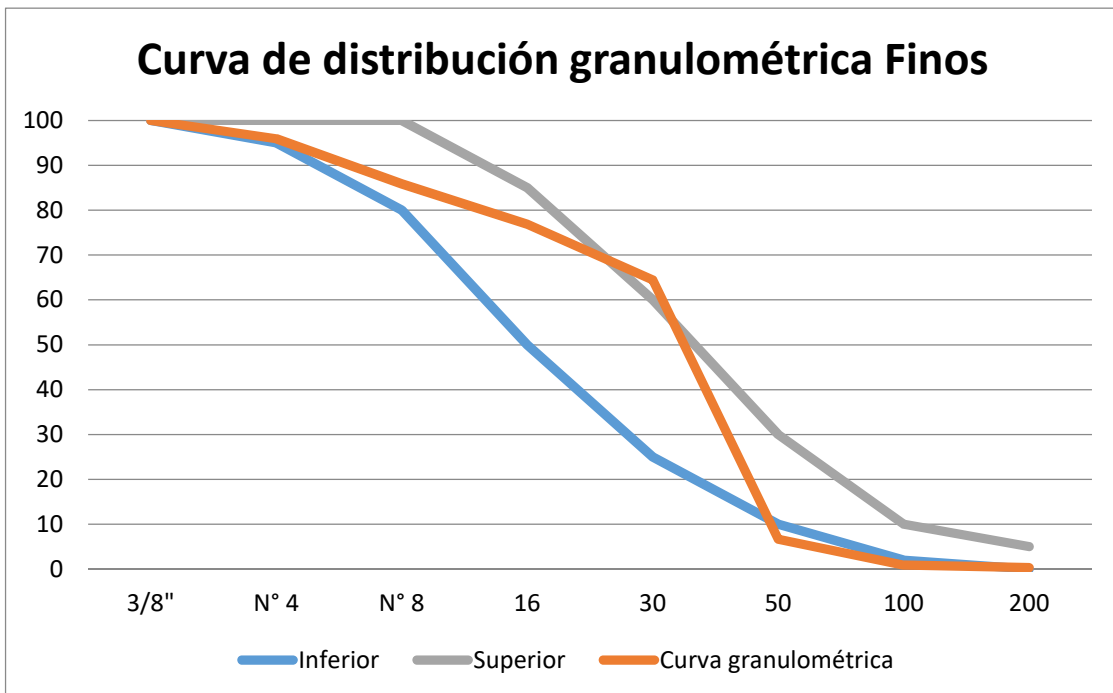


Gráfica 23. Curva de distribución granulométrica de la mezcla de agregado Fino del banco “Manuel Que Mendoza-Ervil Que Balam”

Al realizar estas dos combinaciones de materiales, resulta más favorable, puesto que la curva granulométrica sale simplemente por dos puntos de los límites granulométricos para este agregado, por lo que convendría usar estas combinaciones para una mezcla de concreto.



Gráfica 24. Curva de distribución granulométrica de la mezcla de agregado Fino del banco “Manuel Que Mendoza-Gonzalo Que Caraveo”



Gráfica 25. Curva de distribución granulométrica de la mezcla de agregado Fino del banco “Ervil Que Balam- Gonzalo Que Caraveo”

Tabla 36. Resumen general de los datos obtenidos par agregado fino.

NOMBRE DEL BANCO	UBICACIÓN	COSTO DEL MATERIAL (LATA)	CUMPLE O NO CUMPLE				OBSERVACIONES
			PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4	
MANUEL QUE MENDOZA	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO.	\$8.00	NO	SI	NO	SI	Presenta partículas finas, el análisis granulométrico marca que las mallas #50 y #100 es donde se retienen la mayor parte de los agregados.
ERVIL QUE BALAM	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO.	\$8.00	SI	NO	NO	SI	La mayoría de sus partículas son retenidas a partir de las mallas #4 hasta la #50, según el análisis granulométrico, podría decirse que es un material con partículas un tanto gruesas.
GONZALO QUE CARAVEO	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO.	\$8.00	SI	SI	NO	SI	La mayor parte del agregado es retenido en la malla #50, según el análisis granulométrico.
LA PITA	MISSICAB (LA PITA), BALANCÁN TABASCO.	\$25.00	NO	NO	NO	NO	No se recomienda el uso de este agregado para concreto hidráulico, puesto que presenta partículas muy finas.
BOCA DEL CERRO	TENOSIQUE TABASCO	\$10.00	NO	SI	NO	SI	Según el análisis granulométrico la mayor parte de los agregados son retenidos en las mallas #30 y #50.
LAS VEGAS	RANCHO LAS VEGAS, CARRETERA CHABLE-LA GUAYABA	\$5.00	NO	SI	NO	SI	Según el análisis granulométrico, presenta partículas muy finas empezando a partir de la malla #50 hasta la malla 200.

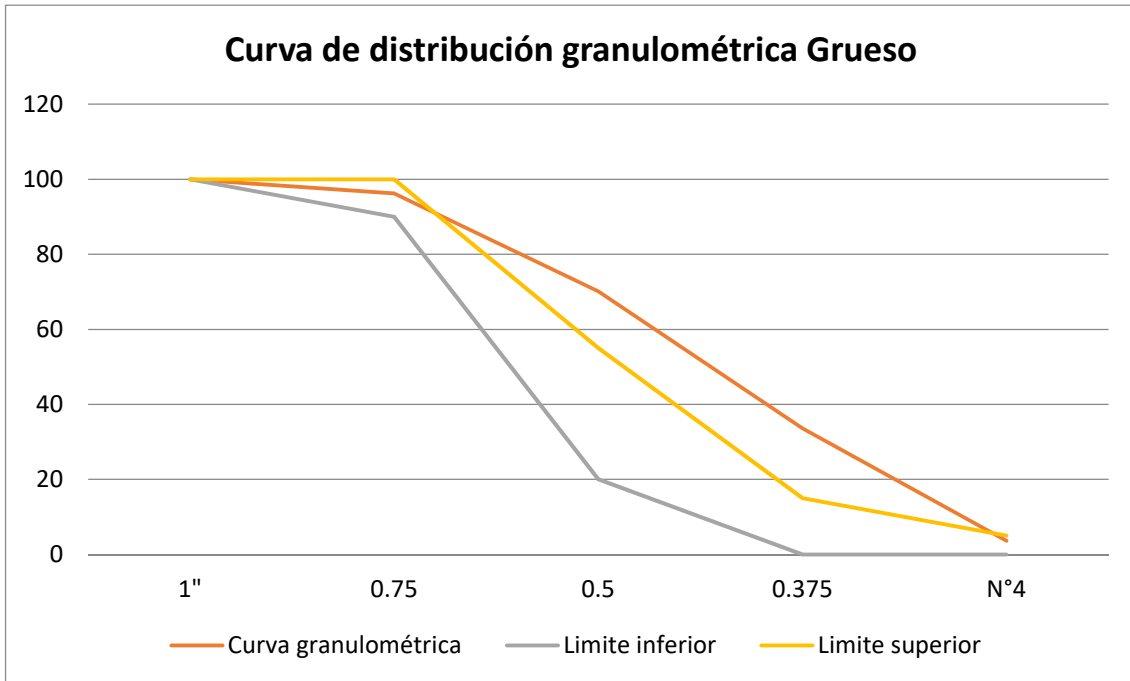
PRUEBA 1. MODULO DE FINURA.

PRUEBA 2: DENSIDAD

PRUEBA 3: ABSORCIÓN

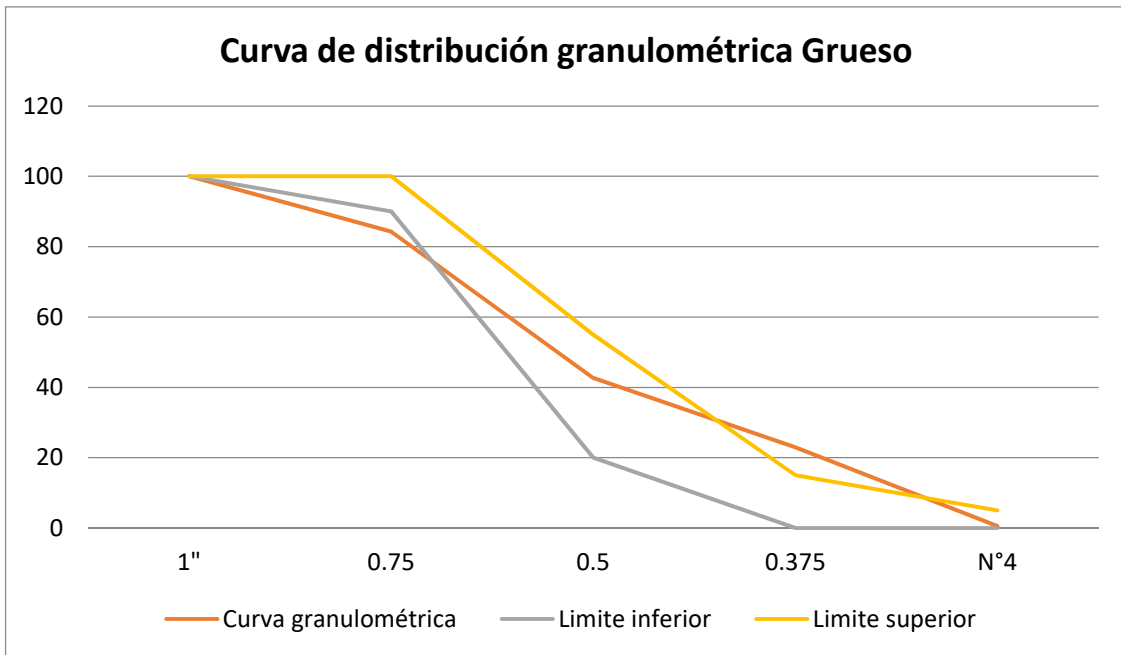
PRUEBA 4: PESO VOLUMÉTRICO

Esta grafica representa la prueba #2 de granulometría para el agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo” Vicente Guerrero, por lo que se puede observar, aun quitándole todo el material fino que pasa la malla #4, la curva granulométrica queda fuera de los límites granulométricos, por lo tanto este material no cumple con la granulometría requerida, se propone hacer un ajuste de material para ver su comportamiento.

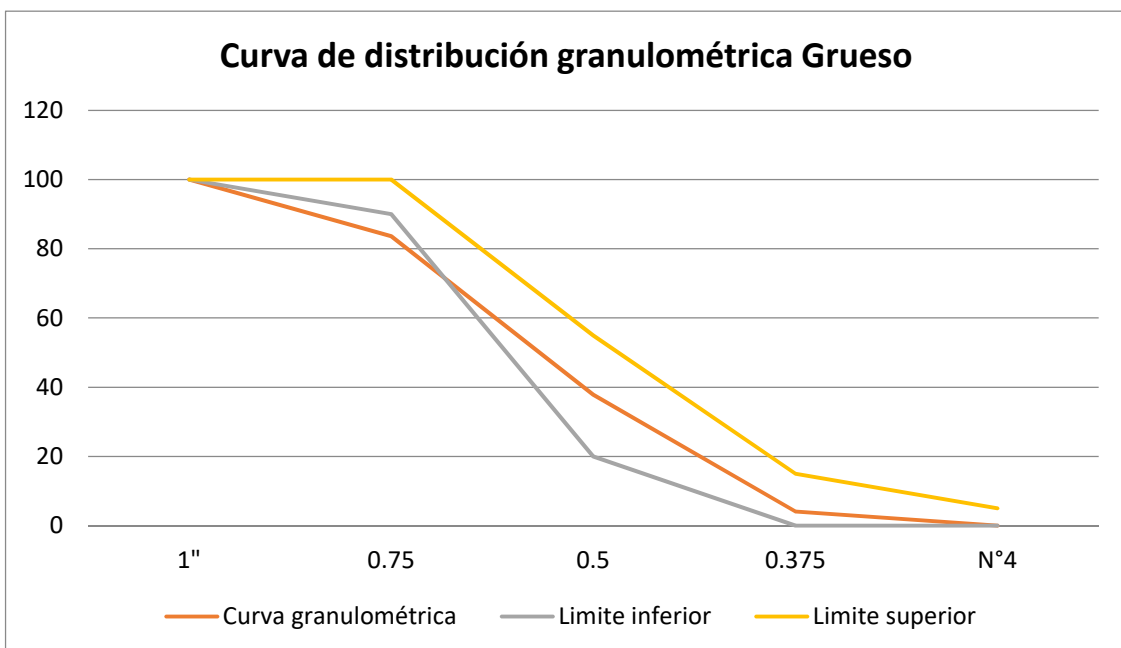


Gráfica 26. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “Gonzalo Que Caraveo, prueba #2”

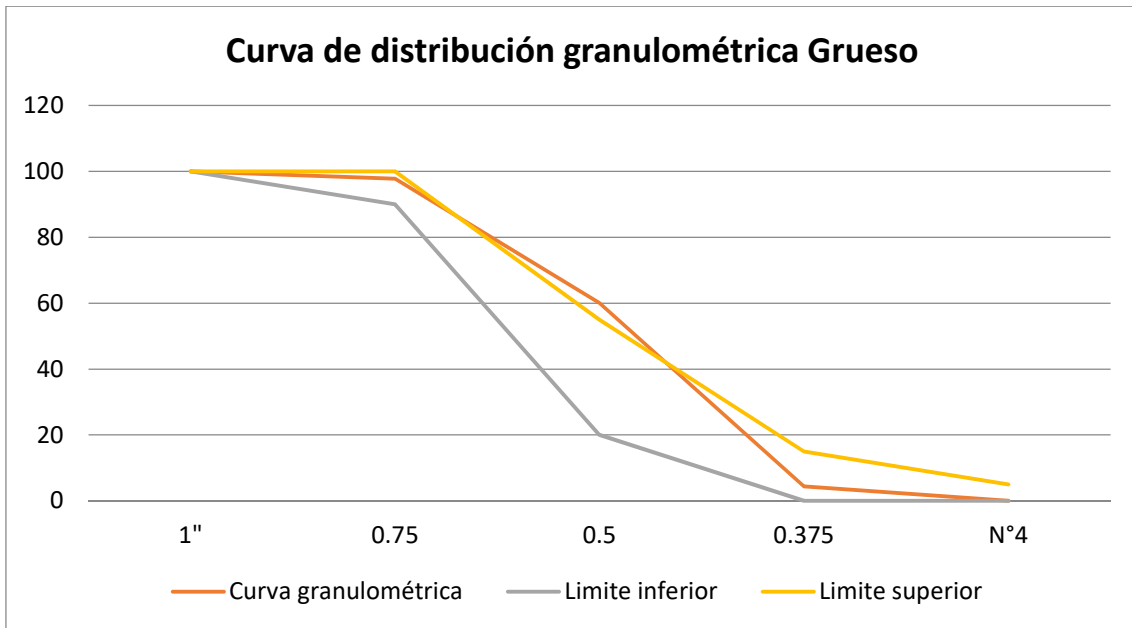
Para los agregados de los bancos de material de La Pita, Suniná y Ervil Que Balam de Vicente Guerrero, es necesario la separación de materia fina y lavado del material antes de elaborar una mezcla de concreto, como se puede observar en las gráficas 27, 28 y 29, al momento de realizarles la prueba #2 de granulometría estas muestran un resultado favorable ya que sus curva granulométricas están dentro de los límites marcados para estos agregados.



Gráfica 27. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “La Pita, prueba #2”

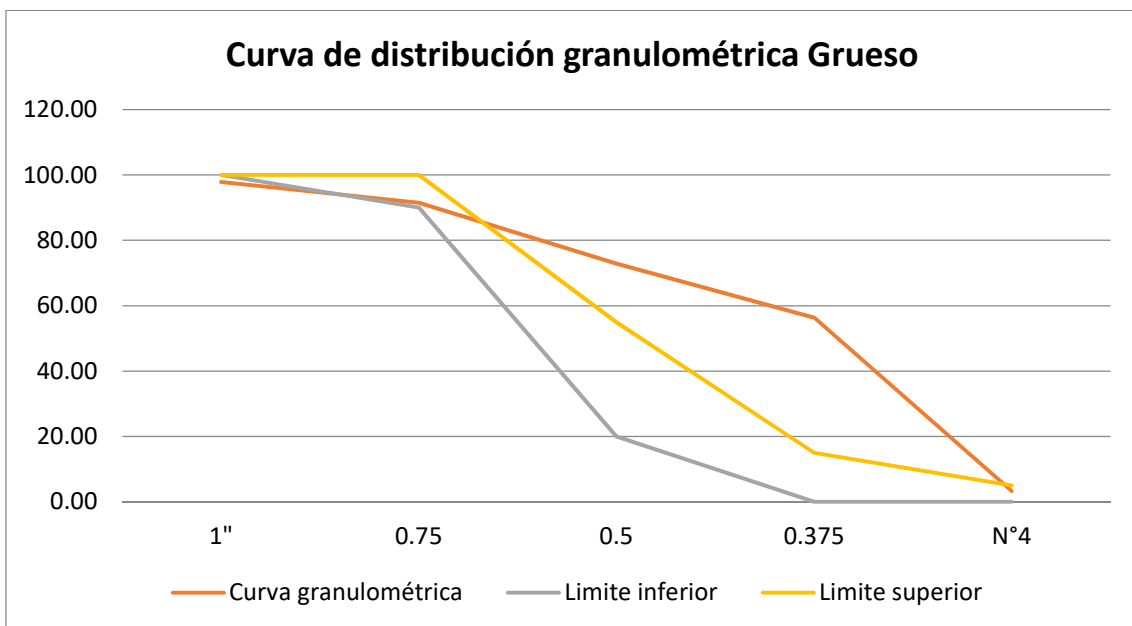


Gráfica 28. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “Suniná, prueba #2”



Gráfica 29. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “Ervil Que Balam”, prueba #2

Para el banco de material de El Faisán, presenta partículas muy pequeñas que hace que al momento de hacer la prueba granulométrica aun separadas de los materiales que pasan la malla #4, la curva granulométrica de este agregado sigue estando fuera de los límites granulométricos establecidos, por lo que se recomienda una juste de material para su uso en concreto,



Gráfica 30. Curva de distribución granulométrica de agregado grueso del banco “el Faisán”, prueba #2.

Tabla 37. Resumen general de los datos obtenidos para agregado grueso.

NOMBRE DEL BANCO	UBICACIÓN	COSTO DEL MATERIAL POR LATA	CUMPLE O NO CUMPLE			OBSERVACIONES
			PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	
SUNINÁ	SUNINÁ, BALANCÁN TABASCO	6	SI	SI	SI	Los agregados gruesos cumplen con las normativas especificadas para las pruebas mencionadas, se recomienda cribar los agregados gruesos antes de emplear el material para la elaboración de concreto para poder quitar todo material fino presentado durante el muestreo, la razón de esta es que en las primeras pruebas para la curva granulométrica quedan fuera de los límites establecidos.
ERVIL QUE BALAM	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO	7	SI	SI	SI	
GONZALO QUE CARAVEO	VICENTE GUERRERO, BALANCÁN TABASCO	5	SI	SI	SI	
LA PITA	MISSICAB (LA PITA), BALANCÁN TABASCO	25	SI	SI	SI	
EL FAISAN	EL FAISÁN, TENOSIQUE TABASCO	9	SI	SI	SI	

PRUEBA 1: DENSIDAD

PRUEBA 2: ABSORCIÓN

PRUEBA 3: PESO VOLUMÉTRICO

5.3. Conclusiones.

Al llevar acabo la realización de este proyecto, podemos entender que cada tipo de material pétreo usado para las diferentes pruebas físicas tiene características diferentes, algunos ocupan más espacio, otros absorben más agua, o incluso algunos tienen partículas muy pequeñas que hace que queden fuera de la clasificación. Todo material fino y grueso muestreado durante las prácticas, se obtuvieron de ríos procedentes de cada banco. Y todo agregado grueso, en este caso la grava, fue de tipo canto redondo, por lo tanto entendemos que el material grueso que se usa para la elaboración de concreto en esta región, solo se emplea de este tipo de agregado.

Los agregados finos muestreados, todos ellos están fuera de los límites granulométricos calculados por dos o más puntos, pero como se pudo observar, en algunos de los casos como los agregados muestreados en el ejido Vicente Guerrero al mezclar cada uno de ellas se obtienen muestras más favorables para su empleo el concreto hidráulico como se puede observar en el apartado 5.1. Propuesta Grafica 23, 24 y 25.

En cuanto a la localización, para llegar a cada banco, existen rutas accesibles para ir y traer material de cada lugar, el tiempo de recorrido de cada lugar es corto, de alrededor de una hora de viaje para llegar en cada banco.

Hablando del costo de cada material, no difieren mucho, pues se encuentran alrededor de los \$800.00 a \$900.00 sin los gastos de envío, en cuanto a tiempo y costo, tomado en referencia el punto de partida de la Ciudad de Balancán, conviene hacer compra de material en el ejido de Vicente Guerrero, porque en estos bancos se manejan de los dos tipos de agregados (grava y arena), por lo que nos llevaría en un ahorro tanto económico como de tiempo.

Todo este trabajo fue para hacer una recopilación de los datos necesarios a utilizar para elaborar una dosificación adecuada de concreto, y cada dato quedo registrado dentro de un documento de hoja de cálculo en este caso el programa de Excel, para su empleo en un futuro por las empresas dedicadas a la producción de concreto, y principalmente a los alumnos de esta Institución de la Carrera de Ingeniería Civil para la materia de Tecnología del Concreto.

5.4. Bibliografía.

Libros

Luis M. Navarro Sánchez, Wilfrido Martínez Molina, Antonio Espinoza Mandujano; *Análisis de Materiales*, Segunda Edición, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, impreso en México, 2007.

Luis David Sánchez Ricalde; *Concreto Reforzado Diseño Plástico*, Primera Edición, Limusa, pag. 36.

Normas

Norma NMX-C-111-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Especificaciones y Métodos de Prueba». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y las Edificaciones, S.C.

Norma NMX-C-030-ONNCCE-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Muestreo». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y las Edificaciones, S. C.

Norma NMX-C-170-ONNCCE-1997. «Industria de la Construcción-Agregados-Reducción de las Muestras de Agregados Obtenidas en el Campo al Tamaño Requeridas para las Pruebas». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.

Norma NMX-C-077-ONNCCE-1997. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto-Análisis Granulométrico-Método de Prueba». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.

Norma NMX-C-073-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto-Masa Volumétrica-Métodos de Prueba». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S. C.

Norma NMX-C-165-2004. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Determinación de la Masa Específica y Absorción de Agua del Agregado Fino-Método de Prueba». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y las Edificaciones, S.C.

Norma NMX-C-164-2002. «Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Determinación de la Masa Específica y Absorción de Agua del Agregado Grueso-Método de Prueba». Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y las Edificaciones, S.C.

Páginas Web:

IMCyC, muestreo de agregados Primera parte

www.imcyc/revistacyt/pdfs/problemas29.pdf

IMCyC, Agregados para concreto hidráulico

www.imcyc/revistacyt/pdf/julio2016/problemas.pdf

5.5. Anexos.

ANEXO 1. NORMA NMX-C-111-ONNCCE-2004.

Especificaciones Esta norma establece los requisitos de calidad que deben cumplir los agregados naturales y procesados, de uso común para la producción de concretos de masa normal (usualmente de 1800 kg/m³ a 2 400 kg/m³).

Agregado fino: Puede ser de origen natural, arenas manufacturadas, de roca triturada o una combinación de estos u otros.

Granulometría del agregado fino.

Debe cumplir con los límites granulométricos establecidos en la tabla del Anexo 1.1 y el módulo de finura debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1.

Anexo 1.1. Límites de granulometría para agregado fino.

Criba (mm.) (No.)	Porcentaje que pasa (%)
9.5 (3/8")	100
4.75 (No.4)	95-100
2.36 (No.8)	80-100
1.18 (No.16)	50-85
0.600 (No.30)	25-60
0.300 (No. 50)	10-30
0.150 (No.100)	2-10

El retenido parcial de la masa total en cualquier criba no debe ser mayor del 45 %. Pueden aumentarse los porcentajes del retenido acumulado de la masa ensayada en las cribas 0.300 mm (No. 50) y 0.150 mm (No. 100) a 95 % y 100 % respectivamente, siempre y cuando el contenido de cemento del concreto en que se vaya a utilizar el agregado sea mayor de 250 kg/m³ para concreto con aire incluido o mayor de 300 kg/m³ para concreto sin aire incluido, o bien añadiendo un adicionante que supla la deficiencia de material que pase por esas cribas.

Si los agregados no cumplen con los puntos anteriores, pueden usarse siempre y cuando haya antecedentes de comportamiento aceptable o los resultados de las pruebas realizadas en el concreto elaborado con ellos sean satisfactorias o haciendo un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias de la granulometría.

Módulo de finura. Es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados a partir de la criba 4.75 mm (malla No. 4) hasta la criba 0.150 mm (malla No. 100) divididos entre 100 (Anexo 1.2).

Anexo 1.2. Clasificación de arena según el módulo de finura.

Módulo de Finura	Clasificación
Menor de 2.0	Muy fina
2.0 a 2.3	Fina
2.3 a 2.6	Medio fina
2.6 a 2.9	Media
2.9 a 3.2	Medio gruesa
3.2 a 3.5	Gruesa
Mayor de 3.5	Muy gruesa

Materiales finos que pasan la criba 0.075 mm (No. 200).

Los agregados finos deben cumplir con lo establecido en la tabla del Anexo 1.3.

Anexo 1.3. Materiales finos que pasan por la criba 0.075 mm (No 200).

Concepto	Material máximo permisible en masa de la muestra total en %
En concreto sujeto a abrasión	5.0
En concretos presforzados	8.0
En otros concretos	15.0

En el caso de agregados triturados, si el material que pasa por la criba 0.075 mm (malla No. 200) es el resultado de la pulverización de rocas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse a 6 % y 10 % respectivamente.

Sustancias nocivas en el agregado fino.

Éstas no deben exceder los límites de la tabla del Anexo 1.4. de la presente norma.

Anexo 1.4. Límites máximos de partículas deleznales y carbón o lignito en agregados finos.

Concepto	Material máximo permisible en la masa total de la muestra en %
Grumos de arcilla y partículas deleznales.	3.0
Carbón y lignito:	
En concreto aparente	0.5
En otros concretos	1.0

Impurezas orgánicas.

Los agregados finos deben estar libres de materia orgánica. Éste contenido puede determinarse por medio de la prueba de colorimetría. Si arroja un color más oscuro que la coloración No.3 debe rechazarse, excepto si se demuestra que la coloración es debida a la presencia de cantidades pequeñas de carbón, lignito o partículas semejantes, o bien, demostrar que el efecto de las impurezas orgánicas en morteros ensayados a 7 días dan resistencias no menores al 95 %.

Procedimiento:

1. Se toma una muestra de agregado fino de masa aproximada de 450 grs.
2. Se prepara una solución que consiste en disolver 3 partes por masa de hidróxido de sodio (sosa cáustica) en 97 partes de agua .
3. En una botella graduada de vidrio con capacidad de aproximadamente 240 a 400 ml, se colocan 130 ml de la muestra de agregado fino, posteriormente se añade la solución de hidróxido de sodio hasta que el volumen de ambos marque 200 ml aproximadamente.

4. Se tapa la botella se agita vigorosamente el tiempo necesario hasta que la solución de hidróxido de sodio y el agregado se han mezclado completamente.
5. Se deja reposar por 24 horas y se procede a comparar la coloración del líquido por encima de la arena en la botella de vidrio con la placa orgánica de colores, o en su defecto con una solución de color patrón que consiste en mezclar dicromato de potasio en ácido sulfúrico concentrado a una proporción de 0.25 gr. de dicromato por cada 100 ml. de ácido sulfúrico.
6. Si la coloración es mayor al No. 3 de la placa de colores o más intenso que la coloración patrón se procede conforme al Anexo 12.

Efectos producidos en el concreto con características fuera de norma:

Anexo 1.5. Características del agregado y efectos en el concreto.

Características	Efectos en el concreto
Impurezas orgánicas	Afecta el tiempo de fraguado y el endurecimiento
Material más fino que 75 mm.	Afecta la adherencia, aumenta la demanda de agua
Carbón , lignito u otro material ligero	Afecta la durabilidad, puede causar manchas y erupciones
Terrones de arcilla y partículas deleznales	Afecta la trabajabilidad y la durabilidad, puede causar erupciones
Granulometría, MF Y TMA	Afecta la trabajabilidad, cálculos para el diseño de mezclas de concreto.

Agregado grueso.

Está formado por grava, grava triturada, concreto triturado o una combinación de ámbos.

Granulometría para agregado grueso.

Debe cumplir con los límites granulométricos que establece la tabla del anexo 1.6. Cuando se tengan agregados gruesos fuera de los límites indicados en esta tabla, se deben procesar para que satisfagan dichos límites. Si se aceptan agregados que no cumplan con estos límites debe ajustarse el proporcionamiento del concreto para compensar las deficiencias granulométricas y demostrar que el concreto tiene un comportamiento adecuado.

Tamaño Nominal, mm. (Pulgadas)	100	90	75	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	No.4	No.8	No.16
	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4.75	2.36	1.18
90.0 a 37.5 (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
63.0 a 37.5 (2 1/2" a 1 1/2")	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
50.0 a 25.0 (2" a 1")	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
50.0 a 4.75 (2" a No. 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—
37.5 a 19.0 (1 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—
37.5 a 4.75 (1 1/2" a No. 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—
25.0 a 12.5 (1" a 1/2")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 25	0 a 10	0 a 5	—	—	—
25.0 a 9.5 (1" a 3/8")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
25.0 a 4.75 (1" a No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—
19.0 a 9.5 (3/4" a 3/8")	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—
19.0 a 4.75 (3/4" a No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
12.5 a 4.75 (1/2" a No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—
9.5 a 2.36 (3/8" a No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

ANEXO 2. NORMA NMX-C-030-ONNCCE-2004 - Muestreo

Esta norma establece el muestreo de agregados que se utilizan para la investigación preliminar de fuentes potenciales de suministro; el control de agregados en la fuente de abastecimiento; el control de las operaciones en el sitio de uso y la aceptación o rechazo de los agregados.

Muestreo: Las muestras para la investigación preliminar las obtendrá el responsable de la explotación. Las muestras para el control de agregados en la fuente de abastecimiento, o el control de operaciones en el sitio de uso, serán obtenidas por el productor o por grupos responsables de llevar a cabo el trabajo. Las muestras para la aceptación o rechazo de agregados deben ser obtenidas por el comprador o su representante autorizado.

-) Muestra simple Es la cantidad de material extraído de un solo sondeo de una sola vez de la fuente.
-) Muestra parcial Es la cantidad de material cuya masa no debe ser menor de 1,000 grs y es obtenida de una muestra simple o compuesta.
-) Muestra compuesta Es la cantidad de material que comprende todas las muestras simples.

Masa mínima de la muestra.

La masa mínima de la muestra para su estudio en laboratorio está indicada en la tabla del Anexo 2.1.

Anexo 2.1. Masa mínima de la muestra.

Material	Tamaño máximo nominal (en mm.)	Pasa por la malla (criba No.)	Masa mínima de la muestra de campo (en Kg.)
Arena	Hasta 5	4.75 mm (No. 4)	100
Grava	Hasta 75	75 mm (3")	150
Grava	Mayor de 75	---	200
Grava	Cualquiera	---	300

Fuentes de abastecimiento de agregados.

Las fuentes de abastecimiento de agregados son los siguientes:

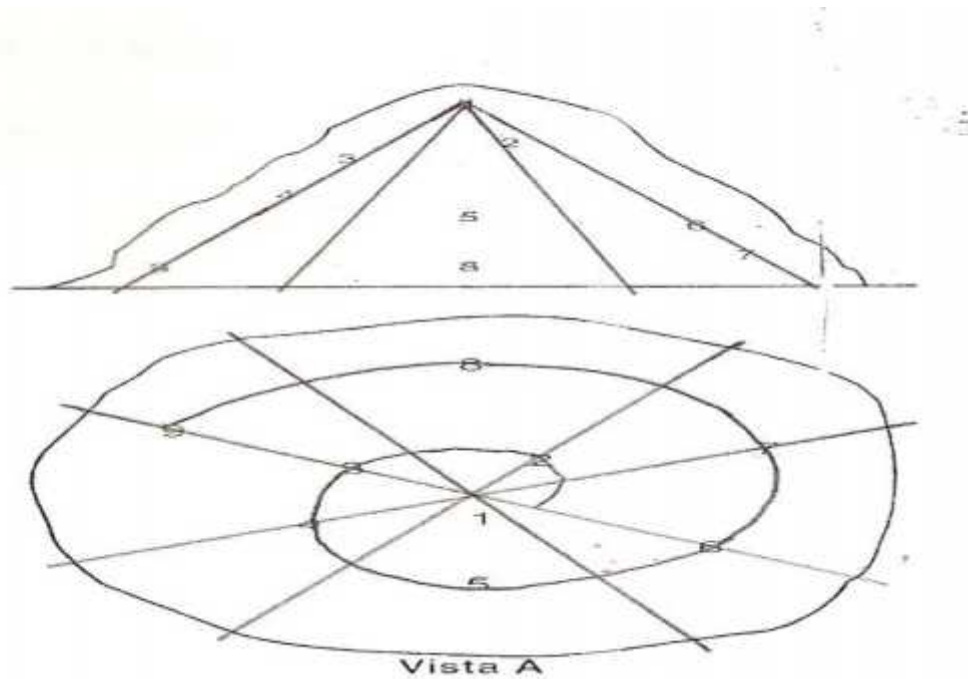
-) Depósitos fluviales. Se localizan en playones o cauces de los ríos. Proporcionan agregados redondeados de fácil y económica explotación.
-) Arenas y gravas volcánicas. Suelen encontrarse en las faldas de los volcanes y están formados por cenizas, basaltos, andesitas y tobas porosas.
-) Arenas de playas marítimas y lacustres. Estos agregados sufren una constante clasificación por el movimiento del agua. Deben determinarse los contenidos de sales que dañan los concretos como los cloruros y los sulfatos para determinar si requieren algún tratamiento.
-) Canteras. En estas fuentes de abastecimiento se obtienen agregados por trituración, que generalmente son de buena calidad, se deben elegir zonas sanas de buena estructura, debiendo eliminarse rocas foliadas como pizarras o esquistos a fin de evitar que al triturarse se produzcan partículas lajeadas o alargadas.

Procedimiento

-) Se deben localizar las fuentes de abastecimiento que estén cercanos a la obra, así como los caminos o las brechas existentes para su acceso.
-) Se deben efectuar estudios preliminares a fin de determinar la calidad de los materiales existentes y su mejor aprovechamiento, de acuerdo con la norma mexicana aplicable.
-) A fin de obtener muestras representativas de un yacimiento, es importante efectuar el muestreo de campo de acuerdo con las siguientes recomendaciones para los diferentes tipos de yacimiento.
 1. Muestreo en tajos a cielo abierto.
 2. Pozos a cielo abierto.
 3. Muestreo de brechas y aglomerados.
 4. Muestreo en canteras.

5. Muestreo de material almacenado.

Cuando se tenga material almacenado en la zona de explotación, en la obra, el muestreo se debe hacer tomando porciones aproximadamente iguales de diferente nivel y directriz al del almacén. Las muestras simples obtenidas se mezclan para formar una muestra compuesta que sea representativa del material almacenado. (Anexo 14).



Anexo 2.2. Muestreo de material almacenado.

ANEXO 3. NORMA NMX-C-170-1997-ONNCCE

Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas.

La norma establece los métodos para la reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo hasta el tamaño apropiado para la prueba, se designan con las letras “A” y “B”.

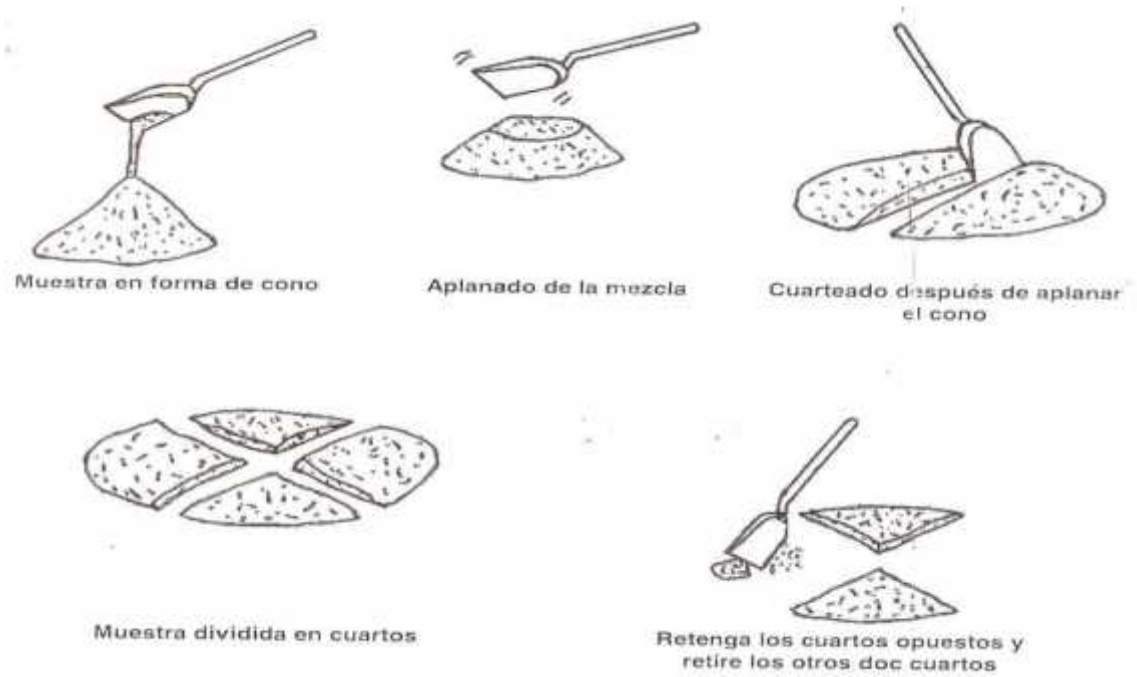
Método “A” Cuarteo mecánico

El cuarteador de muestras debe contar con un número igual de conductos, todos del mismo ancho, y que descarguen alternadamente a ambos lados del cuarteador, el número de conductos no debe ser menor de 8 para agregado grueso y no menor de 12 para agregado fino.

Debe estar equipado con dos receptáculos para recibir las dos mitades de la muestra al cuartearse. También debe contar con una tolva con un ancho igual o ligeramente menor al ancho total de los conductos, para alimentar la muestra a velocidad controlada.

Método “B” cuarteo manual

Se coloca la muestra sobre una superficie plana, dura y limpia, para evitar contaminación. Se mezcla el material formando una pila cónica, se aplanan con cuidado hasta que tenga un espesor y un diámetro uniformes. Se divide la pila aplanada en cuatro partes iguales con la pala o la cuchara y se eliminan dos de las partes diagonalmente opuestas, incluyendo todo el material fino cepillando los espacios vacíos para limpiarlos. Se mezcla el material restante y se cuarteo sucesivamente hasta reducir la muestra al tamaño requerido para las pruebas. (Anexo 3.1).



Anexo 3.1. Cuarteo manual.

-) Las muestras de campo que se reduzcan por el método “B” deben encontrarse húmedas superficialmente de no ser así se deben humedecer y después deben ser remezcladas.
-) Para el agregado grueso se debe usar cualquiera de los dos métodos “A” o “B” siendo “A” el más efectivo.

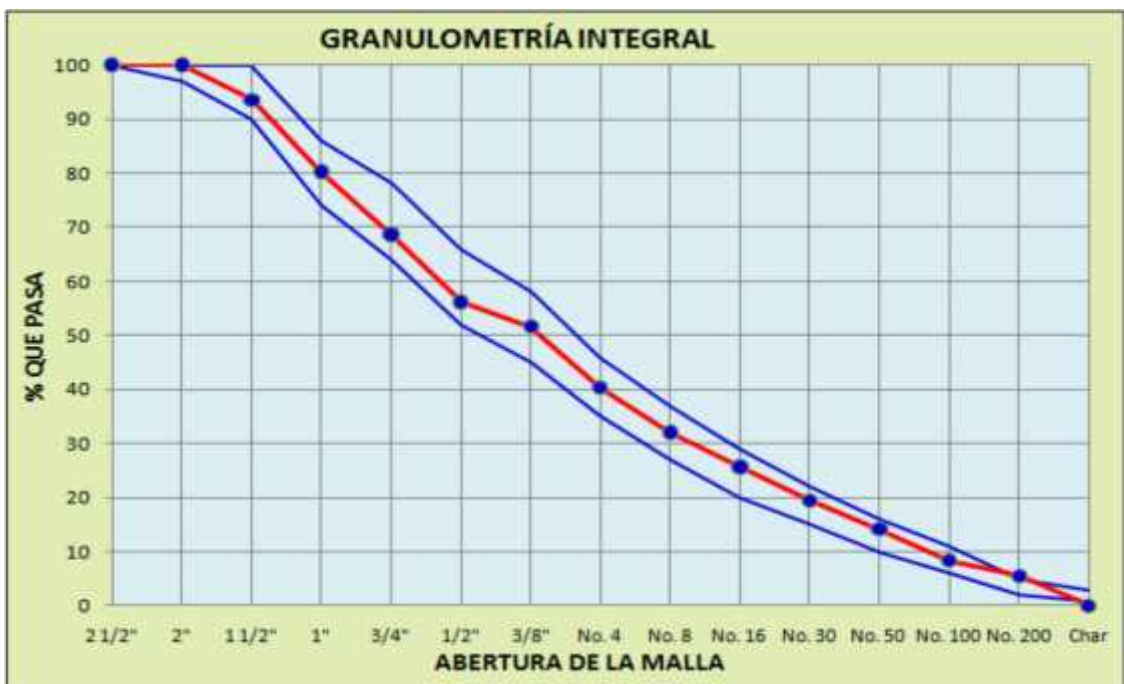
ANEXO 4. NORMA NMX-C-077-1997-ONNCCE

Análisis granulométrico

Esta norma mexicana establece el método para el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos, con el fin de determinar la distribución de las partículas de diferentes tamaños por medio de cribas.

-) Término usado para describir la distribución de las partículas que constituyen un agregado fino y grueso (arena y grava).
-) La determinación de la granulometría nos ayuda a prevenir variaciones en el contenido de agua, en la consistencia y en la trabajabilidad de las mezclas.

Granulometría Integral : Si disponemos de agregados bien graduados, podemos producir concreto con la máxima resistencia con la menor cantidad de cemento. Esto es posible debido a la reducción de vacíos. (Anexos 4.1 y 4.2).



Anexo 4.1. Granulometría integral.



Partículas del mismo tamaño producen una gran cantidad de vacíos, que tienen que ser rellenados con pasta de cemento.



Partículas de diferentes tamaños ayudan a llenar los vacíos entre ellas, reduciendo así la cantidad de pasta de cemento.

Anexo 4.2. Reducción de vacíos.

Procedimiento de análisis granulométrico:

Para agregado fino:

-) Se seca la muestra a masa constante a una temperatura de $383\text{ K} \pm 5\text{ K}$ ($110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$). Se arman las cribas que van a emplearse en la determinación en orden descendente de aberturas, terminando con la charola (fondo) y se coloca la muestra en la criba superior y se tapa bien. Se agitan las cribas a mano o con un aparato mecánico por un tiempo suficiente, que se establece por experiencia o por comprobación.
-) Se continua la criba individual con su charola y tapa bien ajustadas en posición ligeramente inclinada en una mano, se golpea el lado de la criba con rapidez, se le da un movimiento hacia arriba y golpeando con la palma de la otra mano a una frecuencia de 120 por minuto, se gira la criba un sexto de vuelta cada vez que se le dan 25 golpes.
-) Se determina la masa retenida en cada criba por medio de una balanza o báscula con una aproximación de 0.1 % de la masa de la muestra y se calculan los porcentajes hasta los décimos.

Para agregado grueso:

Para este método, se utilizan 3 charolas de tamaño adecuado a la muestra; en la primera se coloca la muestra seca con su masa previamente determinada, sobre la segunda se pone la criba de mayor tamaño a utilizar colocando porciones de la muestra de tal manera que no cubran la malla en más de una capa de partículas y se agita con las manos cuidando visualmente que todas las partículas tengan movimiento sobre la malla. Cuando ya no pase material, el retenido se pasa a la tercer charola y se continua con la siguiente porción en la misma forma hasta cribar toda la muestra.

Se determina la masa del retenido total en esa criba y se registra; se continua con las siguientes cribas en la misma forma hasta la No. 4.75 mm (malla No. 4), la No. 2.36 mm (malla No. 8), según el caso.

Cálculos.

Se calculan los porcentajes basándose en la masa total de la muestra incluyendo el del material que pasó la criba No. 0.075 (malla No. 200).

ANEXO 5. NORMA NMX-C-073-ONNCCE-2004

J Masa volumétrica

Esta norma establece el método de prueba para la determinación de la masa volumétrica de los agregados finos y gruesos o de una combinación de ambos, aplicable a agregados cuyo tamaño máximo nominal no excedan de 150 mm.

Es la masa del material por unidad de volumen, siendo el volumen el ocupado por el material en un recipiente especificado.

Su obtención es en esencia útil para saber si cumple con los requisitos de peso unitario del concreto que se va a fabricar con el agregado motivo de la prueba para el diseño y control de las mezclas del concreto.

J Masa seca

El agregado es considerado seco cuando se ha mantenido a una temperatura de 383 K \pm 5 K (110 °C \pm 5 °C) durante el tiempo necesario para lograr masa constante. El material se considera seco cuando la diferencia entre dos pesadas sucesivas es igual o menor que 0.1 % de la masa de material.

Procedimiento para determinar la masa volumétrica compacta de un agregado:

Procedimiento de compactación con varilla para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 40 mm o menor

El recipiente se llena hasta la tercera parte de su volumen, nivelando la superficie con los dedos. El material se compacta con la varilla con 25 penetraciones distribuidas uniformemente sobre la superficie cuidando de no dañar el agregado. Se agrega material hasta dos terceras partes y nuevamente se compacta con 25 penetraciones. Se llena totalmente sobrepasando el borde superior y se vuelve a compactar con 25 penetraciones.

Cuando se trate de agregado fino, se enrasa con el enrasador cortando horizontalmente. Cuando se trate de agregado grueso se quitan y se ponen partículas manualmente de modo

que las salientes sobre la superficie del borde compensen las depresiones por debajo del mismo.

-) Se determina la masa total del recipiente con el material.
-) Se calcula la masa neta del material en kg contenida en el recipiente.
-) La masa volumétrica del material se obtiene multiplicando la masa neta del agregado en kg. por el factor de calibración determinado del recipiente. (Se maneja como un factor dado).

Procedimiento para determinar la masa volumétrica suelta de un agregado.

Determinación de masa volumétrica suelta para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 100 mm o menor.

El recipiente se llena hasta que el material sobrepase el borde del mismo sin derramarse, por medio de una pala o cucharón dejando caer el agregado de una altura no mayor de 50 mm sobre el borde distribuyéndolo uniformemente para evitar la segregación.

El ensayo se hace de la misma manera que el punto anterior para agregado fino o grueso.

-) Se determina la masa total del recipiente con el material.
-) Se calcula la masa neta del agregado en kg contenida en el recipiente
-) La masa volumétrica del agregado se obtiene multiplicando la masa neta del agregado en kg. por el factor de calibración del recipiente.

Rangos aproximados de pesos unitarios de los agregados según el tipo de concreto.

Anexo 5.1. Fuente Construcción de Pavimentos de Concreto Hidráulico Modulo V. CMIC

.Tipo de concreto	Rango aproximado (Kg/m ³).
Pesado	Mayor a 1,700
Peso normal	1,200 a 1,700
Ligero estructural	500 a 1,100
Ligero aislante	100 a 1,100



Figura 28. Método de cuarteo en una arena.



Figura 29. Método de peso volumétrico en una arena.



Figura 30. Saturado me material fino por 24 horas.



Figura 31. Semisecado de material fino en parrilla.



Figura 32. Prueba de Pizón en arenas.



Figura 33. Método de cuarteo en gravas



Figura 34. Granulometría en gravas.



Figura 35. Método de peso volumétrico seco varillado en gravas.



Figura 36. Método de peso volumétrico seco suelto en gravas.



Figura 37. Saturado de material grueso por 24 horas.



Figura 38. Pesado de material grueso semiseco para pruebas de absorción y densidad.



Figura 39. Prueba de absorción en agregados gruesos.



Figura 40. Prueba de densidad en material grueso.