

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ -

Abancay 2021

Presentado por:

ANGHELY LUZ MEDINA MONTALVO

Para optar el título profesional de.

INGENIERO CIVIL

Abancay – Apurímac - Perú

2022

Tesis

Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ -

Abancay 2021.

Línea de Investigación

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible.

Asesor

Ph.D. Abbon Alex Vásquez Ramirez



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO GRUESO DE
CONCRETO RECICLADO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS A
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² - ABANCAY 2021.**

Presentado por **ANGHELY LUZ MEDINA MONTALVO**, para optar el Título profesional de: Ingeniero Civil.

Sustentado y aprobado el 11 de febrero del 2022, ante el jurado:

Presidente: Mag. Calixto Cañari Otero

Primer Miembro: Mag. Fredy Quispe Ferrel

Segundo Miembro: Mag. Jesseliz Beatriz Ortiz Cruz

Asesor: Ph.D. Abbon Alex Vásquez Ramirez

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico de todo corazón a mi mamá Carmen Luz, por ser mi fuente de inspiración, gracias a su amor incondicional, paciencia y enseñanzas, junto a mi papá Manuel, me han educado de la mejor manera.

A mis hermanos: Kenelma, Eduard, Kathy, Alain y Manuel por aportar siempre buenas enseñanzas en mi vida, y por darme muchos sobrinos, motivo para poder seguir con mis metas y ser un ejemplo para ellos.

A mi papá Emilio y mamá Marinita, por siempre apoyarme en las cosas que he necesitado durante mis estudios, a mis tíos por ser parte de mi desarrollo profesional.

Finalmente, a todos los familiares y amigos que estuvieron y están siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme tener tan buenas experiencias de aprendizaje durante la etapa universitaria, a mis docentes por ser quienes me llenaron de conocimientos y apoyo durante toda esta etapa de mi formación profesional.

A mi asesor Ph.D Abbon Alex Vásquez Ramirez por su compromiso y apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
POSTPORTADA.....	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ACRÓNIMOS.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. Capítulo I: Planteamiento del problema	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Formulación del problema	2
1.2.2 Problema general.....	3
1.2.3 Problemas específicos	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.4 Objetivos de la investigación	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos:	4

1.5	Delimitación de la investigación	4
1.5.1	Espacial	4
1.5.2	Temporal	5
1.5.3	Social.....	5
1.5.4	Conceptual.....	5
1.6	Viabilidad de la investigación	5
1.7	Limitaciones.....	5
II.	Capítulo II: Marco teórico	7
2.1	Antecedentes de investigación	7
2.1.1	A nivel internacional	7
2.1.2	A nivel nacional	10
2.1.3	A nivel regional y local	12
2.2	Bases teóricas	13
2.2.1	Cemento Portland.....	13
2.2.2	Agregado	14
2.2.3	Agua	22
2.2.4	Diseño de mezcla	23
2.2.5	Concreto	26
2.2.6	Concreto reciclado.....	33
2.3	Marco conceptual	38
III.	Capítulo III: Metodología	40

3.1	Hipótesis.....	40
3.1.1	Hipótesis general.....	40
3.1.2	Hipótesis específicas:.....	40
3.2	Método.....	40
3.3	Tipo de investigación.....	41
3.4	Nivel o alcance de investigación.....	41
3.5	Diseño de investigación.....	41
3.6	Operacionalización de variables.....	41
3.6.1	Variable independiente.....	41
3.6.2	Variable dependiente.....	42
3.6.3	Cuadro de operación de variables.....	43
3.7	Población y muestra.....	44
3.8	Técnicas e instrumentos.....	46
3.9	Consideraciones éticas.....	47
3.10	Procedimiento estadístico.....	47
IV.	Capítulo IV: Resultados y discusión.....	48
4.1	Resultados.....	48
4.1.1	Variable independiente: Incorporación de agregado grueso reciclado	48
4.1.2	Variable dependiente: Propiedades mecánicas a compresión y flexión...	75
4.2	Prueba de hipótesis.....	87
4.3	Discusión de resultados.....	98

4.2.1 Resistencia a compresión	99
4.2.2 Resistencia a flexión de vigas de concreto.....	102
Conclusiones y recomendaciones	105
Conclusiones	105
Recomendaciones	106
Bibliografía	107
Anexos	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tamices para el análisis Granulométrico	14
Tabla 2 Esferas según la gradación para el ensayo de abrasión.....	21
Tabla 3 Cuadro de los porcentajes de seguridad.....	23
Tabla 4 Selección de asentamiento (SLUMP)	24
Tabla 5 Estimación de agua y contenido de aire de los agregados	24
Tabla 6 Relación agua-cemento y resistencia	24
Tabla 7 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	25
Tabla 8 Estimación del peso del concreto fresco	25
Tabla 9 Edad de rotura de cilindros de ensayo	30
Tabla 10 Tabla de operacionalización de variables	43
Tabla 11 Testigos de concreto, para el ensayo de la resistencia a la compresión.....	45
Tabla 12 Testigos de concreto, para el ensayo de la resistencia a la flexión.	45
Tabla 13 Cuadro resultados de porcentaje de humedad del M.G.R.....	51
Tabla 14 Contenido de humedad del agregado del grueso.	52
Tabla 15 Contenido de humedad para el agregado fino natural	52
Tabla 16 Peso específico del M.G.R.....	53
Tabla 17 Peso específico de agregado grueso.....	54
Tabla 18 Peso específico de agregado fino.....	55
Tabla 19 Porcentaje de absorción del M.G.R.	55
Tabla 20 Porcentaje de absorción de agregado grueso natural.	56
Tabla 21 Porcentaje de absorción de agregado fino natural.	56
Tabla 22 Resultado peso unitario suelto del M.G.R.	58
Tabla 23 Peso unitario suelto del agregado grueso del material natural.....	58
Tabla 24 Peso unitario suelto del agregado fino del material natural.....	59

Tabla 25 Peso unitario compactado del M.G.R.	60
Tabla 26 Peso unitario suelto del agregado grueso natural.....	61
Tabla 27 Peso unitario suelto del agregado fino natural.....	62
Tabla 28 Granulométria del M.G.R.	63
Tabla 29 Análisis granulométrico de agregado grueso natural.....	64
Tabla 30 Resultados del ensayo granulométrico del agregado fino.....	66
Tabla 31 Abrasión de Los Ángeles al desgaste del MGR.....	67
Tabla 32 Resultados de resistencia al desgaste para el agregado grueso natural.....	68
Tabla 33 Cuadro de resumen de las propiedades de los agregados	69
Tabla 34 Características del tipo de cemento.....	69
Tabla 35 Propiedades del concreto requerido	69
Tabla 36 Selección de asentamiento (SLUMP)	70
Tabla 37 Proporción de pesos finales	73
Tabla 38 Cantidad de material por peso para 48 briquetas.	73
Tabla 39 Cantidad de material por peso para 48 vigas.	74
Tabla 40 Cuadro de sustitución de material grueso reciclado.	74
Tabla 41 Resistencia a la compresión de la muestra patrón	76
Tabla 42 Resistencia a compresión de la sustitución de 25% de M.G.R.	77
Tabla 43 Resistencia a compresión de la sustitución de 50% M.G.R.....	78
Tabla 44 Resistencia a compresión de la tercera sustitución de 75% M.G.R.	79
Tabla 45 Resistencia a flexión de vigas del concreto patrón.	81
Tabla 46 Resistencia a flexión promedio de la muestra patrón.	82
Tabla 47 Resistencia a flexión de la primera sustitución de 25% M.G.R.....	83
Tabla 48 Resistencia a flexión promedio de la sustitución de 25% M.G.R.....	83
Tabla 49 Resistencia a flexión de la segunda sustitución de 50% M.G.R.....	84

Tabla 50	Resistencia a flexión promedio de la sustitución de 50% M.G.R.....	85
Tabla 51	Resistencia a flexión de la tercera sustitución de 75% M.G.R	86
Tabla 52	Resistencia a flexión promedio de la tercera sustitución de 75% M.G.R.....	86
Tabla 53	Cuadro de la resistencia a compresión a los 28 días.....	88
Tabla 54	Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 25% de M.G.R.	89
Tabla 55	Elaboración de la campana de Gauss para el 25% de M.G.R.....	89
Tabla 56	Resistencia a compresión a los 28 días de concreto patrón y del 50% M.G.R.....	90
Tabla 57	Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 50% de M.G.R.	90
Tabla 58	Elaboración de la campana de Gauss para el 50% de M.G.R.....	91
Tabla 59	Resistencia a compresión a los 28 días de concreto patrón y del 75% M.G.R.....	92
Tabla 60	Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 75% de M.G.R.	92
Tabla 61	Elaboración de la campana de Gauss para el 75% de M.G.R.....	92
Tabla 62	Resistencia a la flexión a los 28 días de concreto patrón y del 25% M.G.R	93
Tabla 63	Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 25% de M.G.R	94
Tabla 64	Elaboración de la campana de Gauss para el 25% de M.G.R.....	94
Tabla 65	Resistencia a la flexión a los 28 días de concreto patrón y del 50% M.G.R	95
Tabla 66	Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 50% de M.G.R	95
Tabla 67	Elaboración de la campana de Gauss para el 50% de M.G.R.....	96
Tabla 68	Resistencia a la flexión a los 28 días de concreto patrón y del 75% M.G.R.	97
Tabla 69	Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 75% de M.G.R.	97
Tabla 70	Elaboración de la campana de Gauss para el 75% de M.G.R.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo para la obtención de concreto de demolición y granulado de concreto.....	34
Figura 2 Recojo de agregado grueso y fino natural.....	48
Figura 3 Cargado y colocación de material natural en el laboratorio.....	49
Figura 4 Recojo y selección del material reciclado.....	49
Figura 5 Trituración y recojo de material reciclado.....	50
Figura 6 Humedad de agregado natural y M.G.R.....	51
Figura 7 Peso específico del M.G.R.....	53
Figura 8 Peso específico del agregado fino natural.....	54
Figura 9 Peso unitario suelto del M.G.R.....	57
Figura 10 Peso unitario compactado del agregado grueso.....	59
Figura 11 Peso unitario compactado del agregado fino natural.....	60
Figura 12 Granulometría del M.G.R.....	63
Figura 13 Curva granulométrica del M.G.R.....	64
Figura 14 Curva granulométrica de agregado grueso natural.....	65
Figura 15 Análisis granulométrico del agregado fino.....	65
Figura 16 Curva granulométrica de agregado fino.....	66
Figura 17 Ensayo de degradación en la máquina de Los Ángeles.....	67
Figura 18 Vaciado y elaboración de briquetas y vigas.....	75
Figura 19 Rotura de briquetas de la muestra patrón.....	76
Figura 20 Rotura de briquetas del 25% M.G.R a los 28 días.....	77
Figura 21 Rotura de briquetas de la sustitución de concreto del 25% de M.G.R.....	78
Figura 22 Rotura de Briquetas de la sustitución de 75% de M.G.R.....	79
Figura 23 Comparación de resistencias a compresión a los 7, 14, 21, y 28 días.....	80

Figura 24 Rotura de vigas a flexión de la muestra patrón.	81
Figura 25 Rotura de vigas a flexión de la primera sustitución de 25% M.G.R.	82
Figura 26 Rotura de vigas a flexión de la segunda sustitución de 50% de M.G.R.	84
Figura 27 Rotura de vigas a flexión de la sustitución de 75% M.G.R.	85
Figura 28 Comparación de resistencias a flexión a los 7, 14, 21, y 28 días	87
Figura 29 Campana de Gauss 25% del M.G.R.	89
Figura 30 Campana de Gauss 50% de M.G.R.	91
Figura 31 Campana de Gauss 75% de M.G.R.	93
Figura 32 Campana de Gauss 25% del M.G.R.	94
Figura 33 Campana de Gauss del 50% del M.G.R.	96
Figura 34 Campana de Gauss del 75% de M.G.R.	98
Figura 35 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 25% de M.G.R.	99
Figura 36 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 50% de M.G.R.	99
Figura 37 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 75% de M.G.R.	100
Figura 38 Resistencias a compresión de la muestra patrón, 25%, 50% y 75% de sustitución a los 28 días.	101
Figura 39 Resistencia a flexión de la muestra patrón y 25% de M.G.R.	102
Figura 40 Resistencia a flexión de la muestra patrón y 50% de M.G.R.	102
Figura 41 Resistencia a flexión de la muestra patrón y 75% de M.G.R.	103
Figura 42 Resistencias a flexión de la muestra patrón, 25%, 50% y 75% de sustitución a los 28 días.	104

ACRÓNIMOS

N.T.P.	: Norma Técnica Peruana
R.N.E.	: Reglamento Nacional de Edificaciones
A.F.	: Agregado fino
A.G.	: Agregado grueso
M.G.R.	: Material grueso reciclado
M. T. C.	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

RESUMEN

En el Perú, la industria de la construcción ha ido creciendo en los últimos años, debido al crecimiento poblacional que actualmente va en aumento en las principales ciudades de cada departamento, y con él, ha ido aumentando la contaminación con respecto a los residuos de concreto provenientes de las construcciones y demoliciones ejecutadas con entes públicas y privadas. Es importante determinar alternativas de solución, como reutilizar el concreto proveniente de demoliciones, como agregado grueso reciclado para elaborar concreto nuevo.

Gran parte de estas construcciones y demoliciones, desechadas prácticamente sin ningún valor, son acumuladas causando contaminación en los alrededores de la ciudad de Abancay, razón por la cual, para la realización de esta tesis, se tomó en cuenta la reutilización de estos concretos como agregado grueso, para ello, se analizó sus propiedades y en qué medida estas aportarán a la resistencia de un nuevo diseño de concreto; para tal efecto, se realizaron combinaciones de agregado grueso reciclado y agregado natural en porcentajes del 25%, 50% y 75%, con el objetivo de conocer el comportamiento, la influencia de la cantidad y en cuánto mejora sus resistencia, para lo cual fue necesario realizar 48 briquetas y 48 vigas para pruebas de compresión y flexión, 3 muestras para cada combinación respectivamente con el fin de ser evaluadas a los 7, 14, 21 y 28 días, de esa forma, poder analizar el comportamiento con respecto a las resistencias logradas.

Palabras claves: concreto reciclado, resistencia del concreto, compresión, flexión.

ABSTRACT

In Peru, the construction industry has been growing in recent years, due to population growth that is currently increasing in the main cities of each department, and with it, pollution has been increasing with respect to concrete waste. from constructions and demolitions carried out with public and private entities. It is important to determine solution alternatives, such as reusing concrete from demolitions, as recycled coarse aggregate to make new concrete.

A large part of these constructions and demolitions, discarded practically without any value, are accumulated causing pollution in the surroundings of the city of Abancay, which is why, for the realization of this thesis, the reuse of these concretes as an aggregate was taken into account. thickness, for this, its properties were analyzed and to what extent these will contribute to the resistance of a new concrete design; For this purpose, combinations of recycled coarse aggregate and natural aggregate were made in percentages of 25%, 50% and 75%, with the aim of knowing the behavior, the influence of the quantity and how much it improves its resistance, for which it was necessary to make 48 briquettes and 48 beams for compression and bending tests, 3 samples for each combination respectively in order to be evaluated at 7, 14, 21 and 28 days, in this way, to be able to analyze the behavior with respect to resistance achieved.

Keywords: recycled concrete, concrete strength, compression, bending.

Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1 Realidad problemática

Hoy en día, la industria de la construcción es una de las bases del crecimiento de un Estado, ya que es responsable de la provisión de infraestructuras que facilitan el desarrollo de una nación. Asimismo, estas actividades de construcción, remodelación y demolición generan gran cantidad de residuos: “Cada año se producen un billón de toneladas de residuos de construcción y demolición en todo el mundo. En promedio, solo la octava parte de estos residuos se reciclan”. Jiménez y López, (2017, pág. 19). En países como Chile, la iniciativa del Acuerdo de Producción Limpia (APL) que se aplica a varios sectores manufactureros de todo el país, se inició en 1998 con el objetivo principal de mejorar las condiciones medioambientales de salud y de seguridad. “La cámara chilena de la construcción está impulsando al APL en el sector de la construcción urbana, logrando el control de 230.000 m³ de residuos de construcción y demolición, equivalente a un total de 15% generados, que sería de 15,539,000 m³/año según la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile”. (Rona, 2019)

El Ministerio del Ambiente (MINAM) indica que en el Perú en 2014: “La proporción de residuos, generados por el sector de la construcción fue de 3.58% del total de residuos sólidos, por lo que es el segundo tipo de residuo de mayor importancia”. (MINAM). “En la ciudad de Lima se generan diariamente 30.000 m³ de residuos de construcción y demolición, o unas 19.000 toneladas, el 70% de los residuos acaba en los mares y ríos, y solo el 30% restante se lleva a sitios autorizados”. (Leon, 2017). Asimismo, señala que como consecuencia directa de la falta de rellenos sanitarios y de seguros, los residuos se colocan en lugares inadecuados, a menudo denominados vertederos, existe actualmente 64 rellenos sanitarios y 7 celdas de seguridad en el Perú, en comparación con la cantidad de basura que se crea en el país, no son insuficientes. (MINAM, 2020).

En la ciudad de Abancay, los residuos de construcción y demoliciones son vertidos en lugares no autorizados, sin darle ninguna valorización, incumpliendo el reglamento de gestión y manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición, esto viene generando mucha contaminación alrededor de nuestra ciudad, por esta razón se quiere buscar soluciones para la disminución de dichos residuos en lugares no autorizados.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Formulación del problema

Actualmente existe la necesidad de reducir los restos de concreto provenientes de residuos y demoliciones de construcciones realizadas en la ciudad de Abancay, debido a que estos mismos producen un impacto negativo al medioambiente, porque actualmente no existe lugares autorizados para desechar estos mismos, es por ello, que para poder mitigar ese impacto negativo se propone producir “agregado grueso reciclado” para ser incorporado a la producción de concreto fresco y observar los cambios realizados por la misma y contrastarlos con las propiedades y características que exigen las normas técnicas peruanas vigentes.

1.2.2 Problema general

¿En qué medida influye la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Abancay, 2021?

1.2.3 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida influye la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021?
- b) ¿En qué medida influye la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021?

1.3 Justificación de la investigación

Esta investigación tiene como objetivo “cuantificar la influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” en la ciudad de Abancay, así sabremos si el concreto reciclado cumplirá con las normas establecidas. Todos estos resultados obtenidos serán de beneficio para que entidades públicas, usuarios particulares y constructores puedan o no utilizar el concreto reciclado con mayor confianza.

El incremento de remanentes de construcción y demolición en Abancay es numeroso. Esto conlleva al aumento de concreto arrojados en lugares no autorizados, porque actualmente no existen zonas de almacenamiento designados por el Gobierno Local, por lo que merece ser estudiado para incrementar el uso del concreto reciclado. En la ciudad de Abancay no se aplica el uso del concreto reciclado por desconocimiento, por ello es esencial empezar el desarrollo de rutinas orientadas al manejo de agregado reciclado de residuos de construcción y demolición para elaborar concreto.

Se observa que en nuestra localidad solo existe una investigación sobre el concreto reciclado, este no es suficiente para que la población pueda entender lo eficiente que sería la

reutilización de este concreto, y así crear un nuevo conocimiento de reciclaje de concreto. La razón por la que se desarrolló la presente investigación, es con el objetivo de proponer el uso de este material y si este cumple con la normativa vigente.

El aporte práctico de la investigación consiste en proporcionar resultados técnicamente cuantitativos obtenidos de los procedimientos realizados en laboratorio, este aporte es importante para que en un futuro se tomen diferentes criterios de decisión respecto al uso del concreto reciclado, dependiendo del uso que se le dará a la estructura.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Cuantificar la influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.

1.4.2 Objetivos específicos:

- a) Medir la influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.
- b) Medir la influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.

1.5 Delimitación de la investigación

Luego de haber descrito la problemática de este estudio, la investigación se ha delimitado en los siguientes aspectos:

1.5.1 Espacial

Esta investigación esta comprendida dentro de la ciudad de Abancay de la provincia de Abancay de la región de Apurímac, donde se realizó los estudios pertinentes para obtener los resultados.

1.5.2 Temporal

El período del estudio corresponde al año 2021.

1.5.3 Social

Esta investigación no tiene delimitación social, puesto que esta investigación estudio las muestras de concreto.

1.5.4 Conceptual

En la investigación, se realizó estudios de incorporación de agregado grueso de concreto reciclado en las propiedades mecánicas a compresión y flexión, dicho esto se realizó este estudio para saber como es el comportamiento de este material y así saber si se puede utilizar este material como remplazo del agregado grueso en porcentajes.

1.6 Viabilidad de la investigación

El estudio para establecer la influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm², es factible porque se cuenta con muchas investigaciones para poder usarlos como referencia, económicamente es viable porque los recursos tales como: materiales y equipos necesarios para la ejecución de los ensayos, pruebas de compresión y flexión que se realizó en un laboratorio de nuestra localidad, logísticamente es viable porque se estableció lugares donde se tomó el material para elaborar los ensayos.

1.7 Limitaciones

La importancia de cierta información de las diversas entidades públicas fue necesaria; debido a la crisis que ahora estamos afrontando por el Coronavirus (COVID-19), fue más difícil acceder a cierta información requerida para la elaboración de este trabajo de investigación, esto dificultó en cierta medida el proceso de investigación.

Para la obtención de materiales reciclados, fue necesario estar al tanto de las calles, viviendas u otros que fueron intervenidas en la ciudad y cuál era la evacuación de estos residuos

de construcción y demolición, asimismo, se requirió información de la Municipalidad Provincial de Abancay, para lo cual se tuvo que hacer trámites para poder acceder a esta información, sin duda, esto dificultó mucho en el proceso de adquirir el material.

Las pruebas de laboratorio no se pudieron realizar en la Universidad Tecnológica de los Andes (UTEA), debido a la emergencia sanitaria, por esa razón se tuvo que requerir de los servicios de un laboratorio particular de nuestra localidad, esto ocasionó mayores costos en la elaboración de este trabajo de investigación.

Capítulo II: Marco teórico

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 A nivel internacional

Para Bedoya y Dzul (2015), en la revista Ingeniería de Construcción, donde la investigación fue “*Concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana*”, donde el objetivo principal fue diseñar un concreto el cual incluye agregados reciclados obtenidos de la selección valorizada de remanentes de concreto y mampostería, donde obtuvo los siguientes resultados:

Que, según los resultados para la mezcla de 50% de agregado reciclado, en cuanto a la resistencia a la compresión, tuvo un rendimiento superior al 95% comparada con la mezcla de referencia, por otro lado comparando la porosidad y la absorción de la mezcla a base de agregado reciclado con las del diseño de mezcla de referencia, la mezcla a base de agregado reciclado demostró resultados mucho mejores.

Por otro lado también Bedoya y Dzul, (pág. 17) concluyó:

Que respecto al costo, el concreto hecho con los agregados reciclados presentan un costo parecido a los convencionales tomados como referencia, debido a que para elaboración de estos mismos se necesita más cemento portland y el costo del “agregado reciclado” es menos que el usado convencionalmente. Por lo cual, recomendaron el uso de esta metodología a los profesionales correspondientes y fabricantes de concreto generándose un ahorro por los agregados reciclados.

Para Jiménez y López (2017), los resultados de los ensayos en el “*Análisis mecánico de la utilización de concreto reciclado como agregado grueso en un concreto de alto desempeño (6000 psi ó 42 MPa)*”, donde se evaluó el mismo diseño de concreto con reemplazo de “agregado grueso” por agregado de concreto reciclado al 20% y 10%, obteniendo los siguientes resultados:

Que según los resultados del concreto con el reemplazo del 20% y 10% del agregado grueso por agregado reciclado de remanentes de obras de construcción, no obtiene resultados óptimos con respecto a la resistencia de diseño a los 28 días de estar el concreto ensayado, en comparación con el concreto habitual este tuvo una diferencia entre el 7% y 9% con respecto a la resistencia, considerándose este resultado considerable, no se aconseja el uso de este agregado en mezclas de alto rendimiento con una resistencia de 42 MPa; en su lugar, se sugiere que los investigadores examinen el uso de agregado reciclado y/o cambien la proporción de agregado reciclado en las mezclas de alto rendimiento.

Los resultados del ensayo de resistencia a la flexión también revelan que el agregado reciclado no presenta diferencias estadísticamente significativas en el módulo de rotura. En consecuencia, se considera necesario realizar nuevas investigaciones encaminadas a disminuir los porcentajes de árido reciclado para cumplir con los criterios técnicos del material. (pág. 59)

Para Chango y Tulcán (2018), en el estudio *“Correlación del módulo de rotura del hormigón simple en vigas elaboradas con agregado pétreos naturales y agregados reciclados”*, donde el objetivo fue “precisar el módulo de rotura con material reciclado derivados de los ensayos a compresión”, los resultados de los ensayos de vigas normalizadas, para contrastar con él de un concreto habitual elaborado con materiales pétreos extraídos de la cantera de Pifo y San Antonio, concluyendo con lo siguiente:

Los resultados con respecto a la compresión a los 28 días del material reciclado fue de 26.4 MPa un aproximado del 94% de su resistencia requerida 28 MPa, por lo tanto se deduce que este es un material que aporta buenas características físico-mecánicas.

El módulo de rotura oscila entre el 8 y el 12 por ciento de la resistencia requerida. En lo que respecta al material reciclado, el equipo de estudio alcanzó un rendimiento del 13% equivalente a 3,52 MPa, superior a los rendimientos obtenidos por Pifo y San Antonio juntos. En este caso, es posible emplear áridos reciclados en la construcción de pavimentos. (pág. 109)

Para Arias (2017), en la investigación *“Propiedades físicas- mecánicas del hormigón elaborado con áridos reciclados”*, donde el objetivo general “Evaluar y analizar las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto elaborado con áridos reciclados”, así llegaron a las siguientes conclusiones:

El esfuerzo a la compresión en concretos reciclados puede llegar a temprana edad, por lo cual, se observó que en la elaboración de concreto en donde se reemplazaron agregados naturales por 30% y 50% con agregados reciclados , sus esfuerzos a los 7 días fueron muy altas con respecto al esfuerzo del concreto habitual, tanto así que a los 7 días de edad fueron del orden del 84% al 93% de su esfuerzo final. (pág. 61)

Asimismo se pudo obtener un concreto reciclado cuyas propiedades físicas y mecánicas sean parecido al de concreto habitual, si es posible teniendo en cuenta que el esfuerzo final fluctuará en un valor de -20% aproximadamente y en donde el reemplazo de los agregados no supere el 30% del agregado natural. (pág. 61)

Para Laverde (2014), en su estudio *“Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados”*, donde el objetivo general fue “Analizar las características de la conducta del concreto con distintos porcentajes de agregado de concreto reciclado, mediante de sus propiedades eléctricas, y encontrar relación con propiedades mecánicas y de durabilidad de este material”, concluyendo lo siguiente:

Las cualidades del agregado del “concreto reciclado” usado en la mezcla, son los factores que determinan los aumentos de resistencias. Por otra parte, un concreto con una sustitución del 25% de árido reciclado se comporta de forma comparable a la de un concreto normal, como se pudo probar en este estudio teniendo solo un 10 % se reducción de la resistencia a compresión. También concluyendo que es importante saber cómo actúan las propiedades físico mecánicas del concreto reciclado , ya que estos elementos son directamente proporcionales con la resistencia a la compresión del concreto. (pág. 61)

2.1.2 A nivel nacional

Para Bazalar y Cadenillas (2019), la investigación *“Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aporricadas en la ciudad de Lima para reducir el impacto a la contaminación ambiental”*, donde el objetivo principal que tuvieron fue *“Analizar las características del concreto con agregado grueso reciclado de las construcciones de concreto y el impacto ambiental que este genera con el objetivo de comparar concretos habituales”*, concluyendo:

El conocimiento de las características de los áridos del *“concreto reciclado”* es esencial, ya que estas características influyen en la resistencia a la tracción, a la flexión y a la compresión del concreto.

Por otro lado, la mezcla de concreto con un porcentaje del 40% de concreto reciclado logró resultados favorables con respecto a la resistencia a compresión con cemento portland convencional, donde incrementa 2.91% al de concreto estándar. Por otra parte, en el ensayo de flexión de vigas se logró valores parecidos al concreto estándar alcanzando un 90% respecto a este último con un porcentaje del 25% de concreto reciclado, por lo cual, se concluye que el concreto no es un elemento para tracción principalmente, más bien tiene mejor respuesta a compresión. (pág. 163)

Para Marín (2019), en la investigación de *“Resistencia a la compresión axial del concreto al remplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%”*, donde el objetivo general fue *“Analizar y establecer la resistencia axial del concreto al remplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% y 15%”*, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Al sustituir el árido grueso por hormigón reciclado y dejar curar el hormigón durante 28 días, la resistencia a la compresión aumentó a $244,82 \text{ kg/cm}^2$. Se observó una mejora del 0,62% en la resistencia a la compresión entre las probetas estándar y las probetas con una sustitución del

10% de hormigón reciclado después de siete días en el laboratorio. Además, a los 28 días de edad, hubo una disminución máxima del 15,33% entre los especímenes normales y los especímenes con un 15 % de sustitución de concreto reciclado.

Los resultados, por otra parte, revelaron que la compresión axial del concreto mezclado con una mayor proporción de sustitución de agregados reciclados era inferior a la del hormigón constituido totalmente por agregados naturales. (pág. 51)

Para Mamani (2019), en el trabajo de investigación *“Producción de agregados reciclados de los residuos de la construcción y demolición para la producción de concretos hidráulicos”*, con la finalidad de “establecer la forma de elección de los agregados reciclados de los restos de la construcción y demolición para originar concretos hidráulicos”, concluyendo:

De acuerdo a los resultados de la resistencia a la compresión de concretos con agregados reciclados en sus distintas sustituciones, se concluye que es factible utilizar estos concretos para construir elementos estructurales, prueba 1 con un 100% agregado grueso reciclado, 0% agregado natural, la resistencia máxima que logró a los 28 días es de 171.64 kg/cm², que representa el 81.73% de la resistencia esperada de 210 kg/cm², la prueba 2 que de 80% agregado grueso reciclado, 20% agregado natural, donde la resistencia a los 28 días es 177.47 kg/cm², representa 84.51% de la resistencia estimada, la prueba 03 que consistió en 50% agregado grueso reciclado, 50% agregado natural, alcanzó una resistencia máxima de 225.16 kg/cm², siendo un 107.22% de resistencia esperada. (pág. 88)

Para Ródrich y Silva (2018), con el estudio *“Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional”*, donde se analizó el impacto del agregado de hormigón reciclado en las propiedades mecánicas del concreto convencional, concluyendo en los siguientes puntos:

Los resultados de los ensayos de hormigón endurecido han permitido concluir que la resistencia a compresión de cuatro probetas cilíndricas 4"x8" para las tres relaciones agua/cemento es la misma (0,70, 0,65 y 0,55). Los aumentos del agregado de hormigón reciclado en el diseño en un 60%, 45%, 30% y 15% dan como resultado una caída de resistencia a medida que se aumenta el material reciclado.

Para Asencio (2014), los resultados de *“Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”*, donde se determinó: El concreto alcanzó a los 7 días de edad una compresión promedio de $f'c=184.92 \text{ kg/cm}^2$ equivalente a un 66.04%, a los 14 días de edad el $f'c= 231.88 \text{ kg/cm}^2$ equivalente a un 82.81% y a los 28 días de edad $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ equivalente a un 85.78%, en comparación al concreto con agregado natural que a los 7 días alcanzó una resistencia promedio a la compresión de $f'c=197 \text{ kg/cm}^2$ (70.68%), a los 14 días de edad $f'c= 257.26 \text{ kg/cm}^2$ (91.87%) y a 28 días una resistencia de $f'c= 284.22 \text{ kg/cm}^2$ (101.51%), por otro lado concreto reciclado de pavimento rígido de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ resiste un 15.49% menos que el concreto manufacturado con agregados naturales a los 28 días de edad. Posteriormente para llegar a la resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, el concreto de agregado reciclado necesita 1 bolsa/m³ más que el concreto convencional, acrecentándose el costo en un 2.8% más caro.

2.1.3 A nivel regional y local

Para Anampa y Bernaola, en la *“Influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en Jr. Puno y Av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizado en pavimentos”*, donde se determinó la influencia del material reciclado concerniente a lo anteriormente mencionado, se concluyó lo siguiente: En comparación del concreto elaborado con 100% de material natural, el material reciclado al 100% obtuvo 75.62 % de resistencia.

Para poder aumentar la resistencia de material reciclado, se sustituyó en proporciones de 75%, 50% y 25% obteniendo resistencias de 80.20%, 87.75% y 86.54% respectivamente, en comparación del concreto de material natural al 100%.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Cemento Portland*

“El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas”. (Abanto, 2009, pág. 15)

2.2.1.1 Características del cemento Portland

“El cemento Portland es un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas que tienen un peso neto de 42.5 kg. y un pie cúbico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerará para el cemento un peso específico de 3.15”. (Abanto, 2009, pág. 16)

2.2.1.2 Clasificación del cemento Portland

Según (Abanto, 2009) “Los cementos Portland, a nivel mundial se fabrican cinco tipos y esta normalizado por la American Society for Testing and Materials, (ASTM) de normas para el cemento Portland (C 150)”.

“TIPO I : Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

TIPO II: Para obras expuestas a la acción moderada de sulfatos.

TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial.

TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Para alta resistencia a la acción de los sulfatos”. (pág. 17)

2.2.2 Agregado

Según (Abanto, 2009) “Los agregados está definidos como aquellos áridos los cuales son materiales inertes que cuando se combinan con aglomerantes tales como el cemento, cal, entre otros y conjuntamente con el agua llegan a formar concretos o morteros, la importancia de los agregados es que llegan a constituir alrededor del 75% en volumen de una mezcla convencional de concreto”. (pág. 23)

2.2.2.1 Clasificación de los agregados

Según la (NTP) “los agregados se pueden clasificar por su composición granulométrica, por su peso y unidad de densidad o volumen, por su naturaleza”. (NTP 400.011, 2008, pág. 7)

a. Clasificación por su granulométrica.

Se clasifican según su granulometría, siendo “agregado grueso, que es el material retenido en el tamiz número 4 y el agregado fino, que es el agregado que pasa el tamiz 3/8” y se retiene en el tamiz número 200”. (NTP 400.037). A continuación, se muestra 13 tamaños nominales las cuales están de acuerdo con sus respectivos tamices a utilizar para el análisis granulométrico según la NTP 400.011.

Tabla 1

Tamices para el análisis Granulométrico

Agregado	Tamices normalizados	
Fino	150 um	N° 100
	300 um	N° 50
	600 um	N° 30
	1.18 mm	N°16
	2.36 mm	N°8
	4.75 mm	N°4
Grueso	9.50 mm	3/8
	12.5 mm	½
	19.0 mm	¾
	25.0 mm	1
	37.5 mm	1 ½

50.0 mm	2
63.00 mm	2 ½
75.0 mm	3
90.0 mm	3 ½
100.0 mm	4

Fuente: (NTP 400.011, 2008)

- b. Según la clasificación por peso y unidad de volumen o densidad:

Normales: Son aquellos agregados de uso convencional utilizados en el 90% de las construcciones, peso unitario en el rango de 1000-1800 kg/m³.

Livianos: Generalmente se utilizan para elaborar concretos ligeros. Peso unitario < 1000 kg/m³, rango = 700-800 kg/m³.

Pesados: Se obtiene concreto pesados los cuales son utilizados para construir elementos estructurales densos. Peso unitario > 2000 kg/m³ y provienen de rocas. (pág. 9)

- c. Según su naturaleza

Se pueden clasificar según su naturaleza en tres grupos:

Agregado caliza: es de uso comercial y económica en los procesos de trituración, debido a la facilidad que tiene de pulimentarse, su carácter básico es por ser regularmente adhesivo con los ligantes asfálticos.

Agregado silíceos: Procedente de trituración de gravas naturales, de uso común y tiene una amplia utilización en las capas finas.

Agregado ígneos y metamórficos: Caracterizado por ser utilizado como agregado grueso en las capas de rodadura. (Bazalar & Cadenillas, pág. 39)

2.2.2.2 Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Los agregados están íntimamente ligados a sus propiedades físicas y mecánicas siendo estos los que definen los parámetros y calidad importantes a fin de realizar los concretos.

2.2.2.2.1 Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016): “El análisis granulométrico establece la gradación de materiales para uso como agregados, cuyos resultados

serán usados para establecer su distribución y tamaños de partícula, los cuales serán comparados con las necesidades mínimas requeridas por la NTP.” (pág. 303).

Equipos

Los equipos que se utilizarán:

- Balanza para el ensayo de agregado fino y agregado grueso.
- Tamices que deberán ser montados sobre armaduras construidas y de esta manera no exista pérdida de material al tamizar.
- Tamizador de este equipo deberá tener un movimiento mecánico vertical o movimiento lateral al tamiz, por lo que partículas salten y giren mostrando así otras orientaciones a la superficie del tamizado. (NTP 400.012, pág. 4)

Procedimiento

Según (NTP 400.012)

Como primer paso:

- Secar la muestra a una temperatura constante de $100^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$; seguidamente elegir los tamaños apropiados de tamices para obtener la información requerida, se tendrá que ajustar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo.
- Ubicar la muestra sobre el tamiz superior.
- Tamizar manualmente o mecánicamente por un periodo suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada, para obtener los criterios de tamizado. (pág. 6)

Como segundo paso se tiene:

- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado con el objetivo de que todas las partículas puedan alcanzar la abertura correspondiente a un número de veces durante la operación de tamizado.

- En la tabla de cantidad mínima de la muestra de agregado grueso de la NTP 400.012, se observa las cantidades de material por tamiz. (pág. 7)
- Una vez tamizado se continuará con el peso retenido en cada tamiz, con estos datos se podrá proceder a determinar la calidad y composición del material . (pág. 9)

2.2.2.2.2 Método de ensayo para determinar peso unitario

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). “Este método es utilizado para determinar la cantidad del peso unitario con el objetivo de determinar el diseño de mezclas para concretos, así mismo determina la relación masa/volumen, y con éstos resultados determinar el peso unitario seco”.

Equipos

Según (NTP 400.017) se utilizará:

- Una balanza con precisión de 0.1% de la carga de ensayo con rango de uso y con gradación < 0.05 kg.
- Una varilla de apisonado redondeada de 16 mm de diámetro y aproximadamente de 600 mm de longitud.
- Un recipiente de metal cilíndrico hermético a prueba de agua.
- Una pala o cucharón de un tamaño conveniente para llenar el recipiente. (pág. 4)

Procedimiento

Según (NTP 400.017), el procedimiento es el siguiente:

- Llenar el recipiente a un tercio del total.
- Se nivela la superficie para luego apisonar la capa con 25 golpes uniformemente distribuidos en toda la superficie del agregado.
- Rellenar el recipiente a los 2 tercios del total, para luego repetir el anterior paso.
- Llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar.
- Nivelar la superficie del agregado y pesar. (pág. 8)

Procedimiento para peso suelto:

- Colmar el recipiente.
- Descargar el agregado a una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo.
- Nivelar la superficie.
- Establecer la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío y registrar los valores con exactitud de 0.05 kg. (pág. 10)

2.2.2.2.3 Ensayo para el peso específico y absorción del agregado grueso y agregado fino

Según (NTP 400.021), el peso específico y absorción “Es la masa por unidad de volumen de un material y la absorción es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un periodo de tiempo, expresado como porcentaje de la masa seca”. (pág. 6)

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), tiene la finalidad de determinar:

- La absorción del agregado grueso y agregado fino.
- El peso específico aparente
- El peso específico saturado con superficie seca,
- El peso específico seco. (pág. 312)

Según la (NTP 400.021):

Agregado grueso:

Equipos:

- Una canasta con malla de alambre con abertura del tamiz N° 6 o abertura menor; un recipiente con agua para sumergir la canasta de alambre.
- Balanza susceptible a 0.5g con capacidad de 5000g como mínimo.

- Estufa que sea capaz de conservar una temperatura constante.
- Tamices normalizados de acuerdo a la NTP 400.012. (pág. 4)

Según la (NTP 400.021), el procedimiento es el siguiente:

- Secar a una temperatura constante.
- Sumergir inmediatamente el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de 24 horas.
- Remover el agua y rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta que desaparece todas las moléculas de agua visible, se obtendrá el peso de la muestra bajo condiciones de saturación con superficie seca.
- Colocar la muestra en la canasta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre $23\text{ °C} \pm 1.7\text{ °C}$, densidad $997 \pm 2\text{ kg/m}^3$.
- Secar la muestra hasta que el peso sea constante, a temperatura entre $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, y enfriarse hasta una temperatura ambiente, por un periodo de 1 a 3 horas o hasta que el agregado haya enfriado y se pesa. (pág. 6)

Para el agregado fino

Según la (NTP 400.022)

Equipos:

- Balanza, tiene que tener una capacidad de un 1 kg o más; también un picnómetro, un frasco u otro contenedor para que el agregado fino pueda ser introducido rápidamente;
- Una barra y molde compactadora para los ensayos de superficies de humedad y por último una estufa para mantener un uniforme temperamento. (pág. 7)

Procedimiento:

- Rellenar el picnómetro con agua.
- Meter el agregado fino saturado seco superficialmente.
- Rellenar de agua adicional hasta 90% de su capacidad aproximadamente.

- Mover el picnómetro manualmente hasta suprimir las burbujas de aire.
- Expeler las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y si es necesario por inmersión parcial en agua circulante.
- Trasladar el nivel de agua en el picnómetro a su capacidad de calibración. Establecer la masa total del picnómetro, de espécimen y el agua.
- Finalmente, quitar el agregado fino del picnómetro y secar en el horno a una temperatura constante, así se podrá determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración. (pág. 13)

2.2.2.2.4 Ensayo para establecer contenido de humedad

Según la (NTP 339.185) “Este ensayo tiene el objetivo obtener el contenido de humedad evaporable de una muestra de AF (agregado fino) o AG (agregado grueso) por secado, la humedad evaporable vendría a ser la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado”. (pág. 1)

Equipos:

Según la (NTP 339.185) Serán los siguientes:

- Una balanza con una sensibilidad de 0.1% del peso de prueba.
- Horno ventilado capaz de conservar una temperatura firme, además
- Un recipiente que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener una muestra sin peligro de derrame.
- Una cuchara de metal o espátula. (pág. 3)

Según la (NTP 339.185), el procedimiento es el siguiente:

- Establecer la masa del espécimen con una exactitud de 0.1%, seguidamente se debe efectuar el proceso de secado, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas.

- Se debe tener cuidado cuando el secado es muy rápido porque podrían explotar algunas partículas existiendo pérdidas de estas mismas. Cuando se emplea un horno se debe tener una temperatura controlada.
- Finalmente, se pesará la muestra con una aproximación de 0.1% , después que la muestra haya enfriado. (pág. 5)

2.2.2.2.5 Ensayo para la establecer la resistencia a la degradación en agregados gruesos en la máquina de Los Ángeles

Según el manual del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), “La finalidad es establecer la degradación de agregados normalizada, resultado de una combinación de acciones, donde ocurren abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo”. (pág. 315)

Equipos:

- Máquina de Los Ángeles, este consiste en un cilindro hueco, cerrado en ambos extremos, con un diámetro interno de 711 mm (0.711m) y con una longitud interna de 508 mm (0.508m), esta máquina tiene que mantener una velocidad constante.
- Tamices conforme a la NTP 400.012, como también
- Una balanza con una exactitud de 0.1 % de la carga de ensayo.
- Y finalmente, la carga esta se refiere a las esferas de acero que se necesitará para la prueba, esto depende de la gradación de la muestra. (pág. 4)

Tabla 2 *Esferas según la gradación para el ensayo de abrasión.*

Gradación	Cantidad de esferas	Masa de la carga (gr)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3330±25
D	6	2500±25

Fuente: (NTP 400.019, 2014, pág. 4)

Procedimiento:

- Lavar y secar al horno la muestra la cual deberá estar a un peso constante entre una temperatura de a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, posteriormente dividir la fracción individual y volver a combinar la gradación.
- Disponer la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles, rotar a una velocidad de entre 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- Después de las revoluciones, dispensar el material de la máquina y realizar una disgregación preliminar de la muestra sobre el tamiz N°12. Seguidamente lavar el material más grueso que la malla de 1.70 mm y secar al horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta que el peso sea constante y determinar la masa con una aproximación a 1gr (pág. 6)

2.2.3 Agua

Para Abanto (2009), “El agua es importante en la elaboración del concreto, debido a que la resistencia esta relacionado con ésta, al igual que la trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido”.

Según Pasquel (1993), “El agua es un elemento necesario para la hidratación del cemento y el progreso de sus propiedades, por lo que éste mismo debe cumplir con los requisitos mínimos para poder ser utilizado teniendo en consideración su composición química por lo cual este mismo no puede ocasionar daños colaterales al concreto”. (pág. 59)

2.2.3.1 El agua de mezcla

Según Pasquel (1993), “La funciones fundamentales que tiene el agua son 3:

- a) Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- b) Portarse como lubricante para mejorar la trabajabilidad del concreto.
- c) Dotar de la cantidad de vacíos necesaria en la pasta y así los productos de hidratación se puedan desenvolver”. (pág. 59)

La mayor parte del agua utilizada en la producción de hormigón, se destina a la trabajabilidad, y ésta mayor que la cantidad necesaria para hidratar el cemento. El principal problema en las mezclas son las impurezas y generalmente las impurezas de las mismas así como también la cantidad en las que éstas están proporcionadas, las cuales producen reacciones químicas que alteran el cemento. (pág. 60)

2.2.3.2 El agua para el curado

El curado es un proceso fundamental para tener una buena resistencia del concreto. Para (Pasquel, 1993) “ Se debe de cumplir con los requisitos mínimos para agua de curado el cual es usado en obras, generalmente en obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto”. (pág. 65)

2.2.4 Diseño de mezcla

El diseño de mezcla es la cantidad de material que va a contener la mezcla del concreto, el autor Abanto indica “la selección de las proporciones del concreto, implica un balance entre economía razonable y requerimiento de ciertas características las cuales están regidas por el uso futuro del concreto y las condiciones esperadas a ser encontradas en el momento de la colocación de la mezcla”. (pág. 59)

Los pasos que veran a continuación fueron fundamenles en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto.

Paso 1: Seleccionar la resistencia promedio requerida para obtener la resistencia de diseño.

Tabla 3

Cuadro de los porcentajes de seguridad

F'c (kg/cm²)	F'cr
Menos de 210	F'c+70
210 – 350	F'c+84
Mayor a 350	F'c+98

Fuente: Diseño de mezcla ACI 211.

Paso 2: Selección del Acentamiento**Tabla 4***Selección de asentamiento (SLUMP)*

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Flavio Abanto Castillo. Selección del asentamiento (Pag. 64)**Paso 3: Selección del tamaño máximo del agregado**

El tamaño máximo del agregado se obtiene del ensayo de granulometría.

Paso 4: Estimación del agua de mezclado y contenido de aire**Tabla 5***Estimación de agua y contenido de aire de los agregados*

Slump	Agua en lt/m³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicada					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
	Concretos sin aire incorporado					
1" a 2"	205	200	185	180	160	155
3" a 4"	225	215	200	195	175	170
6" a 7"	240	230	210	205	185	180
Cantidad aproximada de aire atrapado en porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5

Fuente: Libro "Tecnología del concreto" (Abanto, pág. 67)**Paso 6: Selección de la relación agua-cemento (a/c)****Tabla 6***Relación agua-cemento y resistencia*

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm²)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60

150	0.80	0.71
-----	------	------

Fuente: Libro "Tecnología del concreto" (Abanto, pág. 68)

Paso 7: Estimación del contenido de agregado grueso

Tabla 7

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado			
	Modulo de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

Fuente: Libro "Tecnología del concreto" (Abanto, pág. 71)

Paso 8: Estimación del contenido de agregado fino

Tabla 8

Estimación del peso del concreto fresco

Tamaño máximo del agregado grueso	Primera estimación del peso del concreto en kg/m ³	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355
2"	2445	2375

Fuente: Libro "Tecnología del concreto" (Abanto, pág. 73)

Paso 9: Estimación del contenido de agregado fino

Metodo de volúmen absolutos

"Es un procedimiento más exacto para el cálculo de las cantidades de agregado fino por metro cúbico de concreto". (Abanto, pág. 72)

Para hallar el peso del agregado fino se realizará con:

$$\text{volumen} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}}$$

Paso 10: Ajuste por contenido de humedad de los agregados

- Cálculo de pesos húmedos

$$\text{Peso húmedo de los agregados (kg)} = \text{peso del agregado} * (1 + \%W)$$

- Arreglo de cantidad de agua

$$\text{Agua en agregados} = \text{Peso seco del agregado} * (\%W - \%A)$$

- Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = P. \text{ del agua} - (\text{agua que aporta el A.G} + \text{agua que aporta el A.F})$$

2.2.5 *Concreto*

El concreto es la mezcla de agua, agregados, cemento, aire y en ocasiones aditivos, para emplearlo en la construcción. Para Abanto (2009), “Es la unión del cemento y el agua, los cuales reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados y así constituyendo un material heterogéneo, que es el concreto. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto”. (pág. 65)

2.2.5.1 **Características del concreto**

Las características del concreto para construcción según Abanto (2009) son las siguientes:

Ventajas:

- a) “La manejabilidad de adaptarse dentro de los encofrados, cualquier forma mientras aún se encuentre en su estado plástico.
- b) La alta resistencia a la compresión lo que le hace conveniente para construir estructuras.
- c) Por su alta resistencia al contacto con el fuego, también a la penetración del agua” (pág. 11)

Desventajas:

- a) Generalmente el concreto es elaborado de forma tradicional donde no existe un encargado que controla su producción, por lo que la calidad del concreto no es la ideal.
- b) “El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo, como por ejemplo los tirantes, o en parte de sus secciones transversales como viga u otro elementos sometidos a flexión”. (Abanto, pág. 11)

Es por ello que para reforzar la resistencia a la tracción se ejecuta la incorporación de acero, generándose así el concreto armado, mejorando así sus propiedades. (pág. 12)

2.2.5.2 Componentes del concreto

Según (Abanto, 2009):

- a) Ligantes: Son el cemento y el agua, estos dos materiales juntos dan la pasta.
- b) Agregados: Estan el A.F y A.G., estos dos agregados juntos dan el concreto.

“Las operaciones en la producción del concreto varían de acuerdo con el tipo de obra que lo requiere y con el tipo de concreto que se produzcan”. (Abanto, pág. 12)

Las etapas principales para la producción de un buen concreto son:

Proporciones de los materiales, mezcla del material, transporte al lugar de vaciado, colocado en el lugar de vaciado, y finalmente el curado. (pág. 12)

2.2.5.3 Tipos de concreto

Para Abanto (2009), existe diferentes tipos de concreto:

- a) Concreto simple: Este concreto es la mezcla del cemento Portland, y A.F, A.G y agua.
- b) Concreto armado: Este concreto es cuando, al concreto simple se le pone armaduras de acero reforzado.
- c) Concreto estructural: Se nombra así al concreto simple cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado.
- d) Concreto ciclópeo: Es el concreto simple mas piedra desplazadora de tamaño máximo de 10'', cubriendo el 30 % como máximo del volumen total.
- e) Concreto premezclado: Es el concreto que se realiza y dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores. (pág. 14)

2.2.5.4 Propiedades del concreto

Según (Abanto, 2009), “Un concreto manufacturado correctamente es aquel que provee la resistencia adecuada según el diseño de mezcla realizado y cuenta con los mejores acabados.

Por lo tanto, está íntimamente ligado por los criterios de diseño y del sistema de colocación de la mezcla. Es importante saber de las propiedades que este concreto presenta en sus estado fresco y estado endurecido”. (pág. 49)

Propiedades del concreto en estado fresco:

a) Trabajabilidad

Para (Rivva L, 1992), “La trabajabilidad es aquella propiedad del concreto en estado inicial no endurecido donde es capaz de ser manipulado, transportado, colocado y consolidado convenientemente, con trabajo mínimo y un máximo de homogeneidad; así para ser acabado sin presentar alguna segregación”. (pág. 31)

b) Consistencia

Según Rivva (1992), “La consistencia es una propiedad la cual define el grado de humedad de una mezcla por el grado de fluidez de la misma, por lo cual mientras más húmeda sea la mezcla más fácil será la fluidez del concreto durante su colocación”. (pág. 34)

Ensayo de consistencia del concreto

“El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o slump test es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco”. (Abanto, 2009, pág. 47)

Equipos:

“Se utiliza un tronco de cono, con las bases paralelas entre sí con medidas de 20 cm y 10 cm, los diámetros respectivos y la altura del molde es de 30 cm, el molde será de acero galvanizado, también se necesitará una barra de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica”. (Abanto, 2009, pág. 48)

Procedimiento:

Primero, se colocará el molde en una superficie plana y humedecida, pisar las aletas para matener inmóvil el cono, despues se agrega una capa de concreto a un tercio de volumen, se apisonará con una varilla 25 golpes sobre la superficie uniformemente. Segundo, se coloca

las otras dos capas de la misma manera y la última capa se llena en exceso, para nivelar, al terminar de dar los 25 golpes, seguidamente se levanta el cono lenta y cuidadosamente en dirección vertical.

Una vez retirado el molde, se procederá a medir la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla a esto se le denomina slump. Todo este proceso no debe de transcurrir en más de 2 minutos. (Abanto, 2009, pág. 48)

c) Segregación

El concreto en estado fresco tiende a la desintegración o separación del A.G. del mortero, esto es nocivo para el concreto, porque causa bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc.

“Ocurre cuando más húmedo está el concreto y es menor cuando el concreto es más seco, generalmente la técnica inadecuada de manipular y colocar son las causas de segregación en las mezclas. Este también se produce cuando parte del concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, asimismo cuando se permite que el concreto corra por canaletas, o un excesivo vibrado de la mezcla produce segregación”. (Abanto, 2009, pág. 50)

Propiedades del concreto en estado endurecido:

a) Resistencia

Para Rivva (1992), “La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utilizará como índice de su calidad”. (pág. 36)

Por otro lado, también se define: “La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo”. (pág. 36)

Resistencia a la compresión del concreto según la NTP 339.034

“Este método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantina a una velocidad normalizada en un rango prescrito, mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta”. (NTP 339.034, pág. 3)

Equipos

“La máquina de ensayo, debe tener la capacidad suficiente de carga y que reúna todas las condiciones. Tiene que tener un porcentaje de error de las cargas, donde el error no debe exceder del ± 1.0 % de la carga indicada.

Asimismo, debe estar equipada con dos bloques de acero en ambas caras, uno de los cuales es un bloque sólido sobre la superficie superior de la muestra y el otro un bloque sólido donde se coloca el testigo de concreto. Además, se necesita un indicador de carga que permita leer con una precisión del 0.1 % de la carga total de la escala”. (NTP 339.034)

Procedimiento

Los ensayos de compresión de los cilindros (probetas) deben realizarse lo antes posible después de sacarlos del almacenamiento de humedad.

Entre el momento en que los cilindros de concreto se retiran del almacenamiento de humedad y el momento en que se ensayan, debe asegurarse la pérdida de humedad. Los cilindros deben ensayarse en húmedo. Todos los cilindros de ensayo para una edad de ensayo específica deben romperse dentro de los límites de tiempo especificados en la tabla:

Tabla 9

Edad de rotura de cilindros de ensayo

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
3 días	± 2 h ó 2.8 %
7 días	± 6 h ó 3.6 %
28 días	± 20 h ó 3.0 %
90 días	± 48 h ó 2.2 %

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 339.034)

Colocación: Colocar el bloque de rotura sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rotura del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques y la de la probeta de ensayo y colocar el cilindro. Celosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rotura del bloque asentado.

La velocidad de carga, debe aplicar continuamente y sin detenimiento.

Aplicar la carga de compresión, mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido. Para una máquina de ensayo, el cierre automático de la máquina de máxima. Anotar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo y anotar el tipo de fractura brevemente. Si la resistencia medida es menor a lo esperada, examinar la fractura del concreto y anotar si hay segregación, y verificar el refrentado de conformidad. (NTP 339.034)

Resistencia a la flexión del concreto según la NTP 339.078

Equipos

Se necesita una máquina de ensayo, donde cumple con los requisitos de las secciones sobre la base de la verificación, correcciones, e intervalo de tiempo entre verificaciones, debe tener una fuerza constante que ejerza sobre la muestra.

Los aparatos utilizados en el ensayo de flexión del concreto deben ser capaces de mantener la longitud especificada de la luz entre apoyos y las distancias entre los bloques de aplicación de carga y los bloques de apoyo constantes, con una tolerancia de ± 1.3 mm (± 0.05 pulg)

Las reacciones deberán ser paralelas a la dirección de las fuerzas aplicadas en todo momento durante el ensayo y la relación entre la distancias del punto de aplicación de la carga a la reacción más cercana y la altura de viga, no deberá ser menor que 1.0 ± 0.03 .) (NTP 339.078)

Procedimiento

La prueba de flexión al igual que la prueba a compresión se debe realizar lo antes posible después de retirar el testigo de la cámara de curado. Las vigas que tienen la superficie seca dan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo.

El sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada se centra. Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3% y 6% de la carga de rotura estimada. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de carga, será necesario refrenar. Los espacios de lijado de las superficies laterales deben ser mínimos, debido a que ésta acción puede cambiar las características físicas de la muestra.

Se aplica la carga del espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de rotura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia, entre 0.9 Mpa/min y 1.2 Mpa/min, hasta producir rotura de la viga. (NTP 339.078, pág. 5)

b) Exudación

“Se define como el ascenso de una parte del agua a la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos, este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado. La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos, de la temperatura, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación, como producto del ascenso de una parte del agua de mezclado, se puede obtener un concreto poroso y poco durable”. (Abanto, pág. 54)

c) Durabilidad

Para Abanto, “El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie”. (pág. 57)

d) Impermeabilidad

“Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación, y si están interconectadas, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. La inclusión del aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad”. (Abanto, pág. 58)

2.2.6 Concreto reciclado

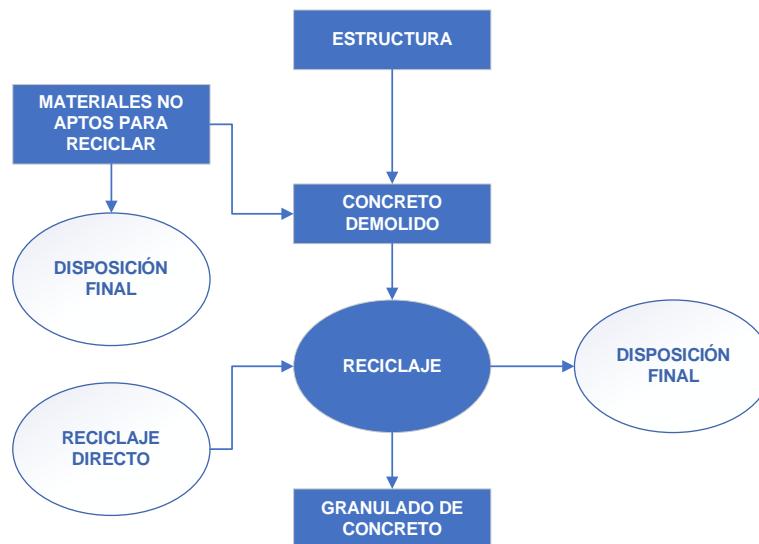
“Una de las alternativas usadas para la reducción de los efectos negativos en el medio ambiente y su degradación, es el uso de agregados de concreto reciclado, en las mezclas de concreto, teniendo en cuenta que los agregados ocupan aproximadamente el 70% y 80% de los componentes del concreto”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

2.2.6.1 Método para la obtención del concreto reciclado de residuos de construcción y demolición.

“La obtención del concreto de demolición se hace mediante demolición manual, mecánica o mediante fresado de las construcciones civiles de concreto simple, armado o tensado. Como por ejemplo las que provienen de elementos estructurales de edificaciones, muros de contención y/o sostenimiento, fundaciones, puentes, alcantarillas, canales, tuberías, losas de pavimentos de concreto, etc.” (NTP 400.053, 2014, pág. 3)

Figura 1

Diagrama de flujo para la obtención de concreto de demolición y granulado de concreto



Fuente: Manejo de residuos de la actividad de la construcción. Reciclaje de concreto de demolición. Norma Técnica Peruana (NTP 400.053, pág. 4)

La obtención de agregado reciclado puede variar según el tipo de estructura de donde venga, pues en algunos casos va asociado a refuerzo embebido o a materiales como plásticos, vidrios, etc.

Para Bazalar y Cademillas (2019), “El acero de refuerzo y otros contaminantes deben ser removidos en el proceso de selección para garantizar la calidad y condiciones óptimas de los agregados. De la misma manera, será el proceso de almacenamiento, es importante garantizar que el concreto de demoliciones, no sea contaminado con otros residuos de la construcción como plástico y yeso. Para minimizar esta situación, se recomienda almacenar y clasificar el concreto separadamente de estos residuos de construcción. El proceso de obtención puede variar según al tipo de estructura de la cual provenga el escombros, dado que en algunos casos va asociado a refuerzo embebido o a materiales como plásticos, vidrio, yeso, etc. Los agregados de concreto reciclado pueden ser fabricados en plantas similares a las usadas para triturar agregados naturales”. (pág. 25)

Los pasos para el proceso de obtención de agregado de concreto reciclado son los siguientes:

- a) “Disensión de los contaminantes: Este primer proceso es muy importante, ya que el agregado que resulte va a ser parte de nuevos concretos. Los contaminantes o impurezas pueden ser el acero embebido u otros materiales como el asfalto, selladores de juntas, ladrillos, yeso, plástico y demás residuos de construcción diferentes del concreto. Los elementos de acero de refuerzo pueden ser removidos mediante el uso de cizallas hidráulicas o imanes”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)
- b) “Ruptura y transporte del concreto: Para mayor eficiencia, el concreto debe romperse en fragmentos manejables para ser cargado en un camión y transportado hasta la planta de trituración”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)
- c) “Chancado de fragmentos: En este proceso se pueden usar diversos tipos de maquinaria para obtener distintos tamaños de agregados. Se utiliza una trituradora primaria que reduce los pedazos de escombros a un material con un diámetro que fluctúa entre 80 y 100 mm, y una trituradora secundaria que reduce estos excedentes al tamaño de agregado que se requiere. En la trituradora secundaria, esta reduce el material en fragmentos de diámetro de 19 y 7 mm.”. (Bazalar & Cadenillas, 2019, pág. 26).
- d) “Zarandeo mecánico: En este proceso el agregado grueso de concreto reciclado es ingresado a la zaranda mecánica, la cual es un conjunto de mallas superpuestas que permiten separar de manera sistemática, el material en diversos tamaños. El material entre 19 y 7 mm es tamizado para producir el agregado grueso”. (Bazalar & Cadenillas, 2019, pág. 26)

2.2.6.2 Agregados reciclados

“Estos agregados se obtienen a partir de un procesamiento de materiales desechos, existiendo la fuente más importante que son los desechos de construcción y de demolición. Estos desechos están normalmente compuestos de desechos de concreto, ladrillos, arena, polvo, madera, plásticos, cartón, papel y metales. Los escombros de concreto generalmente

constituyen la mayor proporción de residuos de construcción y demolición; por otro lado, se ha demostrado que los escombros de concreto triturado, una vez separado de los otros desechos de construcción y demolición y tamizado, pueden usarse como sustitutos de los agregados gruesos naturales en el concreto nuevo”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

2.2.6.3 Propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado

Estas propiedades dependen de las características del concreto, de donde fueron extraídos. Los agregados de concreto reciclado producto de demoliciones tiene mayor variedad de sus características y por lo tanto existen una mayor variación en sus propiedades.

a) Granulometría de agregados de concreto reciclado

Para Bazalar y Cademillas (2019), “La granulometría de los agregados de concreto reciclado cambia según el transcurso de trituración que se realizó, pudiéndose seleccionar mediante pequeños ajustes en la apertura de las trituradoras. La obtención de agregado grueso puede variar entre el 70% y 90% del total de agregado producido, este porcentaje depende además del tamaño máximo del agregado grueso de concreto reciclado producido y de la composición del concreto original”. (pág. 21)

Por otro lado, también menciona “la granulometría de los agregados reciclados están dentro de los límites que fijan las diferentes recomendaciones tanto para agregado natural como para agregado de concreto reciclado. Principalmente depende del sistema de trituración el tamaño máximo del agregado, presentando pequeñas variaciones, en menor medida de la calidad del concreto original. El agregado de concreto reciclado produce finos durante su manipulación debido a la aparición de pequeñas partículas de mortero que se desprenden, al tener la presencia de dichas partículas en la superficie del agregado puede originar problemas de adherencia entre éste y la pasta de cemento, provocando un aumento de cantidad de agua de amasado necesaria”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

b) Densidad y absorción de agregado de concreto reciclado

“El concreto reciclado viene con mortero residual adherido, este es uno de los factores que afectan la densidad, porosidad y absorción. En estudios realizados generalmente, el agregado de concreto reciclado tiene una densidad baja a comparación de los agregados naturales, teniendo en cuenta que el mortero adherido es menos denso que la roca subyacente. Por otro lado se reportaron densidades aparentes de 2390 y 2890 kg/m³ para agregado de concreto reciclado y para agregados naturales respectivamente, esto representa una diferencia de 17%. Los agregados naturales debido a que tiene una porosidad baja tiene baja absorción; en cambio, en el agregado de concreto reciclado, debido al mortero adherido tiene una estructura porosa y el agrietamiento causado por los procesos de trituración, permiten mantener una mayor capacidad de absorción de agua con respecto al agregado natural, esto hace que la capacidad de soportar grandes esfuerzos de compresión y afectan el desempeño mecánico del compuesto”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

c) Ensayo de abrasión de Los Ángeles

Para Bazalar y Cademillas, “El agregado de concreto reciclado presenta una elevación muy alta al desgaste en la máquina de Los Ángeles, ya que en el ensayo se elimina todo el mortero que queda adherido al agregado, además de la pérdida de peso propio del agregado natural”. (pág. 24)

También, “Un concreto con una resistencia superior sufre menos desgaste, la abrasión de Los Ángeles es mayor cuando la resistencia del concreto original es menor debido a la resistencia de mortero adherido. Los requisitos de propiedades físicas del agregado grueso para concreto señalan que el límite máximo permisible para la pérdida por el ensayo de abrasión de Los Angeles es de 50 %”. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

2.3 Marco conceptual

- a) Agregado: “Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP. Se les llama también áridos”. (NTP 400.011, pág. 2)
- b) Agregado fino: “Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa por el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 μm (N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la NTP”. (NTP 400.011, pág. 6)
- c) Agregado grueso: “Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la NTP”. (NTP 400.037, pág. 6)
- d) Cemento portland : “Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda”. (NTP 334.009, pág. 5)
- e) Densidad de masa del agregado: “Masa de una unidad de volumen de la masa material del agregado, en que el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen entre partículas, expresado en kg/m^3 ”. (NTP 400.017, pág. 3)
- f) Peso unitario: “Peso (masa) por unidad de volumen (este término es obsoleto, es preferible usar el término de densidad de masa)”. (NTP 400.017, pág. 3)
- g) Agregado reciclado: “Agregado procedente de tratamiento de materiales (escombros) de desechos obtenidos de demolición de construcciones”. (NTP 400.017, pág. 7)
- h) Concreto reciclado: “El concreto reciclado es aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas o arenas de reciclaje”. (NTP 400.053, pág. 2)

- i) Resistencia a compresión: “La resistencia a compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura)”. (Abanto, pág. 51)
- j) Resistencia a flexión: “Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada”. (Carizaile & Anquise, pág. 89)
- k) Testigo de concreto: O también probetas de concreto, son muestras que se sacan del concreto para realizar ensayos mecánicos del concreto endurecido, para así evaluar su resistencia o comportamiento de una estructura.

Capítulo III: Metodología

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

La incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, influye en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.

3.1.2 *Hipótesis específicas:*

- a) La incorporación de agregado grueso de concreto reciclado influye sobre la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.
- b) La incorporación del agregado grueso de concreto reciclado influye sobre la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.

3.2 Método

El estudio por su naturaleza es de método deductivo, Para Calduch, “Este método consiste en la determinación de las características o enunciados de la realidad particular que se investiga por derivación o consecuencia de las características o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas previamente. En otras palabras, la deducción trata de derivar las consecuencias particulares o singulares de una realidad a partir de las premisas o conclusiones generales establecidas por las leyes científicas para la categoría a la que pertenece dicha realidad”. (pág. 35)

El enfoque que tiene esta investigación es de enfoque cuantitativo. Para Hernández, R y otros, “El enfoque cuantitativo (que representa como conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede brincar o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas, se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las

variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de las hipótesis”. (pág. 4)

3.3 Tipo de investigación

El tipo de investigación es explicativo. Para Hernández, R. y otros, “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relación entre conceptos; están dirigidos a responder las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste o por qué dos o más variables se están relacionando”. (pág. 74)

3.4 Nivel o alcance de investigación

Este tipo de investigación reúne las condiciones para ser investigación de nivel descriptivo, correlacional, ya que esta investigación describirá las características del problema de estudio, después explicará las relación de las variables, de esta manera se determinará la influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/m}^2$, además, la variable dependiente se medirá siguiendo el proceso estadístico, con la finalidad de poder explicar los resultados de los ensayos de laboratorio.

3.5 Diseño de investigación

Para Hernández, R. y otros (2014). “El diseño experimental tiene como requisito la manipulación intencional de una o mas variables”. (pág. 130)

El diseño de investigación es experimental, por qué se refiere a la manipulación intencional de las variables, para ver la influencia que tiene el agregado grueso de concreto reciclado en concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y así analizar sus posibles resultados.

3.6 Operacionalización de variables

3.6.1 Variable independiente

Incorporación del agregado grueso de concreto reciclado.

Dimensiones:

- a) 25% de sustitución
- b) 50% de sustitución
- c) 75% de sustitución

3.6.2 Variable dependiente

Propiedades mecánicas a compresión y flexión.

Dimensiones:

- a) Resistencia a la compresión
- b) Resistencia a la flexión

3.6.3 Cuadro de operación de variables

Tabla 10

Tabla de operacionalización de variables

Variab	Definición conceptual	Indicadores	Unidad	Instrumento
Variable independiente				
Agregado grueso de concreto reciclado	Para Bazalar y Cademillas, “El agregado grueso de concreto reciclado, es un material que se obtiene como resultado de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras que ya cumplieron con su vida útil” (2019, p. 18).	25% de sustitución 50% de sustitución 75% de sustitución	% (Porcentaje)	NTP 400.053, Manejo de los residuos de la actividad de la construcción. NTP 400.011, Definición y clasificación de agregados. NTP 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
Variable dependiente				
Propiedades mecánicas a compresión y flexión	Para Carizaile y Anquise, “Las propiedades mecánicas de concreto son aquellas propiedades que se manifiestan cuando se aplica una fuerza. Las propiedades mecánicas del concreto se refiere a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas”. (2015, pág. 79)	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	kg/cm ²	Norma Técnica Peruana 339.034, Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Norma Técnica Peruana 339.078, Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión.

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Población y muestra

Población:

“Toda investigación debe ser transparente, así como estar sujeta a crítica y réplica, y este ejercicio solamente es posible si el investigador delimita con claridad la población estudiada y hace explícito el proceso de selección de su muestra” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 170).

Para esta investigación de influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, la población fueron las muestras de concreto.

Muestra:

Para Hernández, R. y otros, “ La muestra es un subconjunto de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 173).

Para esta investigación, se realizó 48 unidades de testigos cilíndricos de concreto (15x30cm) y 48 unidades de testigos prismáticos de concreto (15x15x53cm), incluyen los testigos de concreto que son elaborados con agregado grueso de concreto reciclado y el concreto patrón con una resistencia de diseños de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. La elaboración y curado de los especímenes de concreto, fue siguiendo la (NTP 339.183)

Número de muestras de concreto a elaborar serán los siguientes:

Tabla 11

Testigos de concreto, para el ensayo de la resistencia a la compresión

Edad de testigos	Muestra de concreto patrón	Muestra de porcentajes de agregado grueso de concreto reciclado		
		25%	50%	75%
7 días	3 und	3 und	3 und	3 und
14 días	3 und	3 und	3 und	3 und
21 días	3 und	3 und	3 und	3 und
28 días	3 und	3 und	3 und	3 und
Total de testigos de concreto cilíndricos	12 und	12 und	12 und	12 und
Total				48 und

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 12 se observa la cantidad de 48 de testigos de concreto que se va a realizar para la resistencia a compresión.

Tabla 12

Testigos de concreto, para el ensayo de la resistencia a la flexión.

Edad de testigos	Muestra de concreto patrón	Muestra de porcentajes de agregado grueso de concreto reciclado		
		25%	50%	75%
7 días	3 und	3 und	3 und	3 und
14 días	3 und	3 und	3 und	3 und
21 días	3 und	3 und	3 und	3 und
28 días	3 und	3 und	3 und	3 und
Total de testigos de concreto prismáticos	12 und	12 und	12 und	12 und
Total				48 und

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 12 se observa la cantidad de 48 de testigos de concreto prismáticos que se va a realizar para la resistencia a flexión.

3.8 Técnicas e instrumentos

Técnicas:

Esta investigación es de análisis descriptivo, por qué se empleó los procesamientos estadísticos para acopiar, procesar, examinar el conducta de M.G.R. y presentar las conclusiones del estudio. Para esto se usaron los formatos para la recolección de datos y las tablas de comparación, esto permitio evaluar el comportamiento de la incorporación de M.G.R. en la mezcla de concreto.

Instrumentos:

Dado que se trata de un procedimiento experimental, la recolección de datos de laboratorio es necesaria para esta investigación. Para la recolección de datos, se utilizó la hoja de observación y se preparó adecuadamente los procedimientos de pruebas sobre la base de los indicadores, que se utilizó para mostrar los resultados de las pruebas. Para el protocolo, se utilizó los siguientes formularios de recogida de datos:

Protocolos de ensayos de materiales en laboratorio

- Ficha para el ensayo de granulometría.
- Ficha para ensayo de contenido de humedad.
- Ficha ensayo de peso específico para agregado grueso.
- Ficha para ensayo de peso específico para agregado fino.
- Ficha para ensayo de peso unitario suelto y compactado.
- Ficha de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles.
- Ficha para el ensayo de resistencia a la compresión.
- Ficha para el ensayo de resistencia a flexión.
- Ficha para el diseño de mezcla.

3.9 Consideraciones éticas

En la elaboración de este informe de estudio se ha tenido en cuenta las normas, la cultura y la educación de quienes han participado en el proceso de recogida de información.

3.10 Procedimiento estadístico

La información se proceso de acuerdo con los procedimientos establecidos para la investigación y en estrecha colaboración con las personas que vivían en la zona, de donde se recogió la muestra investigada para analizar y realizar los análisis correspondientes.

Además, cabe destacar que los datos recogidos eran fiables, como demuestran los resultados de las pruebas pertinentes, y que su explicación y análisis se realizaron de acuerdo con los requisitos técnicos aplicables.

Se utilizó el programa Excel, para procesar la información obtenida del laboratorio y estos datos se presentaron en forma de tablas y figuras estadísticas, lo que permitió realizar los análisis necesarios para alcanzar los objetivos del estudio. Por último, los datos estadísticos permitieron comparar y contrastar las hipótesis del estudio.

Capítulo IV: Resultados y discusión

4.1 Resultados

Los resultados logrados en los ensayos son presentados de manera ordenada en función a la variable independiente y dependiente. Asimismo, para la presentación de los resultados de las compresiones realizadas, se toma en consideración el orden según los porcentajes de adición del agregado reciclado y sus resistencias del 25%, 50% y 75%, respectivamente.

4.1.1 Variable independiente: Incorporación de agregado grueso reciclado

Los agregados que se utilizaron fueron: agregado grueso, agregado reciclado, agregado fino, los cuales se detallan a continuación.

- **Agregado grueso y agregado fino**

Se evaluó los agregados naturales y los agregados reciclados, siendo clasificados y evaluados por separado, de la misma forma se evaluaron sus porcentajes de incidencia según sea: 25%, 50% o 75%.

Los agregados gruesos provienen de la cantera denominada “Pedregal” ubicada en la ciudad de Abancay.

Figura 2

Recojo de agregado grueso y fino natural.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 2 se observa el recojo de los agregados naturales, los cuales se obtuvieron de la cantera Pedregal, en la Av. Panamericana.

Figura 3

Cargado y colocación de material natural en el laboratorio.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 3 se puede ver el cargado de los agregados naturales, y que es descargado en el laboratorio donde se realizarón los ensayos.

Figura 4

Recojo y selección del material reciclado.



Fuente: Elaboración propia

Nota: El concreto reciclado provienen de las diferentes obras ejecutadas en la ciudad de Abancay.

Figura 5

Trituración y recojo de material reciclado



Fuente: Elaboración propia

Nota: La trituración del concreto reciclado se realizó en la cantera Pedregal, en el mismo lugar de donde proviene el agregado grueso y fino natural.

4.1.1.1 Propiedades físico-mecánicas de los agregados

Según la normatividad vigente, es necesario realizar los ensayos a cada material a ser utilizado para el diseño de mezclas, debido a que las normas internacionales clasifican las propiedades físico mecánicas en parámetros estandarizados de calidad. Para lo cual, se menciona a continuación los ensayos realizados.

4.1.1.1.1 Contenido de humedad de M.G.R., agregado grueso y fino natural

En este ensayo se realizó el contenido de humedad tanto para el M.G.R. como para el agregado natural, para así poder determinar la cantidad de humedad que tiene cada tipo de agregado, para esto, se sacó pesos representativos de cada material y para luego llevarlo al horno por 24 horas según indica la NTP 339.185.

Figura 6

Humedad de agregado natural y M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó el ensayo de contenido de humedad para el agregado grueso reciclado y para el agregado grueso y fino natural.

Tabla 13

Cuadro resultados de porcentaje de humedad del M.G.R.

Agregado grueso reciclado			
Datos muestra:			
Ensayo	M-1	M-2	M-3
Molde N°	C-4	C-5	C-6
P. muestra húmeda + molde (gr)	3093.00	3085.00	3112.00
P. muestra seca + molde (gr)	3019.00	3010.00	3038.00
P. del agua (gr)	74.00	75.00	74.00
P. del molde (gr)	0.00	0.00	0.00
P. de la muestra seca (gr)	3019.00	3010.00	3038.00
% de Humedad	2.45	2.49	2.44

% de Humedad:	2.46
----------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó tres pruebas para el contenido de humedad para tener obtener un porcentaje de humedad promedio, donde se obtuvo 2.46% de humedad para el agregado grueso reciclado.

Tabla 14

Contenido de humedad del agregado del grueso.

Agregado grueso			
Datos de muestra:			
Ensayo	M-1	M-2	M-3
Molde N°	C-4	C-5	C-6
P. muestra húmeda + molde (gr)	3015.00	3025.00	3012.00
P. muestra seca + molde (gr)	2980.00	2994.00	2976.00
P. del agua (gr)	35.00	31.00	36.00
P. del molde (gr)	0.00	0.00	0.00
P. de la muestra seca (gr)	2980.00	2994.00	2976.00
% de Humedad	1.17	1.04	1.21

% de Humedad:	1.14
----------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó tres pruebas para el contenido de humedad para tener obtener un porcentaje de humedad promedio, donde se obtuvo 1.14% de humedad para el agregado grueso natural.

Tabla 15

Contenido de humedad para el agregado fino natural

Agregado fino			
Datos de muestra:			
Ensayo	M-1	M-2	M-3
Molde N°	C-1	C-2	C-3
P. muestra húmeda + molde (gr)	2062.00	2051.00	2074.00
P. muestra seca + molde (gr)	1997.00	1988.00	2010.00
P. del agua (gr)	65.00	63.00	64.00
P. del molde (gr)	0.00	0.00	0.00
P. de la muestra seca (gr)	1997.00	1988.00	2010.00
% de Humedad	3.25	3.17	3.18

% de Humedad:	3.20
----------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó tres pruebas para el contenido de humedad para tener obtener un porcentaje de humedad promedio, donde se obtuvo 3.20% de humedad para el agregado fino natural.

4.1.1.1.2 Gravedad específica y absorción del M.G.R, agregado grueso y fino natural

El objetivo de determinar la gravedad específica y absorción es para establecer el volumen ocupado por el agregado en la mezcla de la misma forma sirve para determinar los vacíos que presentan los agregados. Se realizaron tres pruebas de las cuales se sacó el promedio.

Figura 7

Peso específico del M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 7, se muestra el ensayo de peso específico de material grueso reciclado, donde se observa el colocado del material dentro de la canastilla sumergida para determinar el peso del material sumergido.

Tabla 16

Peso específico del M.G.R.

Agregado grueso reciclado

Datos de muestra:			
	Ensayo	M-1	M-2
P. muestra SSS (gr)		3000	3000
P. de canastilla sumergida (gr)		728	717
P. Neto de muestra SS Sumergida (gr)		2499.00	2417.00
P. del recipiente (Para secado en horno)		122.00	122.00
P. de la muestra seca (gr)		2985.00	2972.00
P. Neto de muestra SS Sumergida - canastilla		1771.00	1700.00
Peso específico (g/cm³)		2.43	2.29

Peso específico (g/cm³):	2.36
--	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 15, se muestra los resultados de peso específico de material grueso reciclado, se realizó dos pruebas para sacar el promedio del peso específico, donde se obtuvo un resultado de 2.36 gr/cm³.

Figura 8

Peso específico del agregado fino natural



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 8, se observa el ensayo de peso específico del agregado fino, se muestra los instrumentos para el ensayo y el momento del retiro del aire del picnómetro.

Tabla 17

Peso específico de agregado grueso.

Agregado grueso

Datos muestra:

Ensayo	M-1	M-2
P. Muestra SS (gr)	3000	3000
P. de la canastilla sumergida (gr)	725	729
P. Neto de muestra SS sumergida (gr)	2612.00	2604.00
P. del recipiente (Para secado en horno)	216.00	216.00
P. de la muestra seca (gr)	2968.00	2976.00
P. Neto de muestra SS sumergida - canastilla	1887.00	1875.00
Peso específico (g/cm³)	2.67	2.65

Peso específico (g/cm³):	2.66
--	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 17, se muestra los resultados de peso específico de material grueso natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio del peso específico, donde se obtuvo un resultado de 2.66 gr/cm³.

Tabla 18

Peso específico de agregado fino.

Agregado fino		
Datos de muestra:		
Ensayo	M-1	M-2
P. Muestra SSS	500	500
P. Picnómetro + agua	667.00	645.00
P. Picnómetro + agua + muestra seca	978.00	953.00
P. de la muestra sumergida	311.00	308.00
Vol. de la masa	180.00	177.00
P. de la muestra seca	491.00	485.00
Peso específico (gr/cm³)	2.73	2.74

Peso específico (gr/cm³):	2.73
---	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 18, se muestra los resultados de peso específico de material fino natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio del peso específico, donde se obtuvo un resultado de 2.73 gr/cm³.

Tabla 19

Porcentaje de absorción del M.G.R.

Agregado grueso reciclado		
Datos de muestra:		
Ensayo	M-1	M-2
P. de la muestra SSS (gr)	3000.00	3150.00
P. de muestra seca + recipiente (gr)	2984.00	3129.00
P. del recipiente (gr)	122.00	122.00
Peso neto del suelo seco	2862.00	3007.00
% de Absorción	4.82	4.76

% de Absorción:	4.79
------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 19, se muestra los resultados del porcentaje de absorción de material grueso de reciclado, se realizó dos pruebas para sacar el promedio de absorción, donde se obtuvo un resultado de 4.79%.

Tabla 20

Porcentaje de absorción de agregado grueso natural.

Agregado grueso		
Datos de muestra:		
Ensayo	M-1	M-2
P. de la muestra SSS (gr)	3000.00	3150.00
P. de muestra seca + recipiente (gr)	3184.00	3332.00
P. del recipiente (gr)	216.00	216.00
Peso neto del suelo seco	2968.00	3116.00
% de Absorción	1.08	1.09

% de Absorción:	1.08
------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 19, se muestra los resultados del porcentaje de absorción de material grueso natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio de absorción, donde se obtuvo un resultado de 1.08%.

Tabla 21

Porcentaje de absorción de agregado fino natural.

Agregado fino		
Datos de muestra:		
Ensayo	M-1	M-2
P. Suelo seco más molde	571.30	583.30
P. Suelo SSS más molde	580.60	592.20
P. del molde	80.63	80.63
P. Neto del suelo seco	490.67	502.67
P. Neto del suelo SSS	499.97	511.57
% de Absorción	1.90	1.77

% de Absorción:	1.83
------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 19, se muestra los resultados del porcentaje de absorción de material fino natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio de absorción, donde se obtuvo un resultado de 1.83%.

4.1.1.1.3 *Peso unitario suelto de agregado grueso reciclado, agregado grueso y fino natural*

En la determinación de los valores de masa, la Norma Técnica Peruana señala que se utiliza ampliamente el ensayo de peso unitario. Algunos enfoques para la selección de las proporciones de concreto no necesitan el uso de éstas variables.

Después de llenar completamente el recipiente con material, se vertió desde una altura de 5 cm por encima del borde del recipiente para calcular el peso unitario suelto del material. Una vez hecho esto, se niveló utilizando una regla metálica y tras completar todas estas etapas, se calculó el peso total del material más el contenedor, como se muestra en el diagrama. También conocer el peso de un contenedor vacío para obtener nuestra información.

Figura 9

Peso unitario suelto del M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

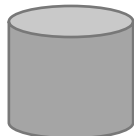
Nota: En la figura 9 se muestra los instrumentos y el material utilizado para el ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso reciclado.

Tabla 22

Resultado peso unitario suelto del M.G.R.

Agregado grueso reciclado

Datos de la muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9438.95 cm³

Peso (P)= 4805 gr

Ensayo	M-1	M-2
P. del molde (gr)	4805.00	4805.00
P. del molde + muestra suelta (gr)	16423.00	16892.00
P. muestra suelta (gr)	11618.00	12087.00
Peso unitario suelto (gr/cm³)	1.23	1.28

Peso unitario suelto:	1.26
------------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

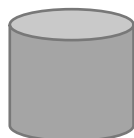
Nota: En la tabla 22, se muestra los resultados del peso unitario suelto del material grueso reciclado, se realizó dos pruebas para sacar el promedio, donde se obtuvo un resultado de 1.26 gr/cm³.

Tabla 23

Peso unitario suelto del agregado grueso del material natural.

Agregado grueso

Datos de la muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9438.95 cm³

Peso (P)= 4804 gr

Ensayo	M-1	M-2
P. del molde (gr)	4804.00	4804.00
P. del molde + muestra suelta (gr)	19195.00	19185.00
P. muestra suelta (gr)	14391.00	14381.00
Peso unitario suelto (gr/cm³)	1.52	1.52

Peso unitario suelto:	1.52
------------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

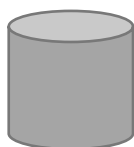
Nota: En la tabla 23, se muestra los resultados del peso unitario suelto del material grueso natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio, donde se obtuvo un resultado de 1.52 gr/cm³.

Tabla 24

Peso unitario suelto del agregado fino del material natural.

Agregado fino

Datos de la muestra:



Molde :

Volumen (V)= 2831.70 cm³

Peso (P)= 2006.00 gr

Ensayo	M-1	M-2
P. del molde (gr)	2006.00	2006.00
P. del molde + muestra suelta (gr)	6703.00	6784.00
P. muestra suelta (gr)	4697.00	4778.00
Peso unitario suelto (gr/cm³)	1.66	1.69

Peso unitario suelto :

1.67

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 24, se muestra los resultados del peso unitario suelto del material fino natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio, donde se obtuvo un resultado de 1.67 gr/cm³.

Figura 10

Peso unitario compactado del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Para el peso unitario compactado de los agregados gruesos, el procedimiento se realiza llenando el recipiente en tres capas, cada una de ellas fue apisonada 25 veces con una varilla lisa de acero.

Figura 11

Peso unitario compactado del agregado fino natural.



Fuente: Elaboración propia

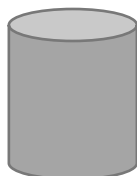
Nota: Para el peso unitario compactado de los agregado fino natural, el procedimiento se realiza del mismo modo del agregado grueso, llenando el recipiente en tres capas, cada una de ellas fue apisonada 25 veces con una varilla lisa de acero.

Tabla 25

Peso unitario compactado del M.G.R.

Agregado grueso reciclado

Datos de la muestra:



Molde :

Volumen (V)=

9438.95 cm³

Peso (P)=

4805 gr

Ensayo	M-1	M-2
P. del molde (gr)	4805	4805
P. del molde + muestra compactada (gr)	17869	18091
P. muestra compactada (gr)	13064	13286
Peso unitario compactado (gr/ cm³)	1.38	1.41

Peso unitario compactado:

1.40

Fuente: Elaboración propia

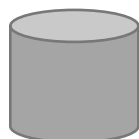
Nota: En la tabla 25, se muestra los resultados del peso unitario compactado del material grueso reciclado, se realizó dos pruebas para sacar el promedio, donde se obtuvo un resultado de 1.40 gr/cm³.

Tabla 26

Peso unitario suelto del agregado grueso natural.

Agregado grueso

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9438.95 cm³

Peso (P)= 4804 gr

Ensayo	M-1	M-2
P. del molde (gr)	4804	4804
P. del molde + muestra compactada (gr)	20624	20587
P. muestra compactada (gr)	15820	15783
Peso unitario compactado (gr/cm³)	1.68	1.67

Peso unitario compactado:

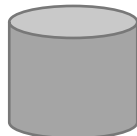
1.67

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 25, se muestra los resultados del peso unitario compactado del material grueso natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio, donde se obtuvo un resultado de 1.67 gr/cm³.

Tabla 27*Peso unitario suelto del agregado fino natural***Agregado fino**

Datos de la Muestra:

**Molde :**Volumen (V)= 2831.70 cm³

Peso (P)= 2006.00 gr

Ensayo	M-1	M-2
P. del molde (gr)	2006	2006
P. del molde + muestra compactada (gr)	6988	6977
P. muestra compactada (gr)	4982	4971
Peso unitario compactado (gr/cm³)	1.76	1.76

Peso unitario compactado:**1.76***Fuente:* Elaboración propia

Nota: En la tabla 25, se muestra los resultados del peso unitario compactado del material fino natural, se realizó dos pruebas para sacar el promedio, donde se obtuvo un resultado de 1.76 gr/cm³.

4.1.1.1.4 Granulometría de M.G.R, agregado grueso y fino natural

Este ensayo tuvo como objetivo la determinación de la gradación de los agregados y que estos cumplan con los parámetros establecidos dentro de la norma.

Es importante determinar que el chancado del agregado reciclado, pues, se realizó en la cantera de donde se obtuvo el agregado natural, se aprovecharon las máquinas trituradoras para obtener la graduación adecuada para la elaboración de los testigos.

Figura 12*Granulometría del M.G.R.*

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 12, se observa el ensayo de granulometría de material grueso reciclado, en la primera figura se observa el cuarteo del material grueso y en la segunda figura se observa la distribución por tamaño de los agregados.

Tabla 28*Granulometría del M.G.R.***Agregado grueso reciclado**

Datos: Peso inicial de la muestra = 3093 gr

Tamiz	Abertura en mm	Peso gr.	Retenido parcial	% Retenido	Corrección	% Retenido acumulado	% Que pasa
1 1/2"	37.50	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	400	400	12.93	12.93	12.93	87.07
3/4"	19.00	1377	1377	44.52	44.52	57.45	42.55
1/2"	12.50	887	887	28.68	28.68	86.13	13.87
3/8"	9.50	225	225	7.27	7.27	93.40	6.60
N° 4	4.75	121	121	3.91	3.91	97.32	2.68
N° 8	2.36	2	2	0.06	0.06	97.38	2.62
N° 16	1.18	3	3	0.10	0.10	97.48	2.52
N° 50	0.30	3	3	0.10	0.10	97.58	2.42
N° 200	0.075	2	2	0.06	0.06	97.64	2.36
Cazuela		2	73	2.36	2.36	100.00	0.00
		3022	3093	100.00	100.00		
Diferencia=		71					

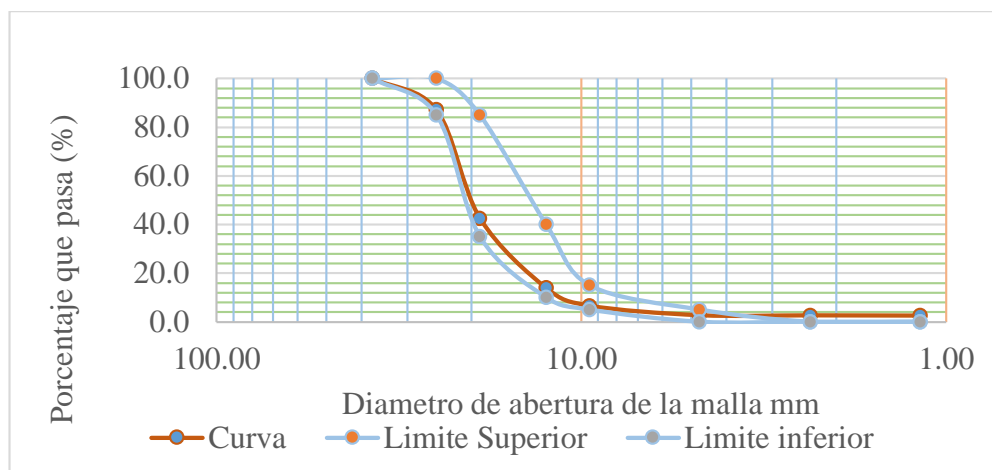
T.M=	1"	7.36
------	----	------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 28, se observa los resultados obtenidos del ensayo de granulometría para el agregado grueso reciclado, donde se tuvo un tamaño máximo nominal de 1".

Figura 13

Curva granulométrica del M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Análisis granulométrico de agregado grueso natural.

Agregado grueso

Datos: Peso inicial de la muestra = 3153 gr

Tamiz	Abertura en mm	Peso gr.	Retenido parcial	% Retenido	Corrección	% Retenido acumulado	% Que pasa
1 1/2"	37.50	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	336	336	10.66	10.66	10.66	89.34
3/4"	19.00	1588	1588	50.36	50.36	61.02	38.98
1/2"	12.50	776	776	24.61	24.61	85.63	14.37
3/8"	9.50	250	250	7.93	7.93	93.56	6.44
N° 4	4.75	169	169	5.36	5.36	98.92	1.08
N° 8	2.36	0	0	0.00	0.00	98.92	1.08
N° 16	1.18	2	2	0.06	0.06	98.99	1.01
N° 50	0.30	5	5	0.16	0.16	99.14	0.86
N° 200	0.075	2	2	0.06	0.06	99.21	0.79
CASUELA		2	25	0.79	0.79	100.00	0.00
		3130	3153	100.00	100.00		
	Diferencia=	23					

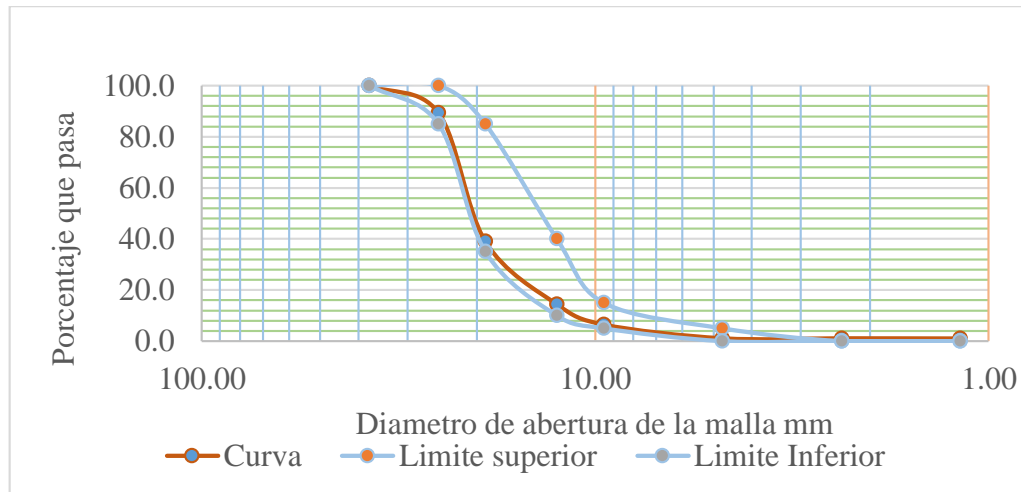
T.M=	1"	7.49
------	----	------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 29, se observa los resultados obtenidos del ensayo de granulometría para el agregado grueso natural, donde se tuvo un tamaño máximo nominal de 1”.

Figura 14

Curva granulométrica de agregado grueso natural.



Fuente: Elaboración propia.

Agregado fino

Figura 15

Análisis granulométrico del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 15, se observa el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, en la figura se observa la distribución de los agregados finos.

Tabla 30

Resultados del ensayo granulométrico del agregado fino.

Agregado fino							
Datos: Peso inicial de la muestra = 1552 gr							
Tamiz	Abertura en mm	Peso gr.	Retenido parcial	% Retenido	Corrección	% Retenido acumulado	% Que pasa
3/8"	9.50	0.00			0.00	0.00	100.00
4	4.75	102.00	6.57	6.57	6.57	6.57	93.43
8	2.36	212.00	13.66	13.66	13.66	20.23	79.77
16	1.18	347.00	22.36	22.36	22.36	42.59	57.41
30	0.60	396.00	25.52	25.52	25.52	68.11	31.89
50	0.30	230.00	14.82	14.82	14.82	82.93	17.07
100	0.15	75.00	4.83	4.83	4.83	87.76	12.24
200	0.08	39.00	2.51	11.15	11.15	98.90	1.10
CAZUELA	0.00	17.00	1.10	1.10	1.10	100.00	0.00
		1418.00		100.00			
	Diferencia	134.00	8.63				
			100.00				

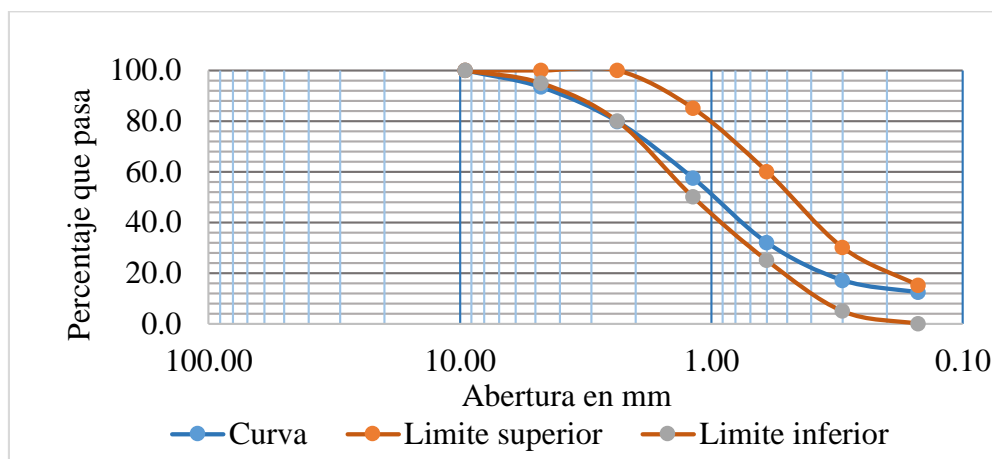
Módulo de fineza:	3.08
--------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla 30, se observa los resultados obtenidos del ensayo de granulometría para el agregado fino natural, donde se tuvo un módulo de fineza de 3.08.

Figura 16

Curva granulométrica de agregado fino.



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1.5 Resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles del M.G.R, agregado grueso natural

Esta prueba se realiza con el fin de medir la degradación del agregado grueso, así poder medir el desgaste y saber la calidad de la muestra, este ensayo se realiza en un tambor metálico con esferas que giran a 500 rpm, los resultados tienen que ser acorde a la norma.

Figura 17

Ensayo de degradación en la máquina de Los Ángeles



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura número 17, se observa el ensayo a la degradación en la máquina de Los Ángeles, donde se observa la distribución por pesos del agregado.

Tabla 31

Abrasión de Los Ángeles al desgaste del MGR.

Agregado grueso reciclado

Datos:

Tamaño Máximo:		1 "			
Tamices		P. retenido "A"	Nº Esferas	% Abrasión	
1 1/2"	1"	1258.00	12	27.88	
1"	3/4"	1246.00			
3/4"	1/2"	1252.00			
1/2"	3/8"	1251.00			
Peso de la muestra seca (gr)		5007.00			
Peso de la muestra final (gr)		3611.00			

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla número 31, se observa los resultados del ensayo a abrasión de Los Ángeles, donde se obtuvo un porcentaje de abrasión de 27.88% del material grueso reciclado.

Tabla 32

Resultados de resistencia al desgaste para el agregado grueso natural.

AGREGADO GRUESO

Datos:

Tamaño máximo: 1 "

Tamices		P. retenido "A"	Nº Esferas	% Abrasión
1 1/2"	1"	1246.00	12	23.94
1"	3/4"	1262.00		
3/4"	1/2"	1257.00		
1/2"	3/8"	1239.00		
Peso de la muestra seca (gr)		5004.00		
Peso de la muestra final (gr)		3806.00		

% de Abrasión:	23.94
-----------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla número 32, se observa los resultados del ensayo a abrasión de Los Ángeles, donde se obtuvo un porcentaje de abrasión de 23.94% del material grueso natural.

Los porcentajes que se obtuvieron del ensayo de abrasión del agregado grueso natural es de 23.94% y del agregado reciclado es de 27.88%, estos resultados están dentro de lo estipulado en la NTP 400.019.

4.1.1.2 Diseño de mezcla

El objetivo del diseño de mezcla es tener una aproximación de las proporciones del diseño para obtener las resistencias requeridas.

Se realizó un diseño de mezcla patrón donde se le sustituyeron por pesos el M.G.R, se utilizó el cemento Yura tipo I, tomando en consideración un slump de 3" a 4", para ello se siguieron los siguientes pasos:

Tabla 33*Cuadro de resumen de las propiedades de los agregados*

Descripción	A. fino	A. grueso
Peso específico	2.73 gr/cm ³	2.66 gr/cm ³
P.U. Compactado	1757 kg/cm ³	1674 kg/cm ³
Contenido de humedad	3.20%	1.14%
Porcentaje de absorción	1.83%	1.08%
Módulo de fineza	3.08	-
Tamaño máximo	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla número 33, se observa los resultados obtenidos en el estudio de los agregados.

Tabla 34*Características del tipo de cemento*

Marca	Tipo	Peso específico
Yura	I	3.14 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla número 34, se observa el tipo de cemento que se utilizó para el diseño de mezcla.

Tabla 35*Propiedades del concreto requerido*

Resistencia de diseño	f'c	210 kg/cm ²
-----------------------	-----	------------------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla número 35, se observa la resistencia para el diseño de mezcla.

Metodo de ACI 211**1. Factor de seguridad:**

El factor de seguridad de saca de la tabla 3, entonces será:

$$f'_{cr} = f'c + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Asentamiento:

Tabla 36

Selección de asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Revenimiento
Plástica	3" a 4"

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la tabla número 36, se observa la consistencia que se requiere, dicha tabla se saca de selección del Acentamiento.

3. Tamaño máximo del agregado

Este dato se obtiene del ensayo de granulometría de agregado grueso donde obtuvimos que el tamaño máximo nominal es de 1".

$$TM=1"$$

4. Agua de mezclado y contenido de aire

Como se muestra en la tabla 5, de acuerdo a los datos que ya se tiene para un revenimiento de 3" a 4" y un tamaño máximo de 1" se tendrá 195 lt/m³ con 1.5% de contenido de aire.

$$\text{Cantidad de agua} = 195 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Porcentaje de aire} = 1.5$$

5. Relación agua cemento (a/c)

Como la resistencia requerida es $f'c=294 \text{ kg/cm}^2$, se tendrá que interpolar según la tabla 6, entonces interpotando tenemos:

300	0.55
294	X
250	0.62

$$x = 0.55 + \frac{(0.62 - 0.55) * (300 - 294)}{(300 - 250)}$$

$$\text{Relación (a/c)} = 0.56$$

6. Cálculo del cantidad de cemento

Para Abanto el contenido del cemento será igual al agua de mezclado entre la relación a/c, (pág. 69):

$$\text{Cantidad de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado} (\text{kg}/\text{m}^3)}{a/c \text{ (para } f'_{cr})}$$

Cantidad de cemento = 349.212 kg/cm ³
--

7. Estimación del contenido de A.G.

Este paso depende solamente del tamaño máximo y el módulo de fineza del agregado grueso y fino. Para estimar el contenido de agregado grueso se seguirá según la tabla 7.

Según los datos obtenidos en el estudio de agregados, el módulo de fineza es 3.08 y el tamaño máximo del agregado grueso es de 1", entonces, el volumen de agregado según la tabla 7 es 0.65 m³. Entonces:

Contenido de agregado grueso (kg) = Volumen de A.G * Peso unitario compactado A.G

Vol. de agregado grueso	= 0.65 m ³
P. unitario compacto	= 1674.07 kg/cm ³
Contenido de agregado grueso	= 1088.15 kg

8. Estimación del contenido de agregado fino

Para la estimación del contenido de agregado fino, existen dos métodos, uno es el método de los pesos y otro es el método de volúmenes absolutos.

- **Método de los pesos**

Se realizará con la tabla 8, según la tabla podemos ver que para un tamaño máximo de agregado de 1" sin aire incorporado, se estima el peso por metro cúbico de 2375 kg/ m³.

Teniendo en cuenta todos los datos ya calculados, calculamos el peso de agregado fino.

P. de agua	= 195 kg
P. de cemento	= 349.21 kg
P. de agregado grueso	= 1088.148 kg
P. del concreto	= 2375 kg

$$\text{Peso de A.F} = \text{Peso de C}^\circ - (\text{Peso A.G} + \text{Peso de agua} + \text{Peso del cemento})$$

Peso de A.F.	= 742.64 kg
---------------------	--------------------

- **Metodo de volúmenes absolutos**

Para (Abanto, 2009), “Es un procedimiento más exacto para el cálculo de las cantidades de agregado fino por metro cúbico de concreto.” (pág. 72)

Para hallar el peso del agregado fino se realizará con:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}}$$

Tenemos:

Vol. de cemento =	0.111 m ³	P.E. cemento =	3140 kg/m ³
Vol. del agua =	0.195 m ³	P.E. agua =	1000 kg/m ³
Vol. del aire =	0.015 m ³		
Vol. del A. G. =	0.409 m ³	P.E. A.G =	2659.50 kg/m ³

El volumen de agregado fino es:

$$\text{Vol. A.F.} = 1 - (\text{Vol. A.G.} + \text{Vol. de aire} + \text{Vol. de agua} + \text{Vol. Cemento})$$

Volumen de A. F	= 0.270 m ³
P.E. A. F	= 2730 kg/m ³

Entonces el peso de agregado fino:

Peso de A. F. =	736.091 kg
-----------------	------------

9. Arreglo por contenido de humedad de los agregados

- Cálculo de pesos húmedos

$$\text{Peso húmedo de los agregados (kg)} = \text{peso del agregado} * (1 + \%W)$$

$$\text{P. del agregado grueso húmedo} = \mathbf{1100.553\text{kg}}$$

$$\text{P. del agregado fino húmedo} = \mathbf{759.646\text{ kg}}$$

- Arreglo de cantidad de agua

$$\text{Agua en agregados} = \text{Peso seco del agregado} * (\%W - \%A)$$

$$\text{Agua que aporta de A.G.} = \mathbf{0.67\text{ kg}}$$

$$\text{Agua que aporta el A.F.} = \mathbf{10.06\text{ kg}}$$

- Agua efectiva

Agua efectiva = P. del agua - (agua que aporta el A.G + agua que aporta el A.F)

Agua efectiva = 184.265 kg

Proporción de peso

Tabla 37

Proporción de pesos finales

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	349.21	kg/m ³
Agregado fino	759.65	kg/m ³
Agregado grueso	1100.55	kg/m ³
Agua efectiva	184.26	lt/m ³

Fuente: Elaboración propia

Proporción de peso para 48 Briquetas y 48 vigas:

Datos de volumen de 48 briquetas.

Volumen de molde	=	0.00530 m ³
Cantidad de moldes	=	48
Volumen total de 48 Br.	=	0.25447 m ³

Tabla 38

Cantidad de material por peso para 48 briquetas.

Cantidad de material por peso para 48 testigos de concreto		
Descripción	Peso (kg/m ³)	Peso (kg)
Cemento	349.21	88.86
A.F.	759.65	193.31
A.G.	1100.55	280.06
Agua efectiva	184.26	46.89

Fuente: Elaboración propia

Datos de volumen de 48 vigas.

Volumen de molde	=	0.01238 m ³
Cantidad de moldes	=	48
Volumen total de 48 Vigas.	=	0.59400 m ³

Tabla 39

Cantidad de material por peso para 48 vigas.

Cantidad de material por peso para 48 vigas de concreto		
Descripción	Peso (kg/m³)	Peso (kg)
Cemento	349.21	207.43
A.F.	759.65	451.23
A.G.	1100.55	653.73
Agua efectiva	184.26	109.45

Fuente: Elaboración propia

Sustitución de material grueso reciclado

Tabla 40

Cuadro de sustitución de material grueso reciclado.

Vaciado			
Descripción	25%	50%	75%
Peso de M.G.R para briquetas	17.504	35.007	52.511
Peso de M.G.R para vigas	40.849	81.698	122.546
Suma por %	58.352	116.705	175.057
		Total=	350.114 kg

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla, se visualiza las cantidades de material que se ha sustituido en cada vaciado, para el vaciado de briquetas y vigas con una sustitución de 25% se utilizó 58.352 kg de material grueso reciclado, para la sustitución de 50% se utilizó 116.705 kg de material grueso reciclado y finalmente para la sustitución de 75% se utilizó 175.057 kg de material reciclado, siendo un total de material grueso reciclado utilizado de 350.114 kg.

Figura 18

Vaciado y elaboración de briquetas y vigas.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura numero 18, se puede ver los materiales antes del vaciado y la briquetas y vigas despues del vaciado.

4.1.2 Variable dependiente: Propiedades mecánicas a compresión y flexión

4.1.2.1 Resistencias a compresión de probetas de concreto natural y reciclado

Para poder determinar una mejor confiabilidad de los ensayos realizados, se procedió a realizar la rotura de 48 briquetas y 48 viguetas distribuidas según los porcentajes de dosificación (25%, 50% y 75%), preparadas y ensayadas de acuerdo a la NTP 339.034 y NTP 339.078. Se realizó un diseño de un concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y con un $f'_{cr}=294 \text{ kg/cm}^2$, para lo cual a continuación se detallan en las siguientes tablas.

4.1.2.1.1 Resistencia a compresión de concreto patrón

Figura 19

Rotura de briquetas de la muestra patrón.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 19 se puede observar la rotura de testigos cilindricos de concreto y viga de concreto a los 28 días de la muestra patrón.

Tabla 41

Resistencia a la compresión de la muestra patrón

Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	100% Agregado natural		Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia alcanzada (kg/cm ²)
				Diámetro (cm)				
				Superior	Inferior			
M. Patrón (1/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 días	15.04	15.04	177.66	41136	231.545
M. Patrón (2/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 días	15.01	15.05	177.42	40282	227.040
M. Patrón (3/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 días	15.02	15.03	177.30	38758	218.596
M. Patrón (4/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 días	15.12	15.10	179.32	49136	274.019
M. Patrón (5/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 días	15.15	15.10	179.67	48483	269.841
M. Patrón (6/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 días	15.19	15.20	181.34	46989	259.122
M. Patrón (7/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 días	15.01	15.05	177.42	50989	287.387
M. Patrón (8/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 días	15.02	15.04	177.42	51457	290.025
M. Patrón (9/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 días	15.01	15.04	177.30	50637	285.593
M. Patrón (10/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 días	15.01	15.02	177.07	53075	299.743
M. Patrón (11/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 días	15.03	15.04	177.54	52694	296.800
M. Patrón (12/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 días	15.05	15.02	177.54	52810	297.453

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se muestra que el diseño logra alcanzar las resistencias, se observa también que la resistencia sobrepasó en 1.17% del concreto diseño, esto se debe al factor de seguridad al momento de hacer el diseño de mezcla.

4.1.2.1.2 Resistencia a compresión de la sustitución de concreto con 25% de M.G.R.

Figura 20

Rotura de briquetas del 25% M.G.R a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 20, se puede observar la rotura de testigos cilindricos de concreto y a los 28 días de la muestra del 25% de M.G.R.

Tabla 42

Resistencia a compresión de la sustitución de 25% de M.G.R.

Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	Diámetro (cm)		Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
				Superior	Inferior			
				Primera Sustitución: 25% M. G. R.				
M. 25% M.G.R. (1/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 días	15.24	15.23	182.30	36645	201.020
M. 25% M.G.R. (2/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 días	15.19	15.22	181.58	35838	197.369
M. 25% M.G.R. (3/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 días	15.17	15.16	180.62	35582	196.995
M. 25% M.G.R. (4/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 días	15.21	15.20	181.58	43977	242.193
M. 25% M.G.R. (5/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 días	15.20	15.19	181.34	44233	243.924
M. 25% M.G.R. (6/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 días	15.18	15.19	181.10	43079	237.873
M. 25% M.G.R. (7/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 días	15.22	15.21	181.82	50387	277.130
M. 25% M.G.R. (8/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 días	15.21	15.23	181.94	51535	283.258
M. 25% M.G.R. (9/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 días	15.14	15.12	179.79	51357	285.648
M. 25% M.G.R. (10/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 días	15.20	15.19	181.34	53290	293.869
M. 25% M.G.R. (11/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 días	15.18	15.19	181.10	53702	296.531
M. 25% M.G.R. (12/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 días	15.13	15.15	180.03	52409	291.114

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra que la primera sustitución de 25% de material grueso reciclado, no alcanza la resistencia de diseño requerida a los 28 días, llegando a 99.94% del f'_{cr} , siendo la resistencia promedio.

4.1.2.1.3 Resistencia a compresión de la sustitución de concreto con 50% de M.G.R.

Figura 21

Rotura de briquetas de la sustitución de concreto del 25% de M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 21, se puede observar la rotura de testigos cilindricos de concreto y a los 28 días de la muestra del 50% de M.G.R.

Tabla 43

Resistencia a compresión de la sustitución de 50% M.G.R.

Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	Diámetro (cm)		Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
				Superior	Inferior			
M. 50% M.G.R. (1/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 días	15.18	15.16	180.74	29475.00	163.08
M. 50% M.G.R. (2/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 días	15.08	15.10	178.84	30339.00	169.64
M. 50% M.G.R. (3/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 días	15.13	15.11	179.55	30121.00	167.75
M. 50% M.G.R. (4/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 días	15.10	15.09	178.96	42148.00	235.52
M. 50% M.G.R. (5/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 días	15.20	15.18	181.22	42489.00	234.46
M. 50% M.G.R. (6/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 días	15.21	15.22	181.82	41931.00	230.62
M. 50% M.G.R. (7/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 días	15.20	15.02	179.32	46692.00	260.39
M. 50% M.G.R. (8/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 días	15.17	15.19	180.98	47285.00	261.27
M. 50% M.G.R. (9/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 días	15.20	15.19	181.34	47868.00	263.97
M. 50% M.G.R. (10/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 días	15.15	14.95	177.90	49483.00	278.16
M. 50% M.G.R. (11/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 días	15.16	15.14	180.27	49791.00	276.21
M. 50% M.G.R. (12/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 días	15.21	15.04	179.67	48910.00	272.22

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para esta sustitución de 50% de M.G.R. se observa que la resistencias alcanzadas en comparación con la muestra patrón difieren en 6.28%, alcanzando 93.718% de f'_{cr} con una resistencia máxima a los 28 días.

4.1.2.1.4 Resistencia a compresión de la sustitución de concreto con 75% de M.G.R.

Figura 22

Rotura de Briquetas de la sustitución de 75% de M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 22, se puede observar la rotura de testigos cilindricos de concreto y a los 28 días de la muestra del 75% de M.G.R.

Tabla 44

Resistencia a compresión de la tercera sustitución de 75% M.G.R.

Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	Diámetro (cm)		Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
				Superior	Inferior			
M. 75% M.G.R. (1/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 días	15.21	15.19	181.46	29961.00	165.112
M. 75% M.G.R. (2/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 días	15.2	15.21	181.58	28392.00	156.362
M. 75% M.G.R. (3/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 días	15.26	15.27	183.01	28362.00	154.972
M. 75% M.G.R. (4/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 días	15.27	15.25	182.89	40993.00	224.135
M. 75% M.G.R. (5/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 días	15.24	15.23	182.30	40402.00	221.629
M. 75% M.G.R. (6/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 días	15.27	15.26	183.01	41283.00	225.573
M. 75% M.G.R. (7/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 días	15.26	15.25	182.77	44430.00	243.087
M. 75% M.G.R. (8/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 días	15.13	15.11	179.55	44639.00	248.611
M. 75% M.G.R. (9/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 días	15.24	15.25	182.53	43438.00	237.971
M. 75% M.G.R. (10/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 días	15.17	15.28	182.06	46665.00	256.322
M. 75% M.G.R. (11/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 días	15.16	15.20	180.98	45808.00	253.109
M. 75% M.G.R. (12/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 días	15.09	15.16	179.67	45258.00	251.892

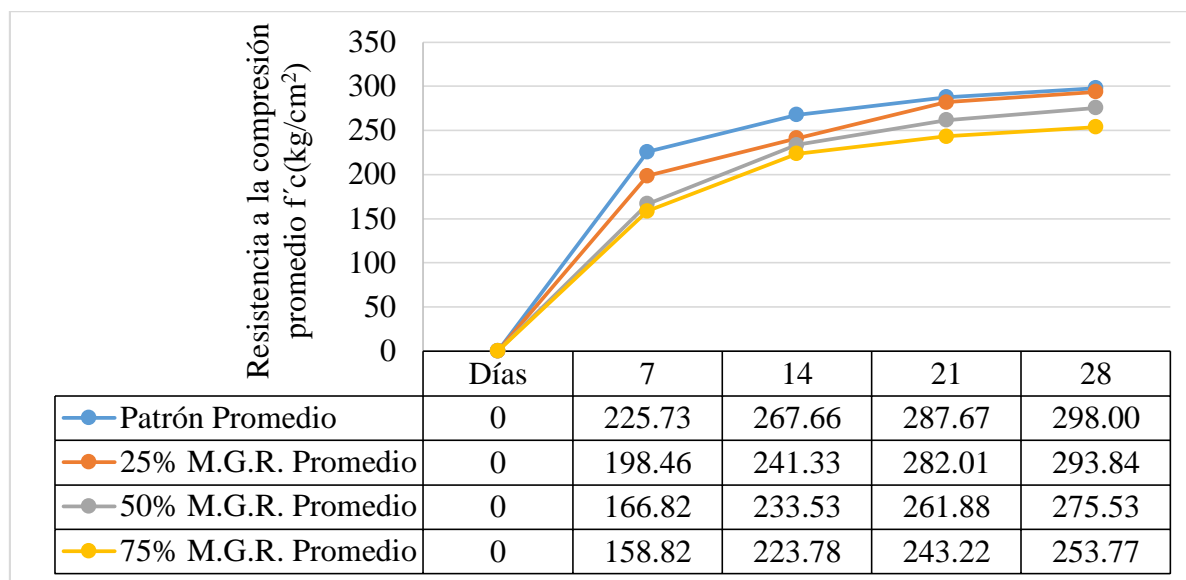
Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa en el cuadro adjunto que el comportamiento de la resistencia durante el transcurso de los primeros 28 días tiene una performance muy baja en comparación de las

dosificaciones del 25% y 50% anteriormente descritas. Llegando a 86.32% de f'_{cr} a los 28 días siendo esta la resistencia máxima alcanzada.

Figura 23

Comparación de resistencias a compresión a los 7, 14, 21, y 28 días.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura, se observa que la sustitución óptima es la sustitución de 25% de agregado grueso reciclado, ésta sustitución presentó mayor resistencia a la compresión a los 28 días frente a las demás sustituciones.

4.1.2.2 Resistencia a flexión en vigas de concreto natural y reciclado

Así mismo se realizaron las pruebas a flexión de muestras en forma de vigas tal como indica la NTP (339.078). Para lo cual se muestra en los siguientes cuadros adjuntos.

4.1.2.2.1 Resistencia a flexión del concreto patrón

Figura 24

Rotura de vigas a flexión de la muestra patrón.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 24, se puede observar la rotura de las vigas de concreto, a los 28 días de la muestra de la muestra patrón.

Tabla 45

Resistencia a flexión de vigas del concreto patrón.

Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	100% Agregado natural			Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
				Distancia (cm)					
				Largo	Altura	Ancho			
M. Patrón (1/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 días	53.60	15.21	15.32	233.02	3447	43.766
M. Patrón (2/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 días	53.62	15.20	15.29	232.41	3253	41.438
M. Patrón (3/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 días	54.39	15.22	15.31	233.02	3426	43.471
M. Patrón (4/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 días	54.42	15.24	15.33	233.63	3803	48.065
M. Patrón (5/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 días	54.41	15.21	15.30	232.71	3747	47.637
M. Patrón (6/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 días	54.44	15.23	15.31	233.17	3730	47.266
M. Patrón (7/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 días	53.64	15.19	15.30	232.41	3830	48.821
M. Patrón (8/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 días	53.61	15.22	15.34	233.47	3894	49.312
M. Patrón (9/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 días	54.41	15.25	15.32	233.63	3976	50.218
M. Patrón (10/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 días	54.40	15.19	15.31	232.54	3962	50.477
M. Patrón (11/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 días	54.42	15.22	15.33	233.32	3998	50.662
M. Patrón (12/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 días	54.43	15.23	15.32	233.32	3899	49.375

Nota: Elaboración propia.

Tabla 46

Resistencia a flexión promedio de la muestra patrón.

Tipo	Días	Promedio (kg/cm ²)
M. patrón	7	42.892
M. patrón	14	47.656
M. patrón	21	49.450
M. patrón	28	50.171

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla, se observa que el concreto patrón llega a una resistencia a flexión (Módulo de rotura) promedio de 50.17 kg/cm² a los 28 días, siendo esta la resistencia máxima alcanzada.

4.1.2.2.2 Resistencia a la flexión de la sustitución de 25% del MGR.

Figura 25

Rotura de vigas a flexión de la primera sustitución de 25% M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 25, se puede observar la rotura de las vigas de concreto, a los 28 días de la primera sustitución del 25% MGR.

Tabla 47*Resistencia a flexión de la primera sustitución de 25% M.G.R*

Primera Sustitución: 25% M. G. R.										
Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	Distancia (cm)			Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	
				Largo	Altura	Ancho				
M. 25% M.G.R. (1/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 días	54.42	15.21	15.32	233.02	2908	36.922	
M. 25% M.G.R. (2/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 días	54.39	15.19	15.34	233.01	3913	49.749	
M. 25% M.G.R. (3/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 días	53.63	15.22	15.33	233.32	2871	36.381	
M. 25% M.G.R. (4/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 días	53.62	15.20	15.31	232.71	3486	44.348	
M. 25% M.G.R. (5/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 días	54.41	15.22	15.30	232.87	3569	45.315	
M. 25% M.G.R. (6/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 días	54.43	15.24	15.32	233.48	3423	43.290	
M. 25% M.G.R. (7/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 días	53.59	15.21	15.34	233.32	3760	47.678	
M. 25% M.G.R. (8/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 días	53.60	15.19	15.30	232.41	3711	47.304	
M. 25% M.G.R. (9/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 días	54.42	15.23	15.31	233.17	3616	45.821	
M. 25% M.G.R. (10/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 días	54.40	15.20	15.32	232.86	3867	49.163	
M. 25% M.G.R. (11/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 días	54.43	15.22	15.34	233.47	3897	49.350	
M. 25% M.G.R. (12/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 días	54.41	15.21	15.30	232.71	3947	50.180	

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 48***Resistencia a flexión promedio de la sustitución de 25% M.G.R*

Tipo	Días	Promedio (kg/cm ²)
25% M.G.R	7	41.017
25% M.G.R	14	44.318
25% M.G.R	21	46.934
25% M.G.R	28	49.564

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se ve que el diseño de concreto con 25% de M.G.R. alcanzó una resistencia de 49.56 kg/cm², siendo esta la resistencia máxima alcanzada a los 28 días, llegando a 98.79% respecto al concreto patrón

4.1.2.2.3 Resistencia a la flexión de la sustitución de 50% de agregado grueso reciclado

Figura 26

Rotura de vigas a flexión de la segunda sustitución de 50% de M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 26, se puede observar la rotura de las vigas de concreto, a los 28 días de la segunda sustitución del 50% MGR.

Tabla 49

Resistencia a flexión de la segunda sustitución de 50% M.G.R

Segunda Sustitución: 50% M. G. R.									
Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	Distancia (cm)			Área (cm ²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
				Largo	Altura	Ancho			
M. 50% M.G.R. (1/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 días	54.44	15.21	15.29	232.56	2758	35.087
M. 50% M.G.R. (2/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 días	54.42	15.23	15.33	233.48	2803	35.473
M. 50% M.G.R. (3/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 días	53.60	15.22	15.30	232.87	2774	35.221
M. 50% M.G.R. (4/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 días	54.43	15.21	15.34	233.32	3192	40.475
M. 50% M.G.R. (5/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 días	54.41	15.23	15.29	232.87	3204	40.653
M. 50% M.G.R. (6/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 días	54.40	15.19	15.31	232.56	3018	38.445
M. 50% M.G.R. (7/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 días	53.62	15.22	15.33	233.32	3493	44.263
M. 50% M.G.R. (8/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 días	54.43	15.21	15.30	232.71	3403	43.264
M. 50% M.G.R. (9/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 días	54.42	15.24	15.32	233.48	3500	44.264
M. 50% M.G.R. (10/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 días	54.45	15.23	15.31	233.17	3620	45.872
M. 50% M.G.R. (11/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 días	53.62	15.20	15.32	232.86	3711	47.180
M. 50% M.G.R. (12/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 días	53.61	15.21	15.33	233.17	3722	47.227

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

Resistencia a flexión promedio de la sustitución de 50% M.G.R.

Tipo	Días	Promedio (kg/cm ²)
50% M.G.R	7	35.26
50% M.G.R	14	39.86
50% M.G.R	21	43.93
50% M.G.R	28	46.76

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra que el diseño de concreto con 50% de M.G.R. alcanzó una resistencia promedio de 46.76 kg/cm², siendo ésta la resistencia máxima alcanzada a los 28 días, llegando a 93.20% respecto al concreto patrón.

4.1.2.2.4 Resistencia a la flexión de la tercera sustitución de 75% de agregado grueso reciclado.

Figura 27

Rotura de vigas a flexión de la sustitución de 75% M.G.R.



Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura 27, se puede observar la rotura de las vigas de concreto, a los 28 días de la segunda sustitución del 75% MGR.

Tabla 51*Resistencia a flexión de la tercera sustitución de 75% M.G.R*

Tercera Sustitución: 75% M. G. R.									
Nombre	Fecha de molde	Fecha de rotura	Días de curado	Distancia (cm)			Área (cm²)	Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm²)
				Largo	Altura	Ancho			
M. 75% M.G.R. (1/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 días	54.41	15.22	15.31	233.02	2821	35.794
M. 75% M.G.R. (2/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 días	54.43	15.23	15.30	233.02	2702	34.262
M. 75% M.G.R. (3/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 días	54.44	15.21	15.32	233.02	2861	36.326
M. 75% M.G.R. (4/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 días	53.62	15.20	15.29	232.41	2976	37.910
M. 75% M.G.R. (5/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 días	54.41	15.24	15.32	233.48	3056	38.649
M. 75% M.G.R. (6/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 días	53.62	15.22	15.33	233.32	2865	36.305
M. 75% M.G.R. (7/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 días	53.63	15.21	15.34	233.31	3162	40.100
M. 75% M.G.R. (8/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 días	53.65	15.24	15.29	233.02	3198	40.524
M. 75% M.G.R. (9/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 días	54.44	15.19	15.31	232.56	3087	39.324
M. 75% M.G.R. (10/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 días	54.42	15.21	15.30	232.71	3509	44.611
M. 75% M.G.R. (11/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 días	54.40	15.19	15.31	232.56	3408	43.413
M. 75% M.G.R. (12/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 días	54.41	15.19	15.29	232.24	3480	44.391

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 52***Resistencia a flexión promedio de la tercera sustitución de 75% M.G.R*

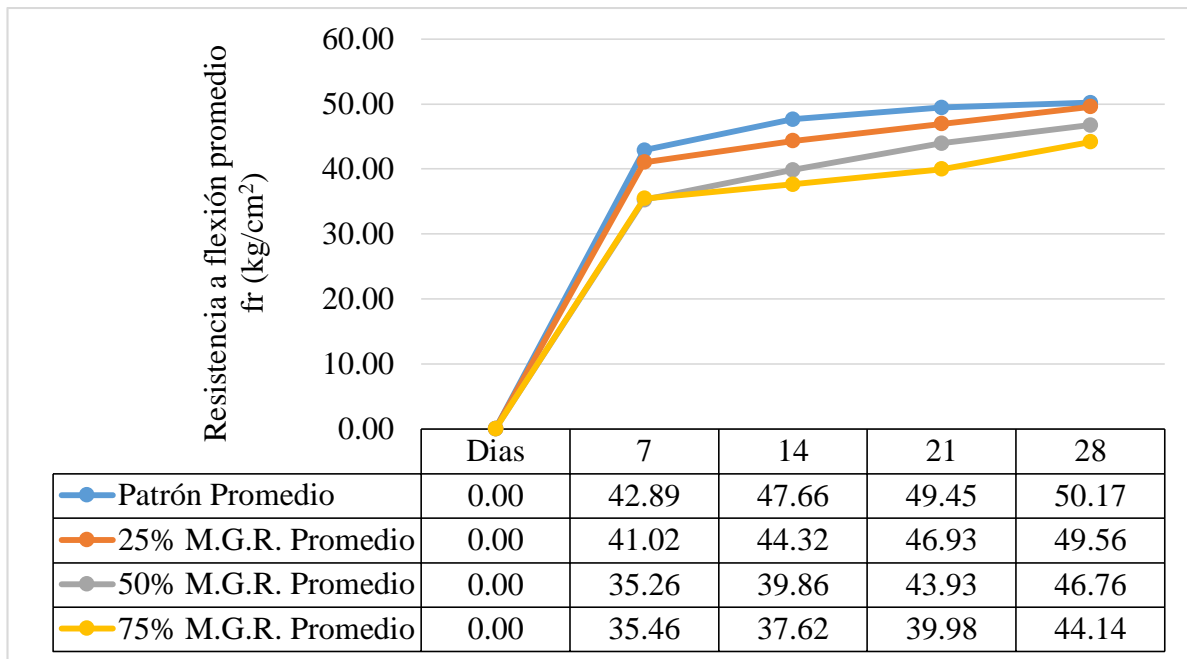
Tipo	Días	Promedio (kg/cm²)
75% M.G.R	7	35.460
75% M.G.R	14	37.621
75% M.G.R	21	39.983
75% M.G.R	28	44.139

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se muestra que el diseño de concreto con 75% de M.G.R. alcanzó una resistencia promedio de 44.139 kg/cm², siendo ésta la resistencia máxima alcanzada a los 28 días, llegando a 87.97% respecto al concreto patrón.

Figura 28

Comparación de resistencias a flexión a los 7, 14, 21, y 28 días



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Como se observa en la figura 28, en los porcentajes de sustitución del 25% , 50% y 75%, no existe mucha variación, también se observa que el diseño de 25% M.G.R. llega a un porcentaje de 98.79% de la resistencia a flexión esto respecto al concreto patrón.

Por otro lado de los resultados anteriormente mostrados se puede deducir que la resistencia de los ensayos de las pruebas a flexión, según lo indicado por la norma llegan a ser entre el 10% y 17% de la resistencia por compresión.

4.2 Prueba de hipótesis

Para calcular la prueba de hipótesis se hará uso de la prueba t student, para esto se siguió con los siguientes pasos:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{V_c}{n_1} + \frac{V_c}{n_2}}}$$

Donde la varianza común es:

$$V_c = \frac{(n_1-1)*V_1 + (n_2-1)*V_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

t : Estadístico t calculado.

X_1 ; X_2 : medias muestrales.

V_c : varianza común

V : varianza

Nota: Se rechaza la hipótesis nula cuando $t > t_c$ (Valor crítico)

Hipótesis específica 1:

H_i ($\mu \neq \mu_2$): La incorporación de agregado grueso de concreto reciclado **influye** sobre la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

H_o ($\mu = \mu_2$): La incorporación de agregado grueso de concreto reciclado **no influye** sobre la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para esta primera prueba de hipótesis se va a realizar en tres partes según el porcentaje sustituido de material grueso reciclado, para hacer la comparación según el concreto patrón:

- a) **Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la primera sustitución de 25% de material grueso reciclado**

Tabla 53

Cuadro de la resistencia a compresión a los 28 días.

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	25% M.G.R
	n1	n2
Días 28	299.742	293.869
	296.799	296.531
	297.453	291.114

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05

- Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de student)
- Número de muestras $n = n_1 - n_2 - 2$

Donde: $n = 4$

Tabla 54

Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 25% de M.G.R.

Descripción	M. patrón (V_1)	25% M.G.R. (V_2)
Media	298.00	293.84
Varianza	2.388	7.336
Varianza Común	4.862	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55

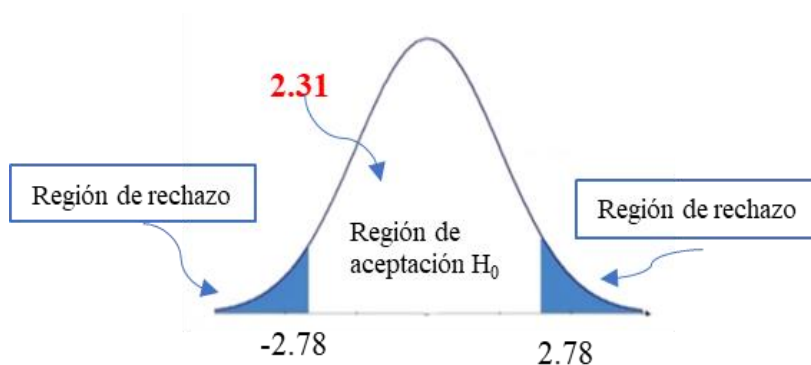
Elaboración de la campana de Gauss para el 25% de M.G.R

Descripción	Muestras	
	Patrón	25%
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.776	
Valores de prueba (t)	2.310	
Prueba	$t_c > t$	
Decisión	Se acepta la sustitución de 25% de M.G.R.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29

Campana de Gauss 25% del M.G.R.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor de del estadístico t está dentro de la región de aceptación, entonces, la prueba es aceptable al sustituir 25% de material grueso reciclado, por otro lado, incorporación de agregado grueso de concreto reciclado **no influye** sobre la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el 25% de M.G.R.

b) Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la segunda sustitución de 50% de material grueso reciclado

Tabla 56

Resistencia a compresión a los 28 días de concreto patrón y del 50% M.G.R.

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	50% M.G.R
	299.742	278.16
28 Días	296.799	276.21
	297.453	272.22

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = -2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de student)
- Número de muestras $n = n_1 - n_2 - 2$

Donde: $n = 4$

Tabla 57

Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 50% de M.G.R.

Descripción	M. patrón (V_1)	50% M.G.R. (V_2)
Media	298.00	275.53
Varianza	2.388	9.168
Varianza Común	5.778	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58

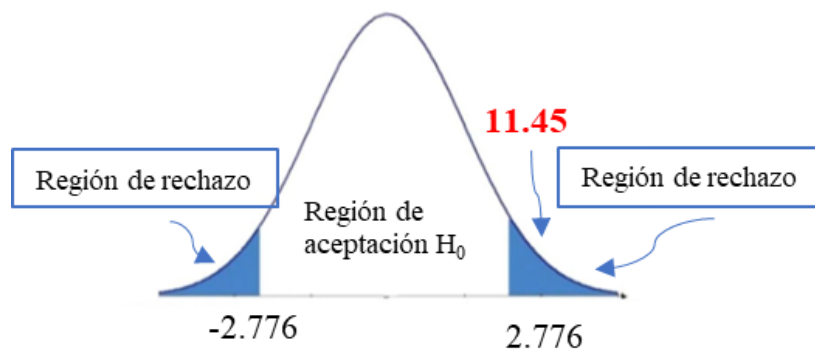
Elaboración de la campana de Gauss para el 50% de M.G.R

Descripción	Muestras	
	Patrón	50%
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.776	
Valores de prueba (t)	11.449	
Prueba	$t_c < t$	
Decisión	No se acepta la sustitución de 50% de M.G.R.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

Campana de Gauss 50% de M.G.R.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico t está fuera de la región de aceptación, entonces, la prueba se rechaza al sustituir 50% M.G.R., por otro lado, la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado **influye** sobre la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el 50% M.G.R.

c) **Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la segunda sustitución de 75% de material grueso reciclado**

Tabla 59

Resistencia a compresión a los 28 días de concreto patrón y del 75% M.G.R

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	75% M.G.R
28 Días	299.742	256.322
	296.799	253.109
	297.453	251.892

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de student)
- Número de muestras $n = n_1 - n_2 - 2$

Donde: $n = 4$

Tabla 60

Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 75% de M.G.R.

Descripción	M. patrón (V₁)	75% M.G.R. (V₂)
Media	298.00	253.77
Varianza	2.388	5.238
Varianza Común	3.813	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61

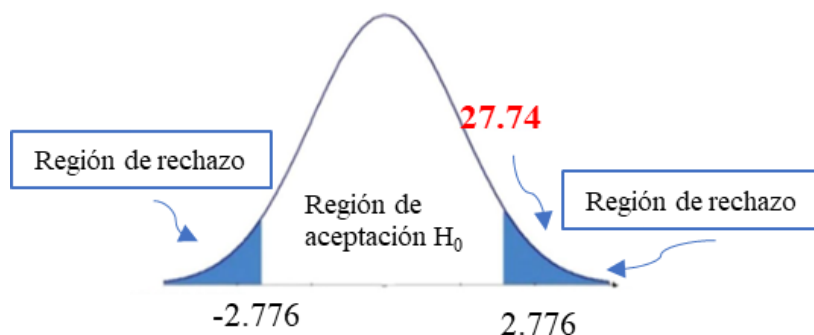
Elaboración de la campana de Gauss para el 75% de M.G.R.

Descripción	Muestras	
	Patrón	75%
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.776	
Valores de prueba (t)	27.741	
Prueba	$t_c < t$	
Decisión	No se acepta la sustitución de 75% de M.G.R.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Campana de Gauss 75% de M.G.R.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico t está fuera de la región de aceptación, entonces se rechaza al sustituir 75% de M.G.R., por otro lado, la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado **influye** sobre la resistencia a compresión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el 75% de M.G.R.

Hipótesis específica 2:

Hi ($\mu \neq \mu_2$): La incorporación del agregado grueso de concreto reciclado **influye** sobre la resistencia a flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ho ($\mu = \mu_2$): La incorporación del agregado grueso de concreto reciclado **no influye** sobre la resistencia a flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$.

- a) **Comparación de la resistencia a flexión de la muestra patrón con la primera sustitución de 25% de material grueso reciclado.**

Tabla 62

Resistencia a la flexión a los 28 días de concreto patrón y del 25% M.G.R

Edad	Datos re rotura	
	Muestra patrón	25% M.G.R
28 Días	50.447	49.163
	50.662	49.350
	49.375	50.180

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de student)
- Número de muestras $n = n_1 - n_2 - 2$, Donde: $n = 4$

Tabla 63

Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 25% de M.G.R

Descripción	M. patrón (V ₁)	25% M.G.R. (V ₂)
Media	50.16	49.56
Varianza	0.475	0.296
Varianza Común	0.384	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64

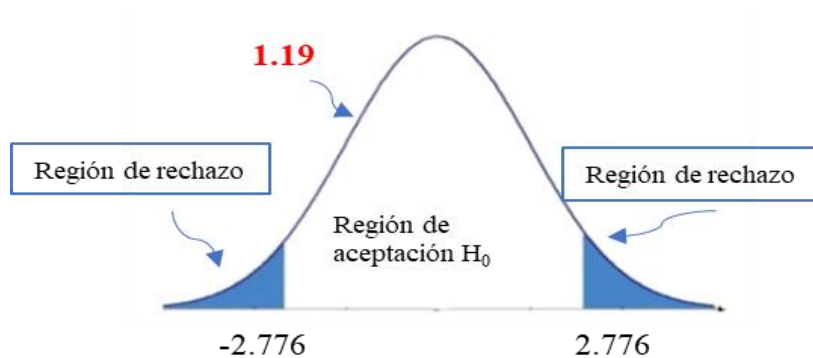
Elaboración de la campana de Gauss para el 25% de M.G.R

Descripción	Muestras	
	Patrón	25%
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	±2.776	
Valores de prueba (t)	1.186	
Prueba	$t_c > t$	
Decisión	Se acepta la sustitución de 25% de M.G.R.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32

Campana de Gauss 25% del M.G.R.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico t esta dentro de la región de aceptación, entonces la prueba es aceptable al sustituir 25% de material grueso reciclado, por otro lado, la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado **no influye** sobre la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir 25% M.G.R.

b) Comparación de la resistencia a flexión de la muestra patrón con la primera sustitución de 50% de material grueso reciclado

Tabla 65

Resistencia a la flexión a los 28 días de concreto patrón y del 50% M.G.R

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	50% M.G.R
	50.447	45.872
28 Días	50.662	47.180
	49.375	47.227

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de student)
- Número de muestras $n = n_1 - n_2 - 2$

Donde: $n = 4$

Tabla 66

Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 50% de M.G.R

Descripción	M. patrón (V₁)	50% M.G.R. (V₂)
Media	50.16	46.76
Varianza	0.475	0.592
Varianza común	0.533	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67

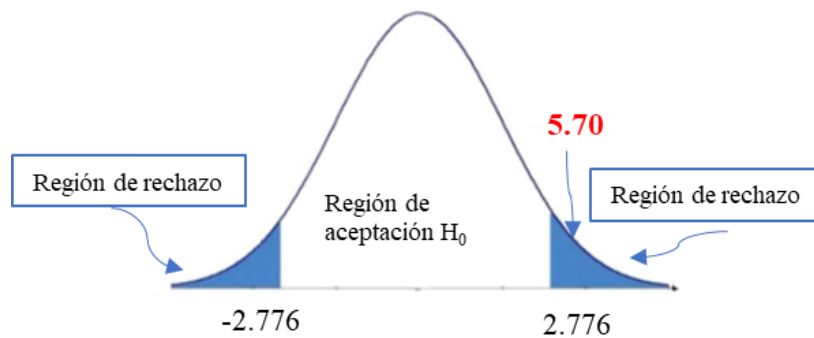
Elaboración de la campana de Gauss para el 50% de M.G.R.

Descripción	Muestras	
	Patrón	25%
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.776	
Valores de prueba (t)	5.702	
Prueba	$t_c < t$	
Decisión	No se acepta la sustitución de 50% de M.G.R.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33

Campana de Gauss del 50% del M.G.R.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico t está fuera de la región de aceptación, entonces la prueba no es aceptable al sustituir 50% de M.G.R., por otro lado, la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado **influye** sobre la resistencia a flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir el 50% M.G.R.

c) **Comparación de la resistencia a flexión de la muestra patrón con la primera sustitución de 75% de material grueso reciclado**

Tabla 68

Resistencia a la flexión a los 28 días de concreto patrón y del 75% M.G.R.

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	75% M.G.R
28 Días	50.447	44.611
	50.662	43.413
	49.375	41.840

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de significancia = 0.05
- Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de student)
- Número de muestras $n = n_1 - n_2 - 2$

Donde: $n = 4$

Tabla 69

Media y desviación estándar de la muestra patrón y del 75% de M.G.R.

Descripción	M. patrón (V_1)	50% M.G.R. (V_2)
Media	50.16	43.29
Varianza	0.475	1.931
Varianza Común	1.203	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

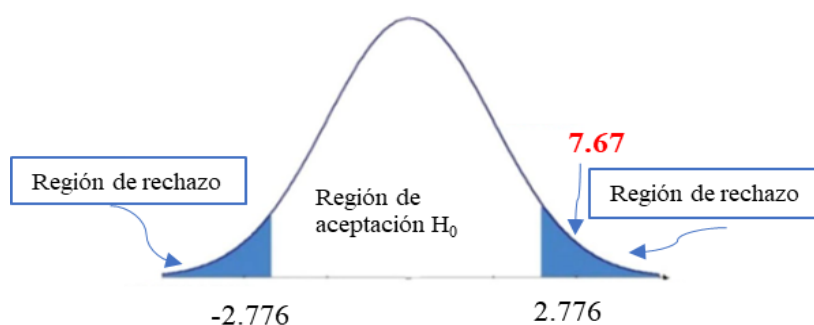
Elaboración de la campana de Gauss para el 75% de M.G.R.

Descripción	Muestras	
	Patrón	75%
Nivel de confianza	0.05%	
Valores de control (t_c)	± 2.776	
Valores de prueba (t)	7.670	
Prueba	$t_c < t$	
Decisión	No se acepta la sustitución de 75% de M.G.R.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34

Campana de Gauss del 75% de M.G.R.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa que el valor estadístico t está fuera de la región de aceptación, entonces, la prueba no es aceptable al sustituir 75% de M.G.R, por otro lado, la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado **influye** sobre la resistencia a flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el 75% M.G.R.

4.3 Discusión de resultados

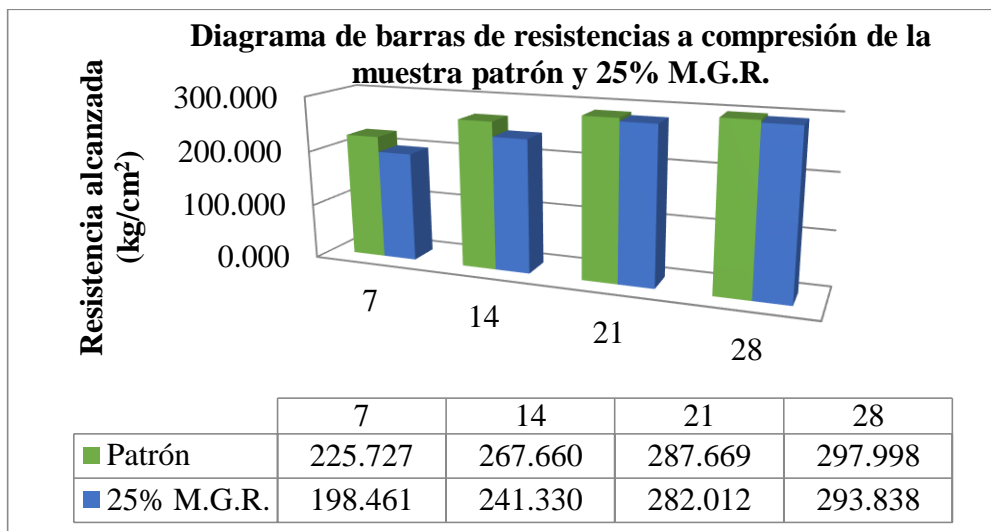
El agregado grueso reciclado proveniente de demoliciones de obras relacionadas a concreto de la ciudad de Abancay no influye con la primera sustitución de 25% según las hipótesis tanto para la resistencia a compresión como la resistencia a flexión; en cambio, con las otras sustituciones de 50% y 75% si influye, pero estas dos últimas representativamente se podrían utilizar como alternativa de sustitución del agregado convencional para elaborar concretos convencionales, sin embargo, la resistencia del concreto al sustituir el 25% de agregado reciclado estaría dentro las resistencias exigidas por la Norma Técnica Peruana 339.034.

A continuación, se muestran diagramas de barra para una mejor visualización del comportamiento del agregado grueso reciclado en 25%, 50% y 75% frente al concreto patrón.

4.2.1 Resistencia a compresión

Figura 35

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 25% de M.G.R.

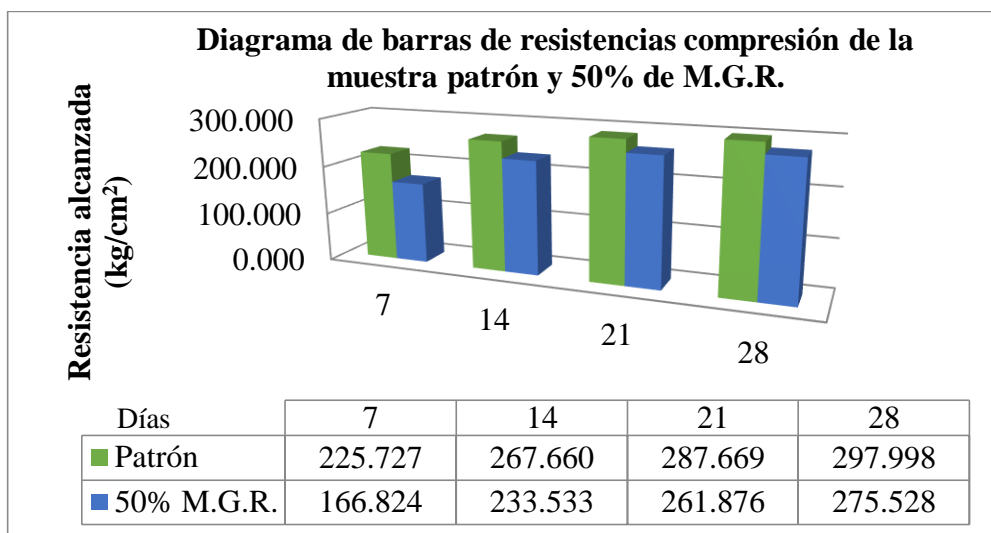


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la figura 35 se observa las resistencias promedio alcanzadas a día 28 de fraguado de la muestra patrón frente el 25% de MGR, donde se ve que la muestra patrón llega a una resistencia a compresión de 297.998 kg/cm², y al sustituir el 25% MGR llega una resistencia promedio de 293.838 kg/cm².

Figura 36

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 50% de M.G.R.

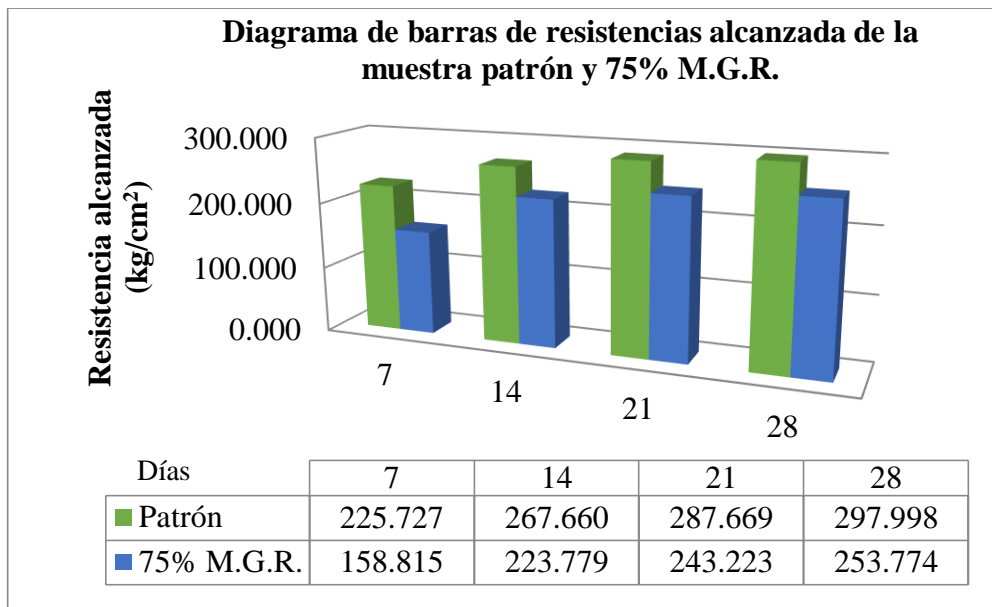


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la figura 37 se observa las resistencias promedio alcanzadas a día 28 de fraguado de la muestra patrón frente el 50% de MGR, donde se ve que la muestra patrón llega a una resistencia a compresión de 297.998 kg/cm², y al sustituir el 50% MGR llega una resistencia promedio de 275.528 kg/cm².

Figura 37

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 75% de M.G.R.

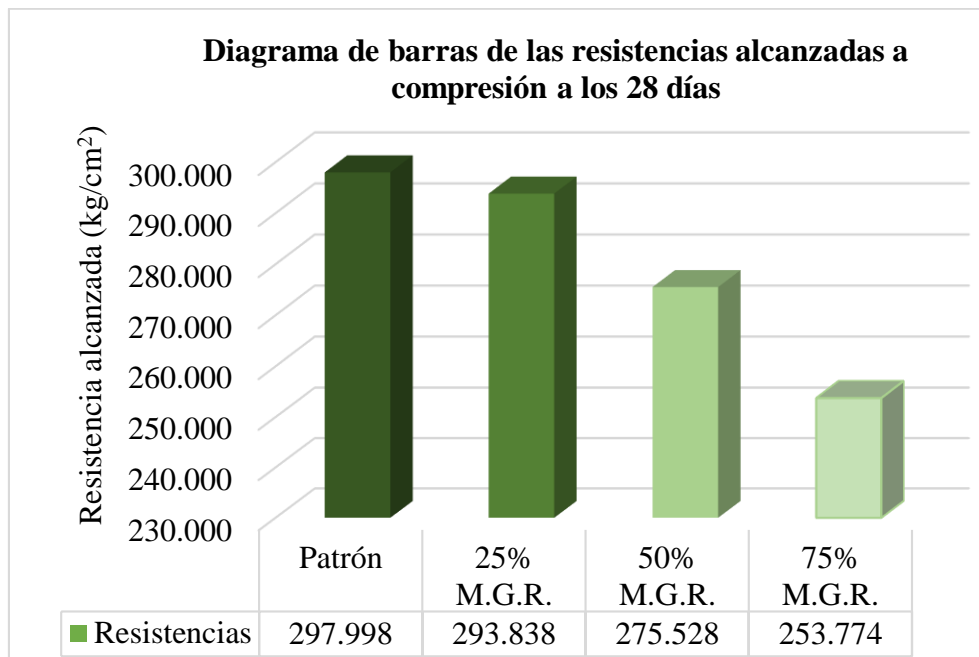


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la figura 37 se observa las resistencias promedio alcanzadas a día 28 de fraguado de la muestra patrón frente el 75% de MGR, donde se ve que la muestra patrón llega a una resistencia a compresión de 297.998 kg/cm², y al sustituir el 75% MGR llega una resistencia promedio de 253.774 kg/cm².

Figura 38

Resistencias a compresión de la muestra patrón, 25%, 50% y 75% de sustitución a los 28 días.



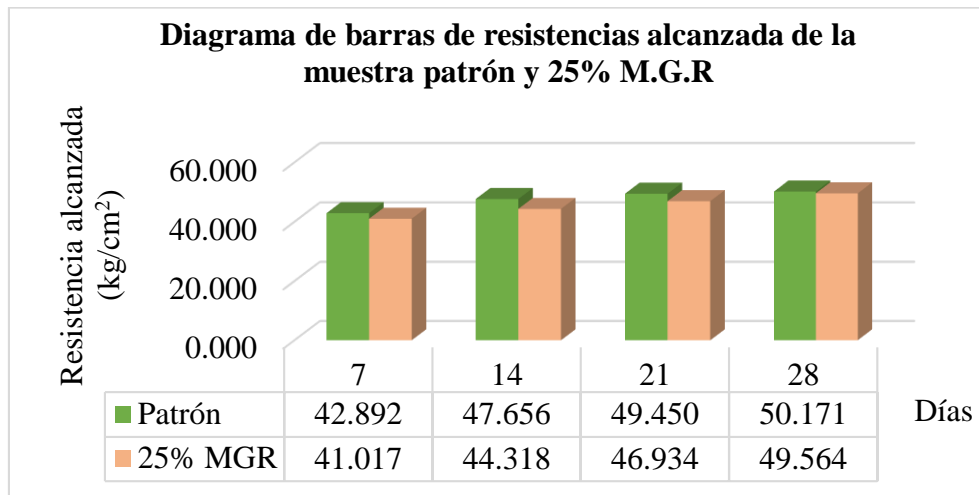
Fuente: Elaboración propia.

Nota: Como se puede observar en los diagramas de barras, las resistencias a las que llegan los porcentajes de sustitución de 25%, 50% y 75% en comparación a la muestra patrón, son variables puesto que a medida que se iba incrementando los porcentajes de sustitución de M.G.R. la resistencia a compresión del concreto iba disminuyendo, por otro lado se puede observar que solo un porcentaje de sustitución del 25% cumple llegando a un 99.94% del diseño, como indica (Laverde, pág. 82) “Hasta ciertos porcentajes de reemplazo es viable el reemplazo de este tipo de agregados en el concreto. Un concreto con un reemplazo de agregado natural por A.C.R. hasta un 25%, tiene un comportamiento similar al concreto convencional”. Este porcentaje sería el que mejor se asemeja a la muestra patrón.

4.2.2 Resistencia a flexión de vigas de concreto

Figura 39

Resistencia a flexión de la muestra patrón y 25% de M.G.R.

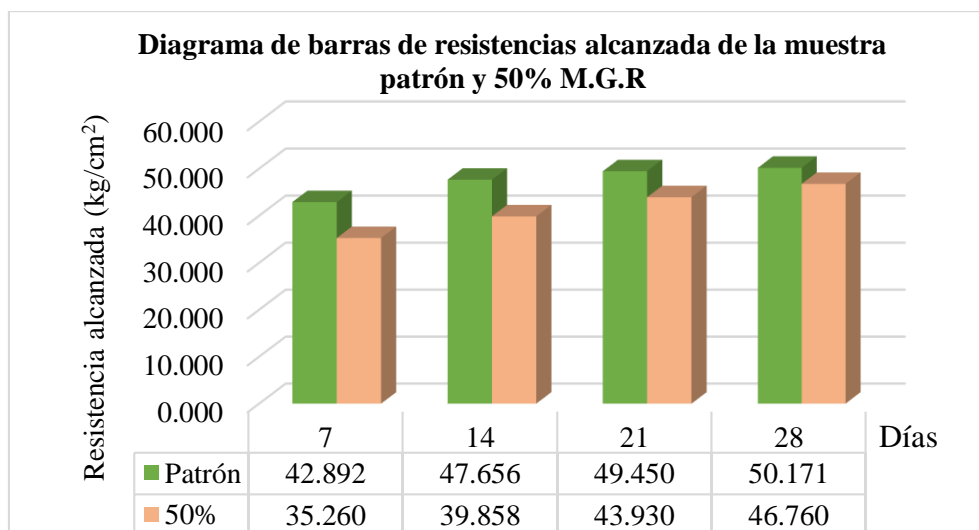


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la figura 39 se observa las resistencias a flexión promedio alcanzadas a día 28 de fraguado de la muestra patrón frente el 25% de MGR, donde se ve que la muestra patrón llega a una resistencia a flexión con valores de módulo de rotura de 50.17 kg/cm², y al sustituir el 25% MGR llega una resistencia promedio de 49.56 kg/cm².

Figura 40

Resistencia a flexión de la muestra patrón y 50% de M.G.R.

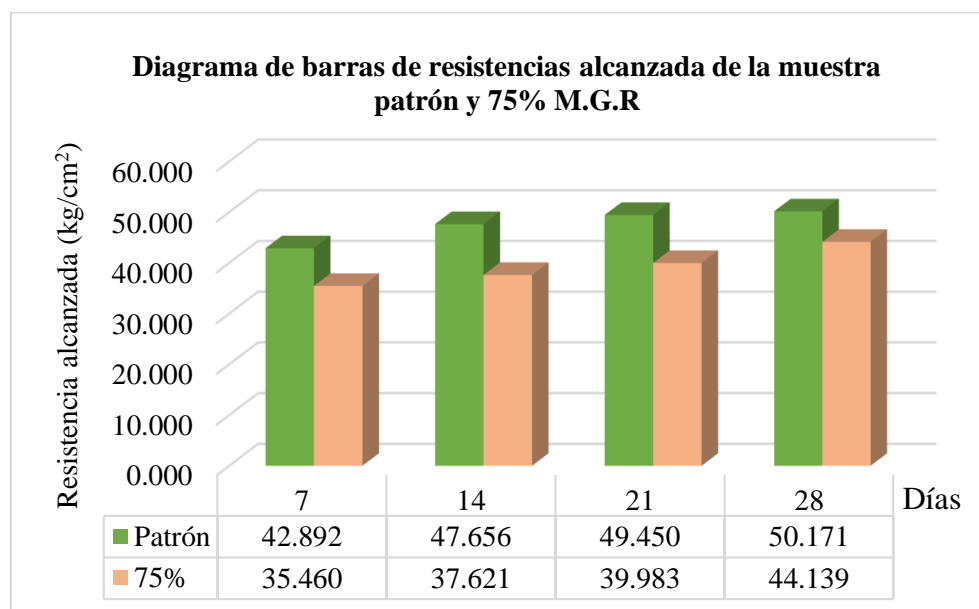


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la figura 39 se observa las resistencias a flexión promedio alcanzadas a día 28 de fraguado de la muestra patrón frente el 50% de MGR, donde se ve que la muestra patrón llega a una resistencia a flexión con valores de módulo de rotura de 50.17 kg/cm², y al sustituir el 50% MGR llega una resistencia promedio de 49.76 kg/cm².

Figura 41

Resistencia a flexión de la muestra patrón y 75% de M.G.R.

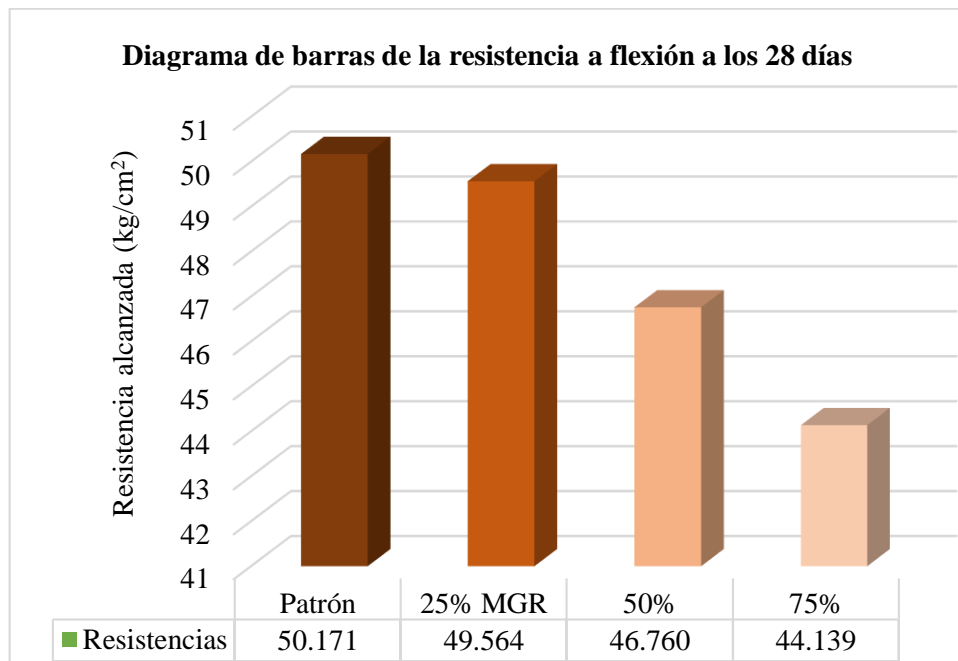


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la figura 41 se observa las resistencias a flexión promedio alcanzadas a día 28 de fraguado de la muestra patrón frente el 75% de MGR, donde se ve que la muestra patrón llega a una resistencia a flexión con valores de módulo de rotura de 50.17 kg/cm², y al sustituir el 75% MGR llega una resistencia promedio de 44.14 kg/cm².

Figura 42

Resistencias a flexión de la muestra patrón, 25%, 50% y 75% de sustitución a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Como se observa en los diagramas de barras, las resistencias a las que llegan los porcentajes de sustitución de 25%, 50% y 75% en comparación a la muestra patrón, no son muy variables pues a medida que se iba incrementando los porcentajes de sustitución de agregado grueso reciclado la resistencia a flexión del concreto va disminuyendo; pero no existe mucha variación, también se puede observar que sólo un porcentaje de sustitución del 25%, llega a un 98.79% del concreto patrón. (Bazalar & Cadenillas), quienes obtuvieron resultados parecidos, realizaron 4 sustituciones de 25%, 30%, 40%, y 50% de M.G.R. obteniendo 90% de resistencia a flexión con respecto del concreto estándar con una sustitución de 25%. Este porcentaje sería el que mejor se asemeja a la muestra patrón.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Conclusión N°1 del objetivo general

La incorporación del agregado grueso de concreto reciclado sí influye en el comportamiento de las propiedades mecánicas a compresión y flexión en dos porcentajes de sustitución de 50% y 75%, al contrario pasa con la sustitución de 25 %, este último no influye en la resistencia tanto a compresión como a flexión; por otro lado, se concluyendo que mientras se añade mayor cantidad de agregado de concreto reciclado, la resistencia va disminuyendo tanto a compresión y flexión a la edad de 28 días para cada sustitución del 25%, 50% y 75%, respectivamente, en comparación con la muestra patrón. Cabe señalar que a pesar de este comportamiento las muestras llegan a cumplir con la resistencia establecida según lo requerido, de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días. (Ver Pag. 99 y 102)

Conclusión |N°2 del objetivo específico “a”

Se visualiza que la resistencia a compresión al sustituir el 25% de M.G.R. llega a un 98.599% de la muestra patrón, al sustituir 50% de M.G.R llega al 92.459% de la muestra patrón y finalmente al sustituir 75% de M.G.R. llega al 85.159%, concluyendo que a mayor sustitución de agregado grueso reciclado la resistencia a la compresión del concreto va disminuyendo en un porcentaje de 1.401%, 4.541%, y 14.841% respecto a la muestra patrón al 100%, esto debido a que a mayor incorporación se tiene la presencia de poros en el agregado al adherirse a sobras del antiguo concreto; pero se puede ver también que al sustituir 25% de M.G.R. la resistencia a compresión llega a 293.838 kg/cm^2 , este tiene un comportamiento similar al del concreto patrón. (Ver Pag. 99)

Conclusión N°3 del objetivo específico “b”

Se obtuvo resultados a la resistencia a flexión con valores de módulo de rotura similares al concreto patrón, obteniendo 98.791%, 93.201% y 87.977% al sustituir M.G.R. de 25%, 50% y

75%, respectivamente, teniendo un 1.209%, 6.799%, y 12.023% de variación respecto a la muestra patrón de 100%, también se puede ver que al sustituir 25% de M.G.R llega a una resistencia de 49.564 kg/cm². tiene mayor similitud con la muestra patrón. (Ver Pág. 102)

Recomendaciones

Recomendación N°1 del objetivo general

Visto los resultados de las resistencias alcanzadas según las combinaciones del 25%, 50% y 75% se recomienda que el uso de las mismas sea diferenciada para los elementos estructurales a ser construidos, por ejemplo, se recomienda que la combinación del 25% sea utilizados para vaciados de concreto en columnas y vigas o vaciado de pavimentos de tráfico menor, de la misma forma, el 50% de combinación para vaciado de sobrecimientos, veredas, sardineles, graderías y finalmente el de 75% para falso pisos, losas deportivas y otros de similar uso.

Recomendación N°2 del objetivo específico “a”

Se recomienda que al elaborar los testigos de concreto, se deba seguir con las exigencias de la NTP, donde indica el número de capas por espécimen, número de golpes por capa, y número de chuceadas, de esta manera, tratar de evitar el asentamiento de los agregado, y así poder llegar a la resistencia requerida.

Recomendación N°3 del objetivo específico “b”

Se recomienda tener mucha cautela al momento del curado, manejo y rotura de las vigas de concreto, pues estas son muy delicadas, y al momento de la rotura las resistencias pueden variar.

Otras recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios para la añadidura de aditivos para otorgar mayor resistencia al concreto modificado con el agregado reciclado.
- Se recomienda para investigaciones posteriores hacer un estudio de costos.

Bibliografía

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Anampa Ríos, M. M., & Bernaola Meléndez, E. L. (2019). *Influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en el Jr. Puno y Av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizado en pavimentos*. Abancay. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/212>
- Arias Cabezas, R. A. (2017). *Propiedades Físico - Mecánico del hormigón elaborado con áridos reciclados*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13131>
- Asencio Sangay, A. R. (2014). *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la Resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* . Cajamar: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe>.
- Bazalar, L. R., & Cadenillas, M. A. (2019). *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c = 280$* . LIMA: UPC. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628103>
- Bazalar, L. R., & Cadenillas, M. A. (2019). *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista Ingeniería y Construcción*, 99-108. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000200002
- Calduch, R. (2014). *Método y técnicas de investigación internacional*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018->

03-01-

Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf

Carizaile, E., & Anquise, S. (2015). *Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna*. Tacna. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2825>

Chango Masaquiza, T. M., & Tulcán Novoa, A. G. (2018). *Correlación del Módulo de Rotura del hormigón simple en vigas elaboradas con agregados pétreos naturales y agregados reciclados*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17109>

Echeverria, I., Montes, F., Joaquin, C., Brito, M., Behar, N., & Sanchez, R. (22 de Abril de 2019). Día de la Tierra: La industria de la construcción también puede aportar al cuidado del planeta. *Construye2025*. Obtenido de <https://construye2025.cl/2019/04/22/dia-de-la-tierra-la-industria-de-la-construccion-tambien-puede-aportar-al-cuidado-del-planeta/>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Jiménez, W. A., & López, A. M. (2017). *Análisis mecánico de la utilización de concreto reciclado como agregado grueso en un concreto de alto desempeño*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14586/1/ANALISIS%20MECANICO%20PARA%20UN%20CONCRETO%20DE%206000psi.pdf>

- Laverde, J. A. (2014). *Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de <https://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci/article/view/15>
- Leon, J. P. (26 de Agosto de 2017). El Comercio. *En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/?ref=ecr>
- Mamani, F. W. (2019). *“Producción de agregados reciclados de los residuos de la construcción y demolición para la producción de concretos hidráulicos en la ciudad de Juliaca”*. Juliaca: Universidad Andina "Nestor Cáceres Velásquez". Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UANT_e987d2411dae57521ebdc14c847ec841
- Marín, J. A. (2019). *“Resistencia a la compresión axial del concreto al remplazar concreto reciclado como agregado grueso en porcentajes del 5%, 10% Y 15%.”*. Lima: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22185?locale-attribute=es>
- MINAM. (2020). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279709-listado-de-rellenos-sanitarios-a-nivel-nacional>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. LIMA: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- NTP 334.009, N. (2016). *Cemento Pórtland*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx

- NTP 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima: INACAL. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 339.078, N. (2012). *Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima: Indecopi. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 339.183, N. (2013). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 339.185, N. (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados*. LIMA: INDECOPI. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.011, N. (2008). *Agregados, Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.012, N. (2018). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.017, N. (2016). *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.019, N. (2014). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles*. Lima: INDECOPI. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx

- NTP 400.021, N. (2018). *Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima: INDECOPI. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.022, N. (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la desidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. LIMA: INDECOPI. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.037, N. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- NTP 400.053, N. (2014). *Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción. Reciclaje de concreto de demolición*. Lima: Indecopi. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx
- OEFA. (2014). *OEFA*. Obtenido de OEFA: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471
- Pasquel, E. (1993). *Temas de Tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru
- Rivva L, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Lima: CIP. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/223658078/Diseno-de-Mezclas-Enrique-Rivva-Lopez>
- Rodrich, S. R., & Silva, J. C. (2018). *Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14824>
- Rona, N. (Julio de 2019). *Acuerdos de Producción Limpia. Acuerdos de Producción Limpia, 5-14*. Obtenido de <http://ledslac.org/wp-content/uploads/2019/09/EdC-APL-Chile-30.07.19-vf.pdf>

Anexos**Índice de anexos**


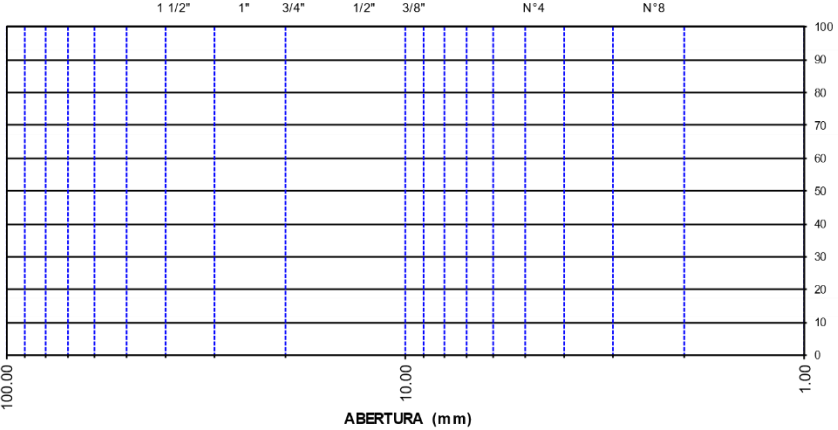
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	109
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos.....	110
Anexo 3: Fichas de recolección de datos.....	118
Anexo 4: Resultados de laboratorio.....	141
Anexo 5: Certificados de calibración.....	168

Anexo 1: Matriz de consistencia


Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		
¿En qué medida influye la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021?	Cuantificar la influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.	La incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, influye en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.	Variable Independiente: Incorporación del agregado grueso de concreto reciclado	25% de sustitución 50% de sustitución 75% de sustitución
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos		
¿En qué medida influye la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021?	Medir la influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.	La incorporación de agregado grueso de concreto reciclado influye sobre la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.	Variable Dependiente: Propiedades mecánicas a compresión y flexión	Resistencia a la compresión
¿En qué medida influye la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021?	Medir la influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.	La incorporación del agregado grueso de concreto reciclado influye sobre la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021.		Resistencia a la flexión

Anexo 2: Instrumento de recolección de información


- Ficha de recolección de datos para el ensayo de granulometría

 Universidad Católica de Santa María	TEC_C1-PRAC-R-008	(ASTM - C33 / NTP 400.012)	Fecha de Formato: 26/07/2018			
	Rev. 00		Página 1 de 1			
GRUPO:						
SUBGRUPO:		LUGAR:	AREQUIPA			
ELEMENTO: Agregado Grueso						
CANTERA:		FECHA DE EMISIÓN:				
Tipo de material Piedra chancada						
Peso de muestra inicial (g)						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.05					
1/2"	12.70					
3/8"	9.53					
N°4	4.76					
N°8	2.38					
Fondo						HUSO:
Total						
CURVA GRANULOMÉTRICA						
						
						Tamaño máximo
						TM:
						Tamaño nominal máximo
						TNM:
						Módulo de fineza
						MF:
						Humedad Natural
						Sh + Tara :
						Ss + Tara :
						Tara :
						Peso Agua :
						Peso Ss :
						Humedad (%) :
OBSERVACIONES:						
CIERRE DE REGISTRO:						
FECHA:		FECHA:		INTEGRANTES GRUPO		
NOMBRE:		NOMBRE:				
FIRMA:		FIRMA:				
JEFE DE PRÁCTICA		REPRESENTANTE DE SUBGRUPO				


• Ficha de recolección de datos para ensayo de Peso específico para agregado grueso

 Universidad Católica de Santa María	TEC_C1-PRAC-R-001	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			Fecha de Formato:
	Rev. 00	(ASTM C127 / NTP 400.021)			Página 1 de 1
GRUPO:					
SUBGRUPO:		LUGAR:			
ELEMENTO: Agregado Grueso					
CANTERA: La poderosa		FECHA DE EMISIÓN:			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN					
N° DE ENSAYOS	UN D	1	2	3	
PESO SUPERFICIALMENTE SECO (SSS)	(g)				
PESO CANASTILLA SUMERGIDA	(g)				
PESO CANASTILLA + MATERIAL SUMERGIDO	(g)				
PESO DE MATERIAL SUMERGIDO	(g)				
PESO SECO	(g)				
PESO ESPECÍFICO DE MASA	(g/cm ³)				
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA (SSS)	(g/cm ³)				
PESO ESPECÍFICO APARENTE	(g/cm ³)				
% ABSORCIÓN	(%)				
MÉTODO DE SECADO :					
HORNO ()		COCINA ()			
TEMPERATURA DE SECADO:	91°C			
OBSERVACIONES:					

- Ficha de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

 Universidad Católica de Santa María	TEC_C1-PRAC-R-009	ENSAYO DE ABRASIÓN EN AGREGADOS GRUESOS NTP 400.019:2014		Fecha de formato
	Rev. 00			Página 1 de 1
GRUPO: 04				
SUBGRUPO: -		LUGAR:		
ELEMENTO:				
PROCEDENCIA:		FECHA DE EMISIÓN:		
ENSAYO DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES PARA TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")				
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA (Colocar tipo A, B, C, D)				
Tamiz				Peso y granulometrías de la muestra para ensayo (g)
Pasa		Retiene		
mm	pulgadas	mm	pulgadas	
Peso de la muestra seca antes del ensayo				
Número de esferas				
Peso de la muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre el tamiz de 1.70mm (N°12).				
OBSERVACIONES:				
CIERRE DE REGISTRO:				
FECHA:	FECHA:	Integrantes Subgrupo:		
NOMBRE:	NOMBRE:			
FIRMA:	FIRMA:			
JEFE DE PRÁCTICA	REPRESENTANTE DE SUBGRUPO			

- Ficha de recolección de datos para el diseño de mezcla.

 Universidad Católica de Santa María	TEC. C1- PRAC-L-012	ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE			Fecha de formato 10/08/19		
	Rev. 00	DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211			Página 1 de 1		
GRUPO:							
SUBGRUPO:				LUGAR:		AREQUIPA	
TIPO DE CEMENTO:							
PROCEDENCIA DE AGREGADOS:							
-FINOS:				FECHA DE EMISIÓN:			
-GRUESOS:							
RESISTENCIA DE DISEÑO:							
FECHA Y HORA DE VACIADO:							
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE							
		7 días			28 días		
N° DE ENSAYOS	UND	1	2	3	1	2	3
Área transversal superior	cm ²						
Área transversal inferior	cm ²						
PROMEDIO DE AREAS TRANSVERSALES	cm ²						
CARGA O FUERZA OBTENIDA EN MAQUINA	Kgf						
ESFUERZO	Kgf/cm²						
TIPO DE FRACTURA O FALLA:							
OBSERVACIONES:							
CIERRE DE REGISTRO:							
FECHA:		FECHA:			Integrantes Subgrupo:		
NOMBRE:		NOMBRE:					
FIRMA:		FIRMA:					
JEFE DE PRÁCTICA		REPRESENTANTE DE SUBGRUPO					

Anexo 3: Fichas de recolección de datos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"	
Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO Contenido de Humedad (NTP 339.127)
	Cantera: Pedregal Fecha: Octubre 2021

AGREGADO FINO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-1	C-2	C-3
Peso suelo húmedo + cápsula	2062.0	2051.0	2074.0
Peso suelo seco + cápsula	1997.0	1988.0	2010.0
Peso del agua			
Peso de la cápsula			
Peso neto del suelo seco			
% de Humedad			

% de Humedad:	
---------------	--

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	B-1	B-2	B-3
Peso suelo húmedo + cápsula	3015.0	3025.0	3012.0
Peso suelo seco + cápsula	2980.0	2994.0	2976.0
Peso del agua			
Peso de la cápsula			
Peso neto del suelo seco			
% de Humedad			

% de Humedad:	
---------------	--



Saúl José Chirpa Cochacoma
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

TECNICO DE LABORATORIO



JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Peso Especifico de Agregado fino y grueso (NTP 400.012 - NTP 400.022)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO FINO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2
Peso Muestra SSS	500.0	500.0
Peso Picnometro + Agua	667.0	645.0
Peso Picnometro + Agua + Muestra SSS	978.0	953.0
Peso de la muestra sumergida	311.0	308.0
Volumen de la Masa	180.0	177.0
Peso de la muestra seca	491.0	485.0
Peso Especifico (g/cm³)		

Peso Especifico (g/cm³):

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2
Peso Muestra SSS	3000.0	3000.0
Peso de la Canastilla Sumergida	728.0	741.0
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	2605.0	2627.0
Peso del Recipiente (Para secado en horno)	216.0	216.0
Peso de la muestra seca	2968.0	2976.0
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida - Canastilla	1877.0	1886.0
Peso Especifico (g/cm³)		

Peso Especifico (g/cm³):




 José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001

TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Porcentaje de Absorción del Agregado fino y grueso (NTP 400.021 - NTP 400.022)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO FINO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2
Peso Suelo Seco + Cápsula	571.30	583.30
Peso Suelo SSS+ Cápsula	580.60	592.20
Peso de la cápsula	80.63	80.63
Peso Neto del Suelo Seco	490.67	502.67
Peso Neto del Suelo SSS	499.97	511.57
% de Absorción		

% de Absorción:

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (g)	3000.0	3150.0
Peso de Muestra Seca + Recipiente	3184.0	3332.0
Peso del Recipiente	216.0	216.0
Peso Neto del Suelo Seco	2968.0	3116.0
% de Absorción		



% de Absorción:



 Saul José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001

TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



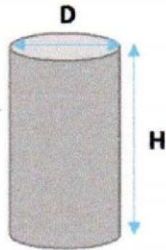
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Peso Unitario Suelto de agregado fino y grueso (NTP 400.017)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO FINO

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 2881.70 cm³

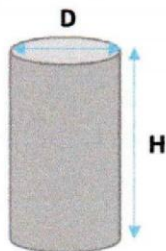
Peso (P)= 2006.0 gr

ENSAYO	M-1	M-2
Peso del Molde (gr)	2006.0	2006.0
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	6703.0	6784.0
Peso Neto Suelto (gr)	4697.0	4778.0
Peso Unitario Suelto (g/cm³)		

Peso Unitario Suelto (g/cm³):

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9438.95 cm³

Peso (P)= 4804.0 gr

ENSAYO	M-1	M-2
Peso del Molde (gr)	4804.0	4804.0
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	19195.0	19185.0
Peso Neto Suelto (gr)	14391.0	14381.0
Peso Unitario Suelto (g/cm³)		

Peso Unitario Suelto:



José Chipa Calva
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001

TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



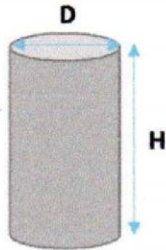
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Peso Unitario Suelto de agregado fino y grueso (NTP 400.017)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO FINO

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 2881.70 cm³

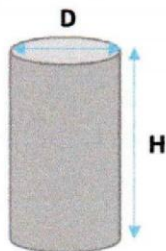
Peso (P)= 2006.0 gr

ENSAYO	M-1	M-2
Peso del Molde (gr)	2006.0	2006.0
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	6703.0	6784.0
Peso Neto Suelto (gr)	4697.0	4778.0
Peso Unitario Suelto (g/cm³)		

Peso Unitario Suelto (g/cm³):

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9438.95 cm³

Peso (P)= 4804.0 gr

ENSAYO	M-1	M-2
Peso del Molde (gr)	4804.0	4804.0
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	19195.0	19185.0
Peso Neto Suelto (gr)	14391.0	14381.0
Peso Unitario Suelto (g/cm³)		

Peso Unitario Suelto:



José Chipa Calva
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001

TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurimac	ENSAYO	
	Análisis Granulométrico de Agregado Fino (NTP 400.012 - ASMT C 136)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO FINO

Datos de la Muestra:

Peso de la Muestra Seca: 1552 gr						
MALLA	DIAMETROS	RETENIDO (g)	%RETENIDO	CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9.50	0.00				
4	4.75	102.0				
8	2.36	112.0				
16	1.18	344.0				
30	0.60	396.0				
50	0.30	230.0				
100	0.15	175.0				
200	0.08	89.0				
CAZUELA		17.0				
DIFERENCIA						

Modulo de Fineza:

LIMITE DE GRANULOMETRIA SEGÚN A.S.T.M

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
Nº 4	
8	
16	
30	
50	
100	




 Saúl José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001
 TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Análisis Granulométrico de Agregado Grueso (NTP 400.012 - ASMT C 136)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:

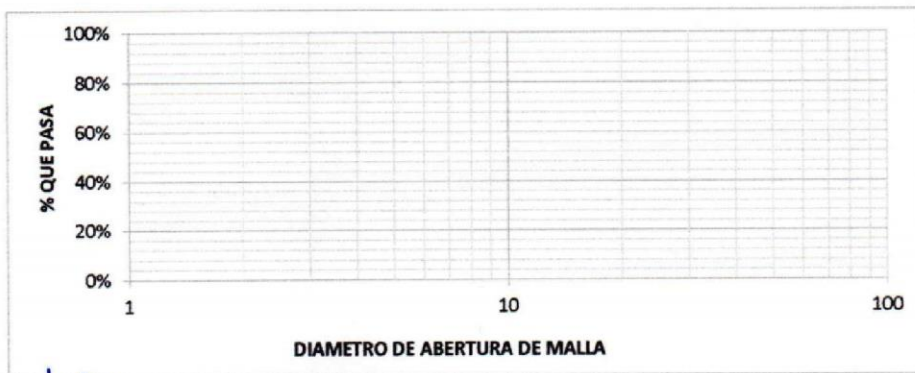
Peso de la Muestra Seca: 3153 gr

MALLA	DIAMETROS	RETENIDO (g)	PESO RETENIDO (g)	%RETENIDO	CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50.00	0.00					
1 1/2"	37.50	0.00					
1"	25.00	336.00					
3/4"	19.00	1588.00					
1/2"	12.50	776.00					
3/8"	9.50	250.00					
N° 4	4.75	169.00					
N° 8	2.36	0.00					
N° 16	1.18	2.00					
N° 50	0.30	5.00					
N° 200	0.075	2.00					
CASUELA		2.00					
Diferencia=							

T.M=

LIMITE DE GRANULOMETRIA SEGÚN A.S.T.M 467

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULATIVO	%PASA
2	50	
1 1/2	37.5	
3/4	19	
3/8	9.5	
4	4.75	



F-X

 Susana E. Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001
 TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Abrasión de los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados (NTP 400.019)	
	Cantera: Pedregal	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO

Datos de la Muestra:

Tamaño Maximo: 1"

TAMICES	GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRASION
1 1/2" 1"	1246.0	12	
1" 3/4"	1262.0		
3/4" 1/2"	1257.0		
1/2" 3/8"	1239.0		
Peso Inicial de la Muestra	5004.0		
Peso Final de la Muestra	3806.0		



% de Abrasion:



Saul Jose Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

TECNICO DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay

Distrito: Abancay

Provincia: Abancay

Departamento: Apurímac

ENSAYO

Contenido de Humedad (NTP 339.127)

Cantera: Material Reciclado

Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	C-4	C-5	C-6
Peso suelo húmedo + cápsula	3039	3085	3112
Peso suelo seco + cápsula	3019	3010	3038
Peso del agua			
Peso de la cápsula			
Peso neto del suelo seco			
% de Humedad			

% de Humedad:



José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Peso Específico de Agregado fino y grueso (NTP 400.012 - NTP 400.022)	
	Cantera: Material Reciclado	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2
Peso Muestra SSS	3000	3000
Peso de la Canastilla Sumergida	728	717
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida	2499	2419
Peso del Recipiente (Para secado en horno)	122	122
Peso de la muestra seca	2985	2972
Peso Neto de Muestra SSS Sumergida - Canastilla		
Peso Especifico (g/cm3)		

Peso Especifico (g/cm3):


 Saúl José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Porcentaje de Absorción del Agregado fino y grueso (NTP 400.021 - NTP 400.022)	
	Cantera: Material Reciclado	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:

ENSAYO	M-1	M-2
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (g)	3000	3150
Peso de Muestra Seca + Recipiente	2984	3129
Peso del Recipiente	122	122
Peso Neto del Suelo Seco		
% de Absorción		

% de Absorción:



Hx
San José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



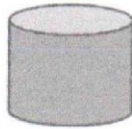
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurimac	ENSAYO	
	Peso Unitario Suelto de agregado fino y grueso (NTP 400.017)	
	Cantera: Material Reciclado	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9438.95 cm³

Peso (P)= 4805 gr

ENSAYO	M-1	M-2
Peso del Molde (gr)	4805	4805
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	16423	16892
Peso Neto Suelto (gr)		
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)		

Peso Unitario Suelto:


 José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Peso Unitario Compactado de agregado fino y grueso (NTP 400.017)	
	Cantera: Material Reciclado	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:



Molde :

Volumen (V)= 9488.95 cm³

Peso (P)= 4805 gr

ENSAYO	M-1	M-2
Peso del Molde (gr)	4805	4805
Peso del Molde + Peso de la Muestra (gr)	17869	18091
Peso Neto Suelto (gr)		
Peso Unitario Compactado (g/cm ³)		

Peso Unitario Compactado:



HC
San José Chipa Caluana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay Distrito: Abancay Provincia: Abancay Departamento: Apurímac	ENSAYO	
	Análisis Granulométrico de Agregado Grueso (NTP 400.012 - ASMT C 136)	
	Cantera: Material Reciclado	Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:

Peso de la Muestra Seca: 3093.95

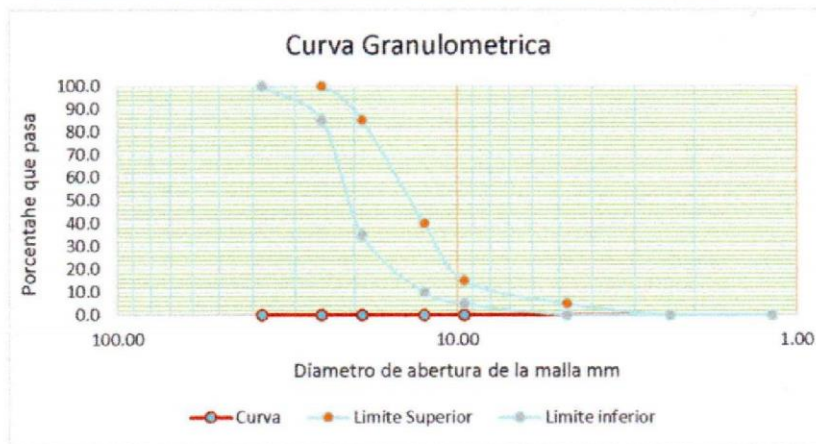
MALLA	DIAMETROS	RETENIDO (g)	PESO RETENIDO (g)	%RETENIDO	CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50.00	0					
1 1/2"	37.50	0					
1"	25.00	400					
3/4"	19.00	1877					
1/2"	12.50	837					
3/8"	9.50	225					
N° 4	4.75	121					
N° 8	2.36	2					
N° 16	1.18	3					
N° 50	0.30	3					
N° 200	0.075	2					
CASUELA		2					

Diferencia=

T.M=

LIMITE DE GRANULOMETRIA SEGÚN NTP 400.037

MALLA	DIAMETRO (mm)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULATIVO	%PASA
1 1/2"	37.50	100	100
1"	25.00	85	100
3/4"	19.00	35	85
1/2"	12.50	10	40
3/8"	9.50	5	15
N° 4	4.75	0	5
N° 8	2.36	0	0
N° 16	1.18	0	0



José Chipa Cahuana

 INGENIERO CIVIL

 CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ Abancay 2021"

Ubicación: Abancay

Distrito: Abancay

Provincia: Abancay

Departamento: Apurímac

ENSAYO

Abrasión de los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados (NTP 400.019)

Cantera: Material Reciclado

Fecha: Octubre 2021

AGREGADO GRUESO RECICLADO

Datos de la Muestra:

Tamaño Máximo:

TAMICES		GRADACION "A"	Nº ESFERAS	% ABRASION
1 1/2"	1"	1258.0	12	
1"	3/4"	1246.0		
3/4"	1/2"	1252.0		
1/2"	3/8"	1251.0		
Peso Inicial de la Muestra		5007.0		
Peso Final de la Muestra		3611.0		

% de Abrasion:



José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO DE TESIS:** "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"**Ubicación:** Abancay**Distrito:** Abancay**Provincia:** Abancay**Departamento:** Apurímac**ENSAYO**

Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTP 339.034)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2 **100% AGREGADO NATURAL**

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Diámetro (cm)		Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm^2)
				Superior	Inferior		
M. Patrón (1/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 Días	15.04	15.04	41136.0	
M. Patrón (2/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 Días	15.01	15.05	40282.0	
M. Patrón (3/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 Días	15.02	15.03	38458.0	
M. Patrón (4/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 Días	15.12	15.10	49136.0	
M. Patrón (5/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 Días	15.15	15.10	48483.0	
M. Patrón (6/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 Días	15.19	15.20	46989.0	
M. Patrón (7/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 Días	15.01	15.05	50989.0	
M. Patrón (8/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 Días	15.02	15.04	51457.0	
M. Patrón (9/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 Días	15.01	15.04	50637.0	
M. Patrón (10/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 Días	15.01	15.02	53075.0	
M. Patrón (11/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 Días	15.03	15.04	52694.0	
M. Patrón (12/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 Días	15.05	15.02	52810.0	



J.C.J.
Saúl José Chipa Contreras
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay

Distrito: Abancay

Provincia: Abancay

Departamento: Apurímac

ENSAYO

Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTP 339.034)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2

Primera Sustitución: 25% M. G. R.

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Diámetro (cm)		Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm^2)
				Superior	Inferior		
M. 25% M.G.R. (1/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 Días	15.24	15.23	36645.0	
M. 25% M.G.R. (2/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 Días	15.19	15.22	35838.0	
M. 25% M.G.R. (3/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 Días	15.17	15.16	35582.0	
M. 25% M.G.R. (4/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 Días	15.21	15.20	43947.0	
M. 25% M.G.R. (5/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 Días	15.20	15.19	44233.0	
M. 25% M.G.R. (6/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 Días	15.18	15.19	4079.0	
M. 25% M.G.R. (7/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 Días	15.22	15.21	50387.0	
M. 25% M.G.R. (8/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 Días	15.21	15.23	51535.0	
M. 25% M.G.R. (9/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 Días	15.14	15.12	51357.0	
M. 25% M.G.R. (10/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 Días	15.20	15.19	53290.0	
M. 25% M.G.R. (11/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 Días	15.18	15.19	53702.0	
M. 25% M.G.R. (12/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 Días	15.13	15.15	52409.0	



TCY
San José Chipa Caluana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL****PROYECTO DE TESIS:** "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay
Distrito: Abancay
Provincia: Abancay
Departamento: Apurímac

ENSAYO

Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTP 339.034)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2 **Segunda Sustitución: 50% M. G. R.**

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Diámetro (cm)		Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm^2)
				Superior	Inferior		
M. 50% M.G.R. (1/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 Días	15.18	15.16	29476.0	
M. 50% M.G.R. (2/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 Días	15.08	15.10	30339.0	
M. 50% M.G.R. (3/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 Días	15.13	15.11	30121.0	
M. 50% M.G.R. (4/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 Días	15.10	15.09	42148.0	
M. 50% M.G.R. (5/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 Días	15.20	15.18	42489.0	
M. 50% M.G.R. (6/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 Días	15.21	15.22	41931.0	
M. 50% M.G.R. (7/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 Días	15.20	15.02	46692.0	
M. 50% M.G.R. (8/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 Días	15.17	15.19	47285.0	
M. 50% M.G.R. (9/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 Días	15.20	15.19	47868.0	
M. 50% M.G.R. (10/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 Días	15.15	14.95	49483.0	
M. 50% M.G.R. (11/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 Días	15.16	15.14	49491.0	
M. 50% M.G.R. (12/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 Días	15.21	15.04	48910.0	



ICX
 Saul José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay
 Distrito: Abancay
 Provincia: Abancay
 Departamento: Apurímac

ENSAYO

Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (NTP 339.034)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2

Tercera Sustitución: 75% M. G. R.

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Diámetro (cm)		Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (kg/cm^2)
				Superior	Inferior		
M. 75% M.G.R. (1/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 Días	15.21	15.19	29961.0	
M. 75% M.G.R. (2/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 Días	15.20	15.21	28392.0	
M. 75% M.G.R. (3/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 Días	15.26	15.24	28362.0	
M. 75% M.G.R. (4/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 Días	15.27	15.25	40943.0	
M. 75% M.G.R. (5/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 Días	15.24	15.23	40402.0	
M. 75% M.G.R. (6/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 Días	15.24	15.26	41283.0	
M. 75% M.G.R. (7/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 Días	15.26	15.25	44480.0	
M. 75% M.G.R. (8/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 Días	15.13	15.11	44639.0	
M. 75% M.G.R. (9/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 Días	15.24	15.25	43438.0	
M. 75% M.G.R. (10/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 Días	15.17	15.28	41665.0	
M. 75% M.G.R. (11/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 Días	15.16	15.20	45808.0	
M. 75% M.G.R. (12/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 Días	15.09	15.16	45258.0	



Jex
 Saúl José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay
Distrito: Abancay
Provincia: Abancay
Departamento: Apurímac

ENSAYO

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas NTP (339.078)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2

100% AGREGADO NATURAL

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Distancia (cm)			Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)
				Largo	Altura (H)	Ancho			
M. Patrón (1/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 Días	53.60	15.21	15.32		3447.0	
M. Patrón (2/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 Días	53.62	15.26	15.29		3253.0	
M. Patrón (3/12)	19/10/2021	26/10/2021	7 Días	54.39	15.22	15.31		3426.0	
M. Patrón (4/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 Días	54.42	15.24	15.33		3803.0	
M. Patrón (5/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 Días	54.41	15.21	15.30		3747.0	
M. Patrón (6/12)	19/10/2021	02/11/2021	14 Días	54.41	15.23	15.31		3430.0	
M. Patrón (7/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 Días	53.44	15.19	15.30		3830.0	
M. Patrón (8/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 Días	53.61	15.22	15.34		3944.0	
M. Patrón (9/12)	19/10/2021	09/11/2021	21 Días	54.41	15.25	15.32		3946.0	
M. Patrón (10/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 Días	54.40	15.19	15.31		3962.0	
M. Patrón (11/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 Días	54.42	15.22	15.33		3998.0	
M. Patrón (12/12)	19/10/2021	16/11/2021	28 Días	54.43	15.23	15.32		3899.0	



FCX
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay
Distrito: Abancay
Provincia: Abancay
Departamento: Apurímac

ENSAYO

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas NTP (339.078)

DISEÑO: 210 Kg/cm²

Primera Sustitución: 25% M. G. R.

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Distancia (cm)			Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)
				Largo	Altura (H)	Ancho			
M. 25% M.G.R. (1/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 Días	54.42	15.21	15.32		2908.0	
M. 25% M.G.R. (2/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 Días	54.39	15.19	15.34		3913.0	
M. 25% M.G.R. (3/12)	20/10/2021	27/10/2021	7 Días	53.63	15.22	15.33		2871.0	
M. 25% M.G.R. (4/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 Días	53.62	15.20	15.31		3486.0	
M. 25% M.G.R. (5/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 Días	54.41	15.22	15.30		3569.0	
M. 25% M.G.R. (6/12)	20/10/2021	03/11/2021	14 Días	54.43	15.24	15.32		3423.0	
M. 25% M.G.R. (7/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 Días	53.59	15.21	15.34		3750.0	
M. 25% M.G.R. (8/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 Días	53.60	15.19	15.30		3711.0	
M. 25% M.G.R. (9/12)	20/10/2021	10/11/2021	21 Días	54.42	15.23	15.31		3616.0	
M. 25% M.G.R. (10/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 Días	54.40	15.20	15.32		3867.0	
M. 25% M.G.R. (11/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 Días	54.43	15.22	15.34		3897.0	
M. 25% M.G.R. (12/12)	20/10/2021	17/11/2021	28 Días	54.41	15.21	15.30		3944.0	

FE
San José Chirpa Cochacana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay
Distrito: Abancay
Provincia: Abancay
Departamento: Apurímac

ENSAYO

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas NTP (339.078)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2 .

Primera Sustitución: 50% M. G. R.

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Distancia (cm)			Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)
				Largo	Altura (H)	Ancho			
M. 50% M.G.R. (1/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 Días	54.44	15.21	15.29		2758.0	
M. 50% M.G.R. (2/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 Días	54.42	15.23	15.33		2803.0	
M. 50% M.G.R. (3/12)	04/11/2021	11/11/2021	7 Días	53.60	15.22	15.30		2474.0	
M. 50% M.G.R. (4/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 Días	54.43	15.24	15.34		3192.0	
M. 50% M.G.R. (5/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 Días	54.41	15.23	15.29		3204.0	
M. 50% M.G.R. (6/12)	04/11/2021	18/11/2021	14 Días	54.40	15.19	15.31		3018.0	
M. 50% M.G.R. (7/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 Días	53.62	15.22	15.33		3493.0	
M. 50% M.G.R. (8/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 Días	54.43	15.21	15.30		3403.0	
M. 50% M.G.R. (9/12)	04/11/2021	25/11/2021	21 Días	54.42	15.24	15.32		3500.0	
M. 50% M.G.R. (10/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 Días	54.45	15.23	15.31		3620.0	
M. 50% M.G.R. (11/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 Días	53.62	15.26	15.32		3411.0	
M. 50% M.G.R. (12/12)	04/11/2021	02/12/2021	28 Días	53.61	15.21	15.33		3722.0	



FEX
San José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

Ubicación: Abancay
Distrito: Abancay
Provincia: Abancay
Departamento: Apurímac

ENSAYO

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas NTP (339.078)

DISEÑO: 210 Kg/cm^2

Primera Sustitución: 75% M. G. R.

NOMBRE	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	Días de Curado	Distancia (cm)			Área (cm ²)	Esfuerzo (Kg)	Resistencia Alcanzada (Kg/cm ²)
				Largo	Altura (H)	Ancho			
M. 75% M.G.R. (1/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 Días	54.41	15.22	15.31		2821.0	
M. 75% M.G.R. (2/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 Días	54.43	15.23	15.30		2702.0	
M. 75% M.G.R. (3/12)	05/11/2021	12/11/2021	7 Días	54.44	15.21	15.32		2861.0	
M. 75% M.G.R. (4/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 Días	53.62	15.20	15.29		2976.0	
M. 75% M.G.R. (5/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 Días	54.41	15.24	15.32		3056.0	
M. 75% M.G.R. (6/12)	05/11/2021	19/11/2021	14 Días	53.62	15.22	15.33		2865.0	
M. 75% M.G.R. (7/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 Días	53.63	15.21	15.34		3162.0	
M. 75% M.G.R. (8/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 Días	53.65	15.24	15.29		3198.0	
M. 75% M.G.R. (9/12)	05/11/2021	26/11/2021	21 Días	54.44	15.19	15.31		3087.6	
M. 75% M.G.R. (10/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 Días	54.42	15.21	15.30		3509.0	
M. 75% M.G.R. (11/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 Días	54.40	15.19	15.31		3408.0	
M. 75% M.G.R. (12/12)	05/11/2021	03/12/2021	28 Días	54.41	15.19	15.29		3480.0	



Anexo 4: Resultados de laboratorio

CONCHIPA E.I.R.L.RUC 20601715431
JR. ARICA 720 - ABANCAY**INFORME TÉCNICO****N° 366 – 2021**

"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ -ABANCAY 2021"

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



SOLICITA : BACH. ANGHELY LUZ MEDINA MONTALVO

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001



Saul Jose Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

UBICACIÓN : Lugar : Abancay
Distrito : Abancay
Provincia : Abancay
Departamento : Apurímac

están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este modo operativo no es aplicable para agregados ligeros. Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

8.1 Resultados De Los Ensayos

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Laboratorios del MTC (vigente).

Los ensayos de los materiales fueron realizados del conjunto de los materiales de la cantera, por personal calificado, instalaciones convenientes para la ejecución correcta de los ensayos siguiendo Normas de Ensayos del MTC y/o normas internacionales como ASTM o AASHTO, equipos debidamente calibrados asegurando la calidad de los resultados de los ensayos.

Para el MATERIAL DE USO COMO AGREGADO EN MEZCLAS DE CONCRETO, una vez culminado los ensayos de laboratorio se obtuvo las siguientes propiedades físicas y mecánicas del material que se emplearan para la fabricación de concreto con cemento Portland, tienen las siguientes propiedades:

- AGREGADO GRUESO**

Análisis Granulométrico: El agregado grueso cumple con los requisitos establecidos en la NTP 400.037 y este es de TMN = 1" y corresponde al HUSO 56

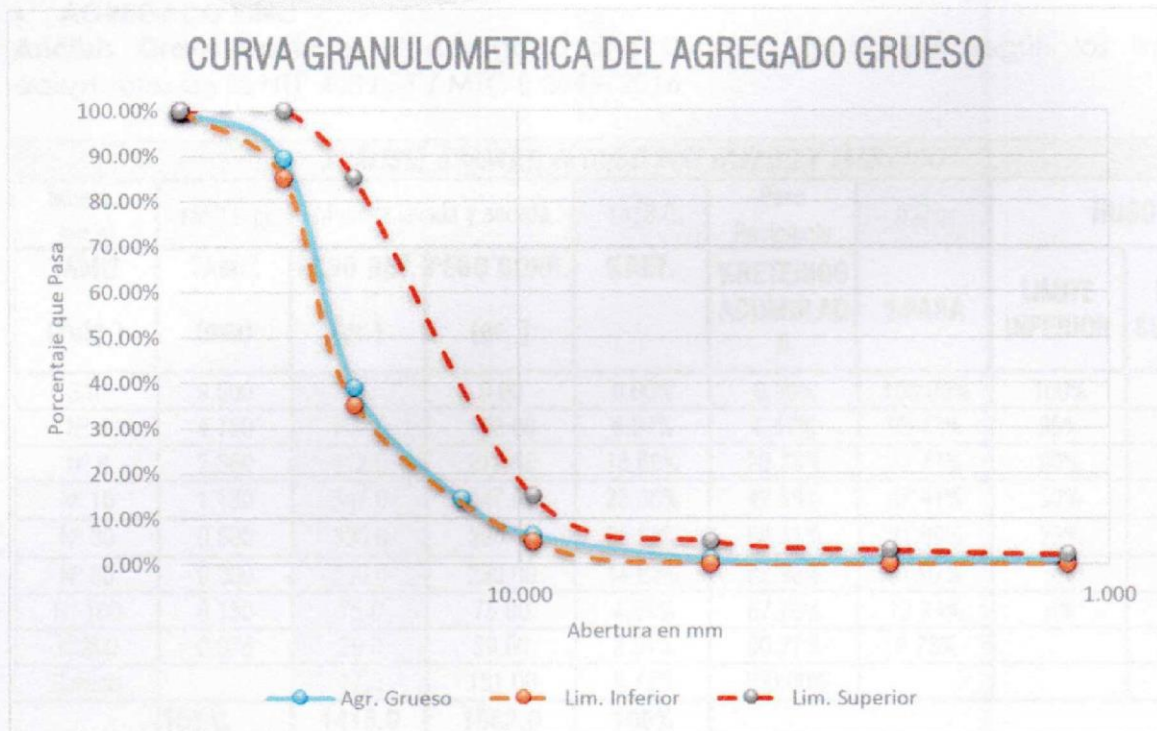


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	3153.0 gr	Muestra lavada y secada		3130.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO 56	
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULAD	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1	25.000	336.0	336.00	10.66%	10.66%	89.34%	85%	100%
3/4	19.000	1588.0	1588.00	50.36%	61.02%	38.98%	35%	85%
1/2	12.500	776.0	776.00	24.61%	85.63%	14.37%	10%	40%
3/8	9.500	250.0	250.00	7.93%	93.56%	6.44%	5%	15%
Nº 4	4.750	169.0	169.00	5.36%	98.92%	1.08%	0%	5%
Nº 8	2.360	0.0	0.00	0.00%	98.92%	1.08%	0%	3%
Nº 16	1.180	2.0	2.00	0.06%	98.99%	1.01%	0%	2%
Nº 50	0.300	5.0	5.00	0.16%	99.14%	0.86%	0%	1%
Nº 200	0.075	2.0	2.00	0.06%	99.21%	0.79%		
Cazuela		2.0	25.00	0.79%	100.00%			
TOTAL		3130.0	3153.0	100%				

Módulo de Fineza	=	7.49
------------------	---	------



Saul Jose Chipa Tahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



NOTA: EL huso del agregado grueso ensayado corresponde al HUSO 56.

Propiedades Físicas y Mecánicas del Agregado Grueso:

CARACTERISTICAS	AGREGADO GUESO
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 (%)	0.79
Humedad natural (%)	1.14
Tamaño máximo nominal (Pulg)	1
Módulo de fineza	7.49
Huso	467
Peso unitario suelto (kg/m3)	1524.11
Peso unitario compactado (kg/m3)	1674.07
Peso específico (g/cm3)	2.66
Absorción (%)	1.08
Desgaste del agregado (%)	29.69



Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

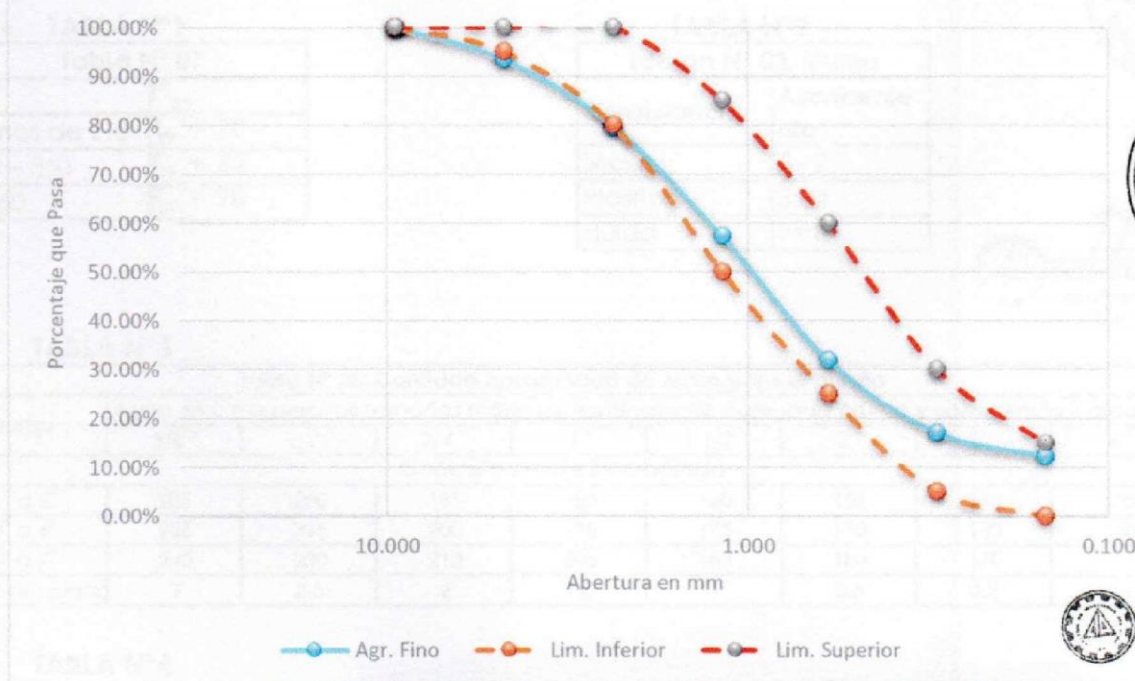
• **AGREGADO FINO**

Análisis Granulométrico: El agregado fino tiene la gradación según los límites aceptables de la NTP 400.037 / MTC E 204 – 2016

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	1552.0 gr	Muestra lavada y secada		1418.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO	
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
Nº 4	4.750	102.0	102.00	6.57%	6.57%	93.43%	95%	100%
Nº 8	2.360	212.0	212.00	13.66%	20.23%	79.77%	80%	100%
Nº 16	1.180	347.0	347.00	22.36%	42.59%	57.41%	50%	85%
Nº 30	0.600	396.0	396.00	25.52%	68.11%	31.89%	25%	60%
Nº 50	0.300	230.0	230.00	14.82%	82.93%	17.07%	5%	30%
Nº 100	0.150	75.0	75.00	4.83%	87.76%	12.24%	0%	15%
Nº 200	0.075	39.0	39.00	2.51%	90.27%	9.73%		
Cazuela		17.0	151.00	9.73%	100.00%			
TOTAL		1418.0	1552.0	100%				

Módulo de Fineza = 3.08

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO



SAUL JOSÉ CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

Propiedades Físicas del Agregado Fino:

CARACTERISTICAS	AGREGADO FINO
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 (%)	7.56
Humedad natural (%)	3.20
Módulo de fineza	3.08
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1673.02
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1757.42
Peso específico (g/cm ³)	2.73
Absorción (%)	1.83

9. Diseño de Mezcla

El diseño de mezcla teórico utilizado es del American Concrete Institute (ACI) elaborado por el comité 211, para este proyecto no se cuenta con datos históricos de resistencia a compresión para el cálculo de la desviación estándar por lo tanto se trabajó con datos que nos proporciona el ACI para la determinación de la resistencia promedio. Se obtuvo la dosificación teórica para un concreto de resistencia a compresión igual a **f'c = 210 kg/cm** una consistencia plástica (slump de 3" - 4"), según los cuadros proporcionados por el ACI (Procesamiento de Diseño), y las características y propiedades de los agregados fino y grueso.

Tablas normativas empleadas para el desarrollo del diseño de mezcla

• TABLA N°1

Tabla N° 01	
f_{cr}	f'_{cr}
Menos de 210	$f_{cr} + 70$
210 - 350	$f_{cr} + 84$
> 350	$f_{cr} + 98$

• TABLA N°2

Tabla N° 02: Slump	
Consistencia	Asentamiento
Seca	0 - 2
Plástica	3 - 4
Fluida	≥ 5

• TABLA N°3

Tabla N° 03: Cantidad aproximada de Agua para el diseño								
Slump	Agua en L/m ³ para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	-
% Aire atrapada	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

• TABLA N°4



Tabla N° 04: % Aire

TMN	Aire atrapado
3/8 "	3.00%
1/2 "	2.50%
3/4 "	2.00%
1 "	1.50%
1 1/2 "	1.00%
2 "	0.50%
3 "	0.30%
4 "	0.20%

• **TABLA N°5**

Tabla N° 05: Relación Agua/Cemento

f'_{cr} a los 28 días. Kg/cm ²	relación agua/cemento	
	Concreto sin aire incorporad	Concreto con aire incorporad
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

• **TABLA N°6**

Tabla N° 06: Volumen de Agregado Grueso Compacto

TMN del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	Módulo de fineza del agregado fino			
	Malla	2.4	2.6	2.8
3/8 "	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81



FEF
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

DISEÑO DE MEZCLA PARA OBTENER $f'c=210$ KG/CM² DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO ACI 211

Proyecto: "Influencia de la incorporación del agregado grueso de concreto reciclado en las propiedades mecánicas a compresión y flexión de concreto $f'c = 210$ kg/cm²"

Ubicación: Sector: ---
Distrito: **Abancay**
Hecho por: Muestreo: **Interesado**

Provincia: **Abancay**
Region: **Apurímac**

Fecha: **Octubre, 2021**

Material : **Agregado grueso y fino**
Cantera A.G: **Pedregal**
Cantera A.F: **Pedregal**

Solicitante: **Bach. Anghely Luz Medina**

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm²

DATOS		
fcr	210	kg/cm ²
Factor de seguridad	84	kg/cm ²
fcr (Diseño)	294	kg/cm ²

CEMENTO PORTLAND		
Peso específico	3.14	gr/cm ³

DATOS DE DISEÑO DEL AGREGADO FINO		
Modulo de fineza	3.08	---
Peso específico	2727.78	kg/m ³
Peso unitario suelto	1673.02	kg/m ³
Peso unitario compactado	1757.42	kg/m ³
Absorción	1.83	%
Humedad	3.20	%

DATOS DE DISEÑO DEL AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	1	"
Peso específico	2659.50	kg/m ³
Peso unitario suelto	1524.11	kg/m ³
Peso unitario compactado	1674.07	kg/m ³
Absorción	1.08	%
Humedad	1.14	%

PROCESAMIENTO		
Asentamiento	3 - 4	Pulgadas
Volumen unitario de agua	195	Lt/m ³
Contenido de aire	1.5	%
Relación a/c	0.558	
Factor cemento	349.21	kg/m ³
# de bolsas	8.22	bolsas
Contenido agregado grueso	0.650	
Peso agregado grueso	1088.15	kg/m ³

VOLUMEN ABSOLUTOS		
Cemento	0.111	m ³
Agua	0.195	m ³
Aire	0.015	m ³
Agregado grueso	0.409	m ³
Sub - Total	0.730	m ³

CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
Volumen absoluto fino	0.270	m ³
Peso fino seco	736.091	kg/m ³

VALORES DE DISEÑO		
Cemento	349.21	kg/m ³
Agua	195.00	Lt/m ³
Agregado fino seco	736.09	kg/m ³
Agregado grueso seco	1088.15	kg/m ³

CORRECCION POR HUMEDAD		
Agregado fino humedo	759.65	kg/m ³
Agregado grueso humedo	1100.55	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	349.21	kg/m ³
Agua	184.26	Lt/m ³
Agregado fino seco	759.65	kg/m ³
Agregado grueso seco	1100.55	kg/m ³



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

10. Dosificación en Volumen

CANTIDAD DE MATERIALES Y PROPORCION			
Materiales	Cantidad /m3	Proporción en Volumen por	Proporción en volumen para
Cemento	349.21 Kg	1.00 Bolsa	8.217 bolsas
Agua	184.26 L	22.43 Lt	0.184 m3
Agr. Fino	759.65 Kg	1.95 pie3	0.454 m3
Agr. Grueso	1100.55 Kg	3.10 pie3	0.722 m3

DOSIFICACION EN BALDES		
Material	Balde de 18 litros	Balde de 20 litros
Agua	1.2 baldes	1.1 baldes
Agr. Fino	2.9 baldes	2.7 baldes
Agr. Grueso	4.7 baldes	4.3 baldes

11. Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- ❖ Se tiene que verificar minuciosamente la evolución del concreto a edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días para poder estimar con exactitud la incidencia del agregado grueso reciclado.
- ❖ Dosificar los Materiales para la preparación del concreto en las proporciones indicadas en el Diseño. Se deberá realizar las correcciones respectivas por los cambios en la humedad de los agregados.
- ❖ Se deberá prevenir que los agregados sean expuestos al sol directamente ya que estos agregados calientes, producirán una evaporación más rápida del agua de la mezcla.
- ❖ El diseño teórico del concreto se realiza para un cemento Portland tipo I con peso específico de 3.14 gr/cm³
- ❖ Según los ensayos realizados sus propiedades físicas y mecánicas de los agregados ensayados son:

CARACTERISTICAS	AGREGADO GURESO
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 (%)	0.79
Humedad natural (%)	1.14
Tamaño máximo nominal (Pulg)	1
Módulo de fineza	7.49
Huso	467
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1524.11
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1674.07
Peso específico (g/cm ³)	2.66
Absorción (%)	1.08
Desgaste del agregado (%)	29.69



FFX
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

CARACTERISTICAS	AGREGADO FINO
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 (%)	7.56
Humedad natural (%)	3.20
Módulo de fineza	3.08
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1673.02
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1757.42
Peso específico (g/cm ³)	2.73
Absorción (%)	1.83

- ❖ Curva Granulométrica del Agregado Fino se encuentra de manera intermedia dentro de los límites superior e inferior de la norma ASTM C 33.
- ❖ La Curva Granulométrica del Agregado Grueso se ajusta más al Huso 56, ya que mayor parte SI está dentro de los límites superior e inferior de la norma ASTM C33.
- ❖ El material pétreo estudiado cumple con las especificaciones de la norma técnica peruana para ser utilizado en la fabricación de concreto.
- ❖ El método empleado para el diseño de mezcla teórico ha sido del ACI (American Concrete Institute), con un agregado proveniente de la cantera Pedregal.

RECOMENDACIONES

- ❖ Almacenar los Agregados en un lugar donde no permita su contaminación con materiales finos y/o materia orgánica.
- ❖ Considerar un 5% adicional a los valores indicados en el diseño por concepto de pérdidas y desperdicios.
- ❖ Realizar el curado con agua durante un tiempo mínimo de 7 días para alcanzar el 100% resistencia requerida a compresión del concreto.
- ❖ Comenzar a curar el concreto tan pronto como sea posible. Rociar la superficie con un compuesto curador de membrana, o cubra la superficie con mantas húmedas manténgala continuamente húmeda.
- ❖ Si el concreto va a ser colocado sobre una superficie seca y absorbente en tiempo caliente y seco, humedezca la superficie, pero no al punto en que tenga agua libre antes del vaciado. El encofrado y el refuerzo también deben ser humedecidos, esto para evitar el agrietamiento por Contracción Plástica.
- ❖ Verificar que el concreto no esté "demasiado húmedo" o "demasiado seco", esto se realiza mediante la prueba de revenimiento, y así evitar la segregación de la mezcla.
- ❖ Para un concreto compacto y de mezcla homogénea, ponga el vibrador dentro del concreto RÁPIDAMENTE. Saque el vibrador LENTAMENTE, ya que si no se hace así pueden dejarse huecos o un punto débil mal compactado en el concreto.
- ❖ La frecuencia de las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m² de



superficie de losas o muros.

12. Panel Fotográfico



Imagen 01 Ensayo de Análisis Granulométrico



Imagen 02 Ensayo de Análisis Granulométrico de agregado fino

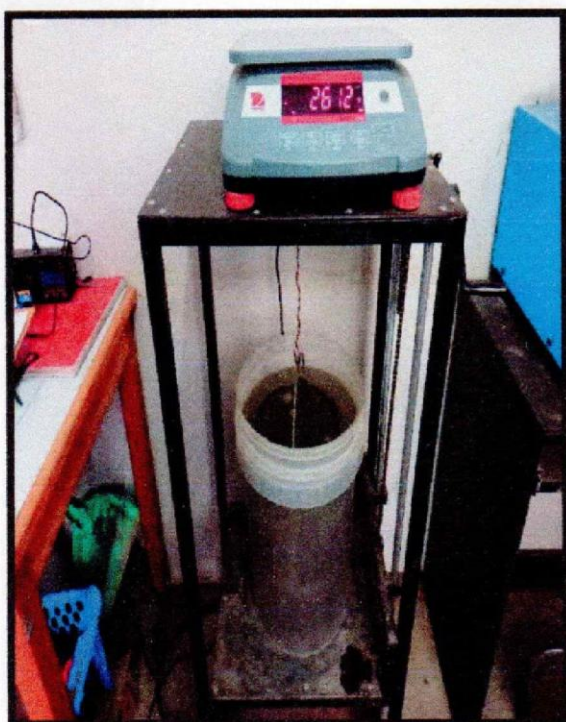


Imagen 03 Ensayo de peso específico agregado grueso



Imagen 04 Ensayo de abrasión en agregado grueso



FEJ
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



Imagen 05 Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso

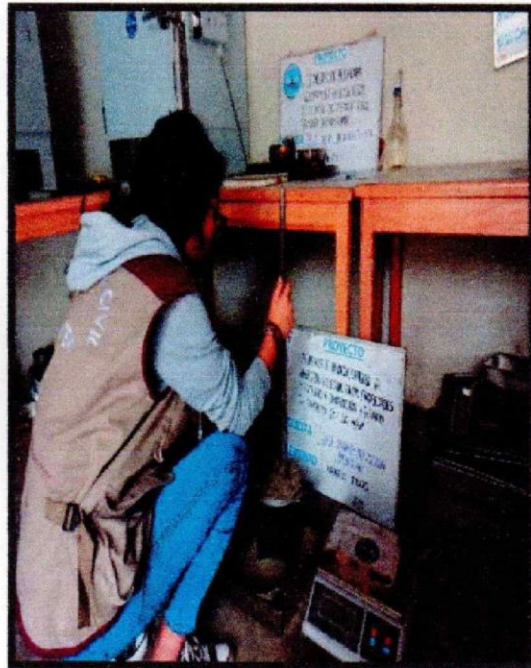


Imagen 06 Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado fino



Imagen 07 Ensayo de cuarteo de agregado grueso



Imagen 08 Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso



CONCHIPA E.I.R.L.

RUC 20601715431
JR. ARICA 720 - ABANCAV

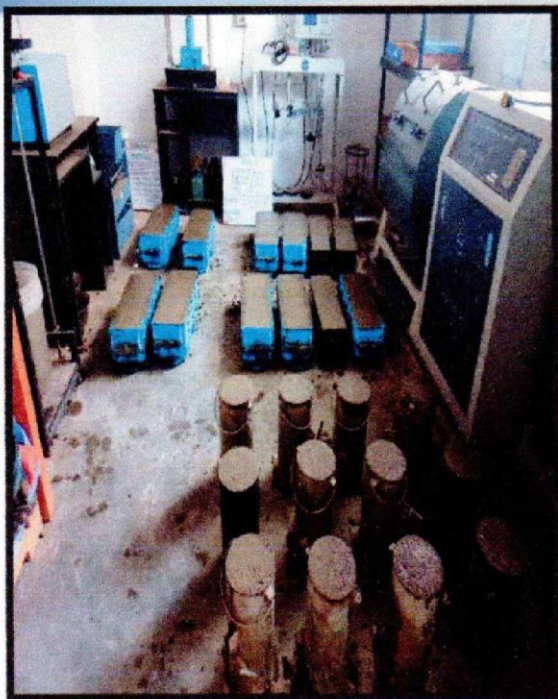


Imagen 09 elaboración de briquetas y vigas en laboratorio



Imagen 10 ensayo de resistencia a la flexión de vigas en laboratorio

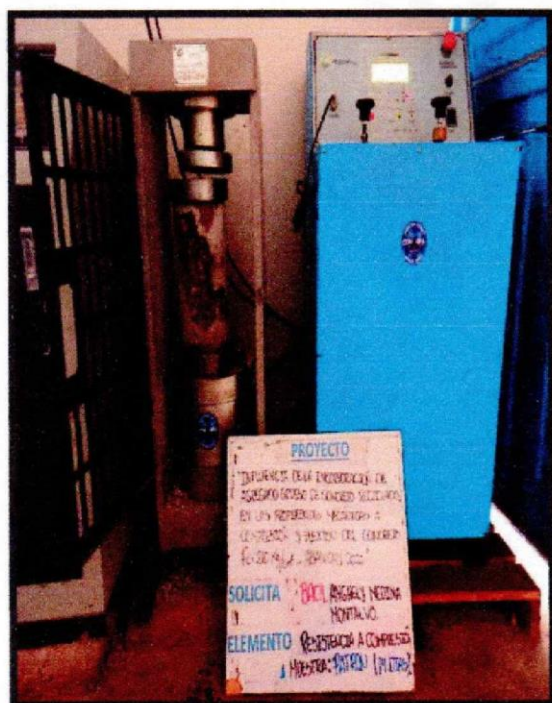


Imagen 11 ensayo de resistencia a la compresión de briquetas en laboratorio



Imagen 12 equipo técnico del laboratorio de suelos



FFX
Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

CONCHIPA E.I.R.L.

RUC 20601715431
JR. ARICA 720 - ABANCAY



INFORME TÉCNICO

N° 367 - 2021

"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM²-ABANCAY 2021"

ESTUDIO DE AGREGADOS (CONCRETO RECICLADO)



SOLICITA : BACH. ANGHELY LUZ MEDINA MONTALVO

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN : Lugar : Abancay
Distrito : Abancay
Provincia : Abancay
Departamento : Apurímac



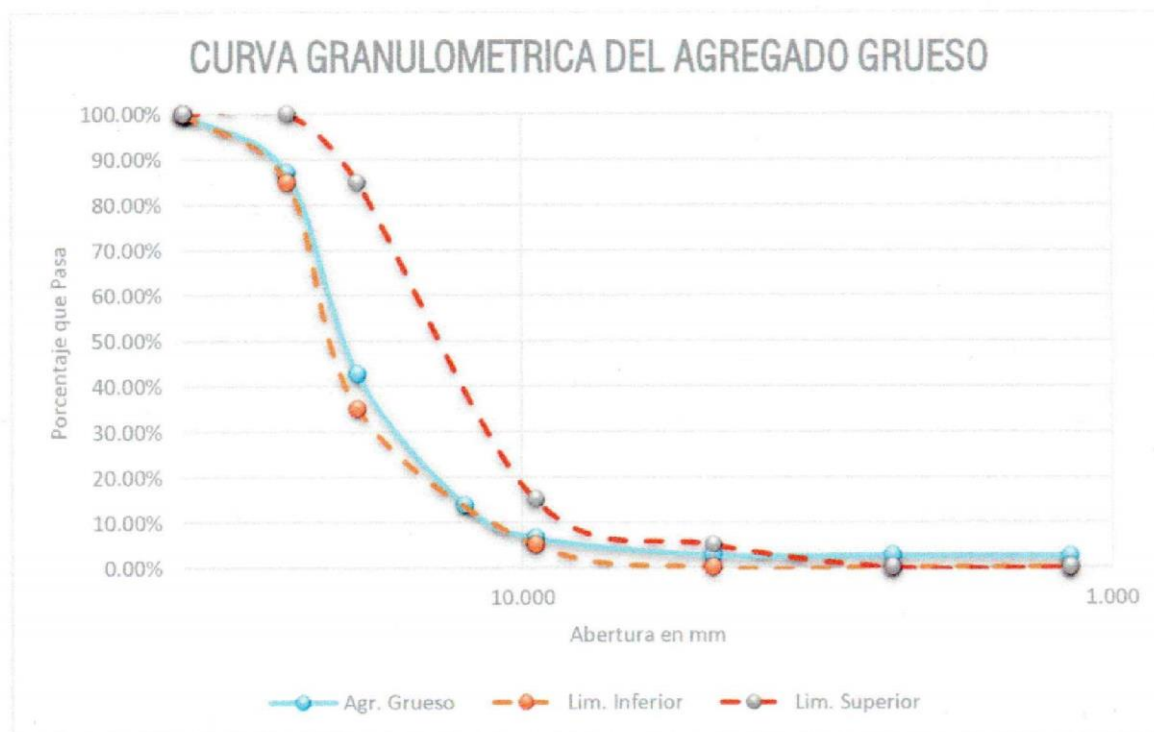
DICIEMBRE DEL 2021

Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."
Oficina - Jr. Arica N°720 - Abancay - Abancay
conchipa.eirl@gmail.com / Cel. Claro: 986829921 / Cel. Bitel: 927415829

pág. 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	3093.0 gr	Muestra lavada y secada		3022.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO 467	
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULAD	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1	25.000	400.0	400.00	12.93%	12.93%	87.07%	85%	100%
3/4	19.000	1377.0	1377.00	44.52%	57.45%	42.55%	35%	85%
1/2	12.500	887.0	887.00	28.68%	86.13%	13.87%	10%	40%
3/8	9.500	225.0	225.00	7.27%	93.40%	6.60%	5%	15%
N° 4	4.750	121.0	121.00	3.91%	97.32%	2.68%	0%	5%
N° 8	2.360	2.0	2.00	0.06%	97.38%	2.62%	0%	0%
N° 16	1.180	3.0	3.00	0.10%	97.48%	2.52%	0%	0%
N° 50	0.300	3.0	3.00	0.10%	97.58%	2.42%	0%	0%
N°200	0.075	2.0	2.00	0.06%	97.64%	2.36%		
Cazuela		2.0	73.00	2.36%	100.00%			
TOTAL		3022.0	3093.0	100%				

Módulo de Fineza = 7.36



NOTA: EL huso del agregado grueso ensayado corresponde al HUSO 56.

Saul José Chipa Cahana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

9. Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- ❖ Según los ensayos realizados sus propiedades físicas y mecánicas de los agregados ensayados son:

CARACTERISTICAS	AGREGADO GURESO
Humedad natural (%)	2.46
Tamaño máximo nominal (Pulg)	1
Módulo de fineza	7.36
Huso	56
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1.256
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1.396
Peso específico (g/cm ³)	2.36
Absorción (%)	4.79
Desgaste del agregado (%)	27.88

- ❖ Curva Granulométrica del Agregado Fino se encuentra de manera intermedia dentro de los límites superior e inferior de la norma ASTM C 33.
- ❖ La Curva Granulométrica del Agregado Grueso se ajusta más al Huso 56, ya que mayor parte SI está dentro de los límites superior e inferior de la norma ASTM C33.



San José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



10. Panel Fotográfico



Imagen 01 Ensayo de Análisis Granulométrico

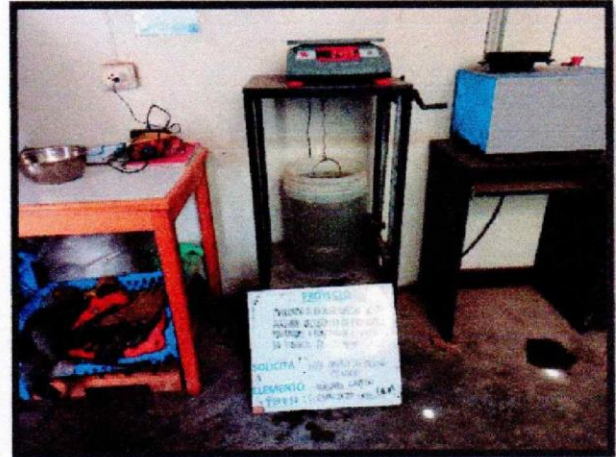


Imagen 02 Ensayo de peso específico agregado grueso



Imagen 03 Ensayo de abrasión en agregado grueso



Imagen 04 Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso

RESULTADO DE ROTURA DE PROBETAS

INFORME TECNICO N° 273 - 2021

PROYECTO:

"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2-ABANCAY 2021"



SOLICITANTE : BACH. ANGHELY LUZ MEDINA MONTALVO

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN : Lugar : ABANCAY
Distrito : ABANCAY
Provincia : ABANCAY
Departamento : APURIMAC



Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

DICIEMBRE DEL 2021

• **ROTURA DE MUESTRA PATRON:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)**

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

UBICACIÓN: Abancay

DISTRITO: Abancay

PROVINCIA: Abancay

DEPARTAMENTO: Apurímac

SOLICITADO POR: Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP: Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

MUESTRA PATRON

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	AREA	MOLDEO	ROTURA						
1	M. Patron (1/12)	30	15.04	177.66	19/10/2021	26/10/2021	7	41136	231.55	210	110.3	CORTE
2	M. Patron (2/12)	30	15.03	177.42	19/10/2021	26/10/2021	7	40282	227.04	210	108.1	CORTE
3	M. Patron (3/12)	30	15.03	177.30	19/10/2021	26/10/2021	7	38758	218.60	210	104.1	CORTE
4	M. Patron (4/12)	30	15.11	179.32	19/10/2021	02/11/2021	14	49136	274.02	210	130.5	CORTE
5	M. Patron (5/12)	30	15.13	179.67	19/10/2021	02/11/2021	14	48483	269.84	210	128.5	CORTE
6	M. Patron (6/12)	30	15.20	181.34	19/10/2021	02/11/2021	14	46989	259.12	210	123.4	CORTE
7	M. Patron (7/12)	30	15.03	177.42	19/10/2021	09/11/2021	21	50989	287.39	210	136.9	CORTE
8	M. Patron (8/12)	30	15.03	177.42	19/10/2021	09/11/2021	21	51457	290.03	210	138.1	CORTE
9	M. Patron (9/12)	30	15.03	177.30	19/10/2021	09/11/2021	21	50637	285.59	210	136.0	CORTE
10	M. Patron (10/12)	30	15.02	177.07	19/10/2021	16/11/2021	28	53075	299.74	210	142.7	CORTE
11	M. Patron (11/12)	30	15.04	177.54	19/10/2021	16/11/2021	28	52694	296.80	210	141.3	CORTE
12	M. Patron (12/12)	30	15.04	177.54	19/10/2021	16/11/2021	28	52810	297.45	210	141.6	CORTE

Abancay, Diciembre del 2021



Saul Jose Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



• ROTURA DE LA PRIMERA SUSTITUCIÓN DE 25% M.G.R.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

UBICACIÓN : Abancay

DISTRITO : Abancay

PROVINCIA : Abancay

DEPARTAMENTO : Apurimac

SOLICITADO POR : Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP : Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

PRIMERA SUSTITUCIÓN 25% M.G.R

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	AREA	MOLDEO	ROTURA						
1	M. 25% M.G.R. (1/12)	30	15.24	182.30	20/10/2021	27/10/2021	7	36645	201.02	210	95.7	CORTE
2	M. 25% M.G.R. (2/12)	30	15.21	181.58	20/10/2021	27/10/2021	7	35838	197.37	210	94.0	CORTE
3	M. 25% M.G.R. (3/12)	30	15.17	180.62	20/10/2021	27/10/2021	7	35582	196.99	210	93.8	CORTE
4	M. 25% M.G.R. (4/12)	30	15.21	181.58	20/10/2021	03/11/2021	14	43977	242.19	210	115.3	CORTE
5	M. 25% M.G.R. (5/12)	30	15.20	181.34	20/10/2021	03/11/2021	14	44233	243.92	210	116.2	CORTE
6	M. 25% M.G.R. (6/12)	30	15.19	181.10	20/10/2021	03/11/2021	14	43079	237.87	210	113.3	CORTE
7	M. 25% M.G.R. (7/12)	30	15.22	181.82	20/10/2021	10/11/2021	21	50387	277.13	210	132.0	CORTE
8	M. 25% M.G.R. (8/12)	30	15.22	181.94	20/10/2021	10/11/2021	21	51535	283.26	210	134.9	CORTE
9	M. 25% M.G.R. (9/12)	30	15.13	179.79	20/10/2021	10/11/2021	21	51357	285.65	210	136.0	CORTE
10	M. 25% M.G.R. (10/12)	30	15.20	181.34	20/10/2021	17/11/2021	28	53290	293.87	210	139.9	CORTE
11	M. 25% M.G.R. (11/12)	30	15.19	181.10	20/10/2021	17/11/2021	28	53702	296.53	210	141.2	CORTE
12	M. 25% M.G.R. (12/12)	30	15.14	180.03	20/10/2021	17/11/2021	28	52409	291.11	210	138.6	CORTE

Abancay, Diciembre del 2021



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



• ROTURA DE SEGUNDA SUSTITUCIÓN DE 50% M.G.R.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)**

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

UBICACIÓN : Abancay

DISTRITO : Abancay

PROVINCIA : Abancay

DEPARTAMENTO : Apurímac

SOLICITADO POR : Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP : Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

SEGUNDA SUSTITUCIÓN 50% M.G.R

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-l)	ESFUERZO (kg/cm ²)	DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	AREA	MOLDEO	ROTURA						
1	M. 50% M.G.R. (1/12)	30	15.17	180.74	04/11/2021	11/11/2021	7	29475	163.08	210	77.7	CORTE
2	M. 50% M.G.R. (2/12)	30	15.09	178.84	04/11/2021	11/11/2021	7	30339	169.64	210	80.8	CORTE
3	M. 50% M.G.R. (3/12)	30	15.12	179.55	04/11/2021	11/11/2021	7	30121	167.75	210	79.9	CORTE
4	M. 50% M.G.R. (4/12)	30	15.10	178.96	04/11/2021	18/11/2021	14	42148	235.52	210	112.2	CORTE
5	M. 50% M.G.R. (5/12)	30	15.19	181.22	04/11/2021	18/11/2021	14	42489	234.46	210	111.6	CORTE
6	M. 50% M.G.R. (6/12)	30	15.22	181.82	04/11/2021	18/11/2021	14	41931	230.62	210	109.8	CORTE
7	M. 50% M.G.R. (7/12)	30	15.11	179.32	04/11/2021	25/11/2021	21	46692	260.39	210	124.0	CORTE
8	M. 50% M.G.R. (8/12)	30	15.18	180.98	04/11/2021	25/11/2021	21	47285	261.27	210	124.4	CORTE
9	M. 50% M.G.R. (9/12)	30	15.20	181.34	04/11/2021	25/11/2021	21	47868	263.97	210	125.7	CORTE
10	M. 50% M.G.R. (10/12)	30	15.05	177.90	04/11/2021	02/12/2021	28	49483	278.16	210	132.5	CORTE
11	M. 50% M.G.R. (11/12)	30	15.15	180.27	04/11/2021	02/12/2021	28	49791	276.21	210	131.5	CORTE
12	M. 50% M.G.R. (12/12)	30	15.13	179.67	04/11/2021	02/12/2021	28	48910	272.22	210	129.6	CORTE

Abancay, Diciembre del 2021



Saul Jose Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



• ROTURA DE TERCERA SUSTITUCIÓN DE 75% M.G.R.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210$ kg/cm²- Abancay 2021"

UBICACIÓN : Abancay

DISTRITO : Abancay

PROVINCIA : Abancay

DEPARTAMENTO : Apurimac

SOLICITADO POR : Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP : Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

TERCERA SUSTITUCIÓN 75% M.G.R

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	AREA	MOLDEO	ROTURA						
1	M. 75% M.G.R. (1/12)	30	15.20	181.46	05/11/2021	12/11/2021	7	29961	165.11	210	78.6	CORTE
2	M. 75% M.G.R. (2/12)	30	15.21	181.58	05/11/2021	12/11/2021	7	28392	156.36	210	74.5	CORTE
3	M. 75% M.G.R. (3/12)	30	15.27	183.01	05/11/2021	12/11/2021	7	28362	154.97	210	73.8	CORTE
4	M. 75% M.G.R. (4/12)	30	15.26	182.89	05/11/2021	19/11/2021	14	40993	224.14	210	106.7	CORTE
5	M. 75% M.G.R. (5/12)	30	15.24	182.30	05/11/2021	19/11/2021	14	40402	221.63	210	105.5	CORTE
6	M. 75% M.G.R. (6/12)	30	15.27	183.01	05/11/2021	19/11/2021	14	41283	225.57	210	107.4	CORTE
7	M. 75% M.G.R. (7/12)	30	15.26	182.77	05/11/2021	26/11/2021	21	44430	243.09	210	115.8	CORTE
8	M. 75% M.G.R. (8/12)	30	15.12	179.55	05/11/2021	26/11/2021	21	44639	248.61	210	118.4	CORTE
9	M. 75% M.G.R. (9/12)	30	15.25	182.53	05/11/2021	26/11/2021	21	43438	237.97	210	113.3	CORTE
10	M. 75% M.G.R. (10/12)	30	15.23	182.06	05/11/2021	03/12/2021	28	46665	256.32	210	122.1	CORTE
11	M. 75% M.G.R. (11/12)	30	15.18	180.98	05/11/2021	03/12/2021	28	45808	253.11	210	120.5	CORTE
12	M. 75% M.G.R. (12/12)	30	15.13	179.67	05/11/2021	03/12/2021	28	45258	251.89	210	119.9	CORTE

Abancay, Diciembre del 2021



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



RESULTADO DE ROTURA DE VIGAS DE CONCRETO

INFORME TECNICO N° 274 - 2021

PROYECTO:

"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2-ABANCAY 2021"



SOLICITANTE : BACH. ANGHELY LUZ MEDINA MONTALVO

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN : Lugar : ABANCAY
Distrito : ABANCAY
Provincia : ABANCAY
Departamento : APURIMAC



FFX
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

DICIEMBRE DEL 2021

• ROTURA DE MUESTRA PATRON:

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS
DE CONCRETO (NTP 339.078)**

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

UBICACIÓN: Abancay

DISTRITO: Abancay

PROVINCIA: Abancay

DEPARTAMENTO: Apurímac

SOLICITADO POR: Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP: Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

MUESTRA PATRON

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		L	H	A	MOLDEO	ROTURA					
1	M. Patron (1/12)	53.6	15.21	15.32	19/10/2021	26/10/2021	7	3447	43.77	210	TERCIO CENTRAL
2	M. Patron (2/12)	53.62	15.20	15.29	19/10/2021	26/10/2021	7	3253	41.44	210	TERCIO CENTRAL
3	M. Patron (3/12)	54.39	15.22	15.31	19/10/2021	26/10/2021	7	3426	43.47	210	TERCIO CENTRAL
4	M. Patron (4/12)	54.42	15.24	15.33	19/10/2021	02/11/2021	14	3803	48.06	210	TERCIO CENTRAL
5	M. Patron (5/12)	54.409	15.21	15.30	19/10/2021	02/11/2021	14	3747	47.64	210	TERCIO CENTRAL
6	M. Patron (6/12)	54.44	15.23	15.31	19/10/2021	02/11/2021	14	3730	47.27	210	TERCIO CENTRAL
7	M. Patron (7/12)	53.64	15.19	15.30	19/10/2021	09/11/2021	21	3830	48.82	210	TERCIO CENTRAL
8	M. Patron (8/12)	53.61	15.22	15.34	19/10/2021	09/11/2021	21	3894	49.31	210	TERCIO CENTRAL
9	M. Patron (9/12)	54.41	15.25	15.32	19/10/2021	09/11/2021	21	3976	50.22	210	TERCIO CENTRAL
10	M. Patron (10/12)	54.4	15.19	15.31	19/10/2021	16/11/2021	28	3962	50.48	210	TERCIO CENTRAL
11	M. Patron (11/12)	54.42	15.22	15.33	19/10/2021	16/11/2021	28	3998	50.66	210	TERCIO CENTRAL
12	M. Patron (12/12)	54.43	15.23	15.32	19/10/2021	16/11/2021	28	3899	49.38	210	TERCIO CENTRAL

Abancay, Diciembre del 2021



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



- ROTURA DE LA PRIMERA SUSTITUCIÓN DE 25% M.G.R.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO (NTP 339.078)

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210$ kg/cm²- Abancay 2021"

UBICACIÓN: Abancay

DISTRITO: Abancay

PROVINCIA: Abancay

DEPARTAMENTO: Apurímac

SOLICITADO POR: Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP: Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

PRIMERA SUSTITUCIÓN 25% M.G.R

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		L	H	A	MOLDEO	ROTURA					
1	M. 25% M.G.R. (1/12)	54.42	15.21	15.32	20/10/2021	27/10/2021	7	2908	36.92	210	TERCIO CENTRAL
2	M. 25% M.G.R. (2/12)	54.39	15.19	15.34	20/10/2021	27/10/2021	7	3913	49.75	210	TERCIO CENTRAL
3	M. 25% M.G.R. (3/12)	53.63	15.22	15.33	20/10/2021	27/10/2021	7	2871	36.38	210	TERCIO CENTRAL
4	M. 25% M.G.R. (4/12)	53.62	15.20	15.31	20/10/2021	03/11/2021	14	3486	44.35	210	TERCIO CENTRAL
5	M. 25% M.G.R. (5/12)	54.41	15.22	15.30	20/10/2021	03/11/2021	14	3569	45.31	210	TERCIO CENTRAL
6	M. 25% M.G.R. (6/12)	54.43	15.24	15.32	20/10/2021	03/11/2021	14	3423	43.29	210	TERCIO CENTRAL
7	M. 25% M.G.R. (7/12)	53.59	15.21	15.34	20/10/2021	10/11/2021	21	3760	47.68	210	TERCIO CENTRAL
8	M. 25% M.G.R. (8/12)	53.6	15.19	15.30	20/10/2021	10/11/2021	21	3711	47.30	210	TERCIO CENTRAL
9	M. 25% M.G.R. (9/12)	54.42	15.23	15.31	20/10/2021	10/11/2021	21	3616	45.82	210	TERCIO CENTRAL
10	M. 25% M.G.R. (10/12)	54.4	15.20	15.32	20/10/2021	17/11/2021	28	3867	49.16	210	TERCIO CENTRAL
11	M. 25% M.G.R. (11/12)	54.43	15.22	15.34	20/10/2021	17/11/2021	28	3897	49.35	210	TERCIO CENTRAL
12	M. 25% M.G.R. (12/12)	54.41	15.21	15.30	20/10/2021	17/11/2021	28	3947	50.18	210	TERCIO CENTRAL

Abancay, Diciembre del 2021



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



• ROTURA DE SEGUNDA SUSTITUCIÓN DE 50% M.G.R.

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS
DE CONCRETO (NTP 339.078)**

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210$ kg/cm²- Abancay 2021"

UBICACIÓN: Abancay

DISTRITO: Abancay

PROVINCIA: Abancay

DEPARTAMENTO: Apurímac

SOLICITADO POR: Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP: Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

SEGUNDA SUSTITUCIÓN 50% M.G.R

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		L	H	A	MOLDEO	ROTURA					
1	M. 50% M.G.R. (1/12)	54.44	15.21	15.29	04/11/2021	11/11/2021	7	2758	35.09	210	TERCIO CENTRAL
2	M. 50% M.G.R. (2/12)	54.42	15.23	15.33	04/11/2021	11/11/2021	7	2803	35.47	210	TERCIO CENTRAL
3	M. 50% M.G.R. (3/12)	53.6	15.22	15.30	04/11/2021	11/11/2021	7	2774	35.22	210	TERCIO CENTRAL
4	M. 50% M.G.R. (4/12)	54.43	15.21	15.34	04/11/2021	18/11/2021	14	3192	40.48	210	TERCIO CENTRAL
5	M. 50% M.G.R. (5/12)	54.41	15.23	15.29	04/11/2021	18/11/2021	14	3204	40.65	210	TERCIO CENTRAL
6	M. 50% M.G.R. (6/12)	54.4	15.19	15.31	04/11/2021	18/11/2021	14	3018	38.45	210	TERCIO CENTRAL
7	M. 50% M.G.R. (7/12)	53.62	15.22	15.33	04/11/2021	25/11/2021	21	3493	44.26	210	TERCIO CENTRAL
8	M. 50% M.G.R. (8/12)	54.43	15.21	15.30	04/11/2021	25/11/2021	21	3403	43.26	210	TERCIO CENTRAL
9	M. 50% M.G.R. (9/12)	54.42	15.24	15.32	04/11/2021	25/11/2021	21	3500	44.26	210	TERCIO CENTRAL
10	M. 50% M.G.R. (10/12)	54.45	15.23	15.31	04/11/2021	02/12/2021	28	3620	45.87	210	TERCIO CENTRAL
11	M. 50% M.G.R. (11/12)	53.62	15.20	15.32	04/11/2021	02/12/2021	28	3711	47.18	210	TERCIO CENTRAL
12	M. 50% M.G.R. (12/12)	53.61	15.21	15.33	04/11/2021	02/12/2021	28	3722	47.23	210	TERCIO CENTRAL

Abancay, Diciembre del 2021



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



• ROTURA DE TERCERA SUSTITUCIÓN DE 75% M.G.R.

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS
DE CONCRETO (NTP 339.078)**

PROYECTO: "Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Abancay 2021"

UBICACIÓN: Abancay

DISTRITO: Abancay

PROVINCIA: Abancay

DEPARTAMENTO: Apurímac

SOLICITADO POR: Bach. Anghely Luz Medina Montalvo

PROFESIONAL RESP: Ing. Saúl J. Chipa Cahuana

TERCERA SUSTITUCIÓN 75% M.G.R

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
		L	H	A	MOLDEO	ROTURA					
1	M. 75% M.G.R. (1/12)	54.41	15.22	15.31	05/11/2021	12/11/2021	7	2821	35.79	210	TERCIO CENTRAL
2	M. 75% M.G.R. (2/12)	54.43	15.23	15.30	05/11/2021	12/11/2021	7	2702	34.26	210	TERCIO CENTRAL
3	M. 75% M.G.R. (3/12)	54.44	15.21	15.32	05/11/2021	12/11/2021	7	2861	36.33	210	TERCIO CENTRAL
4	M. 75% M.G.R. (4/12)	53.62	15.20	15.29	05/11/2021	19/11/2021	14	2976	37.91	210	TERCIO CENTRAL
5	M. 75% M.G.R. (5/12)	54.41	15.24	15.32	05/11/2021	19/11/2021	14	3056	38.65	210	TERCIO CENTRAL
6	M. 75% M.G.R. (6/12)	53.62	15.22	15.33	05/11/2021	19/11/2021	14	2865	36.30	210	TERCIO CENTRAL
7	M. 75% M.G.R. (7/12)	53.63	15.21	15.34	05/11/2021	26/11/2021	21	3162	40.10	210	TERCIO CENTRAL
8	M. 75% M.G.R. (8/12)	53.65	15.24	15.29	05/11/2021	26/11/2021	21	3198	40.52	210	TERCIO CENTRAL
9	M. 75% M.G.R. (9/12)	54.44	15.19	15.31	05/11/2021	26/11/2021	21	3067	39.32	210	TERCIO CENTRAL
10	M. 75% M.G.R. (10/12)	54.42	15.21	15.30	05/11/2021	03/12/2021	28	3509	44.61	210	TERCIO CENTRAL
11	M. 75% M.G.R. (11/12)	54.4	15.19	15.31	05/11/2021	03/12/2021	28	3408	43.41	210	TERCIO CENTRAL
12	M. 75% M.G.R. (12/12)	54.41	15.19	15.29	05/11/2021	03/12/2021	28	3480	44.39	210	TERCIO CENTRAL




Abancay, Diciembre del 2021



Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



Anexo 5: Certificados de calibración

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0141-018-2021	Página 1 de 5
Arsou Group Laboratorio de Metrología			
Fecha de emisión	2021/01/30	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>	
Solicitante	CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO		
Dirección	PRO.ARICA NRO. SN (EQUINA CTDO PUERTA ROJA,FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY		
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO		
Identificación	0141-018-2021		
Marca	ARSOU		
Modelo	HR701		
Serie	400215		
Cámara	85 Litros		
Ventilación	NATURAL		
Pirómetro	THOLZ		
Modelo	NO INDICA		
Procedencia	PERÚ		
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP		
Fecha de calibración	2021/01/30		
Método/Procedimiento de calibración - SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.			
			
		 ARSOU GROUP S.A.C Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica METROLOGÍA	
ARSOU GROUP S.A.C. Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com www.arsougroup.com			



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2021

Página 2 de 5

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.1	110.8	110.5	111.0	110.1	110.7	110.4	111.0	110.6	110.0	110.5	1.0
00:02	110	110.2	111.0	110.9	110.2	110.0	111.0	110.1	110.1	110.9	111.0	110.5	1.0
00:04	110	110.4	110.4	110.3	110.4	110.2	110.8	110.4	110.7	110.3	110.7	110.5	0.6
00:06	110	110.1	110.6	110.8	110.6	110.8	110.1	110.2	110.3	110.8	110.0	110.4	0.8
00:08	110	110.9	110.6	110.5	110.4	110.5	110.9	110.5	111.0	110.7	110.4	110.6	0.6
00:10	110	110.9	110.7	110.5	110.3	110.5	110.6	110.2	110.3	110.9	110.8	110.6	0.7
00:12	110	110.2	110.3	110.3	111.0	110.7	110.7	110.1	110.0	110.9	110.6	110.5	1.0
00:14	110	110.9	110.6	110.2	110.9	110.6	110.9	110.1	110.7	110.9	110.3	110.6	0.8
00:16	110	110.3	110.7	110.3	110.9	110.6	111.0	110.5	110.2	110.3	110.3	110.5	0.8
00:18	110	110.8	110.9	111.0	110.6	110.2	110.9	110.1	110.7	110.3	110.7	110.6	0.9
00:20	110	110.6	110.9	110.8	110.7	110.7	110.5	110.0	110.7	110.2	111.0	110.6	1.0
00:22	110	110.4	110.9	111.0	110.2	110.2	110.1	110.2	110.6	110.6	110.5	110.5	0.9
00:24	110	110.1	110.0	110.4	110.8	110.4	110.2	110.6	111.0	111.0	110.8	110.5	1.0
00:26	110	110.0	110.3	110.7	110.4	110.6	110.6	110.4	110.6	110.3	110.2	110.4	0.7
00:28	110	110.6	110.6	110.4	110.9	110.4	110.7	110.0	110.7	110.4	110.8	110.6	0.9
00:30	110	110.8	111.0	110.5	110.9	110.2	110.2	110.9	111.0	110.8	110.3	110.7	0.8
00:32	110	110.3	110.5	110.9	110.1	110.3	110.9	110.7	111.0	110.8	110.4	110.6	0.9
00:34	110	110.0	110.2	111.0	110.9	110.5	110.6	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.5	111.0	110.7	110.5	110.8	110.2	110.2	110.4	110.6	0.8
00:38	110	111.0	110.0	110.9	110.9	110.4	110.8	110.5	111.0	110.0	110.7	110.6	1.0
00:40	110	110.8	110.8	110.2	110.9	110.6	110.9	110.7	110.0	110.7	110.2	110.6	0.9
00:42	110	110.8	110.9	110.3	110.7	111.0	110.5	110.3	110.8	110.2	110.7	110.6	0.8
00:44	110	110.0	110.5	111.0	110.4	110.5	110.5	110.8	110.8	110.5	110.7	110.6	1.0
00:46	110	111.0	110.1	111.0	110.6	110.9	110.7	110.3	110.9	110.4	110.5	110.6	0.9
00:48	110	110.6	110.2	110.5	110.1	111.0	110.2	110.8	110.4	110.6	110.1	110.5	0.9
00:50	110	110.9	110.9	110.7	110.4	110.4	110.2	110.1	110.1	110.2	110.8	110.5	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.6	110.6	110.6	110.5	110.6	110.4	110.6	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.2	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

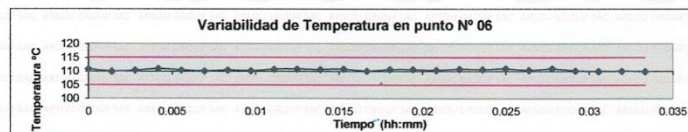
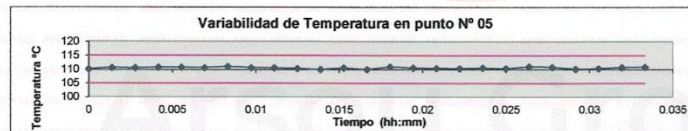
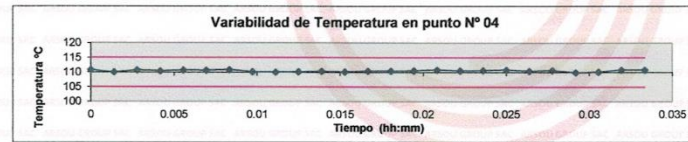
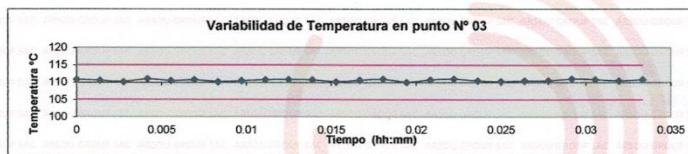
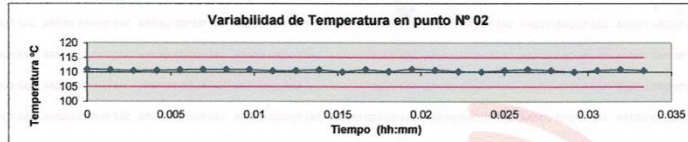
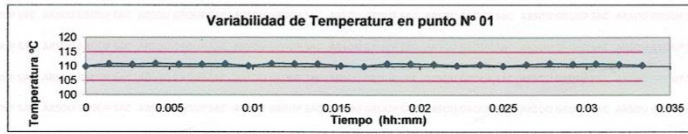
ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

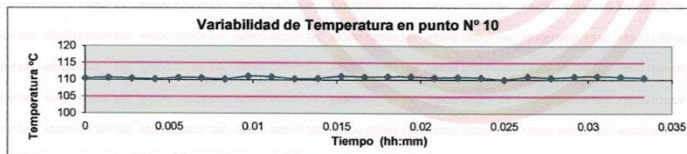
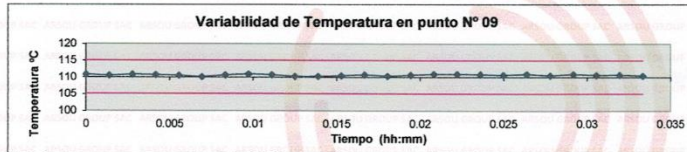
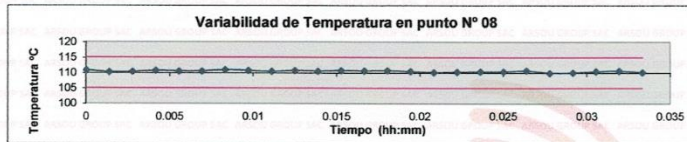
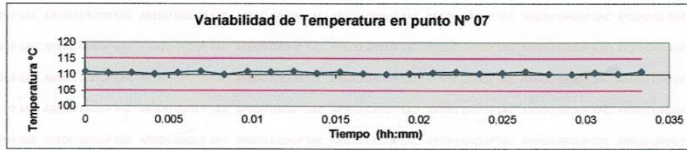
ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo BARRERA
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2021

Página 4 de 5

Arso Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carica
METROLOGÍA

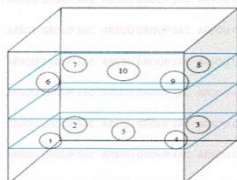


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2021

Página 5 de 5

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

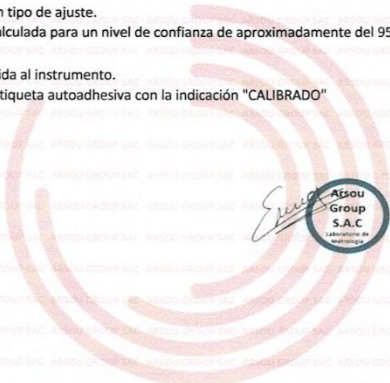
GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Caralca
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 007-2021 PLF

Página: 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-01-07

- 1. SOLICITANTE** : CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO
- DIRECCIÓN** : PRO. ARICA NRO. SN APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MAQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO A COMPRESIÓN
- FABRICANTE** : PINZUAR LTDA
- MODELO** : PC - 42
- NÚMERO DE SERIE** : 449
- IDENTIFICACIÓN** : NO INDICA
- CARGA MÁXIMA (Fn)** : 1000 KN
- UBICACIÓN** : NO INDICA
- FECHA DE CALIBRACIÓN** : 2021-01-07
- 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

La calibración de la carga aplicada se realiza mediante comparación directa entre una celda de carga patrón y la celda de carga del instrumento.




Harold Jackson Orihuela Chipana
 Responsable del Laboratorio de Metrología




Aaron Soriano Huerta
 Técnico del Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú
 peru.laboratorio@pinzuar.com.co | peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 007-2021 PLF

Página 2 de 3

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ
 Calle Ricardo palma 998 Urb. San Joaquín Bellavista - Callao

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final	
Temperatura	20,2	20,1	°C
H. R.	71,4	71,5	%

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de PINZUAR LTDA.	Celda de Carga	No. 6569

7. OBSERVACIONES

En el presente Certificado de calibración se le adjunta una etiqueta que indica CALIBRADO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú
 peru.laboratorio@pinzuar.com.co | peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 007-2021 PLF
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Página 3 de 3

CALIBRACIÓN DE LA CARGA APLICADA

Indicación Máquina (kN)	Promedio Mediciones (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
100,0	99,93	-0,07	0,10
200,0	200,07	0,07	0,04
300,0	299,90	-0,10	0,07
400,0	399,83	-0,17	0,04
500,0	500,13	0,13	0,04
600,0	600,03	0,03	0,08
700,0	700,07	0,07	0,04
800,0	799,97	-0,03	0,04
900,0	900,07	0,07	0,04
1000,0	1000,10	0,10	0,07

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

 Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú
 peru.laboratorio@pinzuar.com.co | peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 041 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 1 de 3

1. Expediente	200921	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.	
3. Dirección	Pro. Arica N° s/n, Abancay - Abancay - APURIMAC	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Fabricante	A&A INSTRUMENTS	
Número de Serie	170512	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	9999 VUELTAS	
Div. de escala / Resolución	1 VUELTA	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2020-08-18	
6. Lugar de calibración	Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C. Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima	

Fecha de Emisión

2020-08-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



 JUAN C. QUISPE MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
 RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 041 - 2020***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM INACAL, tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,6 °C	20,2 °C
Presión Atmosférica	73 %	73 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Generador de Formas de Ondas Tektronix AFG3102	TACÓMETRO DIGITAL Exactitud de 0,02% de la lectura	INACAL/DM LTF-C-082-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE INACAL / DM	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,1 mm.	INACAL / DM LLA-052-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. MT-LM-177-2018

10. Resultados

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
0	0	0	0	0
60	31	32	32	32
120	63	63	63	31
180	95	95	95	32
240	126	126	126	31
300	158	158	158	32
360	190	190	190	32
420	221	221	221	31
480	253	253	253	32
540	284	285	285	32
600	316	316	316	31
660	348	348	348	32
720	379	378	378	30
780	411	411	411	33
840	442	442	442	31
900	474	474	474	32

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037190

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 041 - 2020

Página 3 de 3

Características de las esferas		
Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,69	417,3
2	46,69	417,4
3	46,68	417,1
4	46,68	417,5
5	46,69	417,5
6	46,67	417,0
7	46,64	416,9
8	46,67	417,3
9	46,68	417,2
10	46,69	417,1
11	46,67	417,3
12	46,66	416,9

Características del tambor del equipo	
Diámetro Interior	710 mm
Longitud Interior	518 mm

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g, el diámetro debe estar entre 46,00 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.



Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicax.com
ventas@metrologiatecnicax.com
calidad@metrologiatecnicax.com
WEB: www.metrologiatecnicax.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 220-024-2020

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/07/20
Solicitante **CONTROL DE CALIDAD ALMATHO E.I.R.L.**
Dirección PROGRESO NRO. 167 SAN GREGORIO - LIMA - ATE

Instrumento de medición BALANZA

Identificación 220-024-2020
Intervalo de indicación 0 g a 30000 g
División de escala Resolución 1 g
División de verificación (e) 1 g
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante OHAUS
Modelo R21PE30ZH
N° de serie 8349380656
Procedencia USA

Ubicación LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.
Lugar de calibración ASOC. DE VIV. LAS FLORES DE SAN DIEGO MZ C LOTE 01 - SAN MARTIN DE PORRES

Fecha de calibración 2020/07/20

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOP, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 220-024-2020

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,5 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250 g			Carga L1= 500 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1500.0	0	0	30000	0	0
2	1500.0	0	0	30000	0	0
3	1500.0	0	0	30000	0	0
4	1500.0	0	0	30000	0	0
5	1500.0	0	0	30000	0	0
6	1500.0	0	0	30000	0	0
7	1500.0	0	0	30000	0	0
8	1500.0	0	0	30000	0	0
9	1500.0	0	0	30000	0	0
10	1500.0	0	0	30000	0	0
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
1500	0		1			
30000	0		3			



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 220-024-2020

Página 3 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
1	1	1	0	0	500	500	0	0	0
2		1	0	0		500	0	0	0
3		1	0	0		500	0	0	0
4		1	0	0		500	0	0	0
5		1	0	0		500	0	0	0

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
1	1.0	0	0	0	1.0	0	0	0	1
10	10.0	0	0	0	10.0	0	0	0	1
50	50.0	0	0	0	50.0	0	0	0	1
100	100.0	0	0	0	100.0	0	0	0	1
500	500.0	0	0	0	500.0	0	0	0	1
1000	1000.0	0	0	0	1000.0	0	0	0	1
5000	5000.0	0	0	0	5000.0	0	0	0	1
10000	10000.0	0	0	0	10000.0	0	0	0	1
15000	15000.0	0	0	0	15000.0	0	0	0	3
20000	20000.0	0	0	0	20000.0	0	0	0	3
30000	30000.0	0	0	0	30000.0	0	0	0	3

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL : Carga Incrementada

E: Error encontrado

E_0 : Error en cero

E_c : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS