

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL CONFITILLO DE LA PIEDRA
CHANCADA COMO MATERIAL DE AGREGADO Y
SU INFLUENCIA EN LA DURABILIDAD Y
RESISTENCIA DEL CONCRETO”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
VANESSA MIRELLA DELGADO ZEVALLOS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

HUÁNUCO- PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios.

Por concederme salud para alcanzar mis metas trazadas, además de su infinito amor y protección que me permitió llegar a este punto.

A mi madre María.

Por ser mi más grande apoyo en todos los momentos de mi vida, por sus valores, sus consejos, por su constante motivación que me permitió ser una persona de bien y por su gran amor de madre.

A mi padre Juan.

Por todo los ejemplos y valores brindados de perseverancia y dedicación que me ha influenciado siempre, por su lucha constante para salir siempre adelante y por su amor.

A mis hermanos Marco, María, Juan y Edson.

Porque siempre estamos unidos dándonos apoyo unos a otros, por su bondad, perseverancia y por el amor incondicional que nos tenemos.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a Dios por bendecirme para poder lograr mis objetivos.

A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS por brindarme la posibilidad de estudiar y formarme como profesional.

A mis asesores de investigación Ing. Germán Martínez Morales y Dr. Javier Mendoza Valarezo por su rectitud en su profesión, por su visión crítica, por sus acertados consejos y orientaciones e la realización de este estudio.

RESUMEN

El objetivo primordial de este estudio es saber si el uso del confitillo de la piedra chancada puede servir como material de agregado en el proceso de producción del concreto de resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, determinando si sus propiedades se encuentran acorde a los estándares de calidad y así determinar si es posible reciclar dicho material en la construcción de estructuras.

Con el propósito de alcanzar el objetivo antes mencionado, se tomó 3 muestras de confitillo de diferentes producciones para la realización de las probetas cilíndricas, correspondientes a las medidas de 15 cm. x 30 cm. Para tal efecto se realizaron tres diseños de mezcla de concreto; el primero ha sido un diseño de cemento, piedra chancada, agua y confitillo; el segundo se realizó con cemento, arena, agua y confitillo y el tercer diseño ha sido un concreto normal elaborado con cemento, piedra chancada, agua y arena.

Se efectuaron tres muestras de probetas por cada diseño y con los los cuales se realizaron los ensayos de compresión correspondientes a las edades de 7, 14 y 28 días.

En el resultado del proceso de análisis se obtuvo las variaciones de resistencia del concreto según el tipo de diseño ensayado; encontrando que el diseño de concreto normal fue el que mayor resistencia obtuvo, pero los demás diseños con confitillo alcanzaron la correspondiente resistencia de diseño incluido el factor de seguridad a un costo menos que la elaboración del concreto normal.

SUMMARY

The present thesis of investigation, has as objective principal is to know if the use of the crushed stone confection can serve as aggregate material in the manufacture of the concrete of resistance $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ determining if its properties meet the quality standards and thus determine if it is possible to recycle said material in the construction of structures.

In order to achieve the objective, 3 samples of different products were taken to make the cylindrical test pieces, whose dimensions are 15 cm x 30 cm. Three concrete mix designs were made; the first was a design of cement, crushed stone, water and confectionery; the second was made with cement, sand, water and confectionery and the third design was a normal concrete made with cement, crushed stone, water and sand.

Three specimen samples were made for each design, which were subjected to the compression test at the ages of 7, 14 and 28 days.

In the result of the analysis process, concrete resistance variations were obtained according to the type of design tested; finding that the normal concrete design was the one that obtained the highest resistance, but the other designs with confection achieved the design resistance including the safety factor at a cost less than the normal concrete construction.

SÍNTESIS

Esta investigación se ha propuesto establecer si el uso del confitillo de la piedra chancada puede servir como material de agregado durante el proceso de la producción del concreto de resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, determinando si sus propiedades se encuentran acordes con los estándares de calidad y así poder reciclar dicho material en la construcción de estructuras.

En el resultado del proceso de análisis se obtuvo las variaciones de resistencia del concreto según el tipo de diseño ensayado; encontrando que el diseño de concreto normal fue el que mayor resistencia obtuvo, pero los demás diseños con confitillo lograron alcanzar la resistencia de diseño incluido el factor de seguridad a un costo menos que la elaboración del concreto normal y el tipo de falla que tienen no es una falla crítica lo cual es conveniente al momento que ocurra un desastre natural, se busca que la estructura resista un fuerte movimiento sin colapsar.

INTRODUCCIÓN

El concreto o constituye uno de los más utilizados elementos o materiales de construcción cuando se ejecuta la construcción de una gran diversidad de obras. De acuerdo al grado de impacto y al grado de importancia de las indicadas obras, se busca que ellas gocen de gran durabilidad y se encuentren en concordancia con la vida útil que se les ha proyectados. Cuando nos referimos a la durabilidad indicada para el concreto, nos referimos al concepto relacionado a su capacidad de resistir satisfactoriamente todo proceso de deterioro, procesos que pueden ser producidos por agentes químicos, por procesos de aberración o cualquier otro punto una de las características principales de un concreto durable, se refiere a que éste debe cumplir con todos aquellos requerimientos relacionados con la resistencia mecánica, del mismo modo debe tener en cuenta aspectos propios como es el caso de la permeabilidad y la resistencia a los procesos de fisuración. Es por ello que la indicada durabilidad de este material tiene una afectación directa que devienen de las condiciones propias del entorno al cual se encuentra expuesto.

Adicional a esto se busca encontrar nuevas formas de reutilizar materiales de desecho, para hacer frente a este problema, se ha planteado el uso del confitillo el cual es el desecho que se obtiene durante la titulación de piedra chancada. Este material se incorpora al concreto como material de agregado esperando mejorar el comportamiento del concreto y disminuir el costo de su elaboración sin reducir la resistencia mecánica.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
SUMMARY	IV
SINTESIS	V
INTRODUCCIÓN	VI
TABLA DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ANEXOS	XIV

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2.	DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	2
	1.2.1. ESPACIAL	2
	1.2.2. TEMPORAL	2
1.3.	PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	2
	1.3.1. PROBLEMA GENERAL	4
	1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
1.4.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
	1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
	1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	4
	1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	4
	1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	5
1.6.	VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	5
	1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	5
	1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES	5
	1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	6
1.7.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7

1.7.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
1.7.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	7
1.7.3.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	7
1.7.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	7
1.8.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.8.1.	POBLACIÓN	8
1.8.2.	MUESTRA	8
1.9.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATO	8
1.9.1.	TÉCNICAS	8
1.9.2.	INSTRUMENTOS	8
1.10.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.10.1.	JUSTIFICACIÓN	8
1.10.2.	IMPORTANCIA	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1.1.	A NIVEL INTERNACIONAL	11
2.1.2.	A NIVEL NACIONAL	13
2.1.3.	A NIVEL LOCAL	14
2.2.	BASES TEÓRICAS	14
2.2.1.	EL CONCRETO	14
2.2.2.	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO	23
2.2.3.	CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA COMO AGREGADO EN EL CONCRETO	27
2.3.	AGREGADOS PARA EL CONCRETO	28
2.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	28
2.3.2.	PROPIEDADES TÉRMICAS	32
2.3.3.	TIPOS DE AGREGADOS	33
2.3.4.	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU ORIGEN	33
2.3.5.	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL COLOR	34
2.3.6.	CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE PARTÍCULA	35
2.3.7.	CLASIFICACIÓN POR FRAGMENTACIÓN	35
2.3.8.	CLASIFICACIÓN POR PESO ESPECÍFICO	35
2.3.9.	AGREGADOS RECICLADOS	36
2.3.10.	TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	36
2.4.	CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA	36
2.5.	RECOLECCIÓN DEL CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA	37
2.6.	PRUEBAS DE LABORATORIO EN AGREGADOS	41
2.7.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	41
2.7.1.	EL MÓDULO DE FINEZA	41
2.7.2.	LA SUPERFICIE ESPECÍFICA	42
2.8.	LOS AGREGADOS SEGÚN NORMAL	42
2.9.	PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO CON CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA	43
2.10.	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA	44
2.10.1.	PESO HÚMEDO, PESO SECO Y PESO ESPECÍFICO	44

2.10.2. GRANULOMETRÍA	46
2.10.3. INTERPRETACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA	51
2.11. ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA	53
2.11.1. DISEÑO CON CONFITILLO N°01	53
2.11.2. DISEÑO CON CONFITILLO AL 50% Y ARENA AL 50% N°02	55
2.11.3. DISEÑO DE CONCRETO NORMAL N°03	57
2.12. PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO	60
2.12.1. ELABORACIÓN DE PROBETAS	60
2.12.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS Y LOS MOLDES	66
2.12.3. CURADO DE PROBETAS	74
2.12.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINO BÁSICOS	76

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DE LOS ENSAYOS	77
3.1.1. ¿POR QUÉ SE DETERMINA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN?	77
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	78
3.2.1. PRUEBA DE COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS	82
3.2.2. PRUEBA DE COMPRESIÓN LOS 14 DÍAS	86
3.2.3. PRUEBA DE COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	92
3.3. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS	98
3.3.1. ANÁLISIS DE COSTOS POR M3 PARA UN CONCRETO F'C 210 KG/CM2 ELABORADO CON CONFITILLO	98
3.3.2. ANÁLISIS DE COSTOS POR M3 PARA UN CONCRETO F'C 210 KG/CM2 ELABORADO CON CONFITILLO + ARENA	99
3.4. PRUEBA DE NORMALIDAD DE RYAN-JOINER	101

CAPÍTULO IV:

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	103
4.1.1. APLICACIÓN DEL "T" DE STUDENT	103
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA	105
4.2.1. HIPÓTESIS 01	105
4.2.2. HIPÓTESIS 02	107
4.2.3. HIPÓTESIS 03	108

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONCLUSIONES	110
5.2. RECOMENDACIONES	111
5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01. Muestra de confitillo de Piedra Chancada.....	37
Gráfico N°02. Recolección de la muestra N°01.....	38
Gráfico N°03. Muestra N°01.....	38
Gráfico N°04. Muestra N°02.....	39
Gráfico N°05. Recolección de la muestra N°02.....	39
Gráfico N°06. Muestra N°03.....	40
Gráfico N°07. Recolección de la muestra N°03.....	40
Gráfico N°08. Muestra llevada al laboratorio.....	45
Gráfico N°09. Las muestras son sometidas a calor.....	45
Gráfico N°10. Las muestras son sometidas a calor.....	46
Gráfico N°11. Las muestras listas para pasar por los tamices	48
Gráfico N°12. Las muestras son pesadas.....	48
Gráfico N°13. La muestra es echada en los tamices.....	49
Gráfico N°14. Las muestras es agitada manualmente.....	49
Gráfico N°15. Se determina el peso retenido en cada tamiz.....	50
Gráfico N°16. Se van sumando todos los pesos retenidos.....	50

Gráfico N°17. Tabla del Análisis Granulométrico del confitillo.....	51
Gráfico N°18. Curva Granulométrica del confitillo.....	52
Gráfico N°19. Probeta cilíndrica.....	61
Gráfico N°20. Varilla lisa.....	61
Gráfico N°21. Martillo cabeza de goma.....	62
Gráfico N°22. Procedimiento para elaborar probetas de concreto.....	63
Gráfico N°23. Procedimiento para elaborar probetas de concreto.....	64
Gráfico N°24. Procedimiento para elaborar probetas de concreto.....	65
Gráfico N°25. Procedimiento para elaborar probetas de concreto.....	65
Gráfico N°26. Moldes aceitados para recibir las mezclas.....	67
Gráfico N°27. Se colocan los materiales en la mezcladora.....	68
Gráfico N°28. Se llenan las probetas con la mezcla en 3 capas.....	68
Gráfico N°29. Se echa la primera capa de mezcla.....	69
Gráfico N°30. Se echa la segunda capa de mezcla.....	69
Gráfico N°31. Se echa la tercera capa de mezcla.....	70
Gráfico N°32. Almacenar inmediatamente las 3 probetas.....	70
Gráfico N°33. Se colocan los materiales en la mezcladora.....	72
Gráfico N°34. Almacenar inmediatamente las 3 probetas.....	72
Gráfico N°35. Se colocan los materiales en la mezcladora.....	73
Gráfico N°36. Echamos la mezcla en las 3 probetas.....	74
Gráfico N°37. Las probetas son trasladadas a su lugar de reposo.....	75
Gráfico N°38. Las muestras son sumergidas en agua con cal.....	75
Gráfico N°39. Diagrama indicativo de resistencia del concreto.....	81
Gráfico N°40. Prueba de compresión a los 7 días Diseño N°01.....	82
Gráfico N°41. Tipo de falla Diseño N°01.....	82
Gráfico N°42. Prueba de compresión a los 7 días Diseño N°02.....	83
Gráfico N°43. Tipo de falla Diseño N°02.....	84
Gráfico N°44. Prueba de compresión a los 7 días Diseño N°03.....	85
Gráfico N°45. Tipo de falla Diseño N°03.....	85
Gráfico N°46. Prueba de compresión a los 14 días Diseño N°01.....	86
Gráfico N°47. Tipo de falla Diseño N°01.....	87
Gráfico N°48. Tipo de falla Diseño N°01.....	87
Gráfico N°49. Prueba de compresión a los 14 días Diseño N°02.....	88
Gráfico N°50. Tipo de falla Diseño N°02.....	89
Gráfico N°51. Tipo de falla Diseño N°02.....	89

Gráfico N°52. Prueba de compresión a los 14 días Diseño N°03.....	90
Gráfico N°53. Tipo de falla Diseño N°03.....	91
Gráfico N°54. Tipo de falla Diseño N°03.....	91
Gráfico N°55. Prueba de compresión a los 28 días Diseño N°01.....	92
Gráfico N°56. Tipo de falla Diseño N°01.....	93
Gráfico N°57. Tipo de falla Diseño N°01.....	93
Gráfico N°58. Tipo de falla Diseño N°01.....	94
Gráfico N°59. Prueba de compresión a los 28 días Diseño N°02.....	95
Gráfico N°60. Tipo de falla Diseño N°02.....	95
Gráfico N°61. Tipo de falla Diseño N°02.....	96
Gráfico N°62. Prueba de compresión a los 28 días Diseño N°03.....	97
Gráfico N°63. Gráfico PP-Plot.....	102
Gráfico N°64. Gráfico de Histograma.....	102
Gráfico N°65. Distribución T de student.....	103
Gráfico N°66. Prueba T para medias de dos muestras emparejadas variable resistencia.....	104
Gráfico N°67. Curva de resistencia a la compresión de concreto para los 3 diseños.....	105
Gráfico N°68. Prueba T para medias de dos muestras emparejadas variable porcentaje.....	106
Gráfico N°69. Curva de resistencia a la compresión de concreto en porcentaje para los 3 diseños.....	107
Gráfico N°70. Curva de resistencia a la compresión de concreto en resistencia para los 3 diseños.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°01: Cuadro de Operacionalización de variables.....	6
TABLA N°02: Diseño con confitillo N°01.....	53
TABLA N°03: Diseño con confitillo al 50% y arena al 50% N°02.....	55
TABLA N°04: Diseño de concreto normal N°03.....	58
TABLA N°05: Resultado de la prueba a compresión en 7 días Diseño N°01.....	83
TABLA N°06: Resultado de la prueba a compresión en 7 días Diseño N°02.....	84
TABLA N°07: Resultado de la prueba a compresión en 7 días Diseño N°03.....	86
TABLA N°08: Resultado de la prueba a compresión en 14 días Diseño N°01.....	88
TABLA N°09: Resultado de la prueba a compresión en 14 días Diseño N°02.....	90
TABLA N°10: Resultado de la prueba a compresión en 14 días Diseño N°03.....	92
TABLA N°11: Resultado de la prueba a compresión en 28 días Diseño N°01.....	94
TABLA N°12: Resultado de la prueba a compresión en 28 días Diseño N°02.....	96
TABLA N°13: Resultado de la prueba a compresión en 28 días Diseño N°03.....	97
TABLA N°14: Análisis de costos Diseño N°01.....	99
TABLA N°15: Análisis de costos Diseño N°02.....	100
TABLA N°16: Análisis de costos Diseño N°03.....	101
TABLA N°17: Resultados de la prueba de normalidad.....	101
TABLA N°18: Tabla de variables de resistencia.....	104
TABLA N°19: Tabla de variables de porcentaje.....	106
TABLA N°20: Resultados de las pruebas a compresión.....	108

ANEXOS

ANEXO N°01: Matriz de Consistencia

ANEXO N°02: Resultados de Laboratorio

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente, el concreto se perfila como uno de los materiales de construcción que tiene mayor uso y demanda en todo lo referente a la industria de la construcción. Todo ello como producto de la gran versatilidad que posee, su trabajabilidad, así como su gran resistencia y la durabilidad de las que hace gala. La utilización de este material se manifiesta en un ampliamente diversificado campo de aplicación, destacándose entre ellos la construcción de carreteras, la construcción de edificios, presas, puentes, entre otros.

Constantemente se busca encontrar nuevas técnicas y materiales para mejorar la calidad final del concreto, ya sea adicionando aditivos los cuales cumplen con el propósito en mención, pero aumentan el costo de su elaboración, una forma económica y ecológica ante este problema es la utilización de nuevos agregados para la elaboración del concreto.

Los aditivos o agregados constituyen un aspecto de gran importancia en lo referente a costos, resistencia, durabilidad y estabilidad en cualquier obra civil, dado que significan un volumen de gran importancia; un ejemplo de esto o es que en el concreto asfáltico su volumen es del 92% al 96%, en el concreto

hidráulico es de un 65% a 85%, en el caso de los pavimentos el indicado volumen alcanza el 75% al 90%.

Andrzej Lapko y Robert Grygo (2014), nos dice: “Las investigaciones concernientes a concretos fabricados con agregados reciclados han sido conducidas durante años en varios países. En 1977, se desarrolló en Japón el primer estándar para concreto elaborado con agregados reciclados. En 1985, se organizó en Rotterdam la primera conferencia internacional sobre problemas que se producen cuando se produce esta clase de concreto. Este estudio se enfoca en la idoneidad de agregados reciclados para concreto estructurales”.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. ESPACIAL

Este trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Huánuco y toda su área urbana, específicamente en las instalaciones de la planta Chancadora Río Huallaga, Aeropuerto Colpa Baja y el laboratorio técnico de suelo y concreto.

1.2.2. TEMPORAL

El período en el cual esta investigación fue desarrollada, abarca los meses comprendidos entre febrero y mayo del 2018.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Cuando hablamos de concreto, nos estamos refiriendo a un material que se obtiene a partir de la mezcla de dos componentes básicos: agregados y mortero. El mortero, a su vez, es el elemento que está integrado por dos componentes: cemento Portland y agua, es el encargado de unir a los agregados, como son la arena y la piedra chancada, con el propósito de obtener una masa muy similar a una roca, puesto que el mortero obtiene una consistencia dura y sólida como consecuencia de la reacción química que se produce entre el cemento y el agua. Usualmente, los denominados agregados finos pueden ser clasificados en dos tipos: los agregados finos y los agregados gruesos. La

constitución de los denominados agregados finos es de arena de origen natural, u obtenida mediante procesos de manufacturación, presentando partículas cuyas dimensiones pueden llegar hasta los 10mm. Por otro lado, los denominados agregados gruesos son aquellos cuya composición se caracteriza por la presencia de partículas que se retienen en la malla número 16 y cuyas dimensiones fluctúan hasta los 152mm. Sin embargo, es importante señalar que el máximo tamaño del agregado que se emplea de manera usual es el que emplea partículas de 19mm o aquel cuyas partículas tiene una dimensión de 25 mm.

Puesto que los agregados comprenden un aproximado del 65% al 85% de todo el volumen de la masa de concreto, es necesario que el proceso que implica su selección sea estudiado de manera minuciosa y meticulosa. En este sentido, la conformación de los agregados debe caracterizarse por la presencia de partículas que posean una adecuada resistencia y, al mismo tiempo, debe resistir también las condiciones que implican una exposición a la intemperie, evitando la presencia de materiales que son susceptibles de causar deterioro en la masa de concreto. Si se quiere que el uso del mortero, el cemento y el agua sea eficiente, se recomienda optar por un proceso de granulometría continua de tamaños de partículas.

En busca de nuevas alternativas en el uso de agregados, se plantea el uso del confitillo de la piedra chancada (residuo obtenido de la trituración de la piedra chancada) el cual es comúnmente desechado en las plantas chancadoras para mejorar la calidad del concreto.

Todo concreto de buena calidad tiene una dependencia directa con la calidad que presenta el mortero. Cuando un concreto es elaborado de manera adecuada, todas las partículas que conforman el agregado deben estar cubiertas por completo con mortero, de la misma forma todos aquellos espacios que existen entre las partículas de agregado.

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia del uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado en la durabilidad y resistencia del concreto?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuánto puede mejorar la resistencia a la compresión del concreto con respecto al nuevo agregado?
- ¿Cuánto varía la resistencia al comparar una probeta elaborada con confitillo con una probeta de concreto normal?
- ¿El uso del confitillo de la piedra chancada reduce el costo de la elaboración del concreto?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado en la durabilidad y resistencia del concreto.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los ensayos de compresión del concreto a las probetas elaboradas con confitillo para determinar la resistencia que alcanzan a los 7, 14 y 28 días.
- Obtener las comparaciones de resistencia entre los resultados de las diferentes probetas de concreto.
- Obtener en la diferencia de costos de la elaboración del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como material de agregado y el concreto normal.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_i: El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado aumenta en un 30% la resistencia del concreto sin necesidad de aditivos.

H₀: El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado no aumenta en un 30% la resistencia del concreto sin necesidad de aditivos.

1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- **H_i:** Los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días aumentan la resistencia en 10% más por cada rotura.

H₀: Los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días no aumentan la resistencia en 10% más por cada rotura.

- **H_i:** Las comparaciones entre los resultados a los 28 días de las pruebas a compresión de los tres diseños son favorables al diseño con el confitillo de la piedra chancada.

H₀: Las comparaciones entre los resultados a los 28 días de las pruebas a compresión de los tres diseños no son favorables al diseño con el confitillo de la piedra chancada.

- **H_i:** El costo de la elaboración del nuevo concreto usando el confitillo de la piedra como agregado disminuye en un 10%.

H₀: El costo de la elaboración del nuevo concreto usando el confitillo de la piedra como agregado no disminuye en un 10%.

1.6. VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Elaboración de concreto usando como agregado el confitillo de la piedra chancada: este concreto es la mezcla de cemento, piedra chancada, confitillo y agua.

1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- La resistencia del concreto con el uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado.
- La durabilidad del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como agregado.

- El costo de la elaboración del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como agregado.

1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

Tabla N°01

Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Elaboración de concreto usando como agregado el confitillo de la piedra chancada: este concreto es la mezcla de cemento, piedra chancada, confitillo y agua.</p>	<p>Confitillo de la piedra chancada: es el residuo de la trituración de rocas, es el material que pasa los tamices $\frac{1}{2}$" y $\frac{3}{4}$" al momento de la elaboración de la piedra chancada.</p>	<p>RESISTENCIA ANALISIS DEL CONFITILLO</p>	<p>-Fuerzas de -Comprensión. -Tracción -Flexión - Corte - Dureza - Forma - Textura</p>	<p>fichas de observación y evaluación de campo: para determinar el método de muestreo de los agregados del rio Huallaga.</p> <p>Máquina de laboratorios: para realización de ensayos correspondientes</p>
<p>DEPENDIENTE</p> <p>La resistencia del concreto con el uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado.</p> <p>La durabilidad del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como agregado.</p> <p>El costo de la elaboración del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como agregado.</p>		<p>DURABILIDAD</p>	<p>-Cemento Portland de la marca Andino tipo I estructural.</p>	
		<p>PORCENTAJE DE CONFITILLO</p>	<p>- Diseño de Mezcla</p>	
		<p>ANÁLISIS GRANULOMETRÍA</p>	<p>- Correcto procedimiento de tamización</p>	
		<p>ENSAYO FISICO DEL CONCRETO</p>	<p>- Tamaño Máximo -Módulo de fineza -Peso Unitario Compactado - % de absorción - Peso Específico del Cemento</p>	

Fuente: propia

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se adecua al tipo de investigación es Aplicada debido a que se realizó estrategia para determinar si estos pueden ser útilmente aplicados con o sin mayor refinamiento para los propósitos definidos.

1.7.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de este estudio corresponde a la investigación Correlacional, se mide el grado de asociación entre dos variables, porque busca establecer conclusiones y explicaciones para enriquecer o esclarecer las hipótesis, confirmando o no las teorías iniciales.

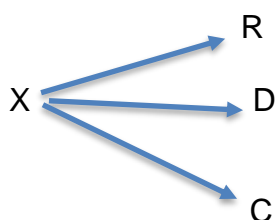
1.7.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La metodología correspondiente a nuestro estudio es el Experimental.

Se indica este método debido a que se realizan ensayos de laboratorio en especímenes, elaborando probetas cilíndricas con y sin uso del confitillo de la piedra chancada y sometiéndolos a carga hasta completar la rotura en la máquina de ensayos de compresión.

1.7.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se adecua al diseño cuasi experimental porque durante su desarrollo, el investigador manipula la variable independiente con el propósito de evidenciar los efectos que dicha manipulación produce en la variable dependiente.



X= concreto elaborado con agregado de confitillo
 R= resistencia
 D= durabilidad
 C= costo

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. POBLACIÓN

La población está conformada por 9 probetas realizadas en el laboratorio con el material obtenido de la planta chancadora Río Huallaga – Colpa Alta.

1.8.2. MUESTRA

Las muestras estudiadas son 3 probetas elaboradas con confitillo, 3 probetas elaboradas con confitillo más arena y 3 probetas elaboradas de concreto normal.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. TÉCNICAS

La técnica que se usa para recopilar la información, fue la recolección, elaboración de muestras y modelamiento, con estas técnicas se obtuvo aspectos significativos del material, comportamiento y resultados; se realiza en un laboratorio donde la ventaja es que el fenómeno puede medirse de manera más inmediata, consiste en captar información válida y confiable de los hechos en función de los objetivos de investigación previamente establecidos.

1.9.2. INSTRUMENTOS

El instrumento para la recolección de los datos son los formatos de laboratorio y máquinas de laboratorio.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. JUSTIFICACIÓN

La implementación del confitillo de la piedra chancada en la mezcla de concreto, es un tema que no se ha abarcado en el Perú como tema de investigación, nos encontramos con un campo abierto a nuevas teorías de investigación y desarrollo, con este experimento se pretende tomar iniciativa en las investigaciones de nuevos materiales para la elaboración del concreto, buscando economizar y mejorar las propiedades como resistencias y

durabilidad del concreto convencional sin el uso de aditivos que encarecen su fabricación; además se busca establecer cuál es el tipo de falla del concreto con el nuevo material.

Una de las principales y más importantes características de este diseño es su simplicidad, porque al plantear diseños que no usan aditivos, ni combinaciones de agregados difíciles de obtener, se asegura que se pueda realizar y adaptarse en cualquier parte de nuestro país.

1.10.2. IMPORTANCIA

La masiva producción de concreto que demanda nuestra sociedad en estos días, implica la realización constante de investigaciones y experimentaciones para establecer mejoras en el producto y características más óptimas relacionadas con los procesos tecnológicos de este material. Todo ello con el propósito de encontrar nuevas técnicas de elaboración de concreto que procuran, al mismo tiempo, la optimización en los diseños de las estructuras en las cuales se empleará este material.

Uno de los problemas más frecuentes que puede observarse en casi todos los proyectos de construcción son los tipos de fallas o fracturas como consecuencia de la falta de consideraciones de los esfuerzos reales que deberán actuar en la estructura, del mismo modo la dificultad de del proceso mismo de construcción.

Los diferentes proyectos que se caracterizan por su gran envergadura, necesitan efectuar mejoras a nivel mecánico y a nivel físico en el concreto para atender las diferentes solicitudes y, de esta manera, evitar la presencia de fallas, todo ello con el propósito de optimizar el costo y el tiempo. Debido a lo anteriormente señalado, este estudio estará centrado en la cuantificación de las mejoras que brinda el confitillo de la piedra chancada al concreto, con el propósito de obtener consideraciones nuevas en los diseños que se presentarán en el futuro. En concordancia con lo anteriormente señalado, la investigación que llevamos a cabo da respuesta al siguiente cuestionamiento:

¿De qué manera mejora el comportamiento físico y el comportamiento mecánico del concreto con confitillo de la piedra chancada frente al concreto normal y frente a un diseño adicional donde se incorpora 50% de arena gruesa y 50% de confitillo siendo tres diferentes dosificaciones?

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Jaramillo, Z. L. (2009), realizó una investigación bajo el título “EVALUACIÓN DEL JUGO DE FIQUE COMO ADITIVO OCLUSOR DE AIRE Y SU INFLUENCIA EN LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO, en este estudio, se abordan a las siguientes conclusiones que tienen directa relación con nuestro tema de investigación:

“En morteros en estado endurecido el jugo de fique tiene los siguientes efectos:

- Posee una mayor estabilidad como surfactante que el aditivo aireante comercial ensayado.
- El uso de jugo de mayor edad disminuye su capacidad espumante y estabilidad, debido al aumento de la fermentación del mismo que disminuye el contenido de sapogeninas, y a su vez el carácter tensoactivo del aditivo, lo cual podría influenciar la oclusión de aire en morteros y hormigones.
- Las resistencias a la flexión y a compresión con jugo de fique y aireante comercial con relación a/c, es menor que la muestra control en todas las

edades, presentando un comportamiento directamente proporcional a la densidad”.

Navarro, J. E. A. (2017), realizó un estudio bajo el título “MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON NANOTUBOS DE CARBONO”, a continuación, señalamos las conclusiones más relevantes de este estudio que se relacionan de manera directa con nuestro tema de investigación:

- “La incorporación de nanotubos de carbono en la mezcla de concreto si aumento su resistencia a la compresión, 11.7% de mejoramiento con una proporción del 0.3% de nanotubos con respecto a la masa total de cemento del diseño de mezclas propuesto, un 10.2% aumento de resistencia al 0.5% de nanotubos, comparando los resultados con muestras patrón llamada Referencia, el aumento de la resistencia a la compresión con 0.3% y menor resultado con 0.5%, no es significativa, se deberían realizar muchas muestras para así poder obtener una muestra estadística.
- El costo de los nanotubos de carbono es bastante elevado, teniendo en cuenta que es un material que se ha tenido que importar de los estados unidos, en Colombia no es posible en estos momentos encontrar un distribuidor oficial que garantice un material optimo, actualmente sería imposible la implementación de esta tecnología en nuestro país de manera industrial, tanto por su falta de investigación y conocimiento del comportamiento de esta adición en la mezcla de concreto como por su precio que es bastante elevado”.

Chiluisa, S. J. R. (2014), realizo una investigación bajo el título “HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA ($F'_{C}=50$ MPa) UTILIZANDO AGREGADOS DEL SECTOR DE PIFO Y CEMENTO ARMADO ESPECIAL-LAFARGE”, de este estudio, hemos seleccionado las siguientes conclusiones que tienen relevancia con respecto a nuestra investigación:

- “Se concluye que el lavado de los agregados es muy importante para el desarrollo de la resistencia de las mezclas realizadas, ya que influyen en el desarrollo de la resistencia mecánica.
- Con el cemento Armado Especial se lograron obtener altas resistencias iniciales del hormigón en las mezclas de prueba y en la mezcla definitiva, con respecto a la resistencia promedio requerida”.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

Castillo, M. A. (2015), realizó una investigación bajo el título “ESTUDIO COMPARATIVO DE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO DRAMIX EN LA CIUDAD DE JULIACA”, concluyen lo siguiente:

- El uso proporcionado de la Fibras de Acero Dramix, mejora en la resistencia del concreto a la compresión.
- El diseño de mezclas que se realizaron en un concreto normal y el uso de la Fibras de Acero Dramix que se realizaron con 1% y 2%, Con el concreto normal a los 28 días para una resistencia de 210Kg/cm² que puede llegar a una resistencia hasta de 228.44 Kg/cm², y con el uso de la fibra vidrio con el 1% a los 28 días para una resistencia de 210Kg/cm² llega a alcanzar una resistencia de hasta 251.32 Kg/cm² , y con el uso de la fibra vidrio con el 2% a los 28 días para una resistencia de 210Kg/cm² llega a una resistencia de 285.00Kg/cm²”.

Pacco, M. J. F. (2016), realizo una investigación bajo el título “EFECTO DE LA ADICIÓN DE CAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO”, en la que llega a las siguientes conclusiones:

- La adición de Cal influye en la resistencia a la compresión del concreto, reduciendo significativamente la resistencia a la compresión del concreto cuando se adiciona 10 y 15%, así lo demuestra el análisis estadístico, que muestra que el promedio de resultados del T2 y T3 tiene una diferencia altamente significativa respecto al T1.

- El diseño de mezclas con adición de Cal óptimo para un concreto de $f'c=210\text{kg. /cm}^2$, se encontró con 5% de Cal”.

2.1.3. A NIVEL LOCAL

Se revisaron los repositorios de las diferentes universidades locales en búsqueda de antecedentes relacionados con nuestras variables de estudio, sin embargo, no hemos encontrado investigaciones que se relacionen de manera directa con esta investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EL CONCRETO

Abanto Castillo (1998), nos dice:

Esta mezcla constituye un material con características homogéneas y cuya composición está representada principalmente por dos constituyentes básicos: la pasta y los agrega. El primero de estos componentes, la pasta, no es otra cosa que una mixtura de cemento y de agua, dicha mezcla se encarga de unir a los denominados agregados, principalmente arena y piedra, conformando así un material de características bastante sólidas. Las cantidades de cada uno de los materiales van a depender de la resistencia a la cual se quiera llegar.

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONCRETO

Rivera, Gerardo A. (2006), determina:

Los factores que hacen posible que el concreto se caracterice por ser de uso universal:

- La simplicidad del proceso con el que puede ser colocado en el encofrado de cualquier tipo, forma y tamaño siempre y cuando aún conserve su consistencia plástica.
- La alta resistencia que posee frente a la compresión; característica que lo convierte en un material propicio a ser utilizado conjuntamente con elementos que son sometidos principalmente a compresión, como es el caso de las columnas y los arcos.

- La alta resistencia al fuego que posee, así como a la penetración del agua.

Este material no es otra cosa que la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra chancada, agua y aire. Todos ellos tienen una función primordial en la forma en cómo reacciona o se comporta el concreto en todos y cada uno de sus estados, del mismo modo aportan variadas características relacionadas con su resistencia. Debido a esto se realizan diversos procesos experimentales y ensayos relacionados con su calidad y su adecuado comportamiento de acuerdo a lo que requieren las especificaciones.

B. COMPONENTES DEL CONCRETO

1. CEMENTO

Rivera, Gerardo A. (2006), define:

El cemento viene a ser el componente más importante en la elaboración del concreto. El Portland es el tipo de cemento que más se utiliza, este tipo de cemento fue creado por Joseph Aspidin en Inglaterra.

En síntesis, el cemento constituye un material de tipo aglomerante y que posee la capacidad de juntar, unir o mezclar adecuadamente a cada uno de los agregados que posee el concreto, conformando de esta manera la pasta. Es necesario señalar que para que todo esto se produzca, hace falta la ocurrencia de un proceso denominado hidratación, dicho proceso se experimenta al momento o de que los elementos entran en contacto directo con el agua. Los compuestos del cemento son diferentes y variados, sin embargo, se distinguen entre ellos, los más importantes son: el silicato tricálcico (C_3S), silicato dicálcico (C_2S), aluminato tricálcico (C_3A), ferroaluminato tetracálcico (C_4AF) y sulfato de calcio. Adicionalmente a estos compuestos, se presentan otros de menor importancia en el indicado proceso de hidratación.

a) Tipos de cemento portland

Cemento portland: Clinker+ yeso+ caliza (máximo 5%).

Cemento Portland Adicionados: Clinker+ yeso+ adición mineral.

b) Tipos y Aplicaciones de cementos Portland

TIPO I: Para uso genérico.

TIPO II: Para uso genérico, específicamente si se requiere resistencia de carácter moderado frente a sulfatos o un moderado color de hidratación.

TIPO III: caracterizado por una alta resistencia inicial.

TIPO IV: Caracterizado por un calor de hidratación bajo.

TIPO V: Su característica más resaltante es una resistencia alta frente a los sulfatos.

Cabe resaltar que en el Perú la fabricación del cemento debe cumplir con las normas NTP 334.009, NTP 334.090 Y NTP 334.082.

2. AGUA

Rivera, Gerardo A. (2006), define:

El agua constituye un elemento de mucha importancia en el proceso de elaboración del concreto debido a que, cuando entra en contacto con el cemento, hace posible la hidratación formándose la pasta llamada mortero. De acuerdo a lo que indica la Norma Técnica Peruana para agua de mezcla, ésta se basa en determinados y específicos criterios relacionados con la performance. Se debe tener en cuenta que es conveniente el uso de agua potable para la elaboración del concreto, y de no ser el caso o cuando no se cuenta con agua potable en el lugar, es necesario tener en cuenta los criterios que señala la NTP 339.088. Adicional a su función como hidratante, también sirve para optimizar la trabajabilidad de la mezcla.

3. AGREGADOS

Reglamento Nacional de Edificaciones, señala:

La Norma de Concreto Armado E060, la misma que identifica como agregado de tipo grueso a aquel material que haya sido retenido en el tamiz número N°4; entre los cuales se considera a la grava, que proviene del proceso de desintegración de los materiales pétreos; del mismo modo la piedra triturada o chancada. En ese mismo sentido, describe al agregado fino como aquella arena que proviene de los procesos que tienen lugar cuando las rocas se desintegran de manera natural.

La utilización de los agregados durante los procesos que implican la elaboración del concreto, se realiza con el propósito de lograr una disminución en los costos de elaboración de la mezcla (material idóneo para ella, porque disminuyen la cantidad de pasta de cemento en cada metro cúbico).

Los agregados constituyen un material que tienen una incidencia variante que oscila entre el sesentaicinco por ciento y el setenta por ciento de todo el volumen de la mezcla.

De asimismo, tanto la textura como la forma externa que presentan las partículas de agregado, sin importar su tipo, influye de manera significativa en los aspectos relacionados con la manejabilidad del concreto, ya sea en su estado fresco como en diferentes particularidades físicas que se presentan en su estado sólido.

Por estas razones se deben optimizar las proporciones de cada uno de los materiales, de tal manera que sea posible obtener las propiedades necesarias y que se requieren de acuerdo al diseño de mezcla. Cada uno de los agregados debe caracterizarse por ser una partícula durable, limpia, dura, resistente y que se encuentre libre de cualquier producto químico o algún recubrimiento de arcilla, así como de cualquiera material fino que pueda tener la capacidad de afectar la mezcla de concreto.

Para terminar, de acuerdo a lo que indica la norma, todos los agregados deben cumplir con cada uno de los requerimientos exigidos en cada uno de los ensayos y que han sido especificados en la NTP. Se toman en cuenta tres tipos de ensayos:

- **Ensayos Obligatorios:** Indicados para cualquier tipo de concreto. Estos son:
 - Granulometría.
 - Sustancias Dañinas.
- **Ensayos Complementarios:** Indicados para concretos que presenten una resistencia superior o equivalente a los el 210 kg/cm².
 - Abrasión (máquina de los ángeles) o impacto.
- **Ensayos Opcionales:** estos ensayos se encuentran indicados únicamente para casos específicos.
 - Reacción álcali- sílice.

4. ADITIVOS

Abanto Castillo (1998), nos dice que:

Se denominan así a aquellos componentes cuya función primordial es la de mejorar las propiedades inherentes al concreto. De acuerdo a lo que indica la NTP 334.088 se clasifican en “Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto”:

TIPO A, encargados de la reducción del agua.

TIPO B, encargados de reducir el tiempo de fraguado.

TIPO C, se hacen cargo de la aceleración del tiempo de fraguado.

TIPO D, se configuran como retardado desde tiempo de fraguado y receptores de agua.

TIPO E, se configuran como aceleradores del tiempo de fraguado y como reactores de agua.

TIPO F, son los encargados de reducir el agua de alto rango.

TIPO G, reducen el agua de alto rango y retardan el tiempo de fraguado.

La NTP 334.089 adiciona los aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y concreto que se utilizan en ciclos de congelación y deshielo.

C. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Sánchez de Guzmán (2001), indica que:

En el concreto pueden distinguirse dos tipos de estados principales, el primer estado es fresco para luego pasar al estado endurecido. En cada uno de ellos se evidencian diferentes características, puesto que su comportamiento y su uso son marcadamente variados. Por lo cual se dividen las propiedades en:

1. CONCRETO FRESCO

Sánchez de Guzmán (2001), define:

- ❖ **Trabajabilidad:** es la facilidad para la colocación, consolidación y acabado mientras el concreto aún conserva su estado fresco. Viene a ser un rasgo característico al que se le debe poner mayor atención ya que, con el propósito de tener una adecuada colocación, el concreto debe poseer la característica de ser trabajable. Es necesario indicar que la trabajabilidad puede medirse realizando el ensayo denominado cono de Abrams, con este ensayo obtendremos una medida cuantitativa denominada Slump, conocida también como ensayo de asentamiento.
- ❖ **Sangrado:** Se denomina así al surgimiento de una capa de agua que se deja apreciar en la superficie de la mezcla colocada recientemente. Esto se produce por la ocurrencia de dos fenómenos específicos, el primero dichos fenómenos es el asentamiento de las partículas sólidas y, en consecuencia, la aparición de agua en la parte superficial.

2. CONCRETO ENDURECIDO

Sánchez de Guzmán (2001), señala:

El surgimiento de este estado en el concreto, su sede después de que la mezcla se haya fraguado y evidencia estas particularidades:

- ❖ Resistencia: esta propiedad se refiere a la particularidad inherente al concreto que le permite la resistencia a la compresión; para el caso referido a la selección y a la tracción se le atribuye una capacidad menor, debido a esto o surge el denominado concreto armado, debido a que el acero brinda características superiores para establecer la resistencia a dicha tracción, del mismo modo trabajar conjuntamente con el concreto o con el propósito de obtener un comportamiento más adecuado ante estos dos esfuerzos. La relación agua-cemento, se vincula directamente con la resistencia.
- ❖ Impermeabilidad y estanquidad: se reconoce como impermeabilidad a la propiedad del concreto para poner resistencia a la introducción del agua. El estancamiento, denominado también hermeticidad hace referencia a la habilidad que posee el concreto para retener el agua.
- ❖ Estabilidad de volumen y control de fisuración: una de las características del concreto, es que constituye un material que permanentemente varía de volumen, es capaz tanto de dilatarse como de contraerse, esto se debe a múltiples factores, como la humedad, la temperatura y también tensiones. Producto de estos cambios pueden ocurrir fisuraciones, una forma de ejercer un control de esto, es por medio de las denominadas juntas, estas son aberturas que se realizan en el concreto, que usualmente se presentan en las losas u otras estructuras similares.
- ❖ Durabilidad: se define así a la capacidad que posee el concreto para oponer resistencia a diferentes clases de ambientes, los ataques químicos y a la abrasión o desgaste. Esta

característica puede variar en concordancia con el tipo de concreto y al medio ambiente al que esté expuesto.

D. FASES DE LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

Polanco Rodríguez (2012), señala que:

La producción de este material se encuentra conformada por múltiples fases, empezando con el diseño de mezcla, llegando a la colocación. Dichas etapas siguen procesos que se ajustan a la normatividad correspondiente cuya finalidad es la obtención de un producto de calidad óptima. Seguidamente se indican las fases inherentes a la producción del concreto:

1. DOSIFICACIÓN

Polanco Rodríguez (2012), nos menciona:

La dosificación es la medida ya sea en masa o volumen de cada componente del concreto. Es un proceso muy importante para tener un concreto de excelente calidad, comúnmente su medida queda establecida por la masa, porque casi todos pueden llegar a ser medidos con exactitud con esta unidad.

2. MEZCLADO

Polanco Rodríguez (2012), explica que:

La mezcla de este material culmina cuando se evidencia que la masa empieza a tener una consistencia con características homogéneas y uniformes. Para este efecto, el tiempo que toma el mezclado varía en función lo que el fabricante recomienda para tal propósito, en el caso de los concretos preparados in situ es recomendable que por lo menos sea de un minuto y quince segundos por cada metro cúbico que haya sido adicionado, lo recomendable sería mezclarlo hasta obtener una mezcla homogénea y uniforme. Por otra parte, existen 3 formas de realizar el preparado de la mezcla las cuales indicamos a continuación:

- ❖ Mezclado estacionario: se denomina así a la mezcla que se elabora in situ, es decir, en el lugar donde se va a realizar el vaciado.
- ❖ Concreto premezclado: este tipo de concreto es el que se prepara en una planta con equipos mecánicos de capacidad industrial.
- ❖ Concreto mezclado en dosificadora móvil: son camiones mezcladores móviles que realizan la dosificación de acuerdo al volumen con el que se trabaja.

3. TRANSPORTE Y COLOCACIÓN

Polanco Rodríguez (2012), define:

Esta es una etapa a la que hay que poner mucha atención, debido a que podemos llegar a alterar la calidad del concreto si no se tiene el cuidado correspondiente. De acuerdo a lo indicado por la Asociación de Cemento Portland, pueden presentarse tres tipos diferentes de ocurrencias:

- ❖ Retrasos: de debe trazar una línea de tiempo para el momento del transporte del concreto con el fin de llegar a su destino en el tiempo previsto, constituye una previsión de carácter fundamental.
- ❖ Endurecimiento prematuro y secado: cuando los elementos del concreto se mezclan se comienza a producir el endurecimiento, por esta razón la mezcla necesita ser transportada en el menor tiempo posible. Como tiempo máximo para ser colocado después de realizar la mezcla es de una hora y treinta minutos.
- ❖ Segregación: La segregación se genera por un tiempo de mezclado excesivo. Esto ocurre porque el agregado grueso (piedras) es separado del mortero (cemento y agua).

4. COMPACTACIÓN

Polanco Rodríguez (2012), afirma que:

Al momento de realizar la colocación, es muy importante realizar una correcta vibración porque gracias a esto se puede lograr que todos los componentes sean mezclados de manera uniforme, al mismo tiempo se pueda lograr reducir la segregación. Una compactación bien realizada reduce la segregación y las cangrejeras o bolsas de aire.

5. CURADO

Polanco Rodríguez (2012), explica que:

En el caso del concreto, aunque éste se encuentre en estado endurecido, se continúa realizando la hidratación, debido a ello se debe procurar mantener la cantidad de agua necesaria para que dicha hidratación sea completada y pueda lograr todas las características deseadas según el diseño que se ha proyectado. La etapa del curado se basa en mantener humedecido el concreto. Para llevar delante de manera adecuada esta etapa, existen múltiples formas de realizarlo, la más es el rociado de agua en el concreto.

2.2.2. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

Riva López (2000), define:

El diseño de mezclas de concreto, llamado también proporcionamiento de mezclas de concreto viene a ser un conjunto de procedimientos mutuamente dependientes:

- Selección de materiales adecuados y convenientes: cemento, agregados, agua y aditivos.
- Establecimiento de las denominadas cantidades relativas o “proporcionamiento” con la finalidad de que la producción del concreto implique el menor costo posible y que cumpla con cada una de las características adecuadas relacionadas con la trabajabilidad, la resistencia a compresión y con la durabilidad adecuada.

Cada proporción va a depender de cada uno de los materiales en forma singular, los que al mismo tiempo estarán en función de la aplicación individual del concreto. Es posible también la consideración de otros criterios como es el caso de la minimización de la contracción, así como también el asentamiento o ambientes químicos especiales.

A pesar de la realización de diversos estudios e investigaciones que se encuentran referidos a la teoría del diseño de mezclas, mayoritariamente este aspecto continúa siendo un procedimiento empírico. A pesar de tener varias propiedades de suma importancia el concreto, la mayoría de los procesos de diseño, se basan en obtener una resistencia a la compresión para cierta edad; otro punto de importancia es poder lograr la trabajabilidad propicia. También se deduce que si se obtienen estas 02 propiedades por consecuencia las demás propiedades del concreto llegarán a alcanzarán resultados satisfactorios.

A. CONSIDERACIONES BASICAS

1. ECONOMÍA

Riva López (2000), afirma que:

En referencia al costo del concreto, está dado como la suma del costo de todos los materiales, el costo de la mano de obra y el costo de los equipos. Con excepción de algunos tipos de concreto especiales, precio de la mano de obra y los equipos no guardan dependencia con el tipo ni con la calidad del concreto que se ha producido. Debido a esto, el costo de los materiales constituye lo más preponderante y lo que debe ser considerado en el momento de comparar mezclas diferentes. Como el cemento es el material más caro en comparación con el precio de los agregados, es lógico deducir que al reducir el contenido del cemento va a ser un factor predominante para disminuir el costo final del concreto. Esto puede ser realizado de las siguientes formas:

- ❖ Haciendo uso del menor Slump que conceda una colocación idónea y adecuada.

- ❖ Haciendo uso del tamaño máximo del agregado, con respeto las limitaciones establecidas.
 - ❖ Haciendo uso de la relación adecuada del agregado grueso al agregado fino.
 - ❖ Cuando el caso lo amerite, hacer uso de un aditivo adecuado.
- Además, es importante indicar que, sumado al costo, existen más beneficios que se relacionan con un contenido de cemento más reducido. Por lo general, las contracciones serán menores y existirá un reducido calor de hidratación. También cabe recalcar que, en el caso de que se considere el contenido de cemento en medidas que sean demasiado bajas, reducirá la resistencia inicial del concreto y, del mismo modo, la uniformidad que presente el material serán consideraciones de carácter crítico.

2. TRABAJABILIDAD

Riva López (2000), señala:

Cuando el concreto se encuentra correctamente diseñado, implica que permite que su colocación y su correspondiente compactado se realicen de manera apropiada con el equipo que se utilice. La evaluación del acabado que brinda el concreto debe reflejar el que ha sido proyectado y la segregación y sangrado deben ser mínimos. Como objetivo principal el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad óptima para que pueda ser colocado correctamente. En referencia al agua, la cantidad utilizada para la trabajabilidad va a depender únicamente de la caracterización propia de los agregados en lugar de las propiedades del cemento. En caso la trabajabilidad requiera mejorarse, el nuevo diseño de la mezcla deberá basarse en aumentar la cantidad de mortero en lugar de aumentar solamente el agua y el cemento. Debido a esto es necesario un trabajo en conjunto entre el responsable del diseño y el responsable de la construcción con el propósito de lograr la mezcla de concreto más adecuada.

3. RESISTENCIA Y DURABILIDAD

Riva López (2000), menciona que:

Por lo usual, todas aquellas especificaciones inherentes al concreto necesitan una mínima resistencia a la compresión. Dichas especificaciones incluso pueden poner límites en lo referente a la máxima relación agua/cemento, así como en el contenido mínimo de cemento. Un aspecto fundamental a tener en cuenta es el hecho de asegurar que cada uno de los requisitos presente una compatibilidad mutua. No será imprescindible que la resistencia a compresión a los 28 días sea la más importante, por esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Del mismo modo, las especificaciones se requieren que el concreto obtenga determinados requisitos mínimos de durabilidad, como la resistencia al congelamiento y deshielo o ataque químico. Estas consideraciones pueden llegar a definir limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), la cantidad de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos.

B. INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

NTC 550 (2014), determina:

- ❖ Análisis granulométrico de los agregados.
- ❖ Peso unitario compactado y peso específico de los agregados (fino y grueso).
- ❖ Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- ❖ Perfil y textura de los agregados.
- ❖ Tipo y marca del cemento.
- ❖ Peso específico del cemento.
- ❖ Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

C. PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO

NTC 550 (2014), determina:

Se resume de acuerdo a los siguientes procesos:

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
2. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
3. Elección del Asentamiento (Slump).
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanda.

2.2.3. CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA COMO AGREGADO EN EL CONCRETO

A. RESEÑA HISTÓRICA DEL CONCRETO CON AGREGADOS RECICLADOS

La aplicación de agregados reciclados en el concreto se origina como consecuencia de la necesidad, cada vez más creciente, de construir teniendo como referencia las consideraciones de sustentabilidad, así como de utilidad para el medio ambiente que actualmente se consideran en los proyectos de construcción. Se basa en la reutilización de materiales desechables como agregado con el fin de disminuir la utilización de agregados de tipo natural.

Usar a manera de agregado grueso el material procedente del reciclaje de diferentes materiales en general tienen una menor uniformidad que la que corresponde a los agregados naturales, sin embargo, sus características se asemejan y constituyen un concreto que posee un determinado grado de heterogeneidad que es susceptible de ser

alterado durante el proceso de reciclaje. La composición específica del concreto que contiene agregados provenientes de reciclados admite la aplicación de las reglas de dimensionado que habitualmente son empleadas en el concreto convencional.

2.3. AGREGADOS PARA EL CONCRETO

ASTM C 136- NTC 77 (1994), define que:

Para considerar que un agregado es apto para ser usado se debe verificar que el agregado se considere limpio siempre y cuando se encuentren exentos de cualquier exceso en la parte de la arcilla, de limo, la mica, la materia orgánica, las sales químicas y los granos recubiertos. Se considera que el agregado se encuentra físicamente sano si tiene la capacidad de conservar su integridad aun en condiciones que impliquen cambios en la temperatura o en la humedad, así como en su capacidad de resistencia a la acción ejercida por la intemperie.

Las diversas pruebas que se realizan en los agregados tienen la finalidad de:

- ✓ Determinar que cumplan los requerimientos mínimos de calidad; incluyendo los aspectos básicos deseables de tenacidad, solidez y resistencia a la abrasión.
- ✓ Establecer las características útiles que permitan realizar adecuadamente el proceso de selección de las proporciones idóneas para el concreto; es decir la gravedad específica y la absorción.
- ✓ Establecer una rutina que permita el cumplimiento permanente de los requisitos que se exigen en el trabajo.

La mayoría de las veces, todas las pruebas realizadas a los agregados permiten la determinación de un índice que hace posible predecir el comportamiento en el concreto.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Abanto Castillo (1998), señala que:

Las características principales en los agregados están dadas por la resistencia, densidad, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, esto usualmente se define como gradación o granulometría.

En relación con estas particularidades encontramos gran variedad de pruebas estandarizadas o ensayos que determinan estas propiedades y hacen posible su comparación con valores referenciales establecidos con el propósito de emplearlas en el diseño de mezclas.

La clave para determinar los principales indicadores es tener claras las definiciones relativas a las características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas que se muestran a continuación:

- Peso específico.
- Humedad
- Condiciones de Saturación.
- Porcentaje de Vacíos.
- Absorción.
- Peso unitario.
- Porosidad.

B. CARACTERÍSTICAS RESISTENTES

Abanto Castillo (1998), señala que:

Está relacionada con las propiedades que le otorgan las capacidades que hacen posible que soporte esfuerzos o tensiones que son producto de agentes externos. Entre las más importantes tenemos:

1. RESISTENCIA

Es la denominación que recibe la capacidad de soportar la aplicación de las fuerzas a compresión, tracción, flexión y corte. Comúnmente se mide a través de la resistencia en compresión. Por ello es necesario ensayar testigos cilíndricos de tamaño propicio con respecto al equipo de ensayo, que se obtienen al perforar o cortar una muestra que sea suficientemente grande.

Esta característica del agregado influye significativamente en la resistencia del concreto propiamente dicho, debido a ello la evaluación es primordial en forma directa o indirecta si el propósito es la optimización del concreto.

2. TENACIDAD

Esta denominación le corresponde a la resistencia que se presenta frente al impacto.

Mayormente, se encuentra en relación directa con la sollicitación en flexión, más que en compresión; del mismo modo se encuentra vinculada con la angularidad y la aspereza que presenta la superficie.

Adquiere importancia en las particularidades que presenta el concreto ante impactos que son trascendentales, en términos prácticos, cuando se evalúan las dificultades que pueden surgir durante la etapa del procesamiento por chancado del material. La estimación, en este caso, se caracteriza por ser más de carácter cualitativo que cuantitativo.

3. DUREZA

Este concepto se refiere a la capacidad de resistencia frente al desgaste que ocurre como consecuencia de la acción que realizan determinadas partículas sobre otras o por la influencia de agentes externos.

La Máquina de Los Ángeles, es el dispositivo que permite cuantificar la resistencia a la abrasión en los agregados empleados para concreto.

C. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Abanto Castillo (1998), indica que:

Los agregados, son por lo general altamente resistentes a los ataques de los agentes químicos, siendo relevante determinar que cualquier tipo de agresión deberá ser en forma de solución para que pueda tener realizar algún tipo de efecto o daño en el concreto.

D. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MORFOLÓGICAS

Abanto Castillo (1998), señala que:

Tanto la forma como la textura que presentan las partículas de los agregados tienen una marcada influencia en los resultados que serán obtenidos en las propiedades del concreto. Por una parte, existe un efecto de anclaje mecánico que es ciertamente favorable en relación con el tamaño, la textura, forma y el acomodo entre ellas.

1. FORMA

Todo agregado tiene por naturaleza una forma geoméricamente irregular que está conformada por combinaciones de carácter aleatorio de caras redondeadas y angularidades.

Dicha redondez o angularidad está definida de manera numérica como la relación existente entre el radio de curvatura promedio de los bordes de la partícula entre el Radio del máximo círculo inscrito en términos descriptivos. De acuerdo a esto, las formas que pueden presentar los agregados se definen como:

- Agregados Redondeados: Cuando presenta bordes prácticamente eliminados.
- Agregados Muy redondeados: Estos definitivamente no presentan caras ni bordes.
- Agregados Angulares: Cuando existe una mínima evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Agregados Subangulares: Cuando es evidente el desgaste en caras y Bordes.
- Subredondeada: Cuando se verifica un desgaste considerable en caras y Bordes.

2. TEXTURA

Simboliza cuan liso o que tan rugoso es el agregado en su superficie. Esta característica se relaciona con la absorción, ya que aquellos agregados que son muy rugosos tienden a tener una absorción mayor que aquellos que se caracterizan por presentar una superficie lisa.

2.3.2. PROPIEDADES TÉRMICAS

Rivera, Gerardo A. (2006), define que:

Es la propiedad que determina la forma en que se comporta el agregado frente a los cambios en la temperatura. Dichas características adquieren una importancia relevante para el concreto debido a que el calor de hidratación que se genera a partir del cemento, paralelamente a las modificaciones térmicas ambientales, tienen influencia con los agregados produciendo dilatación, expansión, retención o disipación del calor de acuerdo a cada caso.

Estas características de índole térmica se encuentran afectadas por las condiciones de humedad que presentan los agregados, del mismo modo por su porosidad, debido a esto presentan valores con mucha variabilidad. Entre las principales propiedades térmicas se consideran:

A. COEFICIENTE DE EXPANSIÓN

Es la encargada de cuantificar la capacidad de incremento o de las dimensiones de cada agregado en concordancia con la temperatura. Esto va a variar de acuerdo a la composición y a la estructura interna de las rocas, así también va a depender de manera significativa en la tipología de las rocas.

B. CALOR ESPECÍFICO

Viene a ser la cantidad de calor que se necesita con el propósito de incrementar la temperatura en 1 °C. Esto no presenta mayor variación entre los diversos tipos de roca, ex acto en aquellos casos de agregados que se caracterizan por presentar mucha porosidad o por ser muy ligeros. Comúnmente esta característica es del orden de 0,18 Cal/gr.

C. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Se denomina conductividad térmica al nivel de facilidad que presentan para permitir la conducción del calor en mayor o menor medida. Esta característica se encuentra influenciada de manera directa por la porosidad, y su intervalo de variación es ciertamente estrecho.

Usualmente, los valores de esta característica entre los agregados fluctúan de 1.1 a 2.7 Btu/pie.hr.°F.

D. DIFUSIVIDAD

Está representada como la velocidad con la cual se producen modificaciones térmicas en una masa; puede ser expresado como el cociente obtenido al dividir la conductividad entre el producto del calor específico y la densidad.

2.3.3. TIPOS DE AGREGADOS

Rivera, Gerardo A. (2006), define que:

Un agregado puede clasificarse atendiendo a su tamaño en agregado fino o en agregado grueso, sin embargo, se debe tener en cuenta la influencia internacional que presentan algunas asociaciones y que son consideradas para establecer leyes, reglamentos y demás normas entre muchos países, es el caso, por ejemplo, de ASTM o ACI.

A pesar de que los criterios de clasificación para los agregados están centrados básicamente en finos y gruesos, podemos encontrar otros criterios como los que se indican a continuación:

- De acuerdo al tamaño de partícula
- De acuerdo a su origen.
- De acuerdo a su modo de fragmentación
- De acuerdo a su color.
- De acuerdo a su peso específico.
- Agregados reciclados.

2.3.4. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU ORIGEN

Rivera, Gerardo A. (2006), menciona:

Esta clasificación se realiza considerando como criterio el origen de las rocas y el proceso físico-químico relacionados en su formación, el de acuerdo a su origen, los agregados pueden ser:

A) ÍGNEOS: aquí encontramos a aquellos agregados que provienen de rocas ígneas, por lo General estas rocas se conocen como rocas originales, rocas endógenas o rocas magmáticas. Se clasifican en los siguientes grupos:

- Intrusivas, abisales o plutónicas.
- Filonianas o hipoabisales.
- Extrusivas, efusivas o volcánicas.

B) SEDIMENTARIOS: en este grupo tenemos a aquellos agregados que provienen de rocas de tipo Sedimentarios, está rocas abundan en la superficie de la tierra. En estas rocas se encuentran los fragmentos pertenecientes a rocas ígneas, rocas metamórficas hubo otras de tipo sedimentarios. Pueden ser originadas debido a procesos de descomposición y de desintegración o también por la precipitación o la deposición química.

C) METAMÓRFICOS: este grupo se encuentra conformado por todos aquellos agregados que provienen de rocas metamórficas, que también se originan a partir de rocas ígneas y de rocas sedimentarias, cuando éstas han experimentado enormes presiones y temperaturas muy altas que han sido generadas en los mismos procesos metamórficos de contacto denominados metamorfismos dinámicos o regionales.

2.3.5. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL COLOR

Rivera, Gerardo A. (2006), define que:

Esta es la clasificación más fácil de utilizar porque únicamente tiene en consideración el color que presenta el material, pero que sin embargo representa a un procedimiento de clasificación que proporciona menos información en referencia al material y sobre el desempeño que pueda presentar en la mezcla.

2.3.6. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL TAMAÑO DE PARTÍCULA

Rivera, Gerardo A. (2006), define que:

De acuerdo a este criterio de clasificación, los agregados se dividen en función al hecho de que pasan o no pasan la frontera nominal del Tamiz N°4 (4,75mm).

Atendiendo a los tamaños que presentan las partículas, es posible establecer dos tipos diferentes en el agregado:

- **Fino:** es el material que pasa 100% el tamiz 3/8" y que es retenido en la malla número 200. Comúnmente es clasificado como arena gruesa o fina.
- **Grueso:** es el material que es retenido 100% en el tamiz número o superior.

2.3.7. CLASIFICACIÓN POR FRAGMENTACIÓN

Rivera, Gerardo A. (2006), define que:

De acuerdo al tipo de fragmentación que presentan, podemos dividir a los agregados en:

- **Naturales:** está conformado por los agregados fragmentados mediante procedimientos naturales como por ejemplo la erosión.
- **Manufacturados:** aquí encontramos a todos los agregados que han sido fragmentados con la ayuda de procedimientos mecánicos.
- **Mixtos:** son aquellos que han sido producidos a través de la combinación de los dos procedimientos señalados anteriormente.

2.3.8. CLASIFICACIÓN POR PESO ESPECÍFICO

Rivera, Gerardo A. (2006), dice:

Se determina por medio del peso unitario de los agregados, en función a esta característica se señalan los siguientes tipos de agregados: ligeros, normales y pesados.

2.3.9. AGREGADOS RECICLADOS

Rivera, Gerardo A. (2006), indica:

Este tipo de agregados se originan de las demoliciones y van variando de acuerdo a la naturaleza de la estructura de la que provienen (construcciones nuevas, reformas o demoliciones) así como de otros factores como la función para la cual fue pensada, la antigüedad de la estructura original, edad de la estructura, la zona en la cual se construyó, entre otros factores.

Estos agregados se pueden clasificar en dos tipos:

- **Agregados reciclados limpios:** se consideran en este tipo a aquellos agregados compuestos por tan sólo un elemento en forma mayoritaria (aproximadamente 95%) y que, al mismo tiempo poseen un porcentaje bastante bajo en relación a sus impurezas (alrededor del 5%).
- **Agregados reciclados sucios:** se consideran dentro de este tipo a los agregados que poseen valores fuera de los rangos establecidos.

2.3.10. TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO

Rivera, Gerardo A. (2006), señala:

Para concreto de alta resistencia, mientras se requiera una mayor resistencia, menor será el tamaño del agregado para lograr que la eficiencia del cemento sea mayor.

En el caso de concretos de resistencia intermedia y baja, mientras mayor sea el tamaño del agregado, mayor será la eficiencia del cemento.

2.4. CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA

El confitillo de la piedra chancada es el residuo de la trituración de piedra chancada que se obtiene en todas las plantas chancadoras de la ciudad. Este proyecto de tesis es desarrolla en la planta chancadora Río Huallaga – Colpa Baja.

La planta chancadora funciona 8 horas diarias de lunes a sábados, tiene una producción diaria aproximada de 160 m³ de piedra chancada de 3/4" y 1/2" el cual es usado en la producción de concreto elaborado por empresas como UNICON y también a la venta en menores cantidades de la piedra chancada.

Actualmente la planta tiene una producción diaria de confitillo o residuo de piedra chancada entre 12 y 13 m³; este volumen de confitillo generalmente es regalado o se vende a S/.35.00 soles cuando hay demanda del material que es usado generalmente como relleno.

Gráfico N°01

Muestra de confitillo de Piedra chancada.



2.5. RECOLECCIÓN DEL CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA

La recolección del material se realizó en 3 fechas diferentes para obtener producciones diferentes y poder evaluar si sus características físicas y propiedades eran constantes.

La primera muestra se obtuvo el día 15 de febrero del 2018, se recolectó 30 kilogramos de residuo de piedra chancada.

Gráfico N°02
Recolección de la muestra N°01.



Gráfico N°03
Muestra N°01.



La segunda muestra se obtuvo el día 19 de febrero del 2018, de igual forma se recolectó 30 kilogramos de residuo de piedra chancada.

Gráfico N°04
Muestra N°02.



Gráfico N°05
Recolección de la muestra N°02.



La tercera muestra se obtuvo de la producción del día 20 de febrero del 2018, recolectando 30 kilogramos de residuo de piedra chancada.

Gráfico N°06
Muestra N°03.



Gráfico N°07
Recolección de la muestra N°03.



2.6. PRUEBAS DE LABORATORIO EN AGREGADOS

ASTM C 136- NTC 77 (1994), señala que:

Las pruebas de laboratorio se realizan con el fin de tener conocimiento o en referencia a las características propias de cada uno de los materiales. Estas pruebas pueden ser de control, de clasificación y de proyecto. Las pruebas de control se encargan de verificar que la obra se encuentre acorde con una estructuración racional de la sección transversal; las pruebas de clasificación permiten decidir si los materiales se utilizarán en las capas estructurales.

2.7. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM C 136- NTC 77 (1994), indica:

De lo visto anteriormente en referencia a en las formas geoméricamente irregulares referente a las partículas que componen los agregados, se puede decir que no constituyen un aspecto para nada sencillo el hecho de poder determinar un criterio numérico individual que permita establecer las dimensiones de cada partícula.

Si nos pudiéramos a establecer la medida que corresponde a cada uno de los volúmenes de todos los diferentes tamaños que presenta cada partícula, supondría una labor sumamente complicada, por lo que se utiliza una manera indirecta la cual consiste en tamizar la muestra por una gran variedad de mallas con aberturas de dimensiones conocidas y efectuar el pesado pesar de cada material que ha sido retenido refiriéndolos en términos porcentuales con respecto al peso total.

Esto es el ensayo de análisis granulométrico o también llamado granulometría, está definida como la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

2.7.1. EL MÓDULO DE FINEZA

Rivera, Gerardo A. (2006), define que:

El módulo de fineza se desarrolla como consecuencia de búsqueda de características numéricas que puedan representar la representación volumétrica de las partículas de los agregados.

2.7.2. LA SUPERFICIE ESPECÍFICA

Rivera, Gerardo A. (2006), define:

Se denomina así a la caracterización numérica de la granulometría de agregados, esta característica no reviste características prácticas en su utilización, pero viene a ser de suma importancia teniendo en cuenta hace posible que comprendamos de manera conceptual diversas relaciones y propiedades inherentes del mortero y los agregados.

“Se define como el área superficial total de las partículas de agregados, referida al peso o al volumen absoluto”.

2.8. LOS AGREGADOS SEGÚN NORMA

Todos los agregados están supeditados al cumplimiento de lo estipulado en la Norma ITINTEC 400.037 y serán complementados de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas contenidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para aquellos casos en los cuales los agregados no lleguen a cumplir con algunos de los requisitos que se indican, se podrá hacer uso de estos únicamente si el Constructor compruebe, por ensayos de laboratorio o experiencias en obra, que estos agregados tengan la capacidad de producir el concreto de acuerdo a las propiedades que se requieren.

El agregado grueso puede estar constituido por grava obtenida en estado natural o que haya sido titulada. Siempre y cuando cada una de sus partículas se encuentren libres de impurezas, su perfil sea de manera preferente angular o semi angular, se exige también que tengan una textura adecuada que sean muy compactas y resistentes y rugosas. El agregado debe encontrarse también libre de cualquier partícula escamosa, de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que puedan ocasionar daño a la estructura y a la mezcla.

La granulometría que se va a elegir para el agregado debe estar en condiciones que permitan la obtención de una densidad máxima en el concreto además de una óptima trabajabilidad y que vaya acorde con las condiciones establecidas para la colocación de la mezcla.

En el agregado grueso, el tamaño máximo nominal no debe exceder a:

- La quinta parte de la menor dimensión entre las caras del encofrado.
- La tercera parte del peralte de la losa
- Las tres cuartas partes del menor espacio libre entre barras de refuerzo individuales o en paquetes o tendones o ductos de pre esfuerzo.

Las condiciones indicadas en el párrafo anterior pueden omitirse cuando, según el criterio del encargado de la inspección, la trabajabilidad y los procesos relacionados con la compactación conceden la posibilidad de que la colocación del concreto se realice sin la posibilidad de que ocurran formaciones de cangrejas o vacíos.

“El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión”.

(“Reglamento Nacional de Edificaciones”- Capítulo 2- Materiales, 2006)

2.9. PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO CON CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA

La manejabilidad, la resistencia, la durabilidad y la economía, constituyen los aspectos de mayor exigencia que deben ser cumplidos con el propósito de lograr una dosificación de carácter apropiado en estado fresco.

Es de gran importancia conocer que se han desarrollado un número significativo de trabajos realizados en con la teoría del diseño de la mezcla de concreto en, tú y para conseguir que el concreto cumpla con estos en gran parte se acepta que el diseño de mezcla constituye un procedimiento empírico, y a pesar de que existen muchas propiedades de gran importancia del concreto, gran parte de los procedimientos relacionados con el diseño se basan primordialmente en el logro de una resistencia a compresión para una determinada edad, del mismo modo la manejabilidad apropiada, en relación a un determinado período y para conseguir que el concreto que cumpla con estos requisitos se debe tener en cuenta la manipulación y preparación de los materiales usados para la elaboración su elaboración.

Para el presente proyecto de tesis se plantearon 3 diseños de mezcla para observar su comportamiento y sus diferencias entre sí.

El primer diseño se hizo con: cemento, agua, piedra chancada de $\frac{3}{4}$ " y confitillo de la piedra chancada.

El segundo diseño se hizo con: cemento, agua y confitillo de la piedra chancada al 50% con arena al 50%.

El tercer diseño se hizo un concreto normal con: cemento, agua, piedra chancada y arena.

2.10. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

2.10.1. PESO HÚMEDO, PESO SECO Y PESO ESPECÍFICO

ASTM, Norma C-39:

La humedad debe ser entendida como la cantidad de agua que se encuentra presente en una determinada masa de suelo o de roca. La indicada humedad puede expresarse en porcentaje y representa la relación existente entre el peso del agua contenida en los espacios vacíos y el peso de la fracción sólida; si la muestra que se va a ensayar se encuentra en un estado inalterado, usualmente es reconocida como humedad natural. Por otro lado, el peso específico constituye la relación que existe entre el peso y el volumen.

El desarrollo de cada uno de estos ensayos puede hacerse con muestras inalteradas como también con muestras alteradas, dichas muestras tienen que ser manipuladas con sumo cuidado con el propósito de que no se produzcan alteraciones y pérdidas de humedad.

A. El peso húmedo obtenido de las muestras dio los siguientes resultados:

- Confitillo de piedra chancada M-1 = 3665g.
- Confitillo de piedra chancada M-2 = 3659g.
- Confitillo de piedra chancada M-3 = 3662g.
- Arena gruesa = 3166g.
- Piedra chancada= 4059g.

B. El peso seco obtenido de las muestras dio los siguientes resultados:

- Confitillo de piedra chancada M-1 = 3547g.
- Confitillo de piedra chancada M-2 = 3541g.
- Confitillo de piedra chancada M-3 = 3544g.
- Arena gruesa = 3045g.
- Piedra chancada= 4037g.

Gráfico N°08

Muestra llevada al laboratorio para obtener su peso específico húmedo.



Gráfico N°09

Las muestra fueron sometidas a calor para obtener su peso seco.



Gráfico N°10

Las muestras fueron sometidas a calor para obtener su peso seco.

**2.10.2. GRANULOMETRIA**

ASTM, Norma C-39:

Se denomina así al proceso que permite determinar las dimensiones de cada una de las partículas que pueden encontrarse en una determinada muestra de suelo; aunque este análisis no es de utilidad en sí mismo, es empleado juntamente con otras propiedades del suelo con el propósito de. Establecer una clasificación, al mismo tiempo ayuda en la realización de otros ensayos. Para el caso de los suelos gran dólares, proporciona una idea bastante cercana sobre su permeabilidad y, en General, de su comportamiento en la ingeniería.

El tamiz es un instrumento que se emplea para separar las muestras del suelo de acuerdo a determinados tamaños. La estructura de un tamiz se encuentra conformada por un marco de metal y alambres entrecruzados de forma ortogonal que conforman aberturas cuadriculadas. Según la ASTM cada tamiz es designado de acuerdo a sus medidas expresadas en pulgadas y números. Por ejemplo, un tamiz 2" es el que se caracteriza porque su apertura tiene una dimensión de dos pulgadas por cada lado; del mismo modo, un tamiz N°4 tiene por característica poseer 4 alambres y 4 aberturas por cada pulgada lineal.

A. PROCEDIMIENTO

- Cuando la mezcla hubo secado y enfriado, se procedió a la toma del peso de la muestra seca.
- Una vez reducido el material se utiliza para la realización de la granulometría gruesa, para tal efecto se vierte el material a través de los tamices: 3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", 3/8", No. 4 que se han dispuesto de manera sucesiva, de mayor a menor, ubicando al final el receptáculo llamado fondo.
- Posteriormente se procede a realizar el tamizado del material ubicándolo en los agitadores mecánicos, con aproximadamente 5 minutos en el agitador de movimiento vertical y el mismo tiempo en el agitador de movimiento horizontal. Si no se dispone de agitadores mecánicos, el tamizado puede ser realizado durante diez minutos en forma manual.
- De manera gradual, se junta el material que ese retenido en los tamices, debemos asegurarnos manualmente que cada partícula haya sido retenida en el tamiz adecuado. Luego se realiza el pesado del material retenido en cada uno de los tamices, este procedimiento o se puede realizar de manera individual o de manera acumulada.
- El material que se retiene en el fondo del recipiente se va pesando siempre de manera individual. Cuando se haya finalizado el pesado, el material ubicado en el fondo se cuarteo con el propósito de obtener una muestra cuyo peso fluctúen entre 150 y 300 gramos con la que se realiza la granulometría fina. La muestra obtenida producto del cuarteo se lleva a pesar y se lava sobre el tamiz No. 200 para eliminar el material menor que ese tamaño.

B. EQUIPOS Y HERRAMINETAS

- Balanza de 0.1g.
- Bandejas, cepillo y brocha.

- Tamices.
- Vasijas.

Gráfico N°11

Las muestras listas para pasar por los tamices.



Gráfico N°12

Las muestras fueron pesadas para saber su peso total antes de pasar por el tamiz.



Gráfico N°13

La muestra es echada en los tamices.



Gráfico N°14

La muestra es agitada manualmente.



Gráfico N°15

Se determina el peso retenido en cada tamiz.



Gráfico N°16

Se van sumando todos los pesos retenidos hasta el último tamiz.



Gráfico N°17

Tabla con los resultados del Análisis Granulométrico del confitillo.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO							
Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr.)	°	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
4"	4.750	522.60	17.14	17.14	82.86	95	100
8"	2.360	855.80	28.07	45.21	54.79	80	100
16"	1.180	685.60	22.49	67.69	32.31	50	85
30"	0.600	380.40	12.48	80.17	19.83	25	65
50"	0.300	242.70	7.96	88.13	11.87	10	30
100"	0.150	232.70	7.63	95.76	4.24	2	10
200"	0.075	97.60	3.20	98.96	1.04	0	6
200"	0.075	20.50	0.67	99.6			

394

3049

2.10.3. INTERPRETACIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA

Riva López (2000), indica:

Para empezar, la granulometría nos brinda medidas porcentuales en peso de los diferentes tamaños de las partículas con eso se puede llegar a saber el porcentaje de finos (arcillas y limos) el cual viene a ser el porcentaje que pasar por el tamiz número 200 de la serie.

También se puede llegar a definir el porcentaje de la fracción gruesa (gravas) gracias al tamiz N°10 ASTM. El porcentaje de arena es el retenido entre los dos tamices para suelos anteriores y de forma análoga se puede determinar el porcentaje de cada tamaño de partícula.

A continuación, se procede a analizar en conjunto la proporción de cada uno de los tamaños de partículas.

Las curvas que presentan mayor verticalidad van a indicar una variabilidad de carácter reducido en sus tamaños, sin embargo, aquellas curvas que presentan inclinaciones indican gradaciones significativas en los tamaños de cada una de las partículas. Para definir con mayor precisión la granulometría se puede utilizar el coeficiente de curvatura y el coeficiente de uniformidad.

A. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Es la relación entre el diámetro correspondiente al 60% del peso del material y el diámetro por el que pasa el 10% del material. Siempre que el coeficiente de uniformidad es menor de 5 la granulometría será uniforme, en el caso de estar comprendido entre 5 y 20 el suelo es poco uniforme y si es mayor de 20 se trata de un suelo bien gradado.

B. COEFICIENTE DE CURVATURA

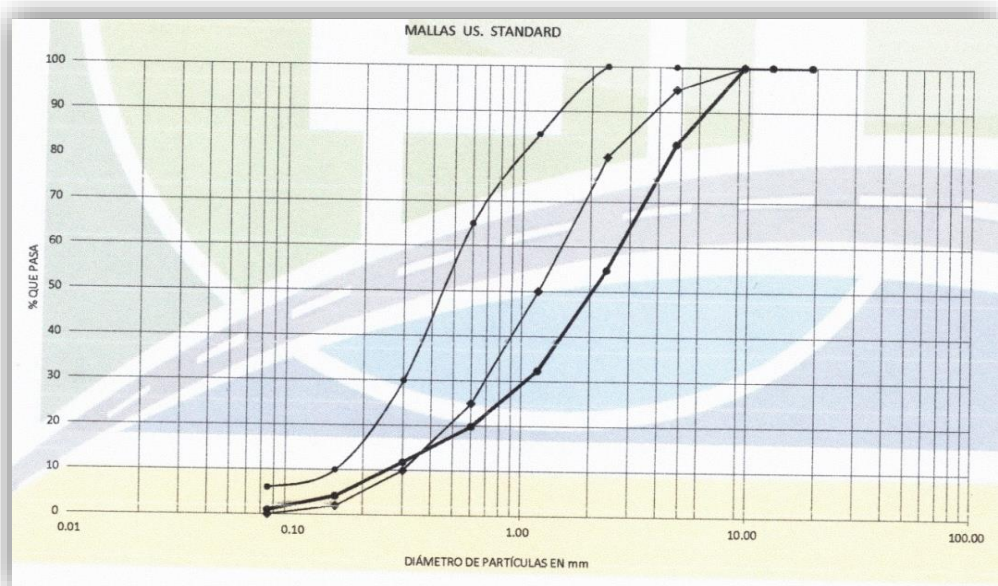
Se encarga de medir el grado de curvatura de la granulometría. El suelo que se encuentra bien graduado tiene un porcentaje en huecos menor y es por esto que su densidad será mayor, serán suelos menos compresibles, más impermeables y más fáciles de trabajar en obra.

C. CONTENIDO EN FINOS

Es el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 ASTM y mide el contenido en finos, proporción de arcillas y limos. También define el grado de retención de agua, cuanto mayor sea este valor, mayor va a ser la dificultad de expulsar el agua bajo esfuerzos (comportamiento no drenado de los materiales).

Gráfico N°18

Curva granulométrica del confitillo.



2.11. ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA

Se realizó 3 diseños de mezcla para un concreto estructural de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

2.11.1. DISEÑO CON CONFITILLO- N°01

Este diseño está conformado con cemento, agua, agregado grueso (piedra chancada) y agregado fino (confitillo).

A. Datos para el cálculo del diseño de mortero.

Tabla N°02

	f'c	210
	slup	5"
ENSAYO FISICO	Agre. Grueso	Agre. Fino
Tamaño máximo nominal	3/4	
Módulo de fineza	-	2.06
Peso unitario suelto	1352.00	1588.20
Peso unitario compactado	1541.30	1883.40
Peso específico	2.56	2.54
% de absorción	2.20	0.70
% de humedad	2.20	2.50
Peso específico del cemento	3.15	

Se calcula las proporciones de cada material que integra la mezcla de concreto que será usada.

Se tendrá en cuenta:

- La resistencia en compresión de diseño especificada, es de 210 kg/cm^2 , a los 28 días.
- La mezcla deberá tener una consistencia seca (SLUMP entre 3"-4").
- El cemento usado es Portland de la marca Andino Premiun tipo I estructural.

B. La resistencia promedio de diseño será:

$$F'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

C. Cálculo de la cantidad de agua.

$$\text{Agua en litros} = 216 \text{ Lt}$$

D. Relación Agua- Cemento

$$a/c = 0.558$$

E. Factor cemento

C= 387 kg

C= 9.11 bolsas

F. Agregado grueso

1541 x 0.57 = 879 KG

G. Volúmenes absolutos

	En peso kg	En volumen	
Cemento	387	0.12289	M ³
Agua	216	0.21600	M ³
Aire	2.0	0.02000	M ³
Are. Grueso	879	0.34317	M ³
Suma de valores:		0.7021	M ³

Volumen del agre. Fino: 1 – 0.721 M³Volumen del agre. Fino: 0.2979 M³

Peso del agre. Fino: 757 KG

H. Diseño Seco

	En Kg
Cemento	387
Agua	216
Agr. Grueso	879
Agr. Fino	757
Suma	2238

I. Corrección por Humedad

Agr. Grueso	898
Agr. Grueso	776

J. Agua Efectiva

Aporte Agr. Grueso	2.64
Aporte Agr. Fino	-13.62
Aporte total de agua	-10.99
Agua efectiva	227

K. Diseño Húmedo por M³

Cemento	387	Kg	9.68
Agua	227	Lt	5.67
Agr. Grueso	898	Kg	22.45
Agr. Fino	776	Kg	19.39
Tota	2288	Kg	

L. Proporción en Peso

	Pie³/Saco	
Cemento	1	Pie ³
Agr. Grueso	2.30	Pie ³
Agr. Fino	2.00	Pie ³
Agua	24.90	Lt/saco

M. Proporción por tanda de un saco

Cemento	42.50	Kg/saco
Agr. Grueso	96.50	Kg/saco
Agr. Fino	83.10	Kg/saco
Agua	24.90	Lt/saco

N. Relación de agua/ cemento de diseño

Relación A/C de diseño	0.558
Relación A/C de efectiva	0.586

2.11.2. DISEÑO CON CONFITILLO AL 50% Y ARENA AL 50% - N°02

Este diseño está conformado con cemento, agua, agregado grueso (confitillo+arena) y agregado fino (confitillo).

A. Datos para el cálculo del diseño de mortero.**Tabla N°03**

	f'c	210
	slup	5"
ENSAYO FISICO	Agre. Grueso	Agre. Fino
Tamaño máximo nominal	3/4	
Módulo de fineza	-	1.83
Peso unitario suelto	1352.00	1595.70
Peso unitario compactado	1541.30	1838.50
Peso específico	2.56	2.54
% de absorción	2.20	0.70
% de humedad	2.20	2.50
Peso específico del cemento	3.15	

Se calcula las proporciones de cada material que integra la mezcla de concreto que será usada.

Se tendrá en cuenta:

- La resistencia en compresión de diseño especificada, es de 210 kg/cm², a los 28 días.
- La mezcla deberá tener una consistencia seca (SLUMP entre 3"-4").
- El cemento usado es Portland de la marca Andino Premium tipo I estructural.

B. La resistencia promedio de diseño será:

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

C. Cálculo de la cantidad de agua.

$$\text{Agua en litros} = 216 \text{ Lt}$$

D. Relación Agua- Cemento

$$a/c = 0.558$$

E. Factor cemento

$$C = 387 \text{ kg}$$

$$C = 9.11 \text{ bolsas}$$

F. Agregado grueso

$$1541 \times 0.57 = 879 \text{ KG}$$

G. Volúmenes absolutos

	En peso kg	En volumen	
Cemento	387	0.12289	M ³
Agua	216	0.21600	M ³
Aire	2.0	0.02000	M ³
Are. Grueso	879	0.34317	M ³
Suma de valores:		0.7021	M ³

$$\text{Volumen del agre. Fino: } 1 - 0.721 \text{ M}^3$$

$$\text{Volumen del agre. Fino: } 0.2979 \text{ M}^3$$

$$\text{Peso del agre. Fino: } 757 \text{ KG}$$

H. Diseño Seco

	En Kg
Cemento	387
Agua	216
Agr. Grueso	879
Agr. Fino	757
Suma	2238

I. Corrección por Humedad

Agr. Grueso	898
Agr. Grueso	776

J. Agua Efectiva

Aporte Agr. Grueso	2.64
Aporte Agr. Fino	-13.62
Aporte total de agua	-10.99
Agua efectiva	227

K. Diseño Húmedo por M³

Cemento	387	Kg	9.68
Agua	227	Lt	5.67
Agr. Grueso	898	Kg	22.45
Agr. Fino	776	Kg	19.39
Tota	2288	Kg	

L. Proporción en Peso

	Pie³/Saco	
Cemento	1	Pie ³
Agr. Grueso	2.30	Pie ³
Agr. Fino	2.00	Pie ³
Agua	24.90	Lt/saco

M. Proporción por tanda de un saco

Cemento	42.50	Kg/saco
Agr. Grueso	96.50	Kg/saco
Agr. Fino	83.10	Kg/saco
Agua	24.90	Lt/saco

N. Relación de agua/ cemento de diseño

Relación A/C de diseño	0.558
Relación A/C de efectiva	0.586

2.11.3. DISEÑO DE CONCRETO NORMAL- N°03

Este diseño está conformado con cemento, agua, agregado grueso (piedra chancada) y agregado fino (arena).

A. Datos para el cálculo del diseño de mortero.

Tabla N°04

	f'c	210
	slup	5"
ENSAYO FISICO	Agre. Grueso	Agre. Fino
Tamaño máximo nominal	3/4	
Módulo de fineza	-	1.96
Peso unitario suelto	1391.90	1500.20
Peso unitario compactado	1592.70	1737.10
Peso específico	2.56	2.54
% de absorción	2.50	0.70
% de humedad	2.20	2.50
Peso específico del cemento	3.15	

Se calcula las proporciones de cada material que integra la mezcla de concreto que será usada.

Se tendrá en cuenta:

- La resistencia en compresión de diseño especificada, es de 210 kg/cm², a los 28 días.
- La mezcla deberá tener una consistencia seca (SLUMP entre 3"-4").
- El cemento usado es Portland de la marca Andino Premium tipo I estructural.

B. La resistencia promedio de diseño será:

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

C. Cálculo de la cantidad de agua.

$$\text{Agua en litros} = 216 \text{ Lt}$$

D. Relación Agua- Cemento

$$a/c = 0.558$$

E. Factor cemento

$$C = 387 \text{ kg}$$

$$C = 9.11 \text{ bolsas}$$

F. Agregado grueso

$$1593 \times 0.68 = 1083 \text{ KG}$$

G. Volúmenes absolutos

	En peso kg	En volumen	
Cemento	387	0.12289	M ³
Agua	216	0.21600	M ³
Aire	2.5	0.02500	M ³
Are. Grueso	1083	0.42307	M ³
Suma de valores:			0.7870 M ³

Volumen del agre. Fino: 1 – 0.787 M³

Volumen del agre. Fino: 0.2130 M³

Peso del agre. Fino: 541 KG

H. Diseño Seco

	En Kg
Cemento	387
Agua	216
Agr. Grueso	1083
Agr. Fino	541
Suma	2227

I. Corrección por Humedad

Agr. Grueso	1107
Agr. Grueso	555

J. Agua Efectiva

Aporte Agr. Grueso	3.25
Aporte Agr. Fino	-9.74
Aporte total de agua	-6.49
Agua efectiva	222

K. Diseño Húmedo por M³

Cemento	387	Kg	9.68
Agua	222	Lt	5.56
Agr. Grueso	1107	Kg	27.67
Agr. Fino	555	Kg	13.87
Tota	2271	Kg	

L. Proporción en Peso

	Pie³/Saco	
Cemento	1	Pie ³
Agr. Grueso	2.80	Pie ³
Agr. Fino	1.40	Pie ³
Agua	24.40	Lt/saco

M. Proporción por tanda de un saco

Cemento	42.50	Kg/saco
Agr. Grueso	118.90	Kg/saco
Agr. Fino	59.40	Kg/saco
Agua	24.40	Lt/saco

N. Relación de agua/ cemento de diseño

Relación A/C de diseño	0.558
Relación A/C de efectiva	0.575

2.12. PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

Se realizaron 3 diseños de mezcla y se elaboraron 3 probetas por cada diseño, obteniendo 9 probetas cilíndricas que fueron curadas durante 28 días.

2.12.1. ELABORACIÓN DE PROBETAS**A. EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

1. Los moldes que se utilizan para elabora cada probeta son de acero, hierro forjado o de cualquier otro material que no sea absorbente y que además no se mezcle con el cemento. Deberán poseer una gran resistencia que les permita soportar las duras condiciones de trabajo a las que serán sometidas y deben poseer una forma cilíndrica recta de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de alto.

Gráfico N°19

Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

2. Al momento de la compactación y moldeado es necesario que se utilice una barra de acero liso y circular, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de longitud; con un extremo redondeado.

Gráfico N°20

Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

3. Se utilizará un cucharón metálico para poder echar el concreto dentro del molde.
4. Para eliminar los espacios de aire se debe usar un martillo con la cabeza de goma para poder golpear el molde suavemente.

Gráfico N°21

Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

5. Para el traslado y remezclado de la muestra completa se hace uso de un recipiente de metal con proporciones apropiadas o una carretilla cuya superficie debe encontrarse limpia que no tenga características absorbentes y que posea la capacidad suficiente para la toma.
6. Para finalizar y darle un correcto acabado a la superficie del concreto en el molde, se debe usar una plancha lisa.

B. PROCEDIMIENTO:

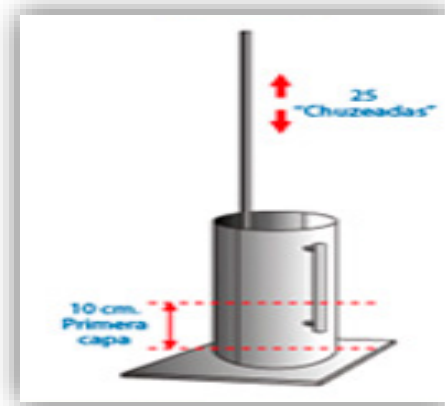
1. El primer paso es definir un área que sea apropiada para la elaboración de las probetas que cumpla con las siguientes indicaciones:
 - Debe encontrarse libre de cualquier tipo de vibración.
 - La indicada superficie debe ser plana, horizontal y rígida.
 - Es recomendable, que tenga un techo a fin de moldear las probetas bajo sombra.
2. Como siguiente punto para la elaboración de la muestra e iniciar el moldeado, verificar:
 - Los seguros para el cierre de los moldes (pernos), deben estar estables y en condiciones óptimas.
 - Los moldes deben ser herméticos para evitar la filtración de la mezcla.
 - La superficie interior de los moldes debe estar limpia.
 - Para desmoldar con facilidad, se debe utilizar aceite mineral o petróleo en la capa de la superficie interior del molde.

3. Para el llenado de la probeta se realiza en tres capas, cada capa tendrá una altura de 10 cm., según se indica:

Primera Capa:

- Verter la mezcla en el interior del molde y comenzar a mezclarla utilizando el cucharón asegurando que quede adecuadamente distribuida y pareja.

Gráfico N°22



Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

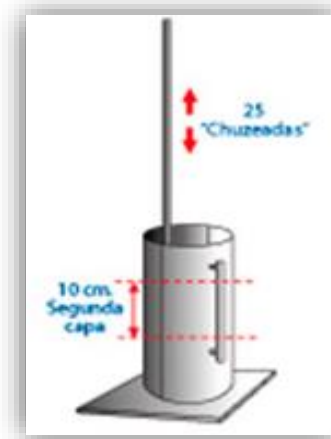
- Luego se procede al compactado de la primera capa en todo su espesor, este proceso puede llevarse a cabo a través de 25 inserciones ("chuseadas") haciendo uso de la varilla lisa, cada inserción será distribuida uniformemente en la mezcla. Debemos tener cuidado de que extremo redondeado de la varilla debe ubicarse hacia abajo.
- Cuando se haya finalizado la compactación de esta capa, se procede a golpear suavemente alrededor de todo el molde unas 10 veces con el martillo para ir liberando las burbujas de aire que quedan atrapadas en el interior de la mezcla.

Segunda Capa

- Se coloca la mezcla en el interior del molde y se la distribuye uniformemente con ayuda del cucharón.

- Luego realizamos la compactación con 25 "chuseadas" haciendo uso de la varilla lisa. Dicha varilla se debe introducir una pulgada dentro de la primera capa.
- Continuamos golpeando con suavidad alrededor del molde, aproximadamente 10 veces con ayuda del martillo para poder liberar las burbujas de aire.

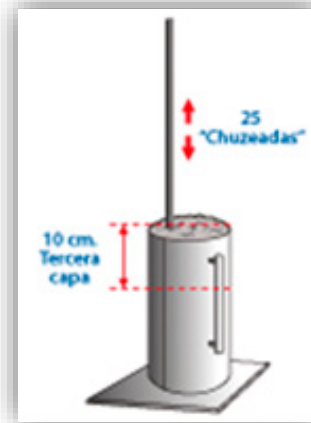
Gráfico N°23



Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

Tercera Capa:

- Al ser la última capa, se agrega suficiente cantidad de mezcla para que el molde quede completamente lleno.
- Empezamos a compactar la tercera capa realizando las 25 "chuseadas" con la varilla lisa, teniendo cuidado que estén uniformes y completamente distribuidas en toda la masa recién colocada. Siempre manteniendo que cada inserción la varilla ingresa 1 pulgada en la segunda capa.
- Finalizada la compactación, se procede a golpear suavemente por alrededor de todo el molde unas 10 veces con el martillo para poder liberar las burbujas de aire que quedan atrapadas en la mezcla.

Gráfico N°24

Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

- Para culminar se nivela el exceso de mezcla con la varilla lisa de compactación.
- Se debe brindar un buen acabado con la plancha para así obtener una superficie lisa y plana.
- 4. Colocar una etiqueta en el exterior del molde con el propósito de identificar las probetas, que deben contener los siguientes datos:
 - Probeta N° 1
 - Fecha de elaboración: 26/03/18

Gráfico N°25

Fuente: Procedimiento para elaborar Probetas de concreto, Ricardo Medina Cruz, Edición 17

$$\begin{array}{rcl} \text{Agregado Fino:} & 1\text{m}^3 & 776 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & \times \\ & & \mathbf{X = 19.39 \text{ Kg}} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Agregado Grueso:} & 1\text{m}^3 & 898 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & \times \\ & & \mathbf{X = 22.45 \text{ Kg}} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Agua:} & 1\text{m}^3 & 227 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & \times \\ & & \mathbf{X = 5.67 \text{ Lt}} \end{array}$$

Procedimiento

- Preparamos el molde que debe presentar en su base una apariencia limpia y su cavidad interna debe estar minuciosamente aceiteada con aceites minerales y otros productos adecuados.
- Pesamos los agregados para la elaboración de las 3 probetas, se pesa el cemento con un total de 9.68 kg, piedra chancada 22.45 kg, confitillo 19.39 kg y agua 5.67 lt.
- Se coloca en la mezcladora los agregados y procedemos a mezclar todo el material.

Gráfico N°26

Moldes aceiteados para recibir las mezclas



Gráfico N°27

Se prende la mezcladora y se procedió a colocar el cemento, confitillo, piedra chancada y agua en las cantidades calculadas, al momento se realizarse la mezcla se notaba la falta de agua por lo que se procedió a agregar 350 ml de agua.

**Gráfico N°28**

Cuando ya se ha obtenido la mezcla, es necesario proceder a llenar las probetas con la mezcla en 3 capas.



Gráfico N°29

En la primera capa de mezcla se procede a realizar 25 inserciones o “chuseadas” haciendo uso de la varilla distribuyendo uniformemente la mezcla, una vez compactada esta capa se golpea con suavidad mas o menos diez veces alrededor del molde con la finalidad de eliminar cualquier burbuja que podría haber quedado atrapada

**Gráfico N°30**

Se procede a echar la segunda capa de mezcla y de igual forma se compacta con 25 chuseadas con la varilla la cual dijimos debe penetrar 1 pulgada en la primera capa y luego se golpea suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo para eliminar burbujas de aire.



Gráfico N°31

Con la tercera y última capa de mezcla se agrega suficiente cantidad de mezcla para que el molde quede lleno, se compacta también mediante 25 chuseadas con la varilla teniendo en cuenta que debe estar uniforme y que en cada inserción la varilla debe ingresar 1 pulgada en la segunda capa, luego procedemos a golpear suavemente alrededor del molde 10 veces para liberar las burbujas de aire y nivelamos el exceso de mezcla con la plancha para obtener una superficie lisa y plana.

**Gráfico N°32**

Posteriormente cuando se obtuvo las 3 probetas se transportaron cuidadosamente y de manera inmediata hacia el espacio destinado al almacenamiento; y 24 horas después se retirará el molde con mucho cuidado para realizar el curado correspondiente.



**B. DISEÑO CON CONFITILLO AL 50% Y ARENA AL 50% N°02:
F'C=210 KG/CM²**

Material	Peso
Cemento	387 kg
Agregado fino	776 kg
Agregado grueso	898 kg
Agua	227 lt

- Dimensiones de la briqueta (h=30 cm y r=7.5 cm)

Volumen de la briqueta: 0.0053 m³

Volumen para tres briquetas: 0.0159 m³

Considerando el desperdicio por cada briqueta, calcularemos para un volumen de 0.025 m³

- Proporción para volumen de briqueta

$$\begin{array}{r} \text{Cemento:} \\ 1\text{m}^3 \quad 387 \text{ kg} \\ 0.025 \text{ m}^3 \quad x \\ \hline X = 9.68 \text{ Kg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Agregado Fino:} \\ 1\text{m}^3 \quad 776 \text{ kg} \\ 0.025 \text{ m}^3 \quad x \\ \hline X = 19.39 \text{ Kg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Agregado Grueso:} \\ 1\text{m}^3 \quad 898 \text{ kg} \\ 0.025 \text{ m}^3 \quad x \\ \hline X = 22.45 \text{ Kg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Agua:} \\ 1\text{m}^3 \quad 227 \text{ kg} \\ 0.025 \text{ m}^3 \quad x \\ \hline X = 5.67 \text{ Lt} \end{array}$$

Gráfico N°33

Se prende la mezcladora y se procede a colocar el cemento, confitillo, arena y agua en las cantidades calculadas, al momento de realizarse la mezcla se notaba la falta de agua por lo que se procedió a agregar 350 ml de agua.

**Gráfico N°34**

Cuando tuvimos lista la mezcla echamos en las 3 probetas siguiendo todo el procedimiento correspondiente y luego se deben transportar con mucho cuidado al lugar de almacenamiento para que 24 horas después se retire el molde con mucho cuidado para realizar el curado correspondiente.



C. DISEÑO DE CONCRETO NORMAL N°03: F'C=210 KG/CM²

Material	Peso
Cemento	387 kg
Agregado fino	555 kg
Agregado grueso	1,107 kg
Agua	222 lt

- Dimensiones de la briqueta (h=30 cm y r=7.5 cm)

Volumen de la briqueta: 0.0053 m³

Volumen para tres briquetas: 0.0159 m³

Considerando el desperdicio por cada briqueta, calcularemos para un volumen de 0.025 m³

- Proporción para volumen de briqueta

$$\begin{array}{rcl} \text{Cemento:} & 1\text{m}^3 & 387 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & x \\ & & \mathbf{X = 9.68 \text{ Kg}} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Agregado Fino:} & 1\text{m}^3 & 555 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & x \\ & & \mathbf{X = 13.87 \text{ Kg}} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Agregado Grueso:} & 1\text{m}^3 & 1107 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & x \\ & & \mathbf{X = 27.67 \text{ Kg}} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Agua:} & 1\text{m}^3 & 222 \text{ kg} \\ & 0.025 \text{ m}^3 & x \\ & & \mathbf{X = 5.56 \text{ Lt}} \end{array}$$

Gráfico N°35

Se prende la mezcladora y se procede a colocar el cemento, arena, piedra chancada y agua en las cantidades calculadas.



Gráfico N°36

Echamos la mezcla en las 3 probetas.

**2.12.3. CURADO DE PROBETAS**

Este procedimiento se trata de cubrir todas las probetas con agua y cal con el propósito de prevenir que el agua se evapore. Antes de proceder con el llenado, se verifica que cada molde se ubique en una superficie llana y libre de cualquier tipo de vibración. Para luego ser protegidas del viento y del sol, así como de cualquier otro agente que pueda alterar el concreto.

Durante las primeras veinticuatro horas posteriores al proceso de moldeo, se traslada al lugar donde serán almacenadas cada una de las probetas en condiciones que garanticen el mantenimiento de la temperatura ambiente entre los 16° y 27°C y que protejan de la pérdida de humedad; Las primeras horas de vida del curado son determinantes para el desarrollo de sus características resistentes desde el punto de vista mecánico. Del mismo modo, el curado de las probetas de concreto mientras están en espera de ser ensayadas, también es crucial para contar con los resultados potenciales.

El procedimiento más recomendable es sumergir en agua saturada de cal todas las probetas recién moldeadas en una piscina, hasta el momento de su ensayo. Si no es posible el uso de piscinas, es de suma importancia asegurar una permanente humectación completa y visible de todas las caras de las probetas.

Gráfico N°37

Las probetas fueron trasladadas a su lugar de reposo para el curado

**Gráfico N°38**

Las muestras fueron sumergida en agua saturada de cal hasta el momento del ensayo.



2.13. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Es conveniente definir algunos términos utilizados:

- ✓ **Agregado o árido:** se denomina árido a la agrupación de materiales de composición mineral, natural o artificial, comúnmente inertes, que son utilizados para la construcción de diversas obras civiles.
- ✓ **Agregado grueso o grava:** es el material que queda retenido en el tamiz No. 4, con un tamaño entre 7.6 cm y 4.76 mm.
- ✓ **Agregado fino o arena:** es el material que pasa la malla No. 4 y que es detenido en la malla No. 200, con tamaños que van de 4.76 mm a 74 Micras (0.074 mm.).
- ✓ **Confitillo de la piedra chancada:** es el residuo de la trituración de rocas, es el material que pasa los tamices $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " al momento de la elaboración de la piedra chancada.
- ✓ **Curado:** está definido como el mantenimiento satisfactorio referido al contenido de humedad, así como de la temperatura en el concreto durante el periodo inmediato y posterior a la colocación y acabado, y con la finalidad de que se desarrollen las propiedades requeridas.
- ✓ **Fraguado:** se denomina así a aquel proceso que implica el endurecimiento y la pérdida de trabajabilidad del concreto.
- ✓ **Gravilla:** viene a ser el material de río o cantera, que es separado en la planta por tamaños pasantes del tamiz $\frac{3}{4}$ " y detenido en el No.4, con tamaños entre 19.1 mm y 4.76 mm.
- ✓ **Hormigón:** es la composición de la mezcla que contiene arena gruesa y piedra en proporciones similares.
- ✓ **Piedra chancada:** Se obtiene por trituración artificial de rocas o gravas y en tamaño, que en nuestro caso es de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".
- ✓ **Sucio de río:** es un término que se emplea para denominar al material de arrastre de un río el cual no es separado por tamaños, es tal cual se llega a extraer de su depósito natural.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

La confiabilidad de los ensayos realizados para lograr la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se mide rompiendo las probetas cilíndricas con la máquina de ensayos a compresión, por cuanto la resistencia a la compresión se determina obteniendo la carga de ruptura que se divide con el área de la sección que resiste la carga y se reporta en Megapascales (MPa) en unidades SI. Dichas pruebas son certificadas por un laboratorio de técnico especializado de suelo, concreto y asfalto.

3.1.1. ¿POR QUÉ SE DETERMINA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN?

- Una vez obtenidos los resultados de los ensayos referidos a la resistencia a la compresión, éstas son utilizadas primordialmente con el propósito de sustentar que el concreto elaborado cumple satisfactoriamente con la resistencia especificada requerida para el proyecto.

- Los resultados que se obtienen de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se suelen usar con el fin de controlar la calidad, aprobación del concreto y tener la resistencia que alcanzará del concreto en estructuras.
- Las probetas sometidas a pruebas de aceptación y control de calidad se deben elaborar y curan siguiendo las técnicas detalladas en probetas curadas de forma estándar según la norma ASTM C31 “Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensaye de concreto en campo”.

Para estimar la resistencia del concreto In situ, la norma ASTM C31 plantea las técnicas para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas son sometidas a ensayos de acuerdo a ASTM C39, “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”.

- Cuando los ingenieros diseñan una estructura se basan de la resistencia especificada, $f'c$, y especifican el concreto que cumpla con el requerimiento de resistencia que se ha establecido en el contrato del proyecto. La mezcla de concreto es diseñada con el propósito de producir una resistencia de nivel promedio superior a la que se ha especificado, de tal forma que se minimice el riesgo de incumplir las especificaciones de resistencia.

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

El volumen del confitillo de la piedra chancada que se produce en la chancadora está determinado por metro cúbico (m^3) diario.

El porcentaje de confitillo usado como material de agregado fino es del 100% y como agregado en general fue de 46.36% mientras que el agregado grueso (piedra chancada) completó con 53.65%.

Se obtuvo la curva granulométrica de la distribución de tamaños del confitillo el cual está medido entre el diámetro de partículas en milímetros (mm) x % que pasa las mallas.

Los resultados de las pruebas a compresión a los 7, 14 y 28 días están dadas en kg/cm^2 x cantidad de días.

Consideraciones para realizar las pruebas de resistencia del concreto

- Los cilindros que se usan en los ensayos de aceptación deben ser de un tamaño estándar de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), ambos son válidos. Las probetas de menor tamaño suelen a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.
- El diámetro del cilindro se mide en dos lugares con ángulos rectos entre sí y a media altura de la probeta, estas dos medidas se promedian para calcular el área de la sección. En caso que los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no será apta para ser sometida a la prueba el cilindro.
- Ambos extremos de las probetas no pueden mostrar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben ser llanos dentro en un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).
- Las probetas cilíndricas son centradas en la máquina de ensayo de compresión y sometidos a cargas hasta alcanzar la ruptura. El rango de carga con la máquina hidráulica tiene que mantener un régimen de entre 0.15 a 0.35 MPa/s durante la última mitad de la fase de carga. Se toma en consideración el tipo de ruptura que presenta. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.
- Para calcular la resistencia del concreto se divide la carga máxima soportada por la probeta al momento que se produce la fractura dividida con el área promedio de la sección. Según ASTM C-39 nos indica que los factores de corrección en el caso de que el rango longitud- diámetro del cilindro se encuentre entre 1.75 y 1.00, aunque esto no suela ser común. Es necesario someter a prueba al menos 02 probetas con la misma edad

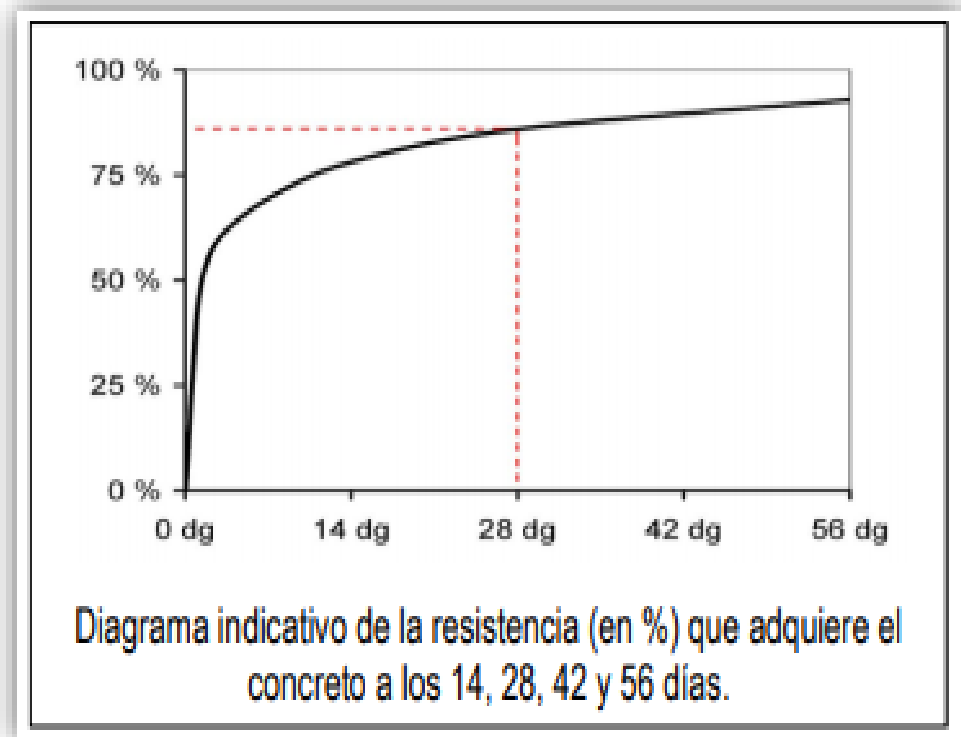
y registrar la resistencia promedio también se registra el resultado final de la prueba, al intervalo más próximo de 0.1 MPa.

- El especialista que realice el ensayo tiene que hacer constar la fecha en que se están recepcionando las probetas en el laboratorio, la fecha que se realiza la prueba, identificar la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros, la máxima carga que es aplicada, el tipo de fractura que se produce y cualquier otro defecto que presente el cilindro. En caso se mida la masa de los cilindros también debe ser registrada.
- En promedio los cilindros que pertenecen al mismo grupo y probados a la misma edad tendrán un rango de aproximadamente 2 a 3% de la resistencia promedio. En caso la variación entre dos cilindros compañeros sobrepase el rango de frecuencia de 8%, o 9.5% para tres cilindros del mismo grupo, serán sometidas a evaluación y rectificación los procedimientos de ensayo en el laboratorio.
- Los resultados obtenidos de las pruebas que se realizan en laboratorios diferentes para la misma muestra de concreto no deben variar en más del 13% del promedio entre los resultados de los ensayos.
- En caso uno o dos de los grupos de cilindros revientan a una resistencia menor a $f'c$, se debe evaluar si los cilindros presentan algún problema obvio y retener los cilindros sometidos a al ensayo para ser examinados posteriormente. Frecuentemente, la razón de que la prueba sea malograda puede ser reflejada fácilmente en el cilindro, ya sea inmediatamente o por medio de exámenes petrográficos. Si se descartan o desechan estas probetas se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. Es mejor elaborar cilindros adicionales como reserva para poder realizar nuevos ensayos si es que algún cilindro de un grupo se revienta en una resistencia no adecuada.
- Un ensayo a los tres o siete días puede ayudar a identificar problemas potenciales que van vinculados con la calidad del concreto o también con el procedimiento de los ensayos en el laboratorio, pero no llega a ser un criterio para dar por rechazado al concreto.

- Según norma ASTM C 1077 indica que los técnicos del laboratorio que sean partícipes al momento del ensayo del concreto deben ser acreditados.
- Los informes o certificados de las pruebas de resistencia a la compresión vienen a ser la fuente principal de información para todo tipo de proyectos actuales o proyectos futuros.
- Los certificados deben ser remitidos en el menor tiempo posible al responsable del concreto.

Gráfico N°39

Diagrama indicativo de resistencia del concreto



Fuente: Norma Técnica Peruana

3.2.1. PRUEBA DE COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS A. DISEÑO CON CONFITILLO N°01:

Gráfico N°40

Colocamos la primera probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°41

Se puede observar que la probeta falló en la parte inferior de tipo columnar, a pesar que perdió algunos fragmentos de concreto sigue manteniendo su forma general.



Tabla N°05

Resultado de la prueba a compresión a los 7 días de vida

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
PIEDRA CHANCADA CON CONFITILLO	26/03/18	02/04/18	7	15.00	176.72	210	332.79	33935	189.50	90.20

La tabla anterior resume los resultados que se han obtenido en la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con confitillo como agregado obtuvo una resistencia de $F'c=189.50$ a los 7 días de vida, alcanzando un 90.20% de la resistencia diseñada.

B. DISEÑO CON CONFITILLO AL 50% Y ARENA AL 50% N°02

Gráfico N°42

Colocamos la segunda probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°43

Se puede observar que la probeta falló de forma longitudinal en todo el largo de la probeta, este tipo de falla es por corte y es la falla más brusca que se debe evitar.

**Tabla N°06**

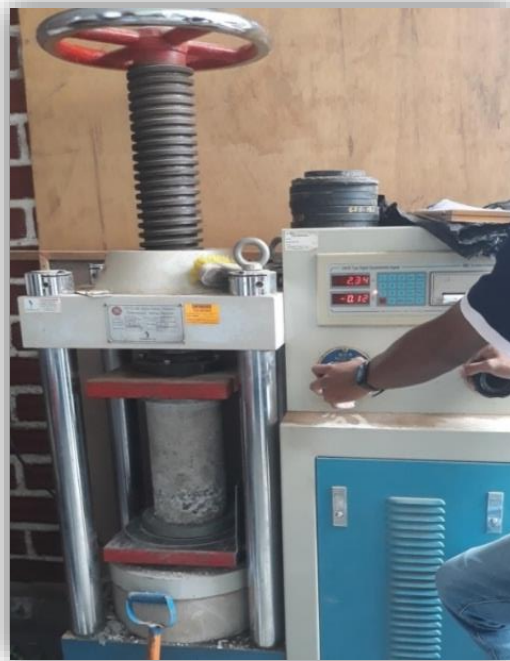
Resultado de la prueba a compresión a los 7 días de vida

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
HORMIGÓN CON CONFITILLO	26/03/2018	02/04/2018	7	15.00	176.72	210	321.68	32802	183.17	87.20

En la tabla N°06 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con confitillo y arena obtuvo una resistencia de $F'c=183.17$ a los 7 días de vida, alcanzando un 87.20% de la resistencia diseñada.

C. DISEÑO DE CONCRETO NORMAL N°03**Gráfico N°44**

Colocamos la tercera probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.

**Gráfico N°45**

Se puede observar que la probeta falló en la parte inferior en forma diagonal, a este tipo de falla fragil se le llama falla por corte.



Tabla N°07*Resultado de la prueba a compresión a los 7 días de vida*

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
CONCRETO NORMAL	26/03/2018	02/04/2018	7	15.00	176.72	210	274.72	28013	156.43	74.50

En la tabla N°07 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con concreto normal obtuvo una resistencia de $F'c=156.43$ a los 7 días de vida, alcanzando un 74.50% de la resistencia diseñada.

3.2.2. PRUEBA DE COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

A. DISEÑO CON CONFITILLO N°01

Gráfico N°46

Colocamos la primera probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°47

Se puede observar que la probeta falló en la parte inferior de tipo columnar, casi sin perder fragmentos de concreto manteniendo su forma general.

**Gráfico N°48**

Se puede observar que con respecto a la probeta rota a los 7 días se mantiene la falla de tipo columnar manteniendo su forma casi intacta.



Tabla N°08*Resultado de la prueba a compresión a los 14 días de vida*

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
PIEDRA CHANCADA CON CONFITILLO	26/03/2018	09/04/2018	14	15.00	176.72	210	359.57	36665	207.48	98.80

En la tabla N°08 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con confitillo como agregado obtuvo una resistencia de $F'c=207.48$ a los 14 días de vida, equivalente a un 98.80% de la resistencia diseñada.

B. DISEÑO CON CONFITILLO AL 50% Y ARENA AL 50% N°02

Gráfico N°49

Colocamos la segunda probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°50

Se puede observar que la probeta falló en la parte inferior de tipo columnar, a pesar que perdió algunos fragmentos de concreto sigue manteniendo su forma general.

**Gráfico N°51**

Se puede observar que con respecto a la probeta rota a los 7 días hubo un cambio en el tipo de falla pasando de ser una falla por corte a una falla columnar.



Tabla N°09*Resultado de la prueba a compresión a los 14 días de vida*

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
HORMIGÓN CON CONFITILLO	26/03/2018	09/04/2018	14	15.00	176.72	210	351.74	35867	202.96	96.60

En la tabla N°09 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con confitillo y arena obtuvo una resistencia de $F'c=202.96$ a los 14 días de vida, equivalente a un 96.60% de la resistencia diseñada.

C. DISEÑO DE CONCRETO NORMAL N°03

Gráfico N°52

Colocamos la tercera probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°53

Se puede observar que la probeta falló en la sección longitudinal de la probeta, siendo una de las fallas más críticas acompañado de desprendimiento del concreto en forma longitudinal.

**Gráfico N°54**

Se puede observar que con respecto a la probeta rota a los 7 días no hubieron cambios en el tipo de falla teniendo una falla de tipo corte crítico fallando en toda la parte longitudinal de la probeta.



Tabla N°10

Resultado de la prueba a compresión a los 14 días de vida

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
CONCRETO NORMA	26/03/2018	09/04/2018	14	15.00	176.72	210	446.50	45530	257.64	122.70

En la tabla N°10 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con concreto normal obtuvo una resistencia de $F'c=257.64$ a los 14 días de vida, equivalente a un 122.70% de la resistencia diseñada.

3.2.3. PRUEBA DE COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

A. DISEÑO CON CONFITILLO N°01

Gráfico N°55

Colocamos la primera probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°56

Se puede observar que la probeta falló en la parte superior extremo de la probeta siendo una falla columnar manteniendo su forma casi intacta.

**Gráfico N°57**

Se puede observar que con respecto a la probeta rota a los 7 y 14 días se mantiene la falla de tipo columnar conservando su forma casi intacta.



Gráfico N°58

Se puede observar que el tipo de falla en las probetas elaboradas con confitillo como agregado tienen una falla columnar constante, fallando principalmente en los extremos inferiores.

**Tabla N°11**

Resultado de la prueba a compresión a los 28 días de vida

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
PIEDRA CHANCADA CON CONFITILLO	26/03/2018	23/04/2018	28	15.00	176.72	210	492.70	50241	284.30	135.40

En la tabla N°11 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con confitillo como agregado obtuvo una resistencia de $F'c=284.30$ a los 28 días de vida, alcanzando un 135.40% de la resistencia diseñada.

B. DISEÑO CON CONFITILLO AL 50% Y ARENA AL 50% N°02
Gráfico N°59

Colocamos la segunda probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Gráfico N°60

Se puede observar que la probeta falló en la parte inferior de tipo columnar, manteniendo su forma intacta.



Gráfico N°61

Se puede observar que con respecto a la probeta rota a los 14 días se mantiene la falla de tipo columnar conservando su forma casi intacta.



Tabla N°12

Resultado de la prueba a compresión a los 28 días de vida

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
HORMIGÓN CON CONFITILLO	26/03/2018	23/04/2018	28	15.00	176.72	210	466.68	47587	269.29	128.20

En la tabla N°12 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con confitillo y arena obtuvo una resistencia de $F'c=269.29$ a los 28 días de vida, alcanzando un 128.20% de la resistencia diseñada.

C. DISEÑO DE CONCRETO NORMAL N°03

Gráfico N°62

Colocamos la tercera probeta en la máquina de forma correcta para ser sometida a compresión.



Tabla N°13

Resultado de la prueba a compresión a los 28 días de vida

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c KG/CM2	% de F'c
CONCRETO NORMAL	26/03/2018	23/04/2018	28	15.00	176.72	210	527.83	53822	304.57	145.00

En la tabla N°13 se aprecian los resultados alcanzados de la prueba a compresión, donde se pudo saber que la probeta elaborada con concreto normal obtuvo una resistencia de $F'c=304.57$ a los 28 días de vida, alcanzando un 145.00% de la resistencia diseñada. Siendo el diseño que más resistencia alcanzó a los 28 días.

3.3. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS

El presupuesto constituye el fundamento o en el que debe estar basado cualquier obra de construcción, de tal forma que se haga posible una real estimación de cada uno de los costos, de la misma forma debe hacer posible que se cuente con la suficiente información para realizar la compra de las cantidades óptimas de cada uno de los materiales necesarios. En este sentido, el presupuesto constituye la estimación que debe tener el costo o de un proyecto de construcción, en forma previa a su realización.

Analizamos el costo de la elaboración por metro cúbico de las 3 diferentes mezclas que realizamos en laboratorio para determinar en cuanto varía la elaboración de un concreto normal con respecto a un concreto elaborado de material reciclado.

3.3.1. ANÁLISIS DE COSTOS POR M³ PARA UN CONCRETO F'C=210 KG/CM² ELABORADO CON CONFITILLO

El detalle de las estimaciones del costo o es el producto o del cálculo que se ha realizado en referencia a los materiales, todo ello en la etapa de memoria de cálculo, es decir el diseño de mezcla, juntamente con todos los datos referentes a los precios que se hayan obtenido, lo que ha derivado en la estimación hubo obtención del costo total por cada metro cúbico de concreto. Según el diseño se mezcla de obtuvo que la cantidad de materiales por metro cúbico es:

- Cemento Portland: 387 kg <> 9.1059 bolsas de 42.5 kg.
- Agua: 227 Lt.
- Piedra chancada: 898 kg
- Confitillo de piedra chancada: 776 kg.

TABLA N°14
Análisis de costos Diseño N°01

Partida:	CONCRETO CON CONFITILLO F'C= 210 KG/CM2				Costo Unitario x M3:		S/ 509.51
Rendimiento:	M3/DÍA	MO.	16.00	EQ.	16.00		
	MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	1.0000	22.40	22.40	
	CAPATAZ	HH	0.2000	0.1000	23.81	2.38	
	OPERARIO	HH	2.0000	1.0000	21.73	21.73	
	OFICIAL	HH	2.0000	1.0000	17.39	17.39	
	PEON	HH	12.0000	6.0000	15.67	94.02	
	MATERIALES						157.92
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4"	M3		0.8980	100.00	89.80	
	CONFITILLO DE PIEDRA CHANCADA	M3		0.7760	35.00	27.16	
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		9.1059	23.00	209.44	
	AGUA	M3		0.2270	2.00	0.45	
	EQUIPOS						326.85
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	157.92	4.74	
	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3	HM	1.0000	0.5000	25.00	12.50	
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.5000	15.00	7.50	
							24.74

3.3.2. ANÁLISIS DE COSTOS POR M³ PARA UN CONCRETO F'C=210 KG/CM² ELABORADO CON CONFITILLO+ARENA

El cálculo de materiales que se realiza durante el diseño de la mezcla o etapa de memoria de cálculo, permite la estimación detallada del costo por m³ de concreto.

Según el diseño se mezcla de obtuvo que la cantidad de materiales por metro cúbico es:

- Cemento Portland: 387 kg <> 9.1059 bolsas de 42.5 kg.
- Agua: 227 Lt.
- Arena gruesa: 898 kg
- Confitillo de piedra chancada: 776 kg.

TABLA N°15
Análisis de costos Diseño N°02

Partida:	CONCRETO CONFITILLO+ARENA F'C= 210 KG/CM2				Costo Unitario x M3:	S/ 509.51
Rendimiento:	M3/DÍA	MO.	16.00	EQ.	16.00	
	MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	1.0000	22.40	22.40
	CAPATAZ	HH	0.2000	0.1000	23.81	2.38
	OPERARIO	HH	2.0000	1.0000	21.73	21.73
	OFICIAL	HH	2.0000	1.0000	17.39	17.39
	PEON	HH	12.0000	6.0000	15.67	94.02
	MATERIALES					157.92
	CONFITILLO DE PIEDRA CHANCADA	M3		0.7760	35.00	27.16
	ARENA GRUESA	M3		0.8980	100.00	89.80
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		9.1059	23.00	209.44
	AGUA	M3		0.2270	2.00	0.45
	EQUIPOS					326.85
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	157.92	4.74
	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3	HM	1.0000	0.5000	25.00	12.50
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.5000	15.00	7.50
						24.74

3.3.3. ANÁLISIS DE COSTOS POR M³ PARA UN CONCRETO NORMAL F'C=210 KG/CM²

La estimación detallada de costos es el resultado del cálculo de materiales realizado en la etapa de memoria de cálculo (diseño de mezcla), junto con la información de precios obtenida, la cual llevó a la obtención de los costos totales por m³ de concreto.

Según el diseño se mezcla de obtuvo que la cantidad de materiales por metro cúbico es:

- Cemento Portland: 387 kg <> 9.1059 bolsas de 42.5 kg.
- Agua: 222 Lt.
- Piedra chancada: 1,107 kg
- Arena gruesa: 555 kg.

TABLA N°16
Análisis de costos Diseño N°03

Partida:	CONCRETO NORMAL F'C= 210 KG/CM2			Costo Unitario x M3:		S/ 558.74
Rendimiento:	M3/DÍA	MO.	16.00	EQ.	16.00	
MANO DE OBRA		UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		HH	2.0000	1.0000	22.40	22.40
CAPATAZ		HH	0.2000	0.1000	23.81	2.38
OPERARIO		HH	2.0000	1.0000	21.73	21.73
OFICIAL		HH	2.0000	1.0000	17.39	17.39
PEON		HH	12.0000	6.0000	15.67	94.02
MATERIALES						157.92
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4"		M3		1.1070	100.00	110.70
ARENA GRUESA		M3		0.5550	100.00	55.50
CEMENTO PORTLAND TIPO I		BLS		9.1059	23.00	209.44
AGUA		M3		0.2220	2.00	0.44
EQUIPOS						376.08
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	157.92	4.74
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3		HM	1.0000	0.5000	25.00	12.50
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		HM	1.0000	0.5000	15.00	7.50
						24.74

3.4. PRUEBAS DE NORMALIDAD DE RYAN-JOINER

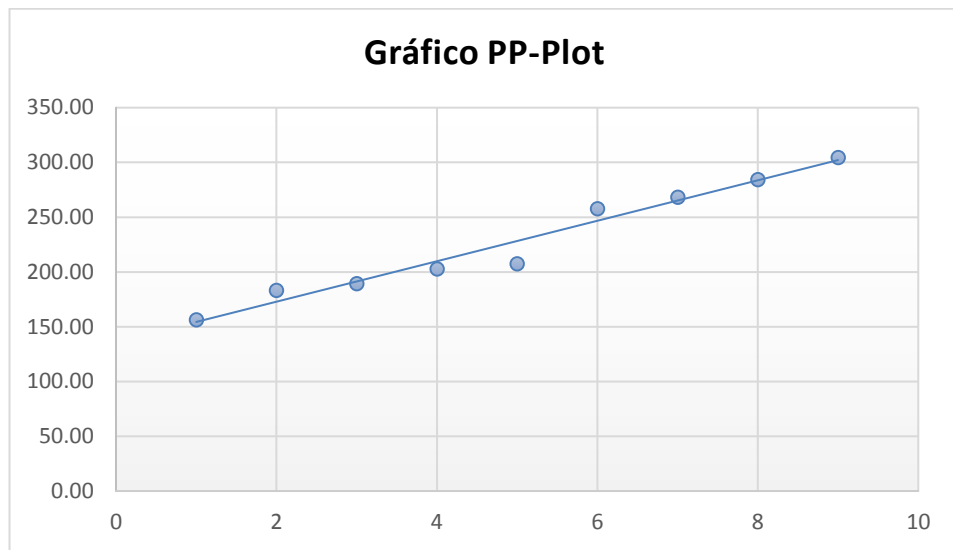
Esta prueba evalúa la normalidad calculando la correlación entre los datos y las puntuaciones normales de los datos. Si el coeficiente de correlación se encuentra cerca de 1, es probable que la población sea normal. El estadístico de Ryan-Joiner evalúa la fuerza de esta correlación; si se encuentra por debajo del valor crítico apropiado, usted rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población. Esta prueba es similar a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

TABLA N°17
Resultados de la prueba de normalidad

MOMENTOS	
Media	228,26
Moda	207,48
Mediana	207,48
Desviación estandar	51,47
Curtosis	-1,49
Asimetría	0,19
Coefficiente de variabilidad	22,55%
Máximo	304,57
Mínimo	156,43
Rango	148,14

Fuente: elaboración propia

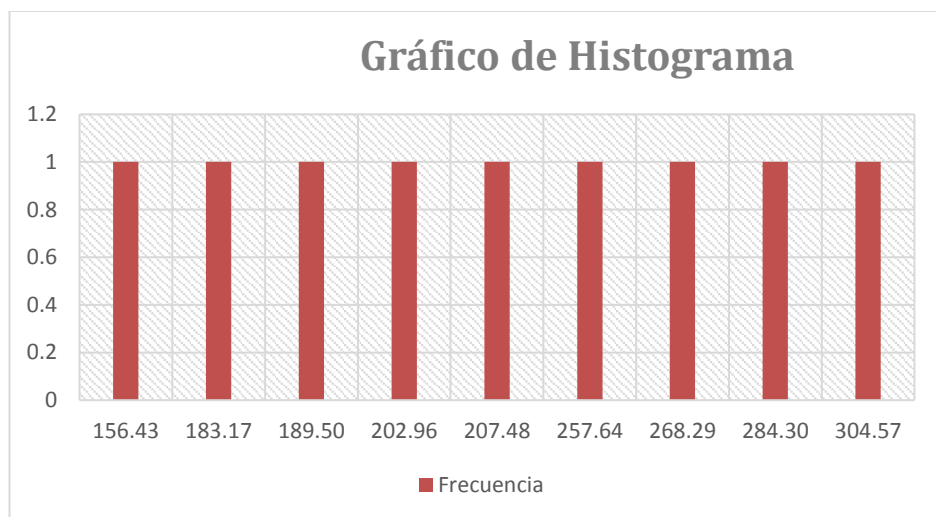
Gráfica N° 63
Gráfico PP-Plot



Fuente: elaboración propia

El gráfico PP-Plot indica que los puntos se acercan a línea recta, por lo que la distribución tiende a ser normal, ya que los puntos se encuentran cercanos a la línea trazada.

Gráfica N° 64
Gráfico de Histograma



Fuente: elaboración propia

El gráfico de frecuencia demuestra una distribución normal, de la tabla de momentos indica que Curtosis es un dato muy bajo lo que indica una distribución de datos no concentrado. La asimetría es un valor muy cercano a cero lo que indica que no tiene una cola, tal como se aprecia en el gráfico de Histograma

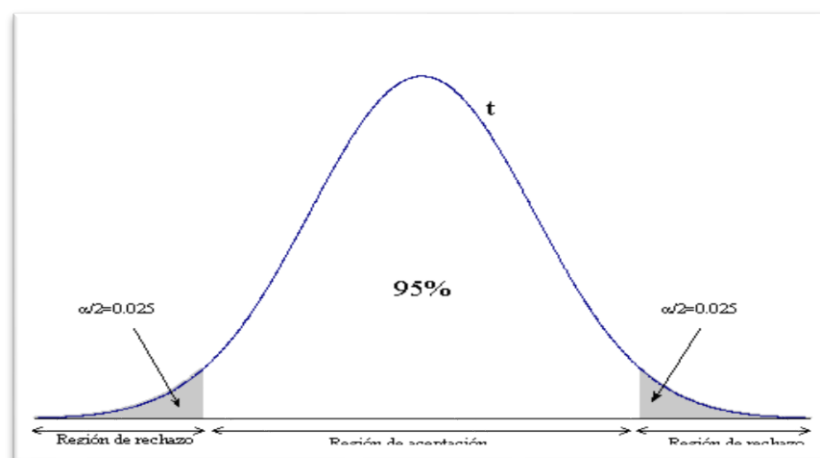
CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

4.1.1. APLICACIÓN DEL “T” DE STUDENT

Es una distribución de probabilidad que surge el problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño, esta es la base de la prueba “t” de Student para la determinación de las diferencias entre dos medias muestrales y para la construcción del intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de las poblaciones.

Gráfica N° 65: Distribución “T” de student



Fuente: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/t_student/images/t_stud3.gif

La distribución “t” es más ancha y más plana en el centro que la distribución normal estándar como resultado de ellos se tiene una mayor variabilidad en las medias de muestra calculadas a partir de muestras más pequeñas. Sin embargo, a medida que aumenta el tamaño de la muestra, la distribución “t” se aproxima a la distribución normal estándar.

Hi: El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado aumenta en un 30% la resistencia del concreto sin necesidad de aditivos.

TABLA N°18
Tabla de variables de resistencia

V1	V2	V3
189.50	183.17	156.43
207.48	202.96	257.64
284.30	268.29	304.57

Gráfica N° 66

Prueba T para medias de dos muestras emparejadas variable resistencia

	Variable 1	Variable 3
Media	227,09333	239,54667
Varianza	2535,27213	5731,89143
Observaciones	3,0	3,0
Varianza agrupada	4133,58178	
Diferencia hipotética de las medias	0,0	
Grados de libertad	4,0	
Estadístico t	-0,23723	
P(T<=t) una cola	0,41207	
Valor crítico de t (una cola)	2,13185	
P(T<=t) dos colas	0,82413	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77645	

Fuente: propia

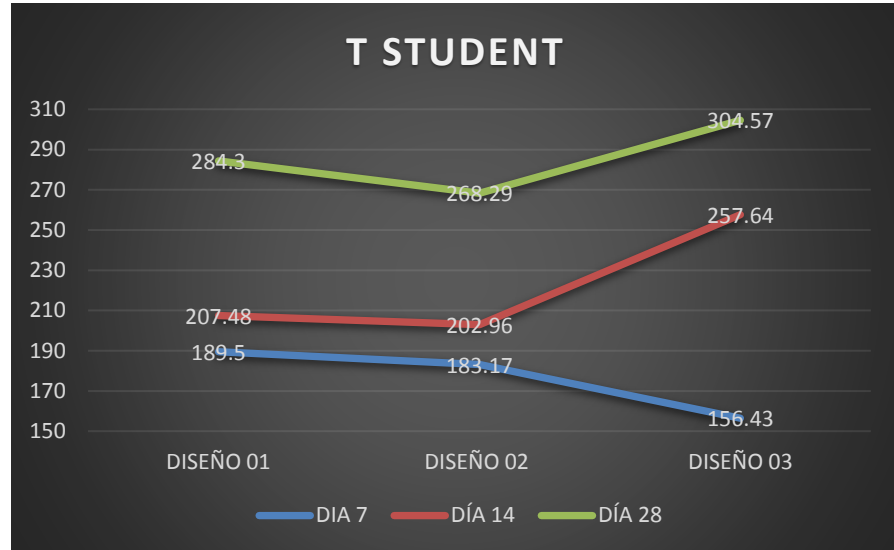
$$\rho < 0.05 < 0.82413$$

De acuerdo a la Hipótesis General podemos afirmar que la hipótesis planteada se cumple, de acuerdo a la edad del concreto, utilizando del confitillo como material agregado y alcanza una resistencia de 284.30 kg/cm² mejorando en un 35.40% la resistencia a la comprensión a los días 28 de realizado el ensayo, considerando una confiabilidad de **135.40%**.

La prueba de hipótesis es **positiva**, por lo que se **acepta** la hipótesis general y se rechaza la prueba de hipótesis general nula.

Gráfica N° 67

Curva de resistencia a la compresión de concreto para los 3 diseños



Fuente: propia

H₀: El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado no aumenta en un 30% la resistencia del concreto sin necesidad de aditivos. De acuerdo a los resultados de la Hipótesis General positiva podemos afirmar que la hipótesis general nula queda **descartada**.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

4.2.1. HIPÓTESIS 01

Hi: Los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días aumentan la resistencia en 10% más por cada rotura.

TABLA N°19

Tabla de variables de porcentaje

V1	V2	V3
90.20%	87.20%	74.50%
98.80%	96.60%	122.70%
135.40%	122.70%	145.00%

Gráfica N° 68

Prueba T para medias de dos muestras emparejadas variables porcentaje

	Variable 1	Variable 3
Media	1,08133	1,14067
Varianza	0,05761	0,12985
Observaciones	3,0	3,0
Varianza agrupada	0,09373	
Diferencia hipotética de las medias	0,0	
Grados de libertad	4,0	
Estadístico t	-0,23736	
P(T<=t) una cola	0,41202	
Valor crítico de t (una cola)	2,13185	
P(T<=t) dos colas	0,82404	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77645	

Fuente: propia

$$\rho < 0.05 < 0.82404$$

De la prueba a compresión del concreto se pudo determinar que el diseño de mezcla con confitillo para un diseño de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ alcanza la resistencia de diseño. Por lo que se comprueba la hipótesis positiva y se rechaza la hipótesis nula.

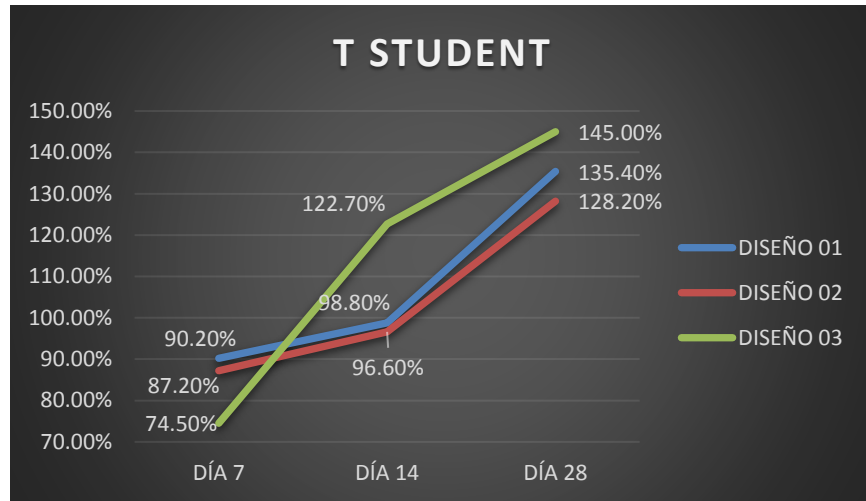
En este caso la hipótesis de la media es positiva por lo que se **acepta** la hipótesis específica y se rechaza la prueba de hipótesis nula; a los 7 días tenía una resistencia de 189.50 kg/cm^2 que es 15% más de lo previsto, a los 14 días alcanzó una resistencia de 207.48 kg/cm^2 siendo 25% más de lo normal y a los 28 días la resistencia era de 284.30 kg/cm^2 alcanza 35.40% más de lo diseñado.

H₀: Los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días aumentan la resistencia en 10% más por cada rotura.

De acuerdo a los resultados de la Hipótesis específica positiva podemos afirmar que la hipótesis general nula queda **descartada**.

Gráfica N° 69

Curva de resistencia a la compresión de concreto en porcentaje para los 3 diseños



Fuente: propia

4.2.2. HIPÓTESIS 02

Hi: Las comparaciones entre los resultados a los 28 días de las pruebas a compresión de los tres diseños son favorables al diseño con el confitillo de la piedra chancada.

Con los resultados obtenidos se pudo comprobar que el diseño de concreto normal (cemento, piedra chancada, arena y agua) alcanzan una resistencia mayor que el diseño realizado con confitillo. Por lo tanto, la prueba de hipótesis positiva queda **descartada** y se acepta la prueba de hipótesis nula.

Tabla N°20

Resultados de las pruebas a compresión

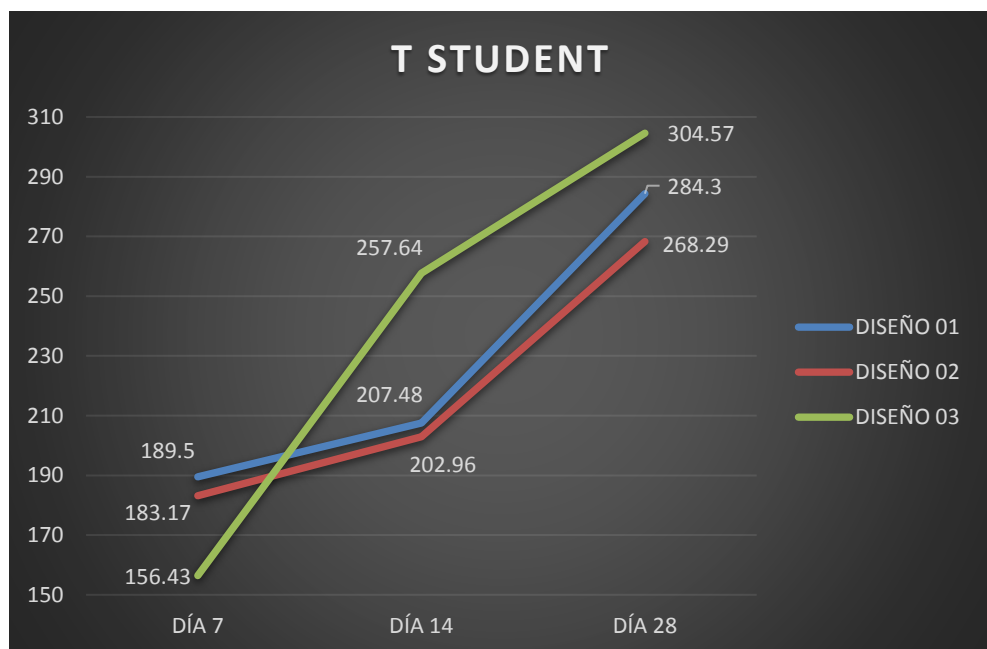
TIPO DE DISEÑO			
TIEMPO	DISEÑO N°1	DISEÑO N°2	DISEÑO N°3
7 DÍAS	189.50	183.17	156.43
14 DÍAS	207.48	202.96	257.64
28 DÍAS	284.30	268.29	304.57
DISEÑO N.º2	DISEÑO N.º1		DISEÑO N.º3
268.29	<	284.30	<
			304.57

H₀: Las comparaciones entre los resultados a los 28 días de las pruebas a compresión de los tres diseños son favorables al diseño con el confitillo de la piedra chancada.

Con los resultados obtenidos se pudo comprobar que el diseño de concreto normal (cemento, piedra chancada, arena y agua) alcanzan una resistencia mayor que el diseño realizado con confitillo. Por lo tanto, la prueba de hipótesis nula queda **aceptada**.

Gráfica N° 70

Curva de resistencia a la compresión de concreto en resistencia para los 3 diseños



Fuente: propia

4.2.3. HIPÓTESIS 03

H_i: El costo de la elaboración del nuevo concreto usando el confitillo de la piedra como agregado disminuye en un 10%.

Partida:	CONCRETO CON CONFITILLO F'C= 210 KG/CM2	Costo Unitario x M3:	S/ 509.51
Partida:	CONCRETO CONFITILLO+ARENA F'C= 210 KG/CM2	Costo Unitario x M3:	S/ 509.51
Partida:	CONCRETO NORMAL F'C= 210 KG/CM2	Costo Unitario x M3:	S/ 558.74

Al realizar el análisis de costos de los tres diseños de concreto según su diseño de mezcla se pudo comprobar que el diseño con confitillo resulta más económico costando s/.509.51, al igual que el diseño 2 que cuesta s/.509.51 y el concreto normal s/.558.74 por metro cúbico, siendo 8.81% menor por lo que la hipótesis positiva queda **rechazada** y la hipótesis nula aceptada.

H₀: El costo de la elaboración del nuevo concreto usando el confitillo de la piedra como agregado disminuye en un 10%.

Se **acepta** esta hipótesis porque al realizar el análisis de costos se comprobó que el concreto no disminuye un 10%, si no 8.81%.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONCLUSIONES

- El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado influye de manera favorable en la elaboración de concreto, logra alcanzar la resistencia de diseño a un menor costo; además se comprobó que el tipo de falla que se genera con este material es de tipo columnar permitiendo decir que su durabilidad será mayor por tener mayor resistencia a la fisuración lo cual hace que al momento de un sismo de alta intensidad la estructura no colapse.
- Las pruebas de resistencia a compresión realizados a los 7, 14 y 28 días de vida de la probeta realizada con confitillo puro, arrojaron resultados crecientes de 189.50 kg/cm^2 , 207.48 kg/cm^2 y 284.30 kg/cm^2 respectivamente.
- Al evaluar los 3 diseños se logró conocer sus resistencias alcanzadas a los 28 días de vida por cada mezcla:
 - ✓ Diseño N°01: Confitillo puro $F'c = 284.30 \text{ kg/cm}^2$.
 - ✓ Diseño N°02: Confitillo + arena $F'c = 269.29 \text{ kg/cm}^2$.

- ✓ Diseño N°03: Concreto normal $F'c = 304.57 \text{ kg/cm}^2$.
- Analizando la estructura de costos por metro cúbico de concreto para los tres diseños se determinó los siguientes precios:
- ✓ Diseño N°01: Confitillo puro s/. 509.51.
- ✓ Diseño N°02: Confitillo + arena s/. 509.51.
- ✓ Diseño N°03: Concreto normal s/. 558.74.

Cabe recalcar que el confitillo es un material reciclado el cual no es muy comercial actualmente, pero que con el tiempo puede llegar a ser una buena opción de material de agregado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar más trabajos de investigación con el uso del confitillo como agregado para obtener un análisis estadístico más confiable y pueda usarse más frecuentemente en la construcción de obras civiles.
- Realizar ensayos de compresión de concreto con más tiempo de vida de las probetas hechas con confitillo.
- Desarrollar el análisis de costos por metro cúbico para diferentes partes de una estructura con el confitillo.

5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

Abanto Castillo, Flavio (1998)- Tecnología del concreto

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI)- Guía para la durabilidad del hormigón.

American Society for Testing and Materials (ASTM)"- Norma C-39.

Anicama Acosta, Gerson A. (2010) Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios".

Andrzej Lapko y Robert Grygo (2014)- Effectiveness of the Use of Recycling Aggregate Concrete for Sustainable Building Structures- Bialystok University of Technology, Bialystok (Vol. 16, No 1, 2014, 627-638).

Castillo Machaca, Alexander (2015)- Estudio comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca".

Castillo Eustaquio, Marycarmen (2016) Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva".

Chiluisa Serrano, Jaime Roberto (2014) "Hormigones de alta resistencia ($f'_c=50$ mpa) utilizando agregados del sector de Pifo y cemento aramaduro especial- Lafarge".

Concreto en la Obra Problemas, causas y soluciones-5ta Edición- Instituto Mexicano del Cemento y del concreto (2006)".

Elaboración y curado de Especímenes de concreto en obra- NTC 550 (2014)".

Jaramillo Zapata, Leyla Yamile (2009) "Evaluación del jugo de fique como aditivo de aire y su influencia en la durabilidad y resistencia del concreto".

Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos (ASTM C 136)"- NTC 77 (1994)".

Navarro Jimenez, Ellerly Alejandro (2017) "Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con nanotubos de carbono".

Organización Internacional de Normalización (ISO 690)- 2013".

Pacco Mescco, Juan F. (2016) Efecto de la Adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto”.

Polanco Rodríguez, Abraham (2012)- Manual de Prácticas de concreto”.

Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días”.

Rivera, Gerardo A. (2006)- Concreto Simple.

Riva López, Enrique (2000)- Diseño de mezclas”.

Sánchez de Guzmán, Diego (2001)- Tecnología del concreto y del mortero- capítulo 6 y 7”.

Sánchez Muñoz, Fernando L. y Tapia Medina, Robinson D. (2015)

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: "EVALUACIÓN DEL CONFITILLO DE LA PIEDRA CHANCADA COMO MATERIAL DE AGREGADO Y SU INFLUENCIA EN LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO"

Presentado: Bach. Vanessa Mirella Delgado Zevallos

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODOS	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General ¿Cuál es la influencia del uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado en la durabilidad y resistencia del concreto?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuánto puede mejorar la resistencia a la compresión del concreto con respecto al nuevo agregado?</p> <p>¿Cuánto varía la resistencia al comparar una probeta con confitillo con una probeta normal?</p> <p>¿El uso del confitillo de la piedra chancada reduce el costo de la elaboración del concreto?</p>	<p>Objetivo General Determinar la influencia del uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado en la durabilidad y resistencia del concreto.</p> <p>Objetivos Específicos Realizar los ensayos de compresión del concreto a las probetas para verificar los diseños de mezcla, los cuales se desarrollan a los 7, 14 y 28 días.</p> <p>Obtener las comparaciones de resistencia entre los resultados de las diferentes muestras de concreto</p> <p>Obtener en la diferencia de costos de la elaboración del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como material de agregado y el concreto normal.</p>	<p>Hipótesis General H_i: El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado aumenta en un 30% la resistencia del concreto sin necesidad de aditivos. H₀: El uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado no aumenta en un 30% la resistencia del concreto sin necesidad de aditivos.</p> <p>Hipótesis Específicas H_i: Los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días aumentan la resistencia en 10% más por cada rotura. H₀: Los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días no aumentan la resistencia en 10% más por cada rotura. H_i: Las comparaciones entre los resultados a los 28 días de las pruebas a compresión de los tres diseños son favorables al diseño con el confitillo de la piedra chancada. H₀: Las comparaciones entre los resultados a los 28 días de las pruebas a compresión de los tres diseños no son favorables al diseño con el confitillo de la piedra chancada. H_i: El costo de la elaboración del nuevo concreto usando el confitillo de la piedra como agregado disminuye en un 10%. H₀: El costo de la elaboración del nuevo concreto usando el confitillo de la piedra como agregado no disminuye en un 10%.</p>	<p>Variable Independiente Elaboración de concreto usando como agregado el confitillo de la piedra chancada: este concreto es la mezcla de cemento, piedra chancada, confitillo y agua.</p> <p>Variables Dependientes La resistencia del concreto con el uso del confitillo de la piedra chancada como material de agregado. La durabilidad del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como agregado. El costo de la elaboración del concreto usando el confitillo de la piedra chancada como agregado.</p>	<p>El tipo de investigación es Aplicada.</p> <p>El nivel de investigación es correlacional.</p> <p>El método de investigación es experimental.</p> <p>El diseño de investigación es cuasi experimental.</p>	<p>RESISTENCIA DEL CONFITILLO.</p> <p>DURABILIDAD.</p> <p>PORCENTAJE DE CONFITILLO.</p> <p>ANÁLISIS GRANULOMETRÍA.</p> <p>ENSAYO FISICO DEL CONCRETO.</p>	<p>Formatos de Laboratorio: para determinar el método de muestreo de las mezclas de concreto en el Laboratorio.</p> <p>máquinas de laboratorio: para realización de ensayos correspondientes</p>

