

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $F'C= 210$
KG/CM², con la adición de Sílice en diferentes edades y porcentajes -
Pasco – 2022**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autor:

Bach. Jesús Aurelio MUÑASQUI SALCEDO

Asesor:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $F'C= 210$
KG/CM², con la adición de Sílice en diferentes edades y porcentajes -
Pasco – 2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

PRESIDENTE

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA

MIEMBRO

DEDICATORIA

Para FORTUNATO MUÑASQUI MEZA Y MERCEDES SALCEDO GALLO mis inolvidables padres que se encuentran al lado de Dios; por haber confiado en su hijo Jesus Aurelio, además a mis hermanos Valentin y Romulo que también se encuentran al lado de mis padres y a mi hermana Regina que está a mi lado por haberme guiado para emprender en el camino hacia mi consagración educativa como profesional para servir a la sociedad peruana.

AGRADECIMIENTO

A esta casa superior de estudios la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y a toda su plana docente por haberme preparado para mi buen desempeño profesional y a la plana administrativa por haberme prestado las facilidades del caso para realizar mi gestión en la obtención de mi Título profesional como Ingeniero Civil en la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil y que lo considero como parte de mi participación diaria encaminado a los estudios y de investigación en esta prestigiosa Institución Estatal.

RESUMEN

El concreto como material de construcción ha adquirido una gran importancia en los últimos años debido a su gran resistencia debido a que es uno de los productos más usados en el Perú y en la ciudad de Cerro de Pasco que no es exenta de ello. En el distrito de Yanacancha las construcciones de viviendas existentes usan los concretos cuyos agregados provienen de la cantera Sacrafamilia. Teniendo como antecedente los estudios anteriores han demostrado que concretos elaborados con estos agregados no logran alcanzar las resistencias de diseño requeridos y a esto se suma la falta de conocimiento técnico de gran parte de la población. Por los que esta investigación propone una alternativa de solución al problema, incrementando la resistencia a la compresión del concreto mediante la adición de la arena sílice para alcanzar las resistencias de diseño.

El presente trabajo de investigación se desarrolló con el método experimental cuyo objetivo es evaluar el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con los agregados de la cantera de Sacrafamilia y con la adición de la arena sílice de la cantera de la localidad de Goyllarisquizga.

La presente investigación está orientada para lograr un concreto con resistencia de diseño de $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con la adición de sílice al 5%, 10% y 15% de sílice para el diseño formulado para el presente estudio que están orientados para lograr un concreto con resistencia de diseño $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con la adición al 5%, 10% y 15% de sílice para el diseño formulado. Los ensayos se realizaron a los 3, 7 y 28 días lográndose resistencias a la compresión que alcanzan lo requerido en el diseño establecidas en las normas A.C.I.

Palabra clave: Adición de sílice, Resistencia a la compresión, Especímen probeta.

ABSTRACT

Concrete as a building material has acquired great importance in recent years due to its great strength because it is one of the most widely used products in Peru and in the city of Cerro de Pasco, which is not exempt from it. In the Yanacancha district, existing housing constructions use concretes whose aggregates come from the Sacrafamilia quarry. Previous studies have shown that concretes made with these aggregates do not achieve the required design strengths and to this is added the lack of technical knowledge of a large part of the population. Therefore, this research proposes an alternative solution to the problem, increasing the compressive strength of the concrete by adding silica sand to achieve the design strengths.

The present research work was developed with the experimental method whose objective is to evaluate the compressive strength behavior of concrete prepared with aggregates from the Sacrafamilia quarry and with the addition of silica sand from the quarry in Goyllarisquizga.

This research is aimed at achieving a concrete with design strength of $F'C = 210$ Kg/cm², with the addition of 5%, 10% and 15% silica for the design formulated for this study, which are aimed at achieving a concrete with design strength $F'C = 210$ Kg/cm², with the addition of 5%, 10% and 15% silica for the design formulated. The tests were carried out at 3, 7 and 28 days, achieving compressive strengths that reached the design requirements established by the A. C. I. standards.

Keywords: Addition of silica, Compression resistance, specimens.

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años en nuestra ciudad del Cerro de Pasco se tiene un crecimiento acelerado en su expansión urbana y a través de ello podemos observar las infraestructuras y otros componentes vinculados con la industria de la construcción en donde el concreto con los materiales de las que este compuesto son las más utilizados dejando de lado al material de tierra preparada con pajas llamado tapial que antiguamente es la que más se utilizaban para la construcción de sus viviendas los antiguos pobladores.

El concreto es el compuesto cuyos materiales de construcción como los agregados y las aguas son recursos naturales de nuestra región de Pasco y el cemento es de la localidad de Tarma, los agregados finos y gruesos de Sacrafamilia y el agregado fino de las que vamos a utilizar como aditivo viene a ser la arena sílice de Goyllarisquizga que existe lo suficiente en las tres provincias: Oxapampa, Daniel Alcides Carrión y Pasco más el agua que es de buena calidad en esta zona altoandina.

Con los recursos naturales que constituyen las materias primas con las que contamos como las rocas carbonatadas, las rocas silíceas y demás minerales como es el fierro ya estos constituyen los ingredientes usados actualmente para la fabricación del cemento y del concreto, con todo esto podemos orientar nuestra región Pasco hacia el desarrollo sostenible y sustentable con una producción racional en cuanto a la industria de la construcción que cada día se va incrementando debido al crecimiento poblacional teniendo siempre presente el cuidado de nuestro medio ambiente.

Las poblaciones de los Distritos de Chaupimarca y Yanacancha que cuentan con bajos ingresos económicos son las razones por las que se prefieren las canteras de Sacrafamilia y que más en esta oportunidad empleando la arena sílice de Goyllarisquizga

ya que estas pueden mantener los costos de producción de los agregados por sus buenas características, propiedades y cumplen con las normas técnicas peruanas.

Las procedencias de las rocas de las que provienen los agregados y que dependen del tipo de formación geológica y de la ubicación actual de las canteras, esto nos hacen conocer del tipo de rocas que fueron sedimentadas.

Con el presente trabajo de investigación el objetivo es mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'_{C} = 210 \text{ Kg/cm}^2$ dentro del ámbito espacial del proyecto ya que los agregados es uno de componentes más importantes para la construcción de las viviendas de los sectores más pobres que se afianza en el proceso de desarrollo y promueven nuevas tecnologías constructivas.

Con el mayor consumo de los agregados de las canteras de Sacrafamilia y Goyllarisquizga se fomentaría el uso de la nanotecnología para otorgar mayor valor agregado al concreto repotenciando el uso de los agregados en el ámbito de influencia del proyecto, teniendo en consideración los nanomateriales de la sílice que presentan nuevas propiedades mecánicas, físicas y químicas. La concepción de estos materiales a partir de la manipulación en la escala nano va ampliar las posibilidades científicas, dando lugar para la construcción de estructuras más complejas y las innovaciones con nuevas funcionalidades y propiedades especiales en las construcciones.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRAFICOS

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.	2
1.2.1.	Delimitación Geográfica.	2
1.3.	Formulación del problema.	4
1.3.1.	Problema general	5
1.3.2.	Problemas específicos.	5
1.4.	Formulación de objetivos.	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos.	6
1.5.	Justificación de la investigación.	6
1.5.1.	Justificación metodológica.	6
1.5.2.	Justificación Social.	6
1.5.3.	Justificación Ambiental.	7
1.6.	Limitaciones de la investigación.	7

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	9
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	25
2.2.1.	Rocas – Piedras.....	25
2.2.2.	Cantera.....	30
2.2.3.	Agregados Gruesos.....	31
2.2.4.	Agregados Finos.....	41
2.2.5.	Cemento.....	51
2.2.6.	Agua.....	53
2.3.	Definición de términos básicos.....	60
2.3.1.	Agregado.....	60
2.3.2.	Agregado denominado hormigón.....	60
2.3.3.	Agregado fino.....	60
2.3.4.	Agregado grueso.....	60
2.3.5.	Arena.....	60
2.3.6.	Cemento Portland.....	60
2.3.7.	Concreto.....	61
2.3.8.	Concreto estructural.....	61
2.3.9.	Fraguado.....	61
2.3.10.	Grava.....	61
2.3.11.	Piedra triturada o chancada.....	61
2.4.	Formulación de hipótesis.....	61
2.4.1.	Hipótesis general.....	61
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	62
2.5.	Identificación de las variables.....	62
2.5.1.	Variables independientes.....	62
2.5.2.	Variables dependientes.....	62
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	63

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	65
3.2.	Nivel de investigación:	65
3.3.	Métodos de investigación.	65
3.4.	Diseño de investigación.....	66
3.5.	Población y muestra.....	67
	3.5.1. Población.	67
	3.4.2. Muestra.	67
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	69
	3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	70
	3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.	71
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	72
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	75
	3.8.1. Ejecución de la investigación.	75
3.9.	Tratamiento estadístico.....	76
3.10.	Orientación ética filosófica y epistemica.....	76

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	77
	4.1.1. Descripción del proyecto	77
	4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.	77
	4.1.3. Ejecución de la investigación a nivel experimental.....	83
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	84
	4.2.1. Preparación y ensayo de materiales para el concreto.	84
	4.2.2. Propiedades físicas de los agregados gruesos, finos y sílice.	92
	4.2.3. Especificaciones Técnicas del Cemento.	115
	4.2.4. Especificaciones Técnicas del Agua.....	116
	4.2.5. Diseño de Mezcla para Concreto:.....	116
	4.2.6. Preparación y Ensayo del Concreto Experimental:	129

4.3.	Prueba de Hipótesis	151
4.3.1.	Parametros del concreto $F'c= 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con adición de sílice.....	151
4.3.2.	Comportamiento del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de sílice en diferentes dosificaciones.....	152
4.3.3.	Resumen general de los Resultados logrados	156
4.4.	Discusión de resultados	157
4.4.1.	De los parámetros técnicos de dosificación	157
4.4.2.	De la adición de la arena sílice	158
4.4.3.	De la comparación de los ensayos de resistencia	159
4.4.4.	De los resultados de las edades y de los porcentajes	160
4.4.5.	De los resultados obtenidos para la industria de la construcción en el Perú	160

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Granulometría de tamices normalizados y tamaño normal	40
Tabla 2. Clasificación de las Partículas de Agregado Fino	42
Tabla 3. Características de las arenas recomendadas por la AFS.....	45
Tabla 4. Tabla Granulométrica del agregado fino – NTP 400.012	47
Tabla 5. Cemento Portland clasificados según Norma ASTM C150.....	56
Tabla 6. Operacionalización de Variable Independiente.....	63
Tabla 7. Operacionalización de Variable Dependiente	64
Tabla 8. Diseño experimental 1	68
Tabla 9. Diseño experimental 2	68
Tabla 10. Diseño experimental 3	69
Tabla 11. Granulometría para elaborar el Concreto	94
Tabla 12. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	96
Tabla 13. Peso unitario suelto del agregado grueso	98
Tabla 14. Peso unitario compactado del agregado grueso.....	99
Tabla 15. Humedad del agregado grueso	100
Tabla 16. Ensayo granulométrico del agregado fino	102
Tabla 17. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino	105
Tabla 18. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino	107
Tabla 19. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino	108
Tabla 20. Humedad del agregado grueso	110
Tabla 21. Análisis Granulométrico por Tamizado de Arenas Silíceas.....	111
Tabla 22. Características de la Arena estudiada	112
Tabla 23. Granometría Arena Silícea	114

Tabla 24. Características físicas de la Arena Sílice	115
Tabla 25. Tamaño Máximo	119
Tabla 26. Tamaño Máximo Nominal	119
Tabla 27. Consistencia y Asentamiento	121
Tabla 28. Resistencia a la compresión promedio	122
Tabla 29. Contenido de Aire Atrapado.....	123
Tabla 30. Asentamiento y agua para tamaños máximos nominales	124
Tabla 31. Relación agua/cemento por resistencia	124
Tabla 32. Peso del Agregado Grueso por Unidad del Volumen del Concreto.....	126
Tabla 33. Proporciones Diseño de Mezcla de concreto $F'c= 210 \text{ Kg/Cm}^2$	128
Tabla 34. Proporciones Diseño de Mezcla de concreto $F'c= 210 \text{ Kg/Cm}^2$	128
Tabla 35. Parámetro de Resistencia Mínima del Concreto	129
Tabla 36. Dosificación de Mezcla de Concreto Patrón sin Adicionar.....	130
Tabla 37. Proporción de Adición de Sílice.....	130
Tabla 38. Cantidad de Agregado Fino con 5% de Sílice en la Mezcla	130
Tabla 39. Cantidad de Agregado Fino con 10% de Sílice en la Mezcla	131
Tabla 40. Cantidad de Agregado Fino con 15% de Sílice en la Mezcla	131
Tabla 41. SLUMP de la Mezcla concreto patrón	133
Tabla 42. Slump del concreto con el 5% de sílice adicionado.	134
Tabla 43. Slump del concreto con el 10% de sílice adicionado	135
Tabla 44. Slump del concreto con el 15% de sílice adicionado	136
Tabla 45. Cuadro comparativo de las medidas logradas entre el concreto patrón, las adiciones de sílice y las probetas seleccionadas.....	137
Tabla 46. Resumen de SLUMP en pruebas de Asentamiento.....	138

Tabla 47. Resultados de la resistencia a la compresión a los 3 días de edad con el concreto patrón y las adiciones de sílice.	143
Tabla 48. Resultado de la resistencia a la compresion a los 7 dias de edad	144
Tabla 49. Resultado de la resistencia a la compresion a los 28 dias de edad	145
Tabla 50. Resultado General de la resistencia a la compresion.....	146
Tabla 51. Comparacion entre la resistencia alcanzada de la misma mezcla de concreto patron y con el 5% de silice adicionado.	147
Tabla 52. Comparacion entre la resistencia alcanzada de la misma mezcla del concreto patron y con el 10% de silice adicionado	148
Tabla 53. Comparacion entre la resistencia alcanzada de la mezcla de concreto patron y con el 15 % de silice adicionado	149
Tabla 54. Valor del tamaño máximo y nominal	151
Tabla 55. Consolidado de los parámetros del concreto patrón.....	152
Tabla 56. Resumen experimental de resistencias logradas.....	155
Tabla 57. Influencia al adicionado silice en la resistencia del concreto $F'c= 210$ Kg/cm ² , para evaluar su desempeño en diferentes usos de obras de construccion en la Region Pasco.	155

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Cuadro comparativo de las medidas logradas (ensayo del SLUMP)	137
Gráfico 2. Resumen medidas de SLUMP de acuerdo a las probetas	138
Gráfico 3. Resultados de la resistencia a la compresión a los 3 días de edad con las adiciones de sílice.....	143
Gráfico 4. Resistencia lograda con adición de Sílice a los 7 días de edad	144
Gráfico 5. Resultado de resistencia a la compresión, a los 28 días de edad.....	145
Gráfico 6. Resultado General de las resistencias a la compresión obtenidas en laboratorio.....	146
Gráfico 7. Comparacion de resistencias entre el concreto patrón con el 5% de sílice adicionado.....	147
Gráfico 8. Comparación de las resistencias entre el concreto patron y con el 15% de sílice adicionado	149
Gráfico 9. Promedio de resistencias logradas.....	153
Gráfico 10. Trabajabilidad del concreto con la prueba del SLUMP.	154
Gráfico 11. Comparacion de las resistencias a la compresión logradas en los ensayos de rotura.....	156

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y Localización satelital de la Cantera en Sacrafamilia	2
Figura 2. Ubicación y Localización geográfica de la Cantera en Sacrafamilia.....	3
Figura 3. Ubicación y Localización satelital de la Cantera Goyllarisquizga.....	4
Figura 4. Ubicación y Localización geográfica de la Cantera Goyllarisquizga	4
Figura 5. Piedra chancada de ½” y ¾”	33
Figura 6. Grava y gravilla de ½” y ¾”	34
Figura7. Hormigón	35
Figura 8. Agregado: Arena Fina	41
Figura 9. Arena gruesa de segunda.....	42
Figura10. Arena fina de cantera natural	43
Figura 11. Cantera “Sacrafamilia”.....	73
Figura 12. Cantera de Sílice “Goyllarisquizga”	74
Figura 13. Ubicación de la cantera Sacrafamilia.....	78
Figura 14. Afloramiento del Grupo Goyllarisquizga.....	83
Figura 15. Equipos de Protección Personal	86
Figura 16. Bandeja para lavado de muestras	86
Figura 17. Equipo de medición de líquidos.....	86
Figura 18. Tamices con Mallas.....	87
Figura 19. Molde y varilla de acero de medición Slump.....	87
Figura 20. Tamices y horno o estufa para secado de muestras.....	89
Figura 21. Peso de arena retenido en malla	90
Figura 22. Tamizado de arena gruesa	91
Figura 23. Agregado grueso de la cantera Sacrafamilia.....	92

Figura 24. Análisis granulométrico piedra chancada de ½”	95
Figura 25. Agregado fino cantera Sacrafamilia.....	101
Figura 26. Agregado Fino – Cantera Goyllarisquizga.....	111
Figura 27. Slump del Concreto Patrón	133
Figura 28. Slump para el 5% de Sílice	134
Figura 29. Slump para el 10% de sílice adicionado	135
Figura 30. Slump para el 15% de sílice adicionado.	136

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

Durante el proceso de la elaboración del concreto que va precedido del acopio de los agregados, el cemento y el agua que son sus componentes con sus respectivos indicadores más el tiempo que tarda para su total endurecimiento, son estos los momentos en donde se establecen la resistencia a desarrollarse mediante el diseño de mezcla de concreto por el método ACI.

Los agregados ocupan entre el 60% hasta el 80% en un metro cubico del preparado de la mezcla para el concreto, los cuales con sus propiedades mecánicas, físicas y químicas son los que formaran el desarrollo de la resistencia del concreto.

Por lo que es importante que los agregados, agua, cementos y adiciones que tengan buena calidad, libre de contaminantes como barro, limo, materias orgánicas, sustancias liquidas y acidas que conforman sulfatos ya que estos deterioran al mezclarse y que son estos los que ocasionan las rajaduras y concretos de mala calidad.

Debemos tener presente que la calidad de los agregados, cemento, agua y aditivos empleados en la elaboración del concreto dependerá también de la caracterización geológica que han incidido en su formación como arena gruesa y fina, en las canteras de Sacrafamilia y de Goyllarisquizga con la arena silíceea que son de buena calidad que solo deben realizarse un buen manejo durante sus etapas de explotación y lavado de estos componentes del concreto, por lo que se debe tener en cuenta las normas NTP y ASTM. Se establecen criterios claves para desarrollar el proceso de identificación del problema y en la caracterización se hacen especificaciones para una apropiada descripción, formulación, análisis de factibilidad, justificación y delimitación del problema de investigación de utilidad para la tesis.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrollará en la ciudad de Cerro de Pasco, la cual el material obtenido para los ensayos se trajo de las canteras de Sacrafamilia y Goyllarisquizga.

1.2.1. Delimitación Geográfica.

Figura 1. Ubicación y Localización satelital de la Cantera en Sacrafamilia



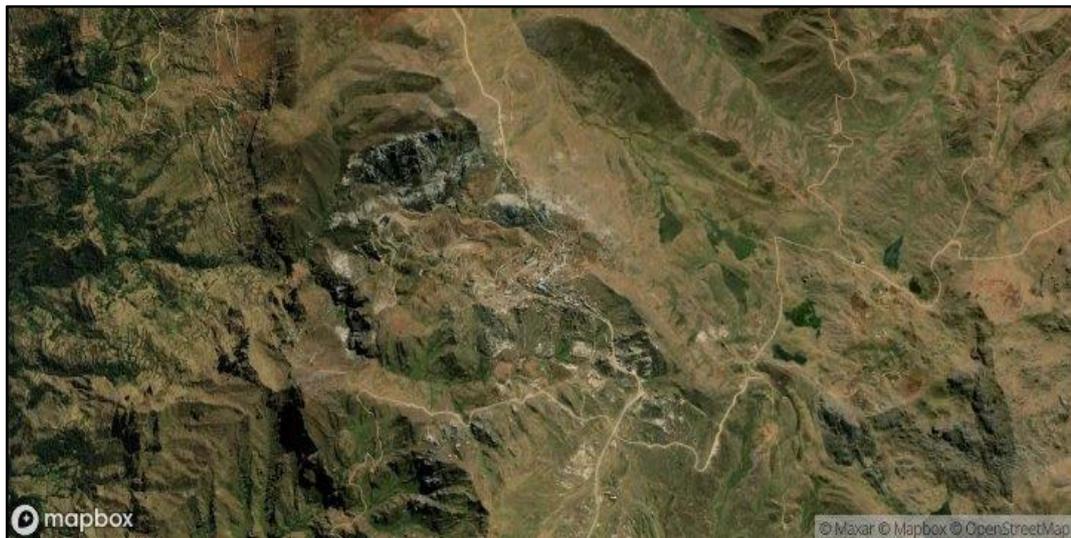
Fuente: <https://mapcarta.com/es/N4215995518>

Figura 2. Ubicación y Localización geográfica de la Cantera en Sacrafamilia



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Ubicación y Localización satelital de la Cantera Goyllarisquizga



Fuente: <https://mapcarta.com/es/N4215995518>

Figura 4. Ubicación y Localización geográfica de la Cantera Goyllarisquizga



Fuente: Elaboración propia

1.3. Formulación del problema

Debido a la gran demanda de viviendas, que existe en nuestras localidades de Chaupimarca y Yanacancha la presente investigación es de mucha importancia y como es de nuestro conocimiento, que la población es de bajos recursos económicos, y construyen sus viviendas empleando materiales (agregados) de la zona de Sacrafamilia estos materiales son de regular calidad siendo de desconocimiento de la población y que no alcanzan las resistencias requeridas según los estándares de construcción, por los que el uso de este concreto en el diseño estructural no está garantizando el buen comportamiento sísmico en las edificaciones y teniendo conocimiento de que nuestros pobladores desconocen la ocurrencia de terremotos que ocasionan daños en las viviendas mal construidas y que muchas de ellas llegan a colapsar.

Además considerando que nuestra región de Pasco, está localizada en las zonas 2 y 3 de sismicidad media y alta sísmica es por ello, que en los últimos años se ha incrementado los movimientos sísmicos a nivel regional; debido a que

estamos próximos a la costa peruana donde se encuentra la falla de Nazca que forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, es entonces que la informalidad en sus construcciones y las auto construcciones de viviendas que carece de la Norma E-60, nos hace evaluar y tomar medidas para mejorar las resistencias de los concretos.

1.3.1. Problema general

¿En qué medida la adición de sílice en distintas edades y porcentajes mezclados con cemento, agua, arena gruesa y arena fina mejoraran la resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida los parámetros del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con las edades establecidas y sin la adición de sílice puedan mejorar la resistencia a la compresión del concreto?
- ¿En qué medida la adición de sílice con sus características y propiedades además las edades y porcentajes puedan influenciar en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto?
- ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto mezclado con los agregados extraído de las localidades de Sacrafamilia y Goyllarisquizga con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Determinar en qué medida de adición con sílice en diversas edades y porcentajes en combinación con los agregados de Sacrafamilia y Goyllarisquizga puedan mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con las edades establecidas sin la incorporación de sílice en el diseño y en la mezcla del concreto.
- Analizar el comportamiento de las características del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con adición de sílice en sus diferentes edades y porcentajes.
- Evaluar los resultados al comparar los ensayos de resistencia del concreto patrón $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, frente a los resultados de resistencia del concreto con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación metodológica

El estudio tiene su justificación metodológica propia teniendo en consideración que esta investigación servirá para otras investigaciones similares.

1.5.2. Justificación Social

La investigación contiene una justificación social para resolver los problemas que se presentan en las construcciones, contribuyendo de esta manera en la seguridad de las edificaciones.

1.5.3. Justificación Ambiental

El estudio cuenta también con una justificación ambiental, ya que la fabricación del cemento daña el ambiente, y su uso racional contribuye en la descontaminación.

Conveniencia: ¿Para que sirve la investigación

- Para determinar que tipo de concreto utilizado es eficaz en los trabajos de construcción realizadas en las obras

Relevancia Social: ¿Qué proyección social tiene?

- Hacer de esta investigación parte del conocimiento de las personas que desean realizar las construcciones con el concreto de optima calidad.

Implicaciones Practicas: ¿Ayudará a resolver algún problema práctico?

- Ayudará a realizar construcciones de buena calidad con concreto con adición de sílice en su diseño de mezcla.

1.6. Limitaciones de la investigación

Técnicas:

- El estudio experimental esta limitado en la investigación del concreto las piedras chancadas y arena gruesa de las localidades de Sacrafamilia y Goyllarisquizga.
- El presente estudio tuvo limitaciones técnicas, para acceder a laboratorios privados en la ciudad de Cerro de Pasco para ensayos de compresión axial y se hizo el experimento en el laboratorio CECIC. Yanacancha – Pasco, sin contrastar los resultados y establecer su confiabilidad.
- Los resultados logrados son validos en la región de Pasco y su área de influencia de la investigación.

Informacion:

- Los datos bibliográficos para la ejecución de esta tesis de investigación fue limitada debido a que en nuestro país no se han realizado este tipo de estudios con la adición de sílice en concreto estructural

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

El Proyecto de investigación tiene antecedentes en los siguientes estudios realizados:

- **(Sanjuán Barbudo & Chinchón Yepes, 2014) “Introducción a la fabricación y normalización del cemento Portland” de la Universidad de Alicante – España.**

El primer cemento portland con una alta resistencia a la acción de los sulfatos fue el «Erzzement», patentado por Krupp-Grusonwerk en Magdeburgo, en 1901 y producido en la planta de cemento de Hemmoor, cerca de Hamburgo. Contenía una reducida cantidad de óxido de aluminio y una gran cantidad de óxido de hierro, así resultaba un módulo de fundentes (relación Al/Fe) de tan sólo 0,30. Las propiedades de este cemento son similares a las del cemento Ferrari, el cual es un cemento portland con un módulo de fundentes de 0.64, que fue producido por vez primera en Italia en 1919.

- **(Laura Huanca, 2006) “Diseño de Mezclas de Concreto” de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú.**
 - Análisis granulométrico de los agregados
 - Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
 - Peso específico de los agregados (fino y grueso)
 - Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados
 - Perfil y textura de los agregados
 - Tipo y marca del cemento
 - Peso específico del cemento
 - Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

- **(Cardenas Jaramillo & Patiño Guaraca, 2010) “Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, provincia del Azuay” de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca – Ecuador.**

El abastecimiento de agua potable constituye un peldaño importante en el desarrollo de las regiones o países y de las poblaciones que habitan en los mismos. Un sistema de agua potable correctamente diseñado conlleva consecuencias positivas en la calidad de vida de las personas que tienen acceso a este servicio, en especial en el campo de la salud.

- **(Márquez Ortiz, 2012) “Caracterización de un árido granítico para fabricación de hormigón” de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid – España.**

Resumen:

En el presente proyecto se ha realizado la caracterización de un árido de origen granítico con el objeto de comprobar si cumple los requisitos requeridos para su uso en la fabricación de hormigones. Dichos requisitos se analizarán mediante la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 que establece las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural, así como el Marcado CE que indica la conformidad del producto con los requisitos esenciales de la directiva de productos de construcción.

Además de dicha caracterización, se analiza con especial interés aspectos relacionados con la durabilidad, así como otros complementarios mediante diferentes técnicas de caracterización físico-química y microestructural.

- **(Valdivia Mejia & Valdivia Benero, 2014) “Investigación del efecto del óxido de silicio en la determinación del porcentaje de agregado en los cementos puzolánicos utilizando el método de difracción de rayos x” de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa – Perú.**

Resumen:

En los últimos tiempos la búsqueda de materiales que permitan reemplazar al Clinker en la fabricación de cementos adicionados se ha convertido en una labor prioritaria para la industria cementera, los beneficios de una mayor utilización de este tipo de materiales son enormes, beneficios entre los cuales podemos enunciar los siguientes:

Reducir las emisiones de CO₂ contribuyendo a disminuir el calentamiento global por la disminución del efecto invernadero.

Incrementar la capacidad de producción al reducir el factor Clinker/cemento

Permitir mejorar las propiedades específicas de los cementos, para ser utilizados en aplicaciones especiales como menor calor de hidratación, mayor resistencia a los sulfatos, mayor resistencia a las reacciones álcali agregado, disminuye la permeabilidad.

Hasta hace unos años para poder determinar el porcentaje del material agregado al cemento se hacía uso de la vía clásica, debido al avance de la tecnología en cuanto a nuevos métodos de análisis como es la técnica de Difracción de rayos X, que tiene muchas posibilidades que están poco divulgadas, por medio de esta técnica se podrá calcular el porcentaje de material agregado en los diferentes tipos de cemento, y a su vez se evaluará la influencia del Oxido de Silicio del material agregado en el cemento y cómo influye en el cálculo por el método de Difracción de Rayos X.

- **(Linn Chong Kam, 2015) "Caracterización y potencial económico de las arenas silíceas del sur de Amazonas Norte del Perú" de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional de Piura – Perú.**

Resumen:

El propósito de la investigación, fue aprovechar el material rico en sílice; como sustituto porcentual del cemento Portland tipo I en mezclas.

El presente estudio se realizó en la parte sur de la región Amazonas, abarcando cuatro provincias (Luya, Bongará, Chachapoyas y Rodríguez de Mendoza) los cuales presentan importantes recursos de arenas silíceas y de muy buena calidad, los que son aprovechados actualmente para la construcción.

Estratigráficamente los depósitos de arenas silíceas de la zona de estudio corresponden a las secuencias siliciclásticas, representadas por los grupos

Goyllarisquizga y Oriente. Ambos grupos depositados en el Cretácico inferior, con edades que varían desde el Neocomiano hasta el Aptiano (Sánchez, 1995), aflorando el Grupo Goyllarisquizga en el dominio occidental y el Grupo Oriente en la parte del dominio nororiental (Rodríguez et al., 2012).

Para su caracterización y potencial se tomaron datos de campo y se interpretaron los resultados de los análisis químicos y granulométricos de las muestras representativas de la zona. Gracias a los resultados de estos estudios se han podido identificar los usos y aplicaciones para cada muestra con la ayuda de las especificaciones técnicas establecidas por distintos autores; los cuales nos indican que por su alto contenido de sílice estas sirven para los distintos sectores; construcción, industria del vidrio, metalúrgica, industria química, petrolera y ambiental.

La zona de estudio cuenta con un gran volumen de arena silíceas económicamente aprovechable, teniendo en el Grupo Goyllarisquizga más de 14,000 MTM y en el Grupo Oriente más de 8,000 MTM.

Para su producción estas arenas silíceas deben pasar por un proceso; explotación, tratamiento, clasificación y finalmente hasta llegar al producto final. Teniendo como productos arenas silíceas de distintos tamaños de grano y de distinta calidad.

La importación y exportación peruana de las arenas silíceas ha ido incrementando. Siendo los precios de exportación FOB (TM) US\$ 243 e importación CIF (TM) US\$ 1,193.

- **(Calle Ullauri, 2015) “Elaboración de bloques con sílice para mampostería no portante” de Magister en Construcciones, Universidad de Cuenca – Ecuador.**

Resumen:

La investigación planteada en el presente documento está enfocada en la utilización de un nuevo material de construcción con la aplicación de sílice de la región austral del Ecuador. En la ciudad de Cuenca existen grades depósitos de puzolana que contiene un alto porcentaje de sílice, por ejemplo, en el sector de Llacao, que también serán utilizados dentro del proceso de investigación.

Se elaboraron bloques con sílice de similares dimensiones de uso común en el país, por lo cual se realizaron inicialmente varios ensayos con la finalidad de obtener la dosificación correcta para fabricar un bloque tipo que servirá para la construcción de mampostería no portante.

Una vez concluido los ensayos en el laboratorio se obtuvo como resultados una resistencia promedio de 229 kg/cm², lo que permite ser utilizados en el sector de la construcción de nuestra región.

El ahorro de energía en la fabricación de este nuevo material es un aspecto importante, debido a que la máxima temperatura que se somete esta entre 200 – 250°C (vapor recalentado), muy bajo con respecto a los 750°C que alcanzan los hornos de ladrillo convencional. Además, al quemar un ladrillo con carbón mineral, se produce CO₂, al contrario, se evita en este proceso, lo cual implica que este nuevo bloque es ecológico.

Siempre es valedera la búsqueda de nuevos materiales, y tratar de aprovechar al máximo sus propiedades físicas y químicas, de esta manera tener un campo más amplio de opciones en el segmento de materiales para la construcción, de allí surge la importancia de probar con la sílice en esta investigación.

Palabras Clave: Puzolana, Bloques con sílice, ensayos, dosificación, mampostería no portante, contaminación.

- **(Moncaleano Acosta & Jaramillo Campuzano, 2016) “Uso de diferentes agregados finos y fibras en el concreto fabricado con cuarzo como agregado grueso” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de la Salle, Bogotá – Colombia.**

El presente proyecto contiene la investigación experimental para analizar el comportamiento de los diferentes materiales como lo son: cuarzo, arena de sílice, arena de Ottawa, fibra de vidrio, fibra de Nilón, fibra óptica, y PET en la elaboración de un nuevo concreto para determinar la transmitancia óptica y la resistencia a la compresión.

- **(Moraño Rodríguez et al., 2022) “El caolín y la arena silícea como materiales de construcción” de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y la Universidad Politécnica de Madrid – España.**

Resumen:

El caolín es una arcilla, blanca procedente de la descomposición de rocas feldespáticas y puede venir mezclada con cuarzo, feldespato y minerales ferruginosos.

El caolín que se trata en esta ponencia procede la compañía Caolina, ubicada en Arguisuelas - Cuenca (España). El objetivo es la explotación minera, lavado, concentración y comercialización de caolín y arena silícea, dado que los dos minerales aparecen conjuntamente en la explotación.

Caolina explota a cielo abierto su recurso minero, para obtener un producto cuyas características sean aceptadas por grandes fabricantes de porcelana sanitaria y de esmaltes cerámicos.

El valor añadido de los productos finales de Caolina se aporta en la planta de tratamiento, mediante procesos de molienda, lavado, cribado, hidrociclado, filtrado, secado y extrusionado.

El caolín es un mineral básico para la fabricación de la porcelana sanitaria y otros materiales cerámicos de construcción tales como baldosas, azulejos, tejas y sus correspondientes esmaltes. En Caolina el principal mercado es la porcelana sanitaria dadas las excelentes propiedades cerámicas del producto.

El segundo mineral que se obtiene en Caolina, es un importante material de construcción, la arena silícea. Además de las aplicaciones en la industria de la cerámica, el vidrio y los abrasivos, la arena silícea es un constituyente de morteros y hormigones de alta resistencia a la abrasión. Caolina comercializa su arena silícea fundamentalmente para estos prefabricados de hormigón. Además, la arena silícea presenta muy buenas propiedades como material de construcción drenante y filtrante. El artículo describe detalladamente las aplicaciones del caolín de Caolina en los materiales cerámicos y de construcción.

- **(González Sálamo & Marín Paz, 2017) “Factibilidad técnica y económica del empleo de arena de sílice y microsílíce como sustituto porcentual del cemento portland en mezclas de concreto estructural” de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas – Venezuela.**

Resumen:

El propósito de la investigación fue aprovechar el material rico en sílice; como sustituto porcentual del cemento Portland tipo I en mezclas de concreto de 280Kgf/cm² y 350Kgf/cm². Fue por ello que se tomó la decisión de utilizar

arena de sílice proveniente del estado Monagas y microsílíce originaria del estado Bolívar, de manera tal que, al estudiar el comportamiento de ambos materiales, se pudieran mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas; con la implementación de estos agregados, modificando resistencia y la porosidad del concreto también se verían modificadas. Al inicio de la investigación se realizaron un total de catorce diseños de mezcla, incluyendo las mezclas patrones, siguiendo lo estipulado en el método de Porrero, conforme a la norma COVENIN 1753-2003, con el fin de determinar la mejor dosificación; para estos ensayos se planteó usar arena de sílice para mejorar la granulometría de las mezclas y estudiar su efecto en las resistencias de las mezclas. Por otro lado, para esta sesión se utilizó microsílíce para disminuir el porcentaje de cemento utilizado en las mezclas, para lo que se utilizó una relación 1:2, esto se debió, a que por cada kilogramo de microsílíce añadido se disminuyeron dos kilogramos de cemento. Una vez que se evaluaron los resultados obtenidos, se realizó un segundo muestreo, donde al disminuir cemento, se utilizaban ambos materiales en la mezcla de concreto; demostrando que la arena de sílice alcanzaba mejores propiedades para las mezclas. Al realizar el segundo muestreo, observando los resultados, se procedió a realizar un tercer diseño de mezcla, utilizando 30% de arena de sílice, como sustituto del cemento, debido al comportamiento obtenido como reductor de cemento frente a la microsílíce. Finalmente, basándonos en los diseños realizados se procedió a llevar a cabo un análisis económico para cada mezcla de concreto analizada, permitiendo determinar la factibilidad de realización, evaluando recursos y factores económicos.

Palabras clave: Arena de sílice, microsílice, reducción, cemento portland, resistencia.

- **(Carrasco Diaz & Tinoco Orihuela, 2018) “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa / Oroya – Yauli – Junín” de la Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la Universidad Nacional del Centro, Huancayo – Perú.**

Resumen:

La presente tesis modela la elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Todo ello con el fin de darle uso y ganancia a la arena de sílice impura con arcillas mixtas encontradas en la cantera no metálica “Leonardito”, se elabora ladrillos ecológicos que pretende el desarrollo de una ingeniería sostenible al alcance de todos, eliminando el quemado o cocción en hornos para ladrillos con el fin de mitigar la contaminación ambiental, reduciendo los niveles de gases de efecto invernadero como el dióxido y monóxido de carbono. Para darle mejores cualidades y propiedades a los ladrillos ecológicos, se busca la forma de optimizar previamente las materias primas en base a una revisión rigurosa y apasionante de la bibliografía que se puede encontrar en los libros, internet, revistas, videos, etc. Se toma fundamentos acerca de la mineralogía de la sílice y arcillas, tecnología de conglomerantes y aglutinantes, procesos de albañilería como la fabricación de ladrillos cocidos y procedimientos en base a normas peruanas e internacionales de control de calidad, encontrándose ensayos de durabilidad y resistencia, para acreditar la factibilidad del ladrillo ecológico a alcanza y proponer como nuevo material

sostenible. La parte experimental, se ensaya con 27 ladrillos estabilizados de 10, 15 y 20% con conglomerantes que brindan durabilidad y resistencia al ladrillo ecológico, cada ensayo acreditado por el representante legal de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C.

Palabras claves: Elaboración de ladrillos ecológicos, Arena de sílice y arcillas mixtas.

- **(Pérez Tirado, 2019) “Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado” de Ingeniería y Gerencia de la Construcción de la Universidad Nacional de Cajamarca – Perú.**

Resumen:

Este trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la influencia de nanosílice y fibras de polipropileno en un concreto ecológico para la optimización de su permeabilidad, que cumpla con las resistencias mecánicas adecuadas para el uso en pavimentos rígidos y que permita un buen drenaje en su colocación final. El diseño de mezclas del concreto ecológico, se realizó de acuerdo a lo especificado en las normas ACI 211. 3R – 97 y ACI 522R-10, utilizándose agregado fino de Chilete y el agregado grueso obtenido de concreto reciclado de la zona de Shudal, los cuales tienen una granulometría adecuada para el diseño; cemento Portland Tipo I Pacasmayo, fibra de polipropileno marca Sika Fiber Force PP 48 y aditivo nanosílice marca Ulmen, elaborándose 168 especímenes, divididos en cuatro grupos de acuerdo al tipo dosificación, los cuales fueron denominados de acuerdo a sus componentes: I-D (Etapa I - diseño inicial reajustado), I-D-FPM (Etapa I - diseño inicial

reajustado con fibras de Polipropileno Macro sintéticas, con dosificación de 8 kg/m³ del concreto), II-D-AN (Etapa II - diseño inicial reajustado con aditivo nanosílice, con dosificación de 1% del peso del cemento), II-D-AN-FPM (Etapa II - diseño inicial reajustado con aditivo nanosílice y fibras de polipropileno Macro sintéticas). Los resultados mostraron que la dosificación optima I-D-FPM presenta a los 28 días, una resistencia a compresión de 17.27 MPa (176.07 kg/cm²), a flexión de 3.92 MPa (39.93 kg/cm²) y permeabilidad de 32.05 mm/s, los cuales cumplen con los parámetros para ser utilizados en pavimentos tanto en los aspectos estructurales e hidráulicos, sin embargo para lograr incrementar la resistencia y plasticidad se utilizó nanosílice, obteniendo así la dosificación final (II-D-AN-FPM) cuya resistencia a compresión a los 28 días de 20.56 MPa (209.59 kg/cm²), y a flexión de 5.36 MPa (54.66 kg/cm²) y permeabilidad de 28.86 mm/s. Por lo que se concluyó que el diseño de mezclas final de concreto ecológico, cumple con los requerimientos mecánicos, permeables y de densidad, los cuales definen a un concreto permeable, necesarias para el diseño de pavimentos rígidos.

Palabras clave: Concreto ecológico, nanosílice, fibras de polipropileno, resistencia a compresión, resistencia a flexión, permeabilidad, densidad del concreto, optimización.

- **(Caballero Arredondo et al., 2021) “Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa” de la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú.**

Resumen:

El concreto como material de construcción ha adquirido una gran importancia en las últimas décadas debido a su maniobrabilidad y resistencia. El concreto es uno de los materiales más usados en el mundo y la ciudad de Arequipa no es exenta de ello. En el distrito de Cono Norte gran parte de las construcciones existentes para viviendas usan un concreto cuyos agregados provienen de la cantera Añashuayco. Estudios previos han demostrado que concretos elaborados con estos agregados no logran alcanzar las resistencias de diseño requeridos, a esto se le suma la falta de conocimiento técnico de gran parte de la población. Esta investigación propone una alternativa de solución al problema, incrementando la resistencia a la compresión del concreto mediante la adición de un aditivo denominado Nanosílice para alcanzar las resistencias de diseño requeridas y valores de permeabilidad óptimos. El presente trabajo de investigación se desarrolló haciendo uso del estudio experimental para evaluar el comportamiento de la resistencia a compresión del Concreto elaborado con agregado de las canteras de Añashuayco, y adición de Nanosílice. El estudio se orientó a alcanzar concretos con resistencias de diseño de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ con la adición de 0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4% de aditivo Nanosílice para cada diseño. Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días para encontrar resistencias a la compresión y los resultados obtenidos muestran que se alcanzan resistencias de diseño establecidas en la norma ACI.

Palabras clave: Adición de Nanosílice, Agregado de Añashuayco, Concreto, Resistencia a Compresión, Permeabilidad

- **(Benavides Altamirano, 2021) “Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento” de la Escuela de ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo – Perú.**

Resumen:

En los últimos años, los residuos generados por el sector de la construcción se han convertido en un tema muy preocupante; son residuos inertes que, a pesar de no tener un valor contaminante, suponen un problema en el impacto visual. La integración de estos residuos al entorno requiere de un período de tiempo indeterminado, por ello, este trabajo de investigación tiene el propósito de reutilizar residuos provenientes de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados, denominado también cascote cerámico o cascote de ladrillo, para mejorar las características de resistencia a la compresión del concreto. El residuo ha sido pulverizado y mezclado en la relación de 5%, 10% y 15% con respecto al peso del cemento en el diseño de la mezcla de concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Después de haberse llevado a cabo los ensayos, se concluyó que la resistencia a la compresión del hormigón es menor en la etapa inicial, pero aumenta con el paso del tiempo. Sin embargo, el concreto resultante presenta características un tanto negativas debido a la disminución de la trabajabilidad y aceleramiento en el tiempo de fraguado.

Palabras clave: reciclaje, resistencia a la compresión, concreto, arcilla cocida, cascote cerámico.

- **(Camargo Loco, 2022) “Efecto de la adición del nanosilice en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido empleando agregados de la ciudad de Abancay - Apurímac” de la Escuela Profesional**

**de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac
– Perú.**

Resumen:

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la adición del nanosílice en las propiedades del concreto en estado fresco (consistencia, extensibilidad, peso unitario, temperatura) y endurecido (resistencia a compresión y flexión) empleando agregados de la ciudad de Abancay, la cual comprende como método de investigación el hipotético-deductivo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental.

Se evaluó 4 canteras (cantera Tapia, cantera Murillo, cantera Quispe y cantera Ballón), posteriormente se realizó 2 resistencias de diseño $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=350$ kg/cm² a las cuales se adicionó porcentajes de nanosílice en 1.0%, 1.2%, 1.4% y 1.6% respecto al peso del cemento (Sol tipo 1). La muestra está compuesta por 180 testigos cilíndricos (4"x8") que fueron sometidos a ensayos de compresión a edades 1, 3, 7, 14, 28, 56 días y 90 testigos prismáticos de 15x15x60cm que fueron sometidos a ensayos a flexión a edades 7, 28 y 56 días.

Se determinó que la adición del nanosílice produce mezclas de consistencias fluidas, ligero incremento en el peso unitario y temperatura. Con respecto al concreto en estado endurecido, para un diseño de $f'c= 210$ kg/cm² se obtuvo mayores resistencias a compresión y flexión con dosis de 1.4% de nanosílice, para un diseño de $f'c= 350$ kg/cm² se obtuvo mayores resistencias a compresión con dosis de 1.6% de nanosílice y mayor resistencia a flexión con 1.4% de nanosílice, produciendo concretos de altas resistencias iniciales y finales.

Palabras claves: Nanosílice, asentamiento, peso unitario, temperatura, resistencia a compresión, resistencia a flexión.

- **(INACAL, 2023) Instituto Nacional de la Calidad “Boletín muestra una agrupación temática de las últimas Normas Técnicas Peruanas y Textos Afines, aprobadas por la Dirección de Normalización” Lima – Perú.**

Resumen:

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el examen petrográfico de muestras representativas de materiales propuestos para su aplicación como agregados en mezclas cementicias o como materia prima para su aplicación en la producción de dichos agregados. Esta guía es basada en la referencia (1) de esta norma.

Esta Norma Técnica Peruana describe hasta qué punto se deben aplicar técnicas petrográficas, la selección de propiedades que deberían considerarse y la manera en que tales técnicas pueden aplicarse en el examen de muestras de agregados para el concreto.

Los nombres de minerales y rocas que deben ser usados están dados en la norma NTP 339.243, en la medida en que sean apropiados, en reportes elaborados conforme a lo dispuesto en esta NTP.

Comité Técnico de Normalización: Agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado

I.C.S: 91.100.30 Hormigón y productos de hormigón

CIUU: C2395 Fabricación de artículos de hormigón, de cemento y de yeso

- **(NTP 339.215, 2016) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores.**

Resumen:

Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para la elaboración y curado de especímenes de concreto y para ensayarlos a edades tempranas. Los especímenes son almacenados bajo condiciones estándar o de curado acelerado y la medida histórica de las temperaturas es usada para calcular el índice de madurez que está relacionado al aumento de resistencias.

Esta Norma Técnica Peruana también cubre el procedimiento para el uso de resultados del ensayo de resistencia a la compresión a tempranas edades para proyectar el potencial de resistencias del concreto a edades mayores.

Esta Norma Técnica Peruana es aplicable a especímenes de concreto para la medición de resistencias a la compresión a tempranas edades y proyectadas a edades mayores.

Comité técnico de normalización: agregados, concreto, concreto armado y concreto pretensado.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Rocas – Piedras.

2.2.1.1. Concepto:

Una roca es un agregado sólido de minerales de origen natural, que están formadas por diversos tipos de minerales; esto depende de los procesos que las originaron, algunos de ellos son los más abundantes en nuestro planeta tierra como son el cuarzo, la calcita, el feldespato y la biotita.

Las rocas se formaron y se forman por los cambios mecánicos, físicos y químicos producidos en la tierra:

- A través del enfriamiento del magma.
- Por desintegración transporte y deposición.
- Por precipitación de sales inorgánicas contenidas en las aguas
- Por la condensación de gases que contienen partículas minerales
- Por deposición de restos animales y vegetales
- Por recristalización parcial o total de los minerales de una roca debida a elevadas temperaturas y fuertes presiones.

2.2.1.2. Las Rocas y su Clasificación:

- Según su composición mineralógica.
 - **Rocas Simples:** están formados por un solo mineral. Por ejemplo, el yeso, el cuarzo, etc.
 - **Rocas Compuestas:** son compuestas por dos o más minerales. Por ejemplo: el granito, el pórfido, etc.
 - **Rocas Elásticas:** son originados por la disgregación de otras rocas. Por ejemplo: la arena, la arcilla, etc.
- Las rocas se pueden clasificar también según su origen en eruptivas o ígneas, sedimentarias y metamórficas.
 - **Rocas ígneas:** (la palabra ígnea viene del latín ignis que significa fuego) estas rocas se forman por la cristalización o enfriamiento del magma. Constituyen el 90% de la corteza terrestre y entre sus principales componentes son los silicatos.

En las zonas donde abunda se las utiliza en la construcción, como agregado grueso en el concreto, para construir petraplenes, en la construcción de caminos y diques, etc.

- **Rocas sedimentarias:** Se forman a temperatura ambiente por el endurecimiento o litificación de sedimentos acumulados en planicies de diferentes medios o lugares y a través de procesos diversos.

Su roca madre puede ser ígnea, metamórfica, u otra sedimentaria, erosionada por agentes naturales y transportada (por acción de la gravedad, vientos, ríos, corrientes marinas, glaciares y témpanos) para ser depositada.

Se las clasifica según su tamaño de grano en:

- Arcillas < 1/256 mm.
- Limo 1/256 a 1/4 mm.
- Arena 1/4 a 2 mm.
- Grava 2 mm. a 256 mm.
- Bloques > a 256 mm.

- **Rocas metamórficas:** (del griego meta que significa cambio, y morphe que significa forma; lo cual significa cambio de forma)

Las rocas metamórficas se forman como resultado de la modificación, en estado sólido, de rocas ígneas o sedimentarias preexistentes, los protolitos, al haber estado sometidas a cambios en las condiciones de temperatura y de presión o a esfuerzos tectónicos.

Las rocas metamórficas más comunes y más usadas en la construcción son el mármol, cuarcitas, pizarra y esquistos.

2.2.1.3. Las Rocas por su composición y su uso en la industria de la construcción:

- **Rocas silíceas.** Están formadas por sílice (SiO_2) o silicatos, y se reconocen porque son duras (no se rayan con la navaja, y rayan al vidrio) y no reaccionan con el ácido clorhídrico diluido, es decir, no producen burbujas. Existen rocas silíceas sedimentarias (sílex, algunas areniscas y conglomerados), ígneas (prácticamente todas ellas) y metamórficas (cuarcita).
- **Sílice y Arena Silícea.** La sílice aparece en la naturaleza de manera muy extensa, desde las formas relativamente puras de mineral como el cristal de roca y las venas de cuarzo hasta las rocas consolidadas como la cuarcita y la arenisca, pasando por las arenas no consolidadas. El cuarzo es muy común en la naturaleza, es un componente fundamental de muchos tipos de rocas, especialmente de las rocas ígneas ácidas y de algunas rocas sedimentarias y metamórficas.

Los recursos silíceos son aquellos recursos minerales naturales con contenidos de SiO mayores de 95 %. Este grupo incluye a las arenas y gravas cuarcíferas de origen sedimentario, así como a aquellas rocas consolidadas y ricas en cuarzo de origen ígneo y metamórfico

- **La sílice se presenta en la naturaleza como:**
 - ***Arenas silíceas (arenas de cuarzo)***, consisten principalmente de cuarzo, por lo que son la fuente principal de sílice para varios productos industriales, como por ejemplo cemento o vidrio. Gravas de cuarzo, se trata de rocas no consolidadas que provienen de la erosión y deposición de cuarzos filonianos de ambientes fluviales (terrazas fluviales).
 - ***Areniscas cuarzosas***, son rocas sedimentarias que están constituidas por granos de cuarzo cementados por un aglutinante silícico. Las areniscas altamente cuarzosas representan un gran potencial de sílice para el futuro.
 - ***Cuarcitas***, estas rocas metamórficas generalmente SiO₂ mayor del 96 % del volumen de masa. De acuerdo con su génesis se distinguen cuarcitas félsicas (constituidas exclusivamente por cristales de cuarzo muy compactos y de grano grueso). Existen otras cuarcitas cementadas por sílice precipitada desde soluciones coloidales. Además, existe también el sílex concrecional conformado por arenas y gravas cementadas por sílice coloidal.
 - ***Calcedonia***, se denomina así a cuarzos criptocristalinos con fábricas diferentes; la calcedonia es muy cotizada como materia prima de sílice por ser dura, tenaz y de alta pureza.

(Carpio Ronquillo et al., 2018) “**Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la Región Pasco**”
Dirección de recursos minerales y energéticos.

- **Rocas carbonatadas.** Se rayan fácilmente con la navaja y reaccionan con el ácido produciendo burbujas de CO₂. En ellas es predominante el carbonato de calcio (caliza) o mezclado con caliza (por ejemplo, en margas). También pueden ser rocas que posean fragmentos de caliza (por ejemplo, conglomerados carbonatados) o cemento calizo (por ejemplo, areniscas carbonatadas). Son llamadas también rocas calcáreas.

2.2.2. Cantera.

2.2.2.1. Definición:

Las canteras son explotaciones a cielo abierto de rocas o arenas, que vienen a conformar los agregados y las rocas, que generalmente son triturados en pequeños tamaños, estos materiales que se extraen de estos lugares se utilizan en las construcciones de edificaciones, puentes, carreteras, canales de regadío entre otras infraestructuras.

2.2.2.2. Tipo de Canteras:

A diferencia de otro tipo de explotaciones de minerales, los materiales extraídos de las canteras para los agregados gruesos, agregados finos y piedras para las construcciones podemos encontrarlos en forma natural y otros que son triturados en plantas mecánicas chancadoras llamados también trituradoras.

Las piedras de las rocas y las arenas, por lo general se obtienen en las canteras que son para emplearlos en la construcción son las siguientes: roca caliza, roca silíceas, arena gruesa y arena fina.

2.2.3. Agregados Gruesos.

2.2.3.1. Definición:

El agregado grueso es el material proveniente de la disgregación de las rocas que mayormente contienen carbonato de calcio y que son de diversos orígenes en nuestra naturaleza y que al sometidos a los ensayos por su tamaño queda retenido en el tamiz N° 4 (4.75mm).

2.2.3.2. Norma para los Agregados:

Los agregados en Perú se rigen por Normas Técnicas Peruanas (NTP).

- NTP. 400.037:2021.
- NTP. 350.001: 1970 TAMICES DE ENSAYO
- NTP. 400.037:2000 AGREGADOS. Requisitos
- NTP. 400.010: 2001 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.
- NTP. 411.011: 2008 (revisada el 2018) AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en mortero y hormigones (concretos). 2da Edición reemplaza a la NTP. 400.011:2008 (revisada en 2013).
- NTP. 339.185: 2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado 2da Edición reemplaza a la NTP. 339.185:2013

- NTP. 339.241:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la fabricación de especímenes de ensayo con concreto autocompactantes 1era Edición reemplaza a la NTP. 339.241:2013
- NTP. 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3era Edición reemplaza a la NTP. 400.012:2013
- NTP. 400.021:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3era edición reemplaza a la NTP. 400.021:2013.
- AASHTO T 27: Sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 136 – 01. Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregado fino y grueso.
- ASTM C 702:1998 Standard practice for reducing field samples of aggregates to testing size.
- ASTM E 122:1999 standard practice for choice of sample size to estimate the average quality of lot a lot of process.
- ASTM D-3665:1999 standard practice for random sampling of construction materials.

2.2.3.3. Piedras Chancadas o Trituradas:

Esta piedra chancada natural es de consistencia dura provenientes de rocas carbonatadas, no se quiebran muy fácilmente ya que son muy duras al encontrarse en forma natural mantienen su originalidad son limpios, pero

cuando se ubican en las planicies pueden ser contaminadas en épocas con bastante lluvia en la formación de arroyos o riachuelos ya que estas en su recorrido llevan sustancias orgánicas e inorgánicas que son las que las ensucian. Son usados en el concreto mayormente en sus tamaños de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " y 1" Pulgada respectivamente. Pero también se pueden utilizar gravas o gravillas con los mismos tamaños.

Figura 5. Piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ "



Fuente: Elaboración propia.

- ***Arena manufacturada – piedra chancada:*** Es el producto de tres o más procesos de trituración y de granulometría de 0 – 4.75mm, con calidad homogénea, en su producción se utilizan en la fabricación de concretos y morteros, mezclas asfálticas, adoquines y bloques de concreto. La elección de la piedra triturada dependerá del tamaño de las estructuras en construcción, si vamos a llenar una columna delgada, usaremos piedra chancada o partida de media pulgada, pero si necesitamos armar las zapatas, lo recomendable es emplear piedras medianas y grandes de hasta 20 cm.

- **La grava y gravilla:** Se encuentran en forma natural, llamada canto rodado, se compone de rocas desgastadas por el consecutivo movimiento en corrientes de agua, estos sufren procesos erosivos durante el transporte. Se consiguen en los bancos artificiales de sedimentación y en los lechos de los ríos. Tienen formas redondeadas y superficies lisas. La grava, de aspecto áspero, color oscuro y característica de dureza (6 en la escala de Mohs).

Figura 6. Grava y gravilla de ½” y ¾”



Fuente: Elaboración propia

- **Hormigón:** Es un agregado natural compuesta por gravas, gravillas y arenas de diferentes tamaños, que mayormente son empleados aquí en nuestras localidades de Chaupimarca y Yanacancha para el vaciado con concreto en las cimentaciones.

El hormigón viene a complementar el agregado que se expenden limpios y lavados para ser utilizados en la preparación del concreto que encontramos en las canteras que existen en la localidad de Sacrafamilia y en otros lugares como Cochamarca.

Figura 7. Hormigón



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición de los agregados gruesos:** Los agregados gruesos como las piedras chancadas o trituradas se utilizan para la preparación del concreto, así como pueden utilizarse la grava y gravilla, son acopiadas en las canteras. Para conocer si estos agregados son de buena calidad serán seleccionadas y analizadas en un laboratorio de concreto y suelos para que certifiquen la calidad y su granulometría correspondiente.

Cuando nos indican en los certificados que no reúnen las condiciones técnicas adecuadas se desechan y se buscan otros materiales de buena calidad.

- **Calidad:** La buena calidad de los agregados se darán de acuerdo a lo que están indicados en la norma NTP: 400.021, norma ASTM C127-2012. Rigiéndonos en todo momento a estas normativas buscaremos los agregados de buena calidad para nuestras construcciones con condiciones técnicas de los agregados fino y grueso.

2.2.3.4. Granulometría del Agregado Grueso:

La granulometría se realiza en los ensayos de laboratorio de suelos y concretos que vienen a ser los procesos manuales y mecánicos a través del cual se separan las partículas de arena del agregado según los tamaños que les corresponden y a través del cual podemos conocer sus tamaños, sus cantidades y sus pesos. Para esto se utilizan tamices de diferentes medidas, los cuales proporcionan el tamaño máximo del agregado grueso en cada uno de los tamices usados en laboratorio.

2.2.3.5. Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127:

- **Peso específico relativo:** En las partículas minerales constituyentes de un suelo (Ss.) varía entre límites estrechos (2,5 a 2,9). Por ejemplo, el peso específico relativo del cuarzo es 2,67 y el del feldespato es 2,6. En suelos con abundante hierro Ss. puede llegar a 3. En la turba se han llegado a medir valores de 1.5. Los minerales de arcilla que constituyen la fracción coloidal de un suelo, pueden tener un peso específico promedio comprendido entre 2,80 y 2,90. Es normal que en un suelo

los minerales de las fracciones muy fina y coloidal tengan un peso específico relativo mayor que los minerales de los casos prácticos. Determinar el valor promedio del peso específico de la materia sólida. [2] A= Peso en el aire de la muestra secada en el horno en gramos V= Volumen del frasco en mililitros W= Peso en gramos o volumen en ml, del agua agregados al frasco. El rango aceptable para los pesos específicos oscila entre 2.5 y 2.9 gr/cm³.

- **Peso específico aparente:** Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material a la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura ya especificada. Cuando el material es un sólido se considera el volumen de la porción impermeable de acuerdo a la norma (ASTM C 128).
- **Peso aparente:** Diferencia entre el peso real de un cuerpo y el empuje que experimenta cuando está totalmente sumergido en un líquido.
- **Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS):** Es una relación y a una temperatura estable, de la masa en el aire del volumen unitario del agregado que incluye la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse sumergido en el agua por 24 horas, comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas.
- **Peso específico de la masa:** Viene a ser la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros que son permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas; a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

- ***Peso específico de la masa:*** Es la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario del agregado
- ***Peso específico seco y saturado:*** Es un valor particular de γ_m para el caso en el que el grado de saturación del suelo sea nulo: $\gamma_d = W_a / W_m$
El peso saturado es el valor de un γ_m cuando $G_w = 100\%$ $\gamma_{sat.} = (W_s + W_w) / V_m$.
- ***Absorción de los agregados:*** Es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado con un porcentaje de la masa seca. Al agregado se le considera como “seco” cuando se le ha mantenido a una temperatura de 110°C ., suficiente tiempo para remover el agua no combinada.

La capacidad de absorción se determina por medio de los procedimientos, para los agregados finos que consiste en sumergir la muestra durante 24 horas luego se saca y se lleva a la condición inicial.

2.2.3.6. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso:

- ***Pesos unitarios y compactado:*** Es denominado también peso volumétrico al peso unitario del agregado ya que es el peso que alcanza un determinado volumen unitario generalmente expresado en kilos por metro cubico. Este valor se requiere para clasificar el agregado normal liviano y pesado, de igual manera se utiliza para calcular el contenido de vacíos y también para convertir cantidades en volumen viceversa. Existen dos tipos de pesos unitarios.

- ***Peso unitario suelto y compactado:*** Se le denomina cuando el agregado es llenado el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.
- ***Peso unitario compactado:*** Es cuando el agregado es llenado en tres capas y cada una de ellas es compactada con 25 golpes con una varilla estandarizada.

2.2.3.7. Contenido de humedad del agregado grueso:

En el agregado grueso la humedad es relativamente baja, pero eso no quiere decir que los poros están secos, por lo que podemos deducir que los agregados siempre contienen una mínima cantidad de agua en la mezcla, por lo que el contenido promedio de la humedad del agregado grueso se mantiene del 1% al 6%.

2.2.3.8. Análisis granulométrico del agregado grueso:

Es el proceso manual o mecánico que se realizan mayormente en los laboratorios y mediante el cual se separan las partículas del agregado según sus diversos tamaños para conocer las cantidades en peso de cada tamaño de partículas que aportan al peso total. Para separar por tamaños se utilizan los tamices de diferentes aberturas los cuales proporcionan el tamaño máximo y el peso del agregado en cada una de ellas.

Tabla 1. Granulometría de tamices normalizados y tamaño normal

ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS																									
		101.6	mm	88.9	mm	76.2	mm	63.5	mm	50.8	mm	38.1	mm	25.4	mm	19.1	mm	12.7	mm	9.5	mm	4.75	mm	2.36	mm	1.28	mm
		4"		3 1/2"		3"		2 1/2"		2"		1 1/2"		1"		3/4"		1/2"		3/8"		Nº 4		Nº 8		Nº 16	
1	10 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	100	90	100			25	60			0	15			0	5										
2	10 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")					100	100	90	100	35	70	0	15			0	5										
3	50 mm a 25 mm (2" a 1")							100	100	90	100	35	70	0	15			0	5								
357	50 mm a 4.75 mm (2" a N° 4)							100	100	95	100			35	70			10	30			0	5				
4	37.5 mm a 29 mm (1 1/2" a 3/4")									100	100	90	100	20	55	0	15			0	5						
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a 3/4")									100	100	95	100			35	70			20	30	0	5				
5	25 mm a 12.5 mm (1" a 1 1/2")											100	100	90	100	20	55	0	10	0	5						
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")											100	100	90	100	40	85	10	40	0	15	0	5				
57	25 mm a 4.75 mm (1" a N° 4)											100	100	95	100			25	60			0	10	0	5		
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 1/4)													100	100	90	100	20	55	0	15	0	5				
67	19 mm a 4.75 mm (3/4" a N° 4)													100	100	90	100			30	55	0	10	0	5		
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N° 4)														100	100	90	100	40	70	0	15	0	5			
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a N° 2)																	100	100	85	100	10	30	0	20	0	5

Fuente: Elaboración propia

Una arena es de grano angular, cuando su forma no es tan redonda sino más bien irregular, ayudando con esto a que de alguna manera los granos encajen al mezclarse durante el fraguado las arenas finas, las arenas gruesas y las piedras chancadas se acomodan dentro de los encofrados ayudan a filtrar el agua evitando que la arena fina se escape con el agua o que tapen también pequeños agujeros que se presentan en los encofrados, evitando la fuga de la mezcla.

2.2.4. Agregados Finos.

2.2.4.1. Definición:

Son las arenas de menor tamaño que pasen por el tamiz de 4.75 mm (N° 4) estas partículas provenientes de la disgregación de las rocas carbonatadas que se han depositado en las planicies que son productos también de los depósitos aluviales de mares, lagunas, ríos y riachuelos que arrastraron hasta donde se encuentran actualmente.

Figura 8. Agregado: Arena Fina



Fuente: Elaboración propia.

2.2.4.2. Arenas gruesas o de segunda:

Están conformadas por un conjunto de fragmentos o partículas desagregadas de rocas o minerales de mediano y pequeño tamaño resultado de la erosión de las rocas, además del viento, el agua de los ríos, de los glaciares descongelandose y deritiéndose o en las orillas de los que fueron los mares o ríos, formando capas en los terrenos o suelos acarreados. Estos fueron afectados por diferentes fenómenos naturales y se van reduciendo a cada momento a granos gruesos, generalmente de color marrón claro,

dependiendo de dónde se produzcan y establecen geográficamente. Según su origen la arena se clasifica en calizas y silíceas las que se extraen de varias maneras, principalmente de las canteras existentes habilitadas triturando las rocas carbonatadas y de las planicies acumuladas y de los cauces de ríos.

Figura 9. Arena gruesa de segunda



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. *Clasificación de las Partículas de Agregado Fino*

Clase	Tamaño (mm)
Arena gruesa	0.5 – 1.00
Arena mediana	0.25 - 0.50
Arena fina	0.125 – 0.25
Arena muy fina	0.062 – 0.125

Fuente: Elaboración propia

- **Arena fina natural o de cantera:** Este material es un conjunto de partículas de rocas disgregadas, de origen aluvial y coluvial, cuya a la interacción de las partículas de la arena y las del cemento forma y tamaño varía entre 0,063 y 2 mm (milímetros) viene a ser el componente principal del concreto ya que la arena se utiliza para rellenar espacios entre los diferentes tamaños de los agregados que las conforman, porque contiene el tamaño más pequeño de partículas sirve de base para que el cemento hidratado pueda tomar mayor consistencia y densidad.

Figura 10. Arena fina de cantera natural



Fuente: Elaboración propia

El material compuesto de partículas cuyo tamaño varían entre 0,063 y 2 mm. se utiliza para la mezcla con la arena gruesa para la preparación del concreto ya que tiene la cualidad de reducir las fisuras que aparecen en la mezcla al endurecerse y sirve también de base para que el cemento hidratado pueda tomar mayor consistencia y densidad, debido a la

interacción de las partículas finas de la arena y las del cemento, que poseen un tamaño similar.

2.2.4.3. Agregado fina sílice de cantera:

La Arena de Sílice está compuesta por cristal de cuarzo, el cual se encuentra en abundancia en la corteza terrestre. Es un mineral refractario cuya fórmula química SiO_2 (dióxido de silicio). La arena sílice es la fracción más gruesa y tiene una granulometría muy característica que son arenas finas y están comprendidas entre 0,1 y 0,8 mm.

Las aplicaciones son diversas, en el sector principal es la construcción (industria cerámica, morteros y adhesivos de cemento), fundiciones, agricultura como corrector de suelos, filtros de depuradoras, vidrio.

Cuarzo

El cuarzo en la industria procede de depósitos sedimentarios (arenas y gravas silíceas) y de cuarcitas. Este apartado sólo se refiere, al cuarzo filoniano que aparece en: diques pegmatíticos, venas hidrotermales y filones de segregación en rocas metamórficas.

El cuarzo extraído tiene una riqueza en sílice del 99.25 %, SiO_2 , aunque el Fe_2O_3 llega a 0.90, y el Al_2O_3 a 0.26. Se emplea en la fabricación de vidrio, materiales refractarios

Las especificaciones técnicas que se deben tener presentes en refractarios son de $>95\%$ de SiO_2 $<0.5\%$ de FO.

Se requiere de una granulometría de 45 % de agregados gruesos, 10 % de tamaños medios y 45 % de finos.

Tabla 3. Características de las arenas recomendadas por la AFS.

	Grado de uniformidad de los granos %				
	Tamiz (mm)	Porcentaje retenido	Total, retenido en tamices consecutivos	Nº de finura	Coefficiente de angulosidad
Arena	0.425	36.2	90,5	42	1,4
	0.30	34.4			
	0.212	19.90			

Fuente: (Grey Medina, 2010) “Influencia de la granulometría de la Arena Sílice”

Rocas silíceas Goyllarisquizga

Usos - Sector construcción

Se utiliza en la fabricación de cemento a prueba de ácidos (cemento hidráulico) y mezclas para pavimentos. La más reciente aplicación es la elaboración de ladrillos sílico-calcáreo, por medio de la sinterización de grano de sílice con cal. Esta mezcla permite el aumento de resistencia de 120 kg/cm² (ladrillo convencional) a 350 kg/cm².

Industria del vidrio: Principalmente son de arenas silíceas, cuyo contenido de sílice es de 95 % a 99.8 % de SiO₂, alúmina inferior al 4 % (vidrio común) y menor al 0.1 % (vidrio óptico), y los óxidos de hierro para cristal ambarino pueden llegar a ser el 1 %. Sus granos deben ser uniformes, inferior a la malla 20 y superior a la malla 100.

Industria de la cerámica: La arena silíceo es uno de los compuestos para la fabricación de la cerámica. Para cerámicas y esmaltes el contenido de sílice es: SiO = 99 %, en otras cerámicas se usa sílice entre 97 % y 98 % de SiO.

En la industria de la fabricación de refractarios, se usa ladrillos de sílice para soportar carga de 350 kg/cm² y 50 lb/pulg², con puntos de fusión entre 1710 °C y 1730 °C (3100 °F-3146 °F) y puede utilizarse en condiciones de seguridad en estructuras hasta los 1650 °C (3002 °F).

Las especificaciones técnicas que se deben tener presentes en refractarios son de >95 % de SiO <0.5 de FO.

Se requiere de una granulometría de 45 % de agregados gruesos, 10 % de tamaños medios y 45 % de finos.

(Carpio Ronquillo et al., 2018) “Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales en la Región Pasco”

Propiedades físicas

- Es resistente al desgaste y a la meteorización.
- Es resistente a los ácidos y a la acción del agua.
- Su dureza en la escala de Mohs es de 7.
- Su resistencia a la compresión es de 1600 MPa.
- Su densidad está en el orden de 2.65 gr/cm³.
- Su punto de fusión es de 1710°C.
- Su punto de ebullición es de 2230°C.

2.2.4.4. Granulometría del agregado fino:

Es la distribución en porcentajes y cantidades de los tamaños del agregado fino en una muestra determinada, sobre el particular tamices ordenados, por aberturas circulares, de mayor a menor estandarizadas para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200, por lo que es necesario los ensayos de las muestras por cada obra a ejecutarse ya que la granulometría constituye las diversas propiedades químicas, físicas y mecánicas del agregado (arena fina) que impacta directamente en la resistencia y en el consumo de cemento del concreto elaborado.

Tabla 4. Tabla Granulométrica del agregado fino – NTP 400.012

Tamiz	Porcentaje de la fracción individual retenida en masa	Porcentajes acumulados que pasas en la masa	Porcentaje retenido y acumulado en la masa
9.5 mm (3/8")	0	100	0
4.75 mm (N° 4)	12	98	2
2.36 mm (N° 8)	13	85	15
1.18 mm (N° 16)	20	65	35
600 µm (N° 30)	22	45	55
300 µm (N° 50)	24	21	79
150 µm (N° 100)	18	3	97
Charola	3	0	-
Total	100		283
Módulo de finura= 283 / 100			2.83

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza (MF)

Es la especificación técnica que se obtienen de la suma de los porcentajes retenidos y acumulados en los tamices que cumplan con la relación 1:2

desde el tamiz N° 100 hasta el tamaño máximo presente y dividido entre 100 ya que para este cálculo no se utilizan los tamices de 1" y ½" pulgada respectivamente

$$MF = \frac{S \% \text{ Retenido Acumulado}}{S. Sumatoria}$$

100

El módulo de fineza de la arena para la preparación de concreto debe estar entre 2.3 a 3.1, donde hay un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena fina media y más de 3.0 es una arena gruesa.

2.2.4.5. Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C 127):

- **Peso específico:** Llamado también gravedad específica, es la relación de las partículas minerales y el peso al aire del agua destilada, considerando un mismo volumen y una misma temperatura. Así, si su peso específico es 2.7 significa que 1.0 cm³ de sus partículas minerales peso 2.7 veces más que 1.0 cm³ de agua destilada, a igual temperatura. Para determinar los pesos específicos se siguen en general dos procedimientos; para arena fina se hace generalmente, por medio de un frasco calibrado o de un picnómetro, en cambio para los agregados gruesos se sigue otro procedimiento que se indica más adelante.

El peso específico de un suelo, a una temperatura Tx, se calcula mediante la siguiente formula: $\text{Peso específico} = (Tx^{\circ}\text{C}) = W_s/V_s$

Dónde: Vs = Volumen es una muestra seca al horno Ws = peso de la muestra secada.

Los pesos específicos de los suelos se indican generalmente referidos a la temperatura de 20 °C del agua destilada. Por lo tanto, el peso

específico determinado anteriormente, deberá multiplicarse por el coeficiente o factor de corrección ("), que es igual al cociente entre los pesos unitarios del agua a la temperatura del ensayo y a 20 °C, es decir: (") = $\frac{Y_{T^{\circ}C}}{Y_{20^{\circ}C}}$ Los siguientes valores son típicos para el factor de corrección:

- **Densidad relativa o gravedad específica (OD):** Es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado el cemento portland para el concreto que son analizadas en base a un volumen absoluto. También es utilizada en el cálculo de vacíos en los agregados con el método de ensayo C 29/C 29M.
- **Densidad relativa o gravedad específica (SSD):** Es la relación de la densidad de un material a la densidad el agua destilada a una temperatura conocida; los valores son adimensionales. Densidad relativa (gravedad específica) (SSD). Es la relación de densidad (SSD) del agregado a la densidad del agua destilada a una temperatura conocida.
- **Densidad relativa aparente o gravedad específica:** Es la relación de la densidad de un material a la densidad del agua a una temperatura declarada, los valores son adimensionales.
- **Absorción de arena fina:** Es el incremento en masa del agregado debido a la penetración de agua en los poros de las partículas durante un período de tiempo preestablecido, pero no incluye el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresada como un porcentaje de la masa seca.

La absorción de los agregados se determina con el fin de controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla.

2.2.4.6. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino:

- ***Peso unitario suelto:*** Es el peso de la unidad de volumen del material a granel, según condiciones de compactación y humedad se realiza en el ensayo expresada en (kg/m³) el valor que es empleado como parámetro para la dosificación de concretos es el peso unitario del agregado.
- ***Peso unitario suelto (PUS):*** Es denominado así cuando para determinarla se coloca el material seco en el recipiente hasta el punto de derrame y luego se nivela al de la carilla que se usa para la conversión de peso a volumen, debido a que estos se realizan en estado suelto.
- ***Peso unitario Compactado:*** Se determina como la densidad total resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción y se expresan en lbf/pe³.
- ***Peso Unitario Compactado (PUC):*** Es cuando los granos han tenido una compactación que aumenta el grado de acomodamiento de las partículas del agregado para obtener su valor de la masa unitaria. El PUC, es el diseño que tiene el volumen absoluto del agregado por este último para una compactación durante el proceso de llenado del

concreto. Este valor se utiliza para los volúmenes de materiales apilados y están sujetos a los asentamientos por el tránsito sobre ellos o por la acción del tiempo, de igual manera el valor del peso unitario compactado es de utilidad para el cálculo de valores a un 100%.

2.2.4.7. Contenido de humedad del agregado fino:

Es la cantidad de agua que contiene la muestra de la arena fina al momento de efectuar la determinación de su masa, para dosificar una revoltura, puede estar constituida por la suma del agua superficial y la absorbida.

Para calcular la Humedad aprovechable de la arena se deben considerar las características y propiedades físicas de cada Horizonte del perfil de suelo, donde la Humedad aprovechable total será la suma de las alturas de agua que es capaz de retener cada horizonte por independiente.

2.2.4.8. Análisis granulométrico del agregado fino:

Es el proceso manual o mecánico a través del cual se separan las partículas del agregado fino según sus tamaños para conocer las cantidades en peso y los porcentajes de cada tamaño que aporta el peso total.

Las curvas granulométricas dadas en el laboratorio tienden a semejarse a las curvas granulométricas recomendadas por las Normas Técnicas la cual establece unos límites para los agregados finos y gruesos.

2.2.5. Cemento.

2.2.5.1. Definición:

Viene a ser otro de los materiales o componentes más principales después de los agregados para la preparación del concreto que está

compuesto por carbonato de calcio en mayor proporción, arcilla, hierro y yeso más un porcentaje de sílice los mismos que al ser sometidos a trituraciones, moliendas ya aditivos son llevados a un proceso de calcinación cuyo producto resulta el Clinker que finalmente pasa a un proceso de altas temperaturas y con aditivos incorporados se obtiene el producto final que es el cemento el mismo que tiene la propiedad de endurecerse al mezclarse con los agregados y el agua.

2.2.5.2. Normas Técnicas

- NTP 334.156:2017 CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos. MODIFICACIÓN TÉCNICA 1. 1ª Edición
- NTP 334.104:2018 CEMENTO. Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para su uso en concreto. Requisitos. 3a Edición
- NTP 334.087:2018 CEMENTOS. Microsílice utilizado en mezclas cementosas. Requisitos.
- NTP. 334.009:2020 CEMENTOS. Cemento portland. Requisitos. 7ava. Edición.
- NTP. 334.082:2020 CEMENTOS. Cementos hidráulicos. Requisitos de desempeño. 5ta. Edición
- NTP. 334.090:2020 CEMENTOS. Cementos hidráulicos adicionados. Requisitos. 8ava. Edición.

2.2.6. Agua.

2.2.6.1. Definición:

El agua es un compuesto constituido por dos tipos de elementos químicos: hidrógeno (H) y oxígeno (O). estos se unen para formar una molécula de agua.

El agua que forma parte del concreto debe ser potable libre de impurezas orgánicas e inorgánicas es otro de los elementos de gran importancia ya que de ella dependerá para la buena calidad del concreto.

2.2.6.2. Normas técnicas de ensayo para el agua:

- NTP. 339.070: Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento portland.
- NTP. 339.071: Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP. 339.072: Método de ensayo para determinar por oxidabilidad del contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP. 339.073: Método de ensayo para determinar el pH de las aguas.
- NTP. 339.074: Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.
- NTP. 339.075: Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.
- NTP. 3339.076: Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros de las aguas.

2.2.7. Adición del agregado fino sílice.

Las razones principales para adicionar la arena sílice como agregado fino también en el diseño de mezcla es principalmente para mejorar la resistencia a la compresión del concreto además para mejorar la calidad del concreto en los suelos que contienen sulfatos los suelos mineralizados de la ciudad de Cerro de Pasco y su ámbito de influencia del proyecto y demás zonas alto andinas y mejora del concreto para utilizar mayormente en cimentaciones de las viviendas cuyos suelos contengan sulfatos por estar ubicados en zonas mineras.

2.2.8. Concreto.

2.2.8.1. Concepto:

El concreto es el producto de la mezcla de los agregados, el agua y adiciones llamados también aditivos es una mezcla de diferentes materiales, principalmente cemento, agua, agregado fino (arena) y piedras trituradas o grava; según el tipo de concreto se pueden agregar algunos aditivos para darles otras características, como que sea mayor compresión, impermeable, seque más rápido o tenga una mayor dureza, para maximizar su eficiencia, durabilidad y calidad de la estructura final.

2.2.8.2. Normas de ensayo para el concreto:

- NTP. 339.218: (revisada el 2018) HORMIGON (CONCRETO)
Método de ensayo normalizado para la segregación estática del hormigón (concreto) autocompactante. Ensayo de columna 1era Edición reemplaza a la NTP. 339. 218: 2008 (revisada el 2013).
- NTP. 339.219: 2008 (revisada el 2018) HORMIGON (CONCRETO).
Método de ensayo normalizado para determinar la fluidez de

asentamiento del concreto auto compactado. 1era. edición reemplaza a la NTP. 339.219:2008 (revisada el 2013)

- NTP. 339.077:2013 (revisada el 2018) CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto 3era edición reemplaza a la NTP. 339.077. 2013
- NTP. 339.181:2013 (revisada el 2018) CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2da edición reemplaza a la NTP. 339.181:2013.
- NTP. 339.238:2013 (revisada el 2018) CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad y contenido de vacíos del concreto permeable endurecido. 1era edición reemplaza a la NTP. 339.238:2013.
- NTP. 339.076:2017 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar el contenido del ion cloruro en las aguas usadas en la elaboración de concretos y morteros de cemento portland 3era. edición.
- NTP. 339.047:2023 CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. 5ta. edición reemplaza a la NTP. 339.047:2021.
- ASTM C 670: 1996 Standard practice preparing precision and bias statements for test methods for constructions materials.

2.2.8.3. Componentes de concreto:

La pasta de concreto se compone de cemento, agua, aditivos y aire que se retiene al mezclar los componentes, o es incluido intencionalmente

a las que se le denomina pasta (compuestos finos) y agregados (compuestos gruesos).

- **Cemento.** Los materiales empleados en la fabricación de cemento Portland consisten principalmente de cal, sílice, alúmina y óxido de hierro. Se dice que la química del cemento es la química de los silicatos y aluminatos cálcicos anhidros e hidratados, que a menudo se expresan como sumas de óxidos, pero dado que frecuentemente los profesionales involucrados en su uso no tienen formación química, se ha desarrollado una nomenclatura simplificada de los cuatro componentes principales del cemento que ocupan más del 90% de la masa de cementos convencionales son:
 - *Los cementos arcillosos* (cuyos componentes principales son las arcillas y las piedras calizas). Aquí se incluye al Cemento Portland.
 - *Los cementos puzolánicos* (cuyo componente principal son las cenizas volcánicas, conocidas como puzolanas).

Tabla 5. Cemento Portland clasificados según Norma ASTM C150

TIPO I	Cemento de uso general.
TIPO II	Genera menor calor de hidratación que el tipo I y es más resistivo al ataque por sulfatos. Se utiliza en grandes estructuras en las que el calor de hidratación puede provocar agrietamientos.
TIPO III	Es el cemento de alta resistencia a temprana edad y rápido fraguado. Se utiliza cuando es requerido para alcanzar una elevada resistencia en pocos días.

TIPO IV	Presenta un calor de hidratación más bajo que el tipo III, se utiliza en construcciones de concreto masivo.
TIPO V	Es el cemento de alta resistencia a la acción de los sulfatos y se utilizan en estructuras que están en contacto con suelos de aguas freáticas de alto contenido de sulfatos y en concretos con aguas negras domésticas concentradas.

Fuente: Elaboración propia

- **Agregados:** Estos elementos son de gran importancia ya que su calidad se ve reflejada en la resistencia del concreto; además, sus propiedades afectan de manera importante el producto final (Torres et al. 2010:5). Originalmente se consideraban materiales inertes que se utilizaban para disminuir costos, sin embargo, es bien sabido que sus propiedades físicas, térmicas y químicas influyen en el comportamiento del concreto compuesto final y le proporcionan mayor estabilidad volumétrica y durabilidad.

La alternativa más frecuente en la elaboración de concreto de buena calidad es que los agregados puedan clasificarse, cuando más, en dos rangos de tamaño: el llamado agregado fino (arena), cuyo tamaño no es mayor de 5 mm, y el agregado grueso (grava), que comprende material mayor a 5 mm.

- **Agua de amasado:** Los cementos empleados reaccionan químicamente con el que se lleva a cabo esta reacción química es alrededor de un 40% del peso del cemento. Un 23% de esta agua se combina químicamente para dar productos de hidratación y el resto se absorbe en la superficie

de un gel que se produce. El agua añadida inicialmente a mezcla con agregados para obtener concreto fresco con adecuada trabajabilidad es siempre superior a la cantidad de agua necesaria para la hidratación completa. Este exceso de agua es responsable del grado de porosidad y permeabilidad del concreto endurecido.

Es interesante mencionar que el agua que no reaccionó tiene características alcalinas debido a que en ella quedan disueltos los iones del cemento como son Ca^{2+} , HO^- , Na^+ , K^+ y SO_4^{2-} .

- **Aditivos:** De esta forma se les denomina a diversas sustancias que se añaden para modificar las propiedades de fluidez, acelerar o retardar el fraguado, así como para incrementar el refuerzo de acero (Del Valle et al. 2001:30). Estos elementos son adicionados en pequeñas cantidades y su uso es particular de acuerdo con la propiedad que se requiera.
- **Acero de refuerzo:** Como ya se ha mencionado en otros textos, se trata de aleaciones hierro-carbono. En gran cantidad de los usos a los que se destina, se le da un acabado superficial en relieve llamado corrugado que le proporciona mayor adherencia con la pasta de concreto. A la rápida difusión del uso del concreto reforzado ha contribuido en gran medida el complemento de propiedades de dos materiales: acero y concreto que, en conjunto, le dotan de gran resistencia a la tracción al primero y de buena resistencia a la compresión al segundo. La protección que le confiere el concreto al acero de refuerzo es una acción de doble naturaleza:

- El elevado pH de la mezcla de un concreto ejecutado correctamente (12.6 aproximadamente), mantiene a las armaduras en estado pasivo.
- El concreto resulta un impedimento físico a la penetración por difusión de oxígeno, humedad, cloruros, anhídrido carbónico y otras sustancias agresivas hasta la superficie del acero.

Cuando estas condiciones no se satisfacen, el concreto se hace más permeable a agentes agresivos que ocasionan su rápido deterioro.

(Pérez López, 2015) “Concreto Armado Caracterización y Alteraciones” de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, Coyoacán – México.

2.2.8.4. Diseño de mezcla de concreto:

El diseño de mezcla del concreto es un proceso para lograr una resistencia a la compresión óptima cuyas propiedades del concreto deben cumplir con las normativas vigentes y con las estructuras que se ponen en servicio.

2.2.8.5. Dosificación de una mezcla de concreto:

Son las proporciones de los componentes del concreto que se añaden a la mezcla de concreto de acuerdo al diseño de mezcla diseñado con anterioridad a la preparación del concreto.

2.2.8.6. Normativas, ensayos y procesos:

La normativa ACI 211.1. es el método con la que realizara el diseño del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para la investigación se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Agregado.

Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.2. Agregado denominado hormigón.

Material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de extracción. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.3. Agregado fino.

Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.4. Agregado grueso.

Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N.º 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.5. Arena.

Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.6. Cemento Portland.

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.7. Concreto.

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.8. Concreto estructural.

Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.9. Fraguado.

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos —procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento. “Fraguado del concreto” , (Beltran Romero, 2016)

2.3.10. Grava.

Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos. Se encuentra comúnmente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.3.11. Piedra triturada o chancada.

Agregado grueso, obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. (Norma E.060, SENCICO, 2019)

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de sílice, influye en la mejora de la resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, para evaluar su desempeño en las estructuras de concreto.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los parámetros del concreto patrón $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, sin la adición de sílice, están dentro de lo establecido en las normas Técnicas Peruanas.
- El comportamiento del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes son aceptados por las normas Técnicas Peruanas.
- Los resultados al comparar los ensayos de resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ patrón frente al concreto con adiciones de sílice en diferentes edades y porcentajes serán favorables y están de acorde a los parámetros del diseño de mezcla del concreto.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes.

- Arena Sílice

2.5.2. Variables dependientes.

- Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 6. Operacionalización de Variable Independiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Subdimensión	Indicadores
- Arena Sílice	<p>La Arena de Sílice está compuesta por cristal de cuarzo, el cual se encuentra en abundancia en la corteza terrestre. Es un mineral refractario cuya fórmula química Si O₂ (dióxido de silicio).</p> <p>La arena sílice es la fracción más delgada de la roca madre y tiene una granulometría muy característica que son arenas finas y están comprendidas entre 0,1 y 0,8 mm.</p> <p>Las aplicaciones son diversas, si bien el sector principal es el de la construcción (industria cerámica, morteros y adhesivos de cemento), fundiciones, pistas ecuestres, agricultura como corrector de suelos, filtros de depuradoras, vidrio, metalurgia, entre otros.</p> <p>Fuente de información: (SYCA, 2023)</p>	<p>Para el diseño de mezcla para el concreto $f'c = 210$ kg/cm² se deben adicionar los materiales en proporciones adecuadas, y a la vez incrementar la Sílice.</p>	D₁ : Tipo de arena	SD₁ : Sílice	I₁ : m ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Operacionalización de Variable Dependiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Subdimensión	Indicadores
- Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm ² .	<p>¿Qué es la Resistencia a la compresión?</p> <p>Se define básicamente como la capacidad de soportar una carga por unidad en el área, y se expresa en términos de esfuerzo, bajo las unidades del SI (Sistema internacional) en kg/cm² o MPa.</p> <p>Fuente de información: Giatec Scientific Inc.</p> <p>Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) para una estructura determinada.</p> <p>Fuente de información: ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests.</p>	Se verifica las propiedades mecánicas (resistencia del concreto, mezcla del concreto y componentes del concreto del concreto estructural combinando Sílice, la cual deben cumplir con los requisitos que otorga e Reglamento Nacional de Edificaciones.	<p>D₁: Resistencia del concreto.</p> <p>D₂: Mezcla del concreto.</p> <p>D₃: Componentes del concreto.</p>	<p>SD₁: Compresión Axial.</p> <p>SD₂: Trabajabilidad.</p> <p>SD₃: Dosificación.</p> <p>SD₄: Grueso.</p> <p>SD₅: Fino.</p> <p>SD₆: Cemento.</p> <p>SD₇: Agua.</p>	<p>I₁: kg/cm²</p> <p>I₂: Pulgadas</p> <p>I₃: % y edades</p> <p>I₄: kg</p> <p>I₅: Lt.</p>

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La investigación presente reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, en razón, que se utilizaron conocimientos de las Ciencias, por su finalidad de estudio, por el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, con el objetivo general y objetivos específicos a fin de aplicarlas en el Proceso de Gestión de evaluación del concreto.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación por la naturaleza del estudio de la investigación científica, reúne todas las normativas, por su nivel de las características de un estudio descriptivo, debido a que se describe y se analiza lo que sucede con los resultados y lo explicativo que va correlacionado, planteándose una relación de causa – efecto.

3.3. Métodos de investigación

La investigación se dará teniendo a nuestro alcance los medios de acceso a las fuentes de la información y donde se impartan contenidos con las normativas

para preparar y presentar con los modos a la evaluación de la investigación eficaz con conclusiones basadas en la observación repetitiva.

La presente investigación se fundamenta en el planteamiento y preparación de diseños de mezcla de concreto de resistencia a la compresión; realizado a partir de un mezcla patrón y 2 diseños de mezcla con los diferentes porcentajes de adiciones de sílice en un 5%, 10% y 15% cuyo complemento a lo mencionado y con los resultados observables, descriptibles, medibles, verificables y explicables en el campo de la investigación científica, están a la vista a una brecha tecnológica que se ensancha con los problemas constructivos.

Los métodos que se utilizaron en la presente investigación científica fueron: Los análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico, a partir de principios generales y con la ayuda de una serie de reglas de inferencia que se demuestran con teoremas o principios secundarios.

3.4. Diseño de investigación

Están dados por objetivos para el presente estudio que se elabora un diseño de mezcla con una mayor resistencia a la compresión mediante procesos experimentales y que de acuerdo a la meta programada se emplea un grupo de control (concreto patrón) y un grupo experimental (concreto con adiciones de sílice), es prospectivo porque, los ensayos determinaron la veracidad del planteamiento de la hipótesis y longitudinal porque todos los ensayos que se realizaron en el laboratorio permitieron obtener las características para realizar las diferencias y/o similitudes entre los resultados de resistencia de compresión del concreto Al final se evaluaron el experimento, la cual en sentido científico se refiere a la variable independiente (porcentaje de adiciones ensayados) y analizar la variable dependiente, para ello se necesita determinar la influencia del concreto

en estado fresco y endurecido con las adiciones del sílice, los cuales se determinaran, empleando una dosificación por el método del ACI con datos obtenidos de los ensayos de agregados, cemento y agua determinando sus propiedades mecánicas, físicas y químicas.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población.

Para la investigación experimental, la población está conformada por 36 probetas de dimensiones establecidas por la norma técnica peruana NTP de 10 cm de diámetro x 20 cm de alto, elaboradas con diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, por el método A.C.I., el estudio experimental a las probetas de concreto fresco y endurecido, son observables, medibles y cuantificables, siendo clasificada por su naturaleza, como población finita, con el fin de obtener un mejor desempeño a la propiedad de compresión de los especímenes.

3.5.2. Muestra.

El estudio, 100% objetivo y realizado por conveniencia, incluyó un total de 36 probetas de 10 cm x 20 cm para los ensayos de compresión. (McMillan & Schumacher, 2001).

Tabla 8. Diseño experimental 1

FASE EXPERIMENTAL			AGREGADOS			MUESTRAS
Edad días	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Nº de ensayos	Agregado grueso de 1/2"	Agregado fino arena segunda	Agregado fino arena sílice	Total Especímenes
3	Concreto patrón o convencional	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Tres probetas
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	
3	5% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
3	10% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
3	15% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Diseño experimental 2

FASE EXPERIMENTAL			AGREGADOS			MUESTRAS
Edad días	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Nº de ensayos	Agregado grueso de 1/2"	Agregado fino arena segunda	Agregado fino arena sílice	Total Especímenes
7	Concreto patrón o convencional	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Tres probetas
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	
7	5% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
7	10% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
7	15% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Diseño experimental 3

FASE EXPERIMENTAL			AGREGADOS			MUESTRAS
Edad días	Concreto $f'c=210$ Kg/cm ² .	N° de ensayos	Agregado grueso de 1/2"	Agregado fino arena segunda	Agregado fino arena sílice	Total Especímenes
28	Concreto patrón o convencional	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Tres probetas
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	
28	5% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
28	10% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
28	15% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Tres probetas
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Planteamiento general de la investigación, bajo el asesoramiento de un profesional en la materia, así como también la orientación profesional, con el objeto de conocer los parámetros y fundamentos teóricos a seguir en la investigación.

Para esta investigación se procedió a elaborar testigos de concreto en probetas cilíndricas de PVC de 4" x 8", para ser evaluados a los 3, 7 y 28 días, con una resistencia de diseño de $f'c = 210$ y 294 Kg/cm².

Los componentes de cada una de las mezclas son los materiales (agregados, agua y cemento) poseen las mismas propiedades físicas en cada una de las masas, de este modo, la variable a tomar en cuenta en la investigación será únicamente la variación de la resistencia a la compresión del concreto.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

- ***Fase de planteamiento y organización:*** Es la fase donde se inicia para dar las ideas, organizar y formular el problema de la investigación y también para plantear los objetivos
- ***Asesoría para la investigación:*** Se dio inicio con las coordinaciones respectivas con el asesor de tesis, llegando a planificar, plantear y organizar la tesis a elaborarse dándose la iniciativa de la investigación planteando los problemas y trazando sus objetivos.
- ***Recopilación de información bibliográfica:***
Se realizó la búsqueda de información bibliográfica relacionados a la presente investigación a través de internet, libros de bibliotecas y material bibliográfico de estudios similares de otros países y con apoyo de opiniones de profesionales de la materia.
- ***Instrumentos de recopilación de datos:***
Se prepararon fichas de evaluación a ser utilizadas en las recopilaciones de todos los datos necesarios para su procesamiento tanto en campo como en gabinete.
- ***Fase de recopilación de datos:***
Se realizaron diversos ensayos de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los agregados convencionales y de las que se utilizaran en la presente investigación.

Se realizó varios procedimientos durante la investigación con los materiales experimentales.

- ***Técnicas de procesamiento de la información:***

Microsoft Word: Para el tipeo de la descripción teóricas de todos los datos necesarios así como también los datos estadísticos de sistematización e interpretación de los resultados ha obtenerse en los diversos ensayos a realizarse durante la ejecución de la investigación.

Microsoft Excel: Se emplearan para crear y exportar cuadros, graficos y demás datos estadísticos de los resultados a obtenerse en los ensayos.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de los datos se han construido los formatos de acuerdo a la normativa de ASTM y NTP.

- ASTM C-172 / NTP 339.036 es un protocolo para tomar muestras de concreto fresco.
- NTP 339.034 son ensayos para medir la resistencia a la compresión del concreto.
- NTP 339.184 son ensayos para medir la temperatura del concreto fresco, para el cual es necesario un termómetro especial.
- NTP 339.035 / ASTM C 143 son ensayos para medir la trabajabilidad de los concretos frescos.
- NTP 339.046 / ASTM C 138 ensayos para medir la densidad del concreto fresco.
- Balanzas calibradas, cuadernos de datos, fichas técnicas de observación y control de laboratorio, fichas de ensayos, fichas de resúmenes textuales, comentarios bibliográficos, etc.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

3.7.1. Etapa I: Selección de los materiales:

Cemento: Se priorizo para esta investigación el cemento portland tipo I andino – Premium cuya fabrica se encuentra localizado en Tarma – Junin, teniendo como garantía a sus propiedades de usos generales y es el que se emplea para estructuras cuando no se requieran de propiedades especiales.

Agregado fino (arena gruesa o de segunda): Para esta investigación se utilizo agregado fino (arena gruesa) procedente de la cantera Sacrafamilia.

- **Agregado fino (arena fina sílice) como aditivo:** Para la investigación se utilizo agregado fino (arena fina sílice) procedente de la cantera Goyllarisquizga.
- **Agregado grueso (piedra chancada de ½” pulg.):** Para la investigación se utilizara el agregado grueso (piedra chancada) procedente de la cantera de la comunidad campesina de Sacrafamilia.
- **Agua:** El agua a utilizarse para la preparación y curado del concreto proviene de la red de agua que distribuye EMAPA – Pasco.

3.7.2. Etapa II: Marco normativo de los ensayos:

Bajo el marco normativo se efectuaran los respectivos ensayos en laboratorio con los procedimientos que se indican en las normas NTP y ASTM, estos ensayos deben consistir para determinar las resistencias a la compresión de los especímenes de concreto en estado endurecido, las que se muestran en los grupos de ensayos bajo las normas técnicas peruanas para las mezclas de concreto de esta investigación.

3.7.3. Materiales: Agregados.

3.7.3.1. Materiales de agregado grueso y fino:

- **Cantera Sacrafamilia**

➤ *Coordinaciones para la ubicación de las canteras de los agregados a experimentar:*

En coordinación con el Asesor de Tesis se vio conveniente utilizar los agregados tradicionales que abastecen a las construcciones a nivel local, a los agregados de Sacrafamilia lugar donde se acopian y realizan la venta, en las que se recolecto dos muestras una de agregado grueso y otra de agregado fino, cada uno de ellos en un promedio de 260 Kg.

Figura 11. Cantera “Sacrafamilia”



Fuente: Elaboración propia

Después de haber trasladados los agregados grueso piedra chancada de ½” 260 kg y fina arena gruesa 230 Kg, de la cantera Sacrafamilia al laboratorio CECIC, con el objetivo de realizar los

ensayos de granulometría y preparación de concreto teniendo como patron la $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

3.7.2.2. Materiales de agregado fino sílice:

- **Cantera Goyllarisquizga**

➤ *Coordinaciones para la ubicación de las canteras de los agregados a experimentar:*

Previa coordinación con nuestro asesor de Tesis buscamos otra cantera o lugar de donde extraer las arenas para ser empleadas como aditivos para la preparación de nuestra mezcla de concreto. La que ubicamos en la localidad de Goyllarisquizga, unas areniscas llamadas sílice.

Figura 12. Cantera de Sílice “Goyllarisquizga”



Fuente: Elaboración propia

Una vez llegado al laboratorio se procedió a dar inicio a las investigaciones primero con el agregado grueso de la cantera Sacrafamilia piedra chancada de $\frac{1}{2}$ ” pulgada = 1.25 centímetros proveniente de las rocas carbonatadas llamadas también calizas

están compuestas de calcita, dolomita carbonato de calcio que finalmente se han consolidados en rocas. Estas rocas han sido trituradas en chancadoras portátiles para que sean utilizados en la industria de la construcción, son de estructura de grano de tamaños diferentes y uniforme, a veces bastante densas. El tamaño o elección más recomendado depende del tamaño de la estructura que se va a vaciar para trabajos de construcción de viviendas utilizadas en las vigas y columnas son las piedras chancadas de ½” la cual se utiliza en nuestro experimento.

3.7.2.3. Laboratorio de concreto y suelos:

Iniciamos nuestro trabajo experimental en el laboratorio de suelos, concreto, asfalto y control de calidad CECIC, ubicado en APVU – Mz. “II” – Lote 4 San Juan Pampa – Distrito de Yanacancha.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Ejecución de la investigación

Se dio inicio con el acopio de los datos para las diversas fases de la investigación que a continuación pasamos a detallar:

- Ubicación y selección de los materiales para la investigación.
- Ensayos y sus marcos normativos de materiales
- Diseño de mezcla de concreto
- Preparacion de las probetas
- Ensayos al concreto fresco y endurecidos

3.9. Tratamiento estadístico

La prueba de los resultados estadísticamente se realizó mediante los test estadísticos de tipo paramétrico si tienen los datos una distribución normal, si el caso sería una distribución no normal se recurrió a los test estadísticos de tipo no paramétrico.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación se realizó respetando los códigos de ética de la UNDAC y de CONCYTEC, además se realizó las respectivas referencias a los textos o extractos de ideas tomadas de otros autores, respetando la propiedad intelectual.

Todos los datos obtenidos en este estudio a través de las pruebas de laboratorios se realizaron utilizando los estándares y métodos acordes a la objetividad y exactitud del caso, es decir, de acuerdo con las normas técnicas que se apliquen a cada tipo de construcción según sus parámetros.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Descripción del proyecto

Este capítulo presenta primero los resultados de probar las propiedades físicas de elementos de agregados naturales, agregado fino sílice del proyecto de tesis “Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210$ kg/cm² con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes Pasco – 2022”, ya se han mencionado los materiales, líneas arribas.

4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.

4.1.2.1. Ubicación geográfica de las canteras:

- **Cantera “Sacrafamilia”:**
 - Cantera de la Comunidad Campesina de Sacrafamilia
 - Distrito de Simon Bolivar
 - Provincia de Pasco
 - Region Pasco
 - Latitud Sur 10 44 46.7. S

- Longitud Oeste 76 18 42.7. W
- Altitud: 4,076 msnm.

Figura 13. Ubicación de la cantera Sacrafamilia



Fuente: Elaboración propia.

Los agregados usados para la elaboración del concreto en la investigación, fueron obtenidos de la cantera de Sacra Familia, ubicada al lado suroeste de la ciudad de Cerro de Pasco, aproximadamente a 15 Km, dicha cantera es la que mayormente abastece a los Distritos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha, cuyos agregados son de calidad muy regular, el análisis de la investigación se desarrolló con las condiciones y recursos que las que se cuenta en el ámbito espacial de la investigación en agregados, cemento, aditivos y agua, teniendo en cuenta también el clima entre otros.

- ***Caracterización geológica de la cantera de “Sacrafamilia”:***

➤ *Geología estructural*

Las estructuras han sido formadas por diferentes episodios de deformación y deja su más obvia huella debajo de las formaciones jóvenes no deformadas. Así la deformación paleógena es visible por el plegamiento del Grupo Calipuy; encontrándose asociada con episodios de plegamiento que se da en rocas del Neo-proterozoico. Así la Orogenia Incaica es observada en los sedimentos del Cretáceo superior en el Miogeosinclinal. La historia estructural de la región ha originado el desarrollo de diferentes zonas estructurales:

1.- Geoanticlinal del Marañón

2.- Zona Imbricada

3.- Zona Miogeosinclinal

Esta estructura presenta una dirección N-S paralela a la falla de Cerro de Pasco, ubicada al Oeste del yacimiento minero Colquijirca. Se orienta en forma regional hasta el cuadrángulo de Ambo, teniendo una longitud aproximada de 50 km. afecta a rocas del Cretáceo Superior (Formación Casapalca). y controla a los grupos Excélsior y Pucará, al oeste de esta falla longitudinal se observa pliegues asimétricos de dirección andina.

Próximo a la falla se ubican pequeños stocks hipabisales de edad Neógeno, siendo estas responsables de la mineralización existente en la zona de estudio; en el cuadrángulo de Ambo la Falla Sacrafamilia se ubica al NE del poblado de Rancas, con una dirección N 45° O atravesando afloramientos del Pérmico superior

y del Complejo del Marañón que se encuentra fuertemente replegado.

(Cobbing et al., 1996) “Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores” del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima – Perú.

- ***Ubicación de la cantera “Goyllarisquizga”***

- Cantera Rally
- Comunidad campesina de Goyllarisquizga
- Distrito de Goyllarisquizga
- Provincia de Daniel Alcides Carrión
- Región Pasco
- Latitud Sur 10° 29’ 38” S
- Longitud Oeste 76° 24’ 08” O
- Altitud: 4,170 msnm.

- ***Caracterización geológica de la cantera de “Goyllarisquizga”:***

- *Grupo Goyllarisquizga*

Unidad litoestratigráfica que fue definida por McLaughlin (1924) en la localidad homónima al norte de la ciudad de Cerro de Pasco; estratigráficamente ha sido objeto de estudio en esta localidad por Jenks (1951). La sucesión sedimentaria de la Grupo Goyllarisquizga es de aproximadamente 500 m. de espesor y al interior de ella se puede reconocer tres secuencias litológicas que corresponden a medios sedimentarios diferentes.

➤ Unidad *inferior*

La unidad inferior tiene 140 m. de espesor yace discordantemente sobre los carbonatos de la Formación Chambará (Tr).

Los primeros niveles constan de micro conglomerados polimícticos con clástos subangulosos de cuarzo, caliza, chert e ígneos cuyo diámetro varía entre 5 y 10 cm, envueltos en una matriz de arenisca carbonatada de grano medio a grueso.

Los conglomerados están ordenados en cubetas alargadas que se intercalan con niveles de areniscas de granulometría decreciente con estructuras en debris flow, pertenecen a conos aluviales; sobre estas facies se observa sucesiones sedimentarias de areniscas compuestas por granos de cuarzo de coloración blanca con sets de grandes laminaciones oblicuas que pertenecen a dunas eólicas.

Sobre estas sucesiones sedimentarias de areniscas compuestas se presentan delgados niveles de arenas de granulometría fina con rizaduras de corriente de coloración gris anaranjada que se intercalan con láminas de lutitas gris oscuras, todo este nivel es ligeramente bioturbado representando facies tidales y líneas de playa.

La parte superior de la unidad inferior está representada por una gruesa sucesión de areniscas en bancos de hasta 5m de espesor con grandes laminaciones oblicuas, intercalado con

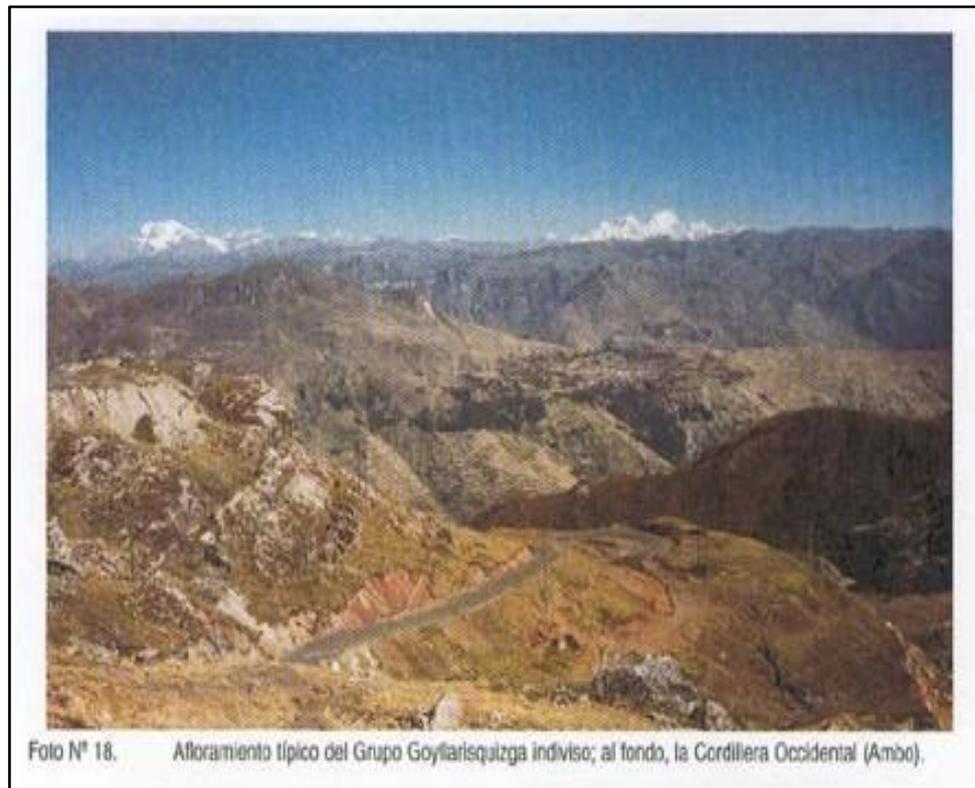
estas sucesiones se encuentran niveles (de hasta 2 m de espesor y de decenas de metros de amplitud horizontal) de micro conglomerados y areniscas de granulometría gruesa generalmente de base erosiva, que indican que se originaron en un medio de canales fluviales. Las discontinuidades entre los bancos generalmente son ondulados, lo que representa un carácter ligeramente erosivo de los bancos superiores.

Estas características sedimentarias corresponden a un campo de dunas con un retrabajamiento por facies fluvial, los cuales son reconocidos por enormes canales fluviales de varias decenas de metros de amplitud, todo este sistema es interrumpido por un periodo transgresivo que es representado por un nivel poco potente de areniscas de medio tidal con laminaciones horizontales y onduladas con rizaduras de corriente de moderada bioturbación de perforantes y coprolitos.

Al contacto con la unidad media se observan niveles de areniscas de coloración gris oscura con una matriz de lutitas negras y delgados niveles carbonosos piritizados de medio pantanoso (corresponden a las explotadas por la mina Goyllarisquizga), al que le sobreyacen lutitas gris claras, los que ya pertenecen a otro ciclo que representa la segunda secuencia.

(Salas et al., 2010), Estudio de investigación “Evolución sedimentaria del grupo Goyllarisquizga en su localidad tipo. Evidencias de facies eólicas (Cerro de Pasco-Perú Central)” - E.A.P. Ingeniería Geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. malexan_084@hotmail.com

Figura 14. Afloramiento del Grupo Goyllarisquizga



Fuente: Elaboración propio del Tesista

4.1.3. Ejecución de la investigación a nivel experimental.

Se inicio con la recolección de los datos para las diversas fases de la investigación que a continuación pasamos a detallar:

- **Fase 1:** Preparacion y ensayo de los agregados para el concreto
- **Fase 2:** Diseño de la mezcla del concreto

- **Fase 3:** Preparación y Ensayo al concreto fresco y endurecido.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Preparación y ensayo de materiales para el concreto.

4.2.1.1. Normas NTP y ASTM C.:

- **NTP. 400.017:2001 y ASTM C 29** “Ensayo de peso unitario y compactado del agregado fino y grueso”.
- **NTP. 400.021: 2002. Agregados.** Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso
- **NTP. 400.022:2002. Agregados.** Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- **NTP. 339.185:2002 y ASTM C 566** “Contenido de humedad del agregado fino y grueso”.

4.2.1.2. Agregados, materiales y equipos:

- **Agregados grueso y fino:** Los agregados para la investigación son un conjunto de partículas de arenas de origen natural y tratados en forma mecánica como en el caso del agregado grueso la piedra chancada o triturada y la arena gruesa, que fueron seleccionadas en la cantera de la comunidad campesina de Sacrafamilia de la comunidad campesina de Goyllarisquizga.
- **Equipos e instrumentos de laboratorio en los ensayos:**
 - Bandeja o Charola de lámina galvanizada.
 - Horno o Estufa.
 - Tamices o mallas N° 4, 8 16, 30, 50, 100 y 200
 - Brochas de distintos tamaños y cepillo de alambre

- Balanza con capacidad de 1.00 Kg hasta 0.1g de precisión.
- Dispositivos de lavado: Jarras y bandejas plásticas.
- Implementos de seguridad e higiene en el trabajo.

Figura 15. Equipos de Protección Personal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Bandeja para lavado de muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Equipo de medición de líquidos



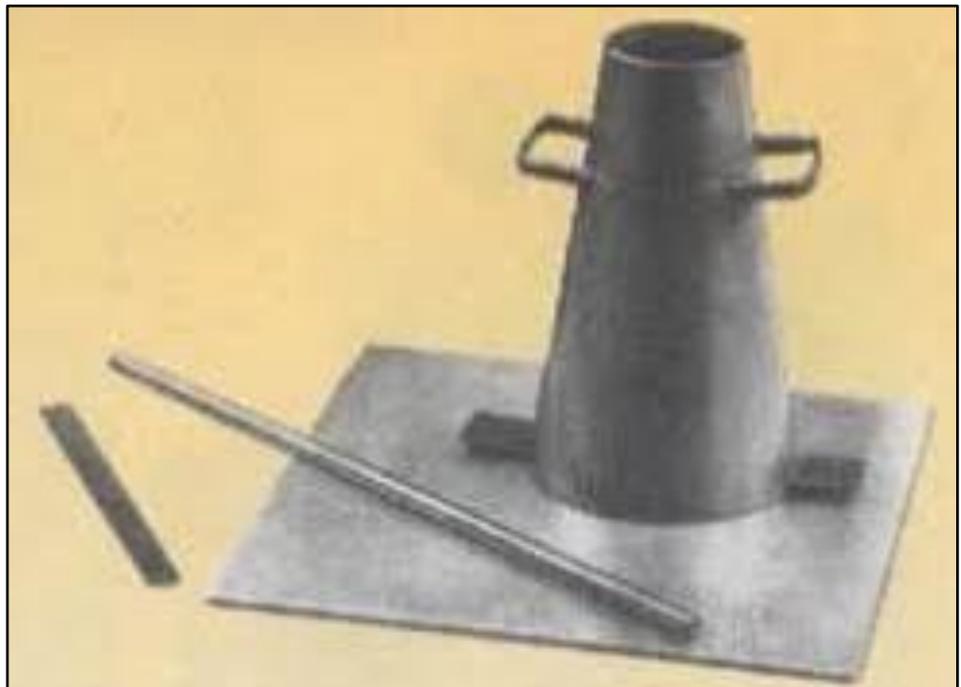
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Tamices con Mallas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Molde y varilla de acero de medición Slump.



Fuente: Elaboración propia.

- ***Procedimiento para “Ensayo Estándar”:***
 - Secar la muestra de arena a una temperatura mínima de 8°C.
 - Se pesa la arena seca de acuerdo a las especificaciones con una precisión el 0.1% de la masa de la muestra de ensayo
 - Colocar la muestra de ensayo en el recipiente y adicionar agua para cubrirla, luego agitar la muestra para obtener la separación completa de las partículas
 - Una vez secado y se ha obtenido su masa se coloca la muestra para el ensayo en el recipiente y adicionar agua para cubrirla.
 - Agitar la muestra constantemente para la separación completa de las partículas finas que la malla N° 200 de las partículas gruesas y llevar el material fino en suspensión
 - Después montar el tamiz N° 16 sobre la malla N° 200
 - Luego vaciar el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos sobre los tamices montados para la decantación de las partículas gruesas de la muestra.
 - Adicionar segunda carga de agua en el recipiente, agitar y decantar como lo realizado y repetir el procedimiento hasta que el agua utilizado en el lavado sea clara
 - Regresar todo el material retenido en las mallas y luego echar agua para limpiar la muestra lavada.
 - Secar el agregado lavado a masa constante a una temperatura promedio 8°C y determinar la masa con una precisión de 0.1% de la masa original de la muestra.

Figura 20. Tamices y horno o estufa para secado de muestras

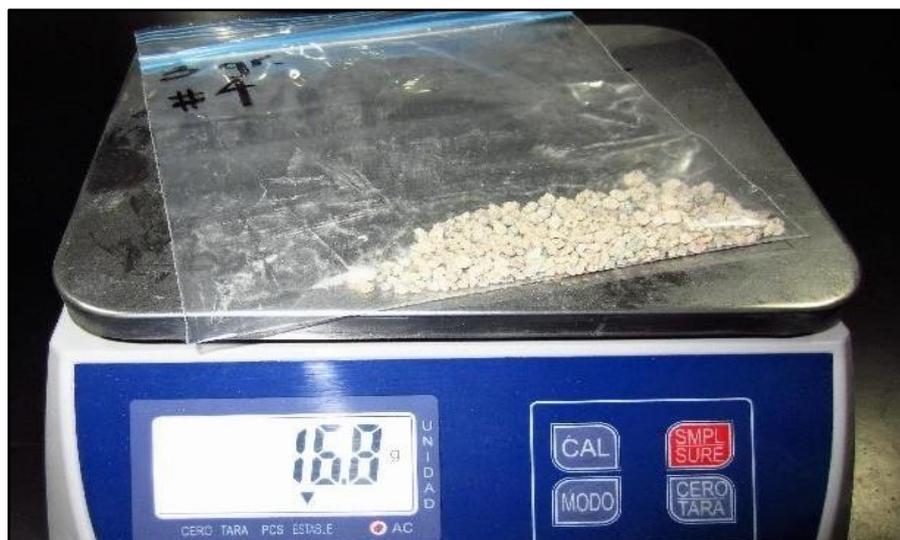


Fuente: Elaboración propia

- ***Procedimiento operativo para el ensayo “Método de Ensayo Estándar”:***
 - Lavado y secado de la muestra a temperatura adecuada mínimo 8°C.
 - Pesado de la cantidad de arena seca.
 - Verter el material seco en la columna de tamices (de la serie a utilizar según la aplicación). La columna está formada por cierta cantidad de tamices ensamblados en orden decreciente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa.

- La muestra colocar en la malla N° 4, cuidando que el fondo se encuentre ensamblado con la malla, luego tapar la malla y sacudirla por espacio de 3 a 5 minutos.
- Superponer los tamices de mayor a menor diámetro de abertura y verter la muestra que paso a la malla N° 4 en la malla superior.
- Agitamos la columna de tamices, retirarlos y colocarlos los agregados retenidos en las bandejas (cuando el material retenido no varíe en más del 1% de la pesada anterior.
- Colocar las porciones retenidas en cada malla de los tamices y pesar las cantidades retenidas y registrar su peso.

Figura 21. Peso de arena retenido en malla



Fuente: Elaboración propia.

- Las porciones retenidas en cada malla de los tamices pesar las cantidades retenidas y se obtiene la cantidad del agregado retenido.
 - Después retirar cada porción del tamiz que corresponde y luego limpiar las mallas utilizando el cepillo con alambre
- Luego de terminado los ensayos registrar los datos

- Calculamos también los porcentajes de error de la prueba realizada y constatamos que no sea mayor que el 2%.
- **Para la realización de la granulometría consideramos:**
 - Tamices UNE (63 – 31,5 – 16 – 8 – 4 – 2 – 1 – 0,500 – 0,250 – 0,125 – 0,063)
 - Las fracciones (arenas y piedra triturada o chancada) utilizadas se tienen registrados en los cálculos efectuados.
 - Tamaño máximo < o igual a 20 mm (mínimo 2 fracciones).
 - Tamaño máximo > 20 mm (Mínimo 3 fracciones).

Figura 22. Tamizado de arena gruesa



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Propiedades físicas de los agregados gruesos, finos y sílice.

4.2.2.1. Ensayo al agregado grueso, piedra chancada de ½”:

El uso de este material para el concreto para la investigación tiene las medidas de ½” y ¾” tiene como objetivo en la mezcla, un relleno adecuado y aportan a la resistencia final del concreto.

Los agregados pueden generar variaciones en el asentamiento de la mezcla de concreto, por ejemplo, las arenas angulares como la sílice tendrán un menor asentamiento que una mezcla diseñada con agregados finos redondeados y lisos. Esto puede generar la necesidad de hacer un cambio en la relación agua/material cementante. Además, existe un límite en el contenido de agregados gruesos dado por la trabajabilidad del concreto, ya que, si la cantidad de agregados gruesos es excesiva, ocurrirá el fenómeno de la segregación.

Figura 23. Agregado grueso de la cantera Sacrafamilia



Fuente: Elaboración propia.

- **Granulometría, análisis y ensayos granulométricos:**
 - Materiales y Equipos

- Tamices: Según normativa.
- Muestra: Se obtienen según norma y se realizan 3 ensayos.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Horno con temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Picnómetro
- Fiola 500 ml.
- Bandeja.

Procedimiento:

- Se tomó una muestra representativa de agregado grueso de acuerdo con el tamaño máximo nominal.
- A continuación, el material se sumergió en agua durante 24 horas.
- Después de 24 horas, las muestras se retiran del agua, se extienden sobre una superficie con una toalla absorbente, se secan hasta (Saturado Superficialmente Seco SSS) y se pesan.
- Después de haber pesado la muestra colocar en una superficie seca de la malla de alambre y pesamos a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- La muestra se seca una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y se le deja enfriar para después medir su peso seco a temperatura ambiente.
- Después de este proceso obtuvimos los resultados que mostramos y luego procedemos a ver el análisis granulométrico.
- Se peso tres muestras del agregado grueso y se alisto los tamices de acuerdo con el tamaño, desde la abertura más grande hasta la

más pequeña (tamiz # 3/4 de pulgada, 1/2 pulgada, 1/4 de pulgada, #4).

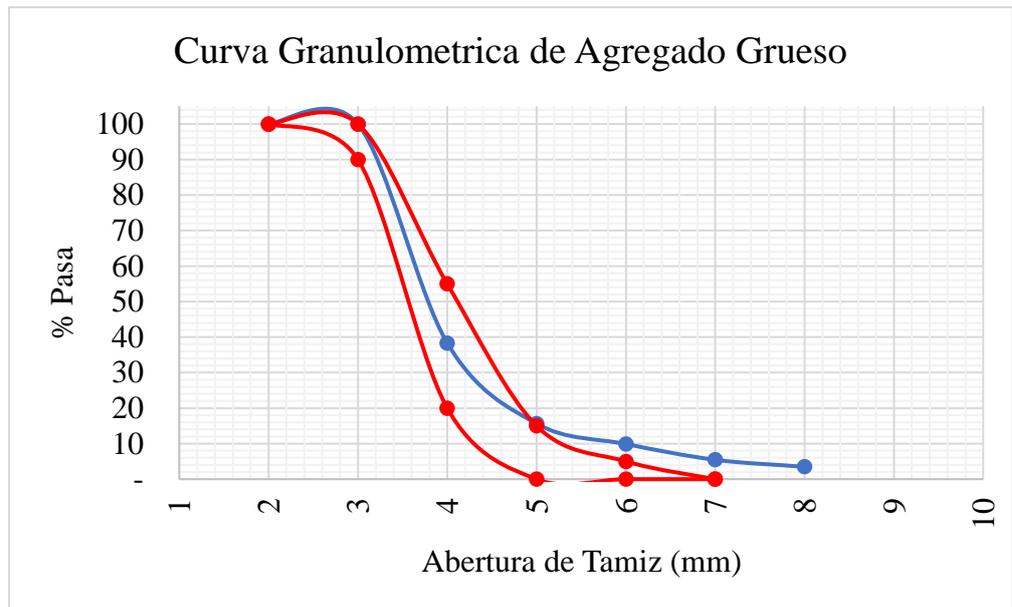
- La selección del material se realizó en forma manual durante un periodo de tiempo razonable.
- Una vez finalizado el proceso de tamizado, todo el material que quede en cada tamiz de lote se registró individualmente en una balanza analítica de 0.1 gr.
- Las operaciones se realizaron tres veces y los cálculos de acuerdo a la tabla que presentamos a continuación:

Tabla 11. Granulometría para elaborar el Concreto

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Maximo	
1 ½"	37.500							
1"	25.000	-	-	-	100.0	100.00	100.00	
¾"	19.000		-	-	100.0	90.00	100.00	
½"	12.500	831.0	23.7	23.7	76.3	20.00	55.00	
3/8"	9.500	1,350.0	38.6	62.3	37.7	-	15.00	
N° 4	4.750	1,226.0	35.0	97.3	2.7	-	5.00	
N° 8	2.360	29.0	0.8	98.2	1.8	-	-	
N° 16	1.180	8.8	0.3	98.4	1.6			
FONDO	-	55.3	1.6	100.0	-			
		3500.000	100.0					
TAMAÑO MAXIMO:							¾"	
MODULO DE FINURA:							6.52	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Curva Granulométrica del Agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Análisis granulométrico piedra chancada de ½"



Fuente: Elaboración propia.

- *Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127):*

Tabla 12. Peso específico y absorción del agregado grueso

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO: NTP. 400.021 / ASTM C 127						
			UNID	M - 1	M - 2	
1	Peso de la Muestra Seca al aire	A	gr	7400.00	7408.00	
2	Peso de la Muestra Saturada superficialmente seca en el aire	B	gr	1090.00	5705.00	
3	Peso Saturado sumergido + Canastilla		gr	5700.00	1088.00	
4	Peso de la canastilla		gr	4610.00	4617.00	
5	Peso sumergido	C	gr	7320.00	7327.00	
			UNID	M - 1	M - 2	Promedio
8	Peso Específico Aparente (PEA)	A/(A-C)	gr/cm ³	2.54	2.70	2.62
9	Peso Específico de masa Saturada con superficie sea (PeSSS)	B/(B-C)	gr/cm ³	2.49	2.65	2.57
10	Peso Específico de la masa (Pem)	A/(A-C)	gr/cm ³	2.47	2.62	2.54
11	Absorción	(B-A) / A	%	1.12%	1.07%	1.10%

Fuente: Laboratorio CECIC.

- *Peso específico aparente del agregado grueso (Pea):*

$$Pe (Pea) = A / (A - C) = 2668 / (2668 - 1616) = 2.54$$

$$Pe (Pea) = 2.54 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe (Pea) = A / (A - C) = 2706 / (2706 - 1703) = 2.70$$

$$Pe (Pea) = 2.70 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe (Pea) \text{ prom.} = (2.54 \text{ gr/cm}^3 + 2.70 \text{ gr/cm}^3) / 2 = 2.62 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe (Pea) \text{ prom.} = 2.62 \text{ gr/cm}^3$$

- *Peso específico de masa saturado superficie seca (PeSSS):*

$$Pe (PeSSS) = B / (B - C) = 2698 / (2698 - 1616) = 2.49$$

$$Pe (PeSSS) = 2.49 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe (PeSSS) = B / (B - C) = 2735 / (2735 - 1703) = 2.65$$

$$Pe (PeSSS) = 2.65 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe (PeSSS) \text{ prom.} = (2.49 \text{ gr/cm}^3 + 2.65 \text{ gr/cm}^3) / 2 = 2.57 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe (PeSSS) \text{ prom.} = 2.57 \text{ gr/cm}^3$$

- *Peso específico de la masa del agregado grueso (P_{em}):*

$$P_e (P_{em}) = A / (B - C) = 2668 / (2698 - 1616) = 2.47$$

$$\mathbf{P_e (P_{em}) = 2.47 \text{ gr/cm}^3}$$

$$P_e (P_{em}) = A / (B - C) = 2706 / (2735 - 1703) = 2.62$$

$$\mathbf{P_e (P_{em}) = 2.62 \text{ gr/cm}^3}$$

$$P_e (P_{em}) \text{ prom.} = (2.47 \text{ gr/cm}^3 + 2.62 \text{ gr/cm}^3) / 2 = 2.54 \text{ gr/cm}^3$$

$$\mathbf{P_e (P_{em}) \text{ prom.} = 2.54 \text{ gr/cm}^3}$$

- *Porcentaje de absorción del agregado grueso:*

$$\% \text{ abs.} = (B - A) / A = (2698 - 2668) / 2698 = 0.012 * 100 = 1.12$$

$$\mathbf{\% \text{ abs.} = 1.12 \%}$$

$$\% \text{ abs.} = (B - A) / A = (2735 - 2706) / 2735 = 0.0107 * 100 = 1.07$$

$$\mathbf{\% \text{ abs.} = 1.07 \%}$$

$$\% \text{ abs.} = (1.12 \% + 1.07 \%) / 2 = 1.10 \%$$

$$\mathbf{\% \text{ abs. prom.} = 1.10 \%}$$

- *Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso ASTM C 127):*

- *Materiales y equipos:*

Recipiente para medir, Balanza electrónica, Barra compactadora, Agregado grueso.

- *Procedimiento:*

- Se peso el recipiente vacío y se registramos este valor.
- Se lleno el recipiente con agua hasta que rebose y medimos el peso ya que esto ayuda a calcular el volumen del molde en (m³).

- Luego, las muestras con agregados se vierten en el molde a una altura máxima de 50 mm, hasta que el molde esté lleno.
- Para el peso unitario compactado, el material se coloca en tres capas de del mismo volumen, luego cada capa se comprime uniformemente en el contenedor con 25 golpes del barra o varilla estándar.
- Usamos una varilla para nivelar la superficie.
- Pesamos el molde de prueba y determinamos el peso unitario de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 13. Peso unitario suelto del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO						
		UNID	M 1	M 2	M 3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra más recipiente	Kg	6.314	6.285	6.301	6.30
2	Peso del recipiente	Kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3	Peso de la muestra	Kg	3.755	3.726	3.742	3.741
4	Volumen del recipiente	Kg	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5	Peso unitario suelto	Kg/m ³	1326.07	1315.82	1321.47	1321.12

Fuente: Laboratorio CECIC.

➤ *Peso unitario suelto del agregado grueso:*

Volumen del molde: $V = 0.0028 \text{ cm}^3$

Peso del molde: $P = 2.559 \text{ gr.}$

Peso de la Mezcla + el molde (P) = 6.300 gr.

$P.U.S. = ((\text{Peso de la arena (suelto)} + \text{molde}) - \text{Peso del molde}) /$

Volumen del molde

$P.U.S. = (6.300 - 2.559) / 0.0028$

$P.U.S. = 1.32 \text{ gr/cm}^3$

$P.U.S. = 1,321.12 \text{ kg/m}^3$

Tabla 14. Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO						
		UNID	M 1	M 2	M 3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra más recipiente	Kg	6.652	6.684	6.702	6.679
2	Peso del recipiente	Kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3	Peso de la muestra	Kg	4.093	4.125	4.143	4.120
4	Volumen del recipiente	Kg	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5	Peso unitario suelto	Kg/m3	1445.43	1456.73	1463.09	1455.08

Fuente: Laboratorio CECIC.

➤ **Peso unitario compactado del agregado grueso:**

Volumen del molde: $V = 0.0028 \text{ cm}^3$

Peso del molde: $P = 2.559 \text{ gr.}$

Peso de la Mezcla + el molde (P) = 6.679 gr.

$P.U.C. = ((\text{Peso de la arena (compactado)} + \text{molde}) - \text{Peso del molde}) / \text{Volumen del molde}$

$P.U.C. = (6.679 - 2.559) / 0.0028$

$P.U.C. = 1.46 \text{ gr/cm}^3$

$P.U.C. = 1,455.08 \text{ Kg/m}^3$

• **Contenido de humedad del agregado grueso (ASTM D566):**

Materiales y Equipos:

Balanza digital, Recipientes metálicos y plásticos, fiolas, Agregado Grueso.

➤ *Procedimiento:*

- Se toma una pequeña muestra representativa para realizar la prueba. Los contenedores manuales se utilizan para anotar los datos.
- Primero, se pesó el recipiente con una balanza de precisión de 0.01 gr. a continuación, se pesaron las probetas (cada probeta

y su correspondiente recipiente) antes de introducir las en el horno.

- Para pesar el recipiente se debe secar la muestra, luego se coloca el recipiente en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C durante 24 horas y después se mide el volumen requerido de acuerdo con los criterios técnicos.
- Después de 24 horas, se pesó el recipiente más la muestra seca.
- El ensayo se hace para el agregado grueso y fino.
- Por lo tanto, la fórmula con la que hallaremos el porcentaje de humedad es la siguiente:

$$\% W = ((W - D) / D) \times 100$$

$$W\% = ((W_m - W_s) / W_s) * 100 = ((9785 - 9665) / 2665) * 100$$

$$W\% = 1.24 \%$$

Tabla 15. Humedad del agregado grueso

HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO: NTP 339.185 / ASTM D 556						
			UNID	M 1	M 2	M 3
1	Peso de la Muestra húmeda + Tara		gr	10234.00	10234.00	10234.00
2	Peso de la Muestra seca + Tara		gr	10114.00	10114.00	10114.00
3	Peso de la Tara		gr	449.00	449.00	449.00
4	Masa de la muestra humedad	W	gr	9785.00	9785.00	9785.00
5	Masa de la muestra en gramos	D	gr	9665.00	9665.00	9665.00
Contenido de humedad		(W - D) / D		1.24%	1.24%	1.24%
Promedio				1.24%		

Fuente: Laboratorio CECIC.

4.2.2.2. Ensayo al agregado fino, arena gruesa o de segunda (NTP 400.037):

La arena gruesa por su tamaño pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en el tamiz número 200 ya que estas partículas tienen un tamaño máximo de 5 mm.

Figura 25. Agregado fino cantera Sacrafamilia



Fuente: Elaboración propia.

- **Granulometría, Análisis y ensayo Granulométrico Agregado Fino:**
 - *Materiales y Equipos:*
 - Balanza con una sensibilidad de 0.1 gr.
 - Horno con una temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Tamices de diferentes tamaños
 - Muestra según las normas y se realizan 3 ensayos.
 - *Procedimiento:*
 - Se seca el material en un horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

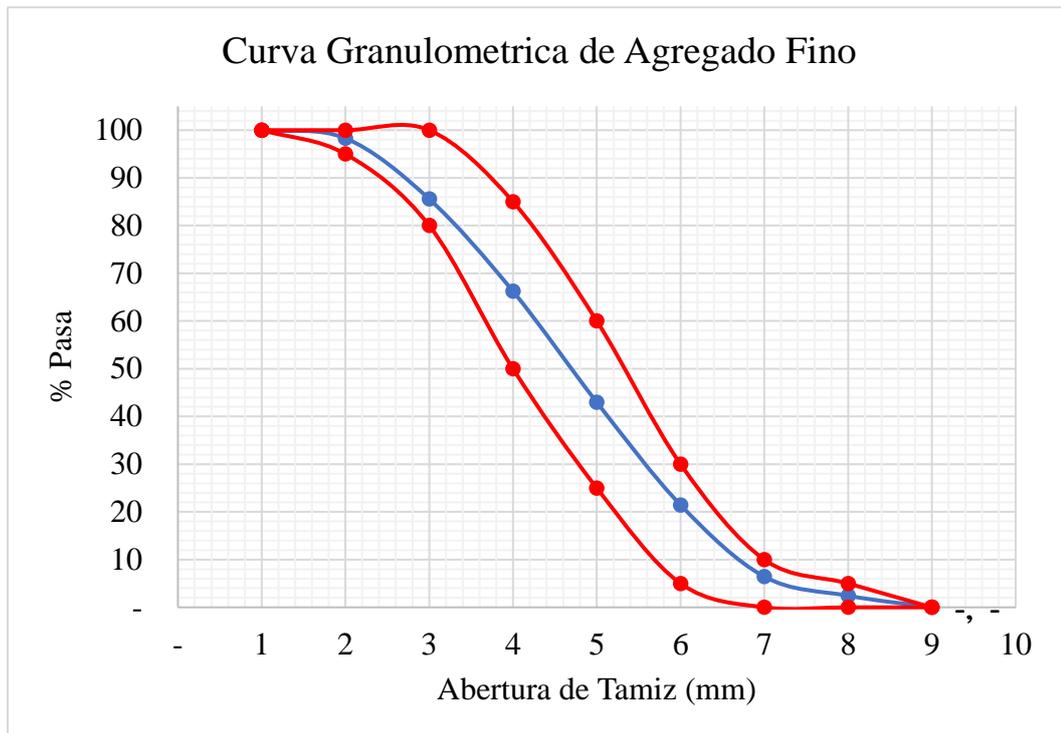
- Se pesa tres muestras de agregado fino, luego se colocó los tamices de acuerdo con el tamaño de la abertura de mayor a menor (tamices de los números 04 al 200).
- La sección manual se realizó en un periodo de tiempo razonable ya que una vez que se completa el proceso de tamizado, todo el material debe registrarse individualmente.
- Esta operación se realiza tres veces y el módulo elástico de finura se calcula mediante la siguiente fórmula.

Tabla 16. Ensayo granulométrico del agregado fino

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Maximo	
3/8"	9.500	24.00	0.48	0.48	99.52	100.00	100.00	
N° 4	4.750	1,017.00	20.34	20.82	79.18	95.00	100.00	
N° 8	2.360	1,255.00	25.10	45.92	54.08	80.00	100.00	
N° 16	1.180	1,014.89	20.30	66.22	33.78	50.00	85.00	
N° 30	0.600	836.33	16.73	82.94	17.06	25.00	60.00	
N° 50	0.300	536.10	10.72	93.67	6.33	5.00	30.00	
N° 100	0.150	256.98	5.14	98.81	1.19	-	10.00	
N° 200	0.075	59.70	1.19	100.00	-	-	5.00	
FONDO	-		-	100.00	-	-	-	
		5000.000	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"	
MODULO DE FINURA:							4.09	

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Curva granulométrica de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128):**
 - Viene a ser la relación entre el peso de la sustancia y su volumen.
Tener en cuenta que para el SI, se expresan en N/m³. Y para el sistema técnico se expresa en Kg/m³.
 - Materiales y Equipos:
 - Balanza con una sensibilidad de 0.1 gr.
 - Horno para mantener una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.
 - Tamices N° 04
 - Picnómetro
 - Molde cónico
 - Varilla para apisonar

- Fiola 500 ml
 - Bandeja
 - Muestra de acuerdo con las normas, se realizarán tres ensayos.
- Procedimiento:
- Se toma una muestra representativa de agregado fino y se sumerge en agua durante 24 horas.
 - Luego, la muestra se coloca en una bandeja, se extiende y se seca a temperatura ambiente usando un secador de manos con flujo de aire y agitación ocasional para lograr un secado uniforme.
 - Se retira el material y el cono se empaqueta en 3 capas iguales y cada capa se comprime con una varilla dándoles un promedio de 25 golpes.
 - Se agrega agua al recipiente y medir hasta 500 ml.
 - Las muestras preparadas se colocaron en recipientes de 500 g y se añadió agua hasta aproximadamente el 90% del volumen del vial. El vial se hizo rodar sobre una superficie lisa durante 1 minuto para eliminar las burbujas de aire.
 - El vial se llenó hasta lo que indica 500 ml y después se midió su peso total.
 - Finalmente, se espera que la muestra se asiente en el vial. Después de que la muestra se haya asentado, se desecha el agua, retiramos la muestra del vial y secamos en un horno a 110 °C, hasta que alcance un peso constante (peso seco).

- El resultado ha sido calculado en la siguiente tabla:

Tabla 17. Peso Especifico y Absorción del Agregado Fino

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO: NTP. 400.022 / ASTM C 128						
			UNID	M - 1	M - 2	
1	Peso de la Muestra Seca al horno	A	gr	491.00	491.00	
2	Peso del picnómetro llenado de agua	B	gr	680.00	680.00	
3	Peso del picnómetro lleno de la muestra y agua	C	gr	990.00	990.00	
4	Peso de la muestra saturado superficialmente seca	S	gr	500.00	500.00	
			UNID	M - 1	M - 2	Promedio
5	Densidad relativa (gravedad especifica) OD	$A/(B+S-C)$	gr/cm ³	2.58	2.55	2.56
6	Densidad relativa (gravedad especifica) SSD	$S/(B+S-C)$	gr/cm ³	2.63	2.60	2.62
7	Densidad relativa aparente (gravedad especifica)	$A/(B+A-C)$	gr/cm ³	2.71	2.70	2.71
8	Absorción	$100*(S-A)/A$	%	1.83%	2.29%	2.06%

Fuente: Laboratorio CECIC.

➤ *Peso específico y absorción del agregado fino:*

- Peso de la muestra seca al horno = 488.80
- Peso del Picnómetro llenado de agua = 680.00
- Peso del Picnómetro lleno de la muestra y el agua = 988.00
- Peso de la muestra saturado superficialmente seca = 500.00

➤ *Densidad relativa (gravedad especifica) OD:*

$$OD = A / (B+S-C) = 491.00 / (680.00 + 500.00 - 990.00)$$

$$OD = 2.58 \text{ gr/cm}^3$$

$$OD = A / (B+S-C) = 488.80 / (680.00 + 500.00 - 988.00)$$

$$OD = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

$$OD \text{ prom.} = (2.58 + 2.55)/2 = 2.56$$

$$OD \text{ prom.} = 2.56 \text{ gr/cm}^3$$

➤ *Densidad relativa (gravedad específica) SSD:*

$$\text{SSD} = S / (B+S-C) = 500.00 / (680.00 + 500.00 - 990.00)$$

$$\text{SSD} = 2.63 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{SSD} = S / (B+S-C) = 500.00 / (680.00 + 500.00 - 988.00)$$

$$\text{SSD} = 2.60 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{SSD prom.} = (2.63 + 2.60)/2 = 2.62$$

$$\text{SSD prom.} = 2.62 \text{ gr/cm}^3$$

➤ *Densidad relativa aparente (gravedad específica) DRA:*

$$\text{DRA} = A / (B+A-C) = 491.00 / (680.00 + 491.00 - 990.00)$$

$$\text{DRA} = 2.71 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{DRA} = A / (B+A-C) = 488.80 / (680.00 + 488.80 - 988.00)$$

$$\text{DRA} = 2.70 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{DRA prom.} = (2.71 + 2.70) / 2 = 2.71$$

$$\text{DRA prom.} = 2.71 \text{ gr/cm}^3$$

➤ *Porcentaje de Absorción:*

$$\% \text{Abs.} = 100 (S-A) / A = 100 (500.00 - 491.00) / 491.00$$

$$\% \text{Abs.} = 1.83 \%$$

$$\% \text{Abs.} = 100 (S-A) / A = 100 (500.00 - 488.80) / 488.80$$

$$\% \text{Abs.} = 2.29 \%$$

$$\% \text{Abs.} = (1.83 + 2.29) / 2 = 2.06$$

$$\% \text{Abs.} = 2.06 \%$$

• *Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (ASTM C29):*

➤ *Materiales y Equipos*

- Recipiente de medida,

- Balanza de electrónica,
- Barra compactadora,
- Agregado fino y Agregado grueso.

➤ *Procedimiento*

- Se peso el recipiente vacío y se registra este valor.
- Se lleno el recipiente con agua hasta que rebose y mida el peso. Esto ayudará a calcular el volumen del molde (m³).
- Luego, las muestras agregadas se vierten en el molde a una altura máxima de 50 mm desde la parte superior hasta que el molde esté lleno.
- Con un peso unitario compactado, el material se coloca en tres capas de aproximadamente el mismo volumen, cada capa se comprime uniformemente en el contenedor con 25 barras estándar.
- Usamos una varilla para nivelar la superficie.
- Pesamos el molde de prueba y se determina el peso unitario de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 18. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO						
		UNID	M 1	M 2	M 3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra más recipiente	Kg	6.512	6.539	6.596	6.549
2	Peso del recipiente	Kg	2.56	2.56	2.56	2.559
3	Peso de la muestra	Kg	3.953	3.980	4.037	3.990
4	Volumen del recipiente	Kg	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5	Peso unitario suelto	Kg/m ³	1395.99	1405.52	1425.65	1409.06

Fuente: Laboratorio CECIC.

➤ *Peso unitario suelto del agregado fino:*

Volumen del molde: $V = 0.0028 \text{ cm}^3$

Peso del molde: $P = 2.559 \text{ gr.}$

Peso de la Mezcla + el molde (P) = 6.549 gr.

$P.U.S. = ((\text{Peso de la arena (suelto)} + \text{molde}) - \text{Peso del molde}) /$

Volumen del molde

$P.U.S. = (6.549 - 2.559) / 0.0028$

$P.U.S. = 1.41 \text{ gr/cm}^3.$

$P.U.S. = 1,409.06 \text{ Kg/m}^3$

Tabla 19. *Peso Unitario Compactado del Agregado Fino*

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO						
		UNID	M 1	M 2	M 3	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra más recipiente	Kg	7.263	7.248	7.208	7.240
2	Peso del recipiente	Kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3	Peso de la muestra	Kg	4.704	4.689	4.649	4.681
4	Volumen del recipiente	Kg	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5	Peso unitario compactado	Kg/m3	1661.20	1655.20	1641.78	1652.96

Fuente: Laboratorio CECIC.

➤ *Peso unitario compactado del agregado fino:*

Volumen del molde: $V = 0.0028 \text{ cm}^3$

Peso del molde: $P = 2.559 \text{ gr.}$

Peso de la Mezcla + el molde (P) = 7.240 gr.

$P.U.C. = ((\text{Peso de la arena (compactado)} + \text{molde}) - \text{Peso del molde}) / \text{Volumen del molde}$

$P.U.C. = (7.240 - 2.559) / 0.0028$

$P.U.C. = 1.65 \text{ gr/cm}^3$

$P.U.C. = 1,652.96 \text{ Kg/m}^3$

- **Contenido de humedad del agregado fino (ASTM D566):**

- *Materiales y Equipos:*

Balanza digital, Recipientes metálicos, Agregado Fino.

- *Procedimiento:*

- Se toma una pequeña muestra representativa después del alojamiento para realizar la prueba. Los contenedores se utilizan para ingerir datos.
- Primero, se pesó el recipiente con una balanza de precisión de 0.01 g. a continuación, se pesó las probetas (cada probeta y su correspondiente recipiente) antes de introducir las en el horno.
- Para pesar el recipiente y secar la muestra, se colocó el recipiente en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C durante 24 horas y se midió el volumen requerido y después de 24 horas, se pesó el recipiente más muestra seca.
- El ensayo se hace para el agregado grueso y fino.
- Por lo tanto, la fórmula con la que hallaremos el porcentaje de humedad es la siguiente:

$$\% W = ((W - D) / D) \times 100$$

$$W\% = ((W_m - W_s) / W_s) * 100 = ((10600 - 10088) / 10088) * 100$$

$$W\% = 5.08 \%$$

Tabla 20. Humedad del agregado grueso

HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO: NTP 339.185 / ASTM D 556						
		UNID	M 1	M 2	M 3	
1	Peso de la Muestra húmeda + Tara	gr	11282.00	11282.00	11282.00	
2	Peso de la Muestra seca + Tara	gr	10770.00	10770.00	10770.00	
3	Peso de la Tara	gr	682.00	682.00	682.00	
4	Masa de la muestra humedad	W gr	10600.00	10600.00	10600.00	
5	Masa de la muestra en gramos	D gr	10088.00	10088.00	10088.00	
	Contenido de humedad	$(W - D) / D$	5.08%	5.08%	5.08%	
	Promedio		5.08%			

Fuente: Laboratorio CECIC.

4.2.2.3. Ensayo al agregado fino sílice (NTP 400.037):

La arena sílice es el que va ser utilizado a través de diferentes porcentajes de adición en el concreto a experimentarse su composición química está formada por un átomo de sílice y dos átomos de oxígeno, denominado dióxido de silicio SiO_2 .

La arena sílice es la fracción más fina de las rocas sedimentadas y tiene una granulometría de características similares a las arenas finas y están comprendidas entre 0,1 y 0,8 mm.

La distribución de las partículas de materiales granulares de varios tamaños, que generalmente se expresa en términos de porcentajes acumulados mayores o menores que cada una de las series de aberturas de mallas, con los porcentajes entre ciertos rangos de aberturas de mallas. Los requisitos de granulometría que establece la norma ASTM C 33 (Standart Specification for Concrete Aggregates) para agregados gruesos y finos.

Figura 26. Agregado Fino – Cantera Goyllarisquizga



Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis granulométrico se realizó mediante el empleo de mallas de aberturas cuadradas, de los tamaños siguientes: 3/8” y números de Tamices 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

Tabla 21. Análisis Granulométrico por Tamizado de Arenas Silíceas

N° Tamiz	Abertura (mm)	Número de ocurrencia											
		14	17	26	29	52	80	123	133	148	150	166	180
		Código de muestra											
		22k-RNM-16	22k-RNM-19	21k-RNM-28	22k-RNM-31	22k-RNM-54	22k-RNM-77	22m-RNM-112	20n-RNM-120	21m-RNM-130	21n-RNM-131	21m-RNM-144	22m-RNM-157
N ° 020	0.850												
N ° 040	0.425	99.67	99.73	99.74	99.76	99.76	99.27	99.35	98.74	98.82	98.63	98.62	98.74
N ° 060	0.250	46.07	87.46	30.95	63.18	59.11	22.39	60.72	93.21	18.07	74.17	42.58	93.68
N ° 100	0.150	21.19	57.02	12.23	40.18	38.16	10.37	34.86	76.59	9.36	21.98	23.70	87.62
N ° 140	0.106	9.99	32.65	6.75	24.28	25.29	6.54	21.51	57.40	6.85	7.00	17.59	75.05
N ° 200	0.075	5.96	21.01	4.70	16.16	16.74	4.12	14.25	37.83	5.04	4.45	13.12	50.82
N ° 325	0.045	3.17	12.57	3.33	10.49	9.49	2.10	8.71	19.60	3.56	3.24	8.24	31.07
N ° 400	0.038	2.04	9.18	2.79	8.04	6.05	1.39	6.40	18.14	3.10	2.86	7.15	29.86
TPS		0.33	0.27	0.26	0.24	0.24	0.73	0.65	1.26	1.18	1.37	1.38	1.26
Valores		Porcentaje que pasa (%)											

Fuente: “Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales en la Región Pasco” (Carpio Ronquillo et al., 2018)

Los tamices son básicamente unas mallas de aberturas circulares, que se encuentran estandarizadas por la Norma ASTM C. La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", # 4 y para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200. La serie de tamices que se emplean para clasificar agregados para concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz sea aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, o sea, que cumplan con la relación 1 a 2. La operación de tamizado debe realizarse de acuerdo con la Norma Técnica Peruana sobre una cantidad de material seco.

Tabla 22. Características de la Arena estudiada

Yacimiento	Casilda				
Número del Tamiz	% Retenido	Retenido acumulado %	NF	SER	Ca
0,850	0,1300	0,1300	78	180	1,3
0,600	0,8085	0,9385			
0,425	3,6432	4,5817			
0,300	8,7230	13,3047			
0,212	20,3500	33,6547			
0,150	25,7000	59,3547			
0,106	30,1715	89,5262			
0,075	9,6296	99,1558			
0,053	0,7445	99,9003			
0,000	0,0600	100,0			

Fuente: "Influencia de la granulometría de la Arena Sílice..." (Grey Medina, 2010)

- **Selección y preparación de la muestra:**

- La muestra de arena empleada en el ensayo es previamente separada de arcillas mediante un proceso de lavados sucesivos de

arena (levigación). Esta operación, a su vez, sirve para conocer el contenido del componente arcilloso de la muestra en cuestión.

- La selección de las muestras de arena sílice se realizaron con los pasos siguientes:
 - Se tomaron muestras de diez sacos de un lote de doce que fueron traídos de la cantera
 - De los diez sacos que se trajeron del yacimiento se tomaron muestras de ocho.
 - Para la muestra de ensayo se tomó 1 kg de arena de cada uno de los sacos.
 - Se determinó la granulometría de las muestras tomadas.
 - La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas.
- ***Equipos:***
 - Diámetro interno de los tamices (nominales), 200 mm.
 - Número del sistema de los tamices. 11
 - Altura del sistema (con el lavabo y la cubierta), 30 mm.
 - Masa máxima a tamizar, 2.5 kg.

Tabla 23. Granulometría Arena Silíceea

Granulometría mm	Porcentaje %
>2,8	0.6
2,8 – 2,00	2,71
2,00 – 1,60	3,90
1,60 -1,00	12,26
1,00 – 0,80	7,75
0,80 – 0,40	30,71
0,40 – 0,250	19,41
< 0,250	21,99
Fondo	1,08
Peso Húmedo	1,000 g
Peso Seco	951.30 g
Diferencia Peso	48.7 g
% Pérdida de Peso	4.80

Fuente: “El caolín y la arena silíceea como materiales de construcción” (Moraño Rodríguez et al., 2022)

- **Distribución granulométrica de la Arena Sílice:**
 - El análisis de una muestra de arena se denomina análisis granulométrico, en el cual, 100g de la misma, se hace pasar a través de un juego de 11 tamices cuyas aberturas de malla varían desde alrededor de 3,5mm hasta, aproximadamente, 0,05mm.
 - El conjunto de tamices se hace vibrar durante 10 - 15 min y posteriormente, se procede a determinar el peso de arena que quedó retenido en cada uno de los tamices con una exactitud de alrededor de 0,01g.
 - Se requiere de una granulometría de 45 % de agregados gruesos, 10 % de tamaños medios y 45 % de finos.

Tabla 24. Características físicas de la Arena Sílice

Materiales	Unidad	Valor
Peso específico		2.61, 2.73, 2.66 y 2.49
Peso Volumétrico	gr/cm ³	2.43, 2.59, 2.45 y 2.29
Humedad	%	3.18, 1.52, 1.52 y 1.70
Porosidad	%	6.82, 5.04, 7.96 y 7.94

Fuente: “Caracterización físico – química de las arenas silíceas con fines de industrialización...” (Zhunaula Saca, 2016)

4.2.3. Especificaciones Técnicas del Cemento.

- **Ficha Técnica:**

- Nombre de marca de fabricación ANDINO PREMIUM.
- Es un cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

- **Características Técnicas:**

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

- **Formato de distribución:**

- Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos

- **Dosificación:**

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

- **Usos:**
 - Estructuras sólidas de acabados perfectos.
 - Construcciones de gran envergadura, como puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.
 - Postes, vigas, viguetas y Shotcrete.

4.2.4. Especificaciones Técnicas del Agua.

- **Agua: Sistema Abastecimiento III – Pucayacu- EPS. EMAPA PASCO**
 - El agua a utilizar proviene de los manantiales de captación del lugar denominado Pucayacu, es limpia, libre de impurezas, fresca, sin olor, color ni sabor, es decir, debe ser agua potable pero en la fecha no se potabiliza pero si apto para el consumo humano. La cantidad de agua a utilizarse en la mezcla de concreto es muy importante ya que de ello dependerá también para una buena calidad del concreto experimental. Porque cuando la mezcla no es manejable y se incrementa la cantidad de agua, se pierden propiedades importantes del concreto.
- **Consideraciones:**
 - No debe presentar espuma cuando se agita.
 - No debe utilizarse en otra cosa antes de su empleo en la construcción.

4.2.5. Diseño de Mezcla para Concreto:

Este capítulo es uno de los más importantes, se presenta el método de diseño de mezcla de concreto el cual en obra produce el éxito al lograr finalmente un

concreto que se pueda aplicar adecuadamente a las necesidades del proyecto de investigación.

El diseño de mezcla busca definir una mezcla práctica, económica, resistente, durable y apropiada para las proporciones de los componentes de la mezcla del concreto ideal y que cumpla con los procedimientos de diseño necesarios en el proceso experimental. Buenas características se pueden conseguir con adecuados componentes de concreto, a esta selección se conoce como diseño de mezcla.

Lo que se busca en la tesis es poder dar las proporciones adecuadas de materiales y para resolver todos los casos prácticos, se dará solución y se difundirá por medios de la información académica para el diseño aplicada con agregados de Sacrafamilia y de la localidad de Goyllarisquizga.

4.2.5.1. Relación de ensayos normalizados utilizados para la caracterización de los materiales componentes del concreto:

- ***Ensayos del concreto en estado fresco:***
 - NTP 339.035 y ASTM-C 143 “Ensayo de revenimiento o prueba de Slump del concreto”.
 - NTP 339.035 y ASTM-C 138 “Ensayo de peso unitario del concreto”. NTP 339.083 y ASTM-C 231 “Ensayo de contenido de aire del concreto”. ASTM C-232 “Ensayo de exudación del concreto”.
- ***Ensayos del concreto en estado endurecido:***
 - Resistencia a la Compresión:

- NTP 339.034-199 y ASTM-C39: 1994 “Método de ensayo para el esfuerzo a la Compresión de muestras cilíndricas del concreto”.

- ***Ensayo de granulometría (Norma Técnica Peruana NTP. 400.012).***

La interpretación granulométrica se realizó mediante el tamizado de las muestras que es parte de los métodos mecánicos para obtener los datos de ensayo con el análisis de las pruebas y el procesamiento de los datos de los agregados gruesos y finos. Las muestras seleccionadas han pasado por varios tamices que están seleccionadas según las mallas codificadas de menor a mayor o viceversa para las partículas a ser seleccionadas para su modulo de fineza.

➤ *Módulo de finura:*

- Para el agregado fino

$$Mf = \frac{\%Ret. Acum. (1 \frac{1''}{2} + \frac{3''}{4} + \frac{3''}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

- ***Para*** el agregado grueso.

Tamaño Máximo:

Tabla 25. Tamaño Máximo

UNID - MEDIDA	T.M.N.
1.905 cm.	3/4" Pulg.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Tamaño Máximo Nominal

UNID - MEDIDA	T.M.N.
1.250 cm.	½" Pulg.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5.2. Método A.C.I. Diseño de Mezcla para Concreto:

El método ACI 211.1 propuesto por el comité del ACI abarca el rango de resistencia entre 210 kg/cm² a 300 kg/cm², este método es aplicable al concreto patrón, sin embargo, debemos considerar la adición de Sílice, lo que conlleva a una reducción en la relación a/c y unas resistencias mayores en los concretos.

- **Formulación de Diseño de Mezcla:**

Empleando los datos obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio CECIC, fue posible elaborar el diseño de la mezcla para resistencias de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, empleando los agregados de las canteras del Centro Poblado de Sacrafamilia y de la localidad de Goyllarisquizga, el cemento de la empresa Cemento Andino Premium y el agua abastecida por EMAPA – Pasco, San Juan Pampa, Yanacancha, se describe los

procedimientos para obtener la dosificación con cada material planteado.

- ***Diseño Patrón:***

Se realizó diseño patrón para resistencia a la compresión de 210 Kg/cm², con cemento andino tipo I portland y siguiendo las recomendaciones del método ACI 211. Los cálculos se realizaron con la cantidad de arena gruesa por diferencia de volúmenes absolutos y con la densidad del cemento se calcula la cantidad de los agregados gruesos y finos.

- ***Diseño con la adición de sílice:***

La mezcla con el sílice es la misma que para la mezcla patrón únicamente con la diferencia que primero se le quita el porcentaje del porcentaje total de la mezcla patrón del concreto y se le dosifica primero y se le resta al concreto patrón el 5% después el 10% y por último el 15%, a esta resta se le suma los porcentajes restados requerido de adiciones de sílice al agregado fino que contiene arena gruesa o llamado también de segunda.

Para realizar la mezcla con sílice se utilizaron los mismos materiales que para la mezcla patrón.

- ***Agregados: grueso***

- Piedra chancada de ½"

- ***Agregados: fino***

- Arena gruesa o segunda
- Arena Sílice

- *Cemento Andino - Premium*
- *Agua abastecida por EMAPA – Pasco.*
- **Procedimiento de Diseño:**
 - *Selección de Asentamiento:*
 - Se selecciono el (Slump) 3” a 4” del concreto a ser elegido de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 27. Consistencia y Asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50 mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Fuente: Elaboración propia.

- **Selección de la Resistencia Promedio:**
 - **Calculo f'_{cr} (Resistencia promedio requerida).**

El método del comité ACI – 211.1 se inicia determinando la resistencia promedio requerida según las especificaciones técnicas.

En el presente experimento elaboramos la dosificación de acuerdo con la presente formula que representa a las que no tiene probetas anteriores ensayadas.

Tabla 28. Resistencia a la compresión promedio

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 -350	F'c + 84
>350	F'c + 98

Fuente: Elaboración propia.

– **Datos:**

- Resistencia a la compresión: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Cemento: Andino – Premium – Tipo I
- Peso específico: $3,15 \text{ gr/cm}^3$.
- Slump: 4”
- Agua: peso específico: $1,000.00 \text{ Kg/cm}^3$.
- TMN = $\frac{1}{2}$ ”

– **Determinación de la resistencia promedio requerida:**

- Esta en función al F'c (Resistencia a la compresión del concreto a utilizar.
- Resistencia de diseño $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- Teniendo en cuenta que la $F'c =$ esta entre 210 y 300 Kg/cm^2 , se le suma 84 kg/cm^2 .
- Como la $F'c$ está entre 210 y 300 de la tabla se le suma; 84 kg/cm^2 , como se indica:
- Entonces: $f'cr = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$
- **$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$**

– *Determinación del contenido de aire:*

- Para el cálculo se necesita el tamaño máximo nominal del agregado grueso, elegido:
- El tamaño máximo nominal es de TMN: ½” Pulg. = 1,25 cm

Tabla 29. Contenido de Aire Atrapado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8”	3.0%
1/2”	2.5%
3/4”	2.0%
1”	1.5%
1 1/2”	1.0%
2”	0.5%
3”	0.3%
4”	0.2%

Fuente: Elaboración propia.

- Entonces; contenido de Aire atrapado es = **2.5 %**

- *Determinación del contenido de agua:*

Tabla 30. Asentamiento y agua para tamaños máximos nominales

Agua en Lt/m ³ , para tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	206	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	161	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	206	197	164	174	166	154	----

Fuente: Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

- El contenido de agua es por lo tanto 216 L/m³.
- Corregido por humedad se tiene 189.18 L/m³.

- *Determinación de la relación agua – cemento (a/c):*

Tabla 31. Relación agua/cemento por resistencia

F'c= Kg/cm ²	Relación agua – cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

- Cálculo de interpolación

250 0.62

294 x

300 0.55

$$(300 - 294) / (0.55 - X) = (300 - 250) / (0.48 - 0.55)$$

$$\mathbf{a/c = 0,56 \%}$$

Al realizar interpolación para el concreto sin aire incorporado para resistencia de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ se obtuvo una relación de 0,56%.

– ***Determinación del contenido del cemento:***

Despejando el contenido de cemento de la relación agua/cemento con el valor de concreto sin aire incorporado, se obtiene:

$C = a / \text{Concreto sin aire incorporado}$. Donde:

- C = contenido de cemento
- A = contenido de agua
- Tenemos; $a/c = 0,56$
- Agua (a) = 216.00 L.
- $C = 216.00 / 0,56 = \mathbf{387,79 \text{ Kg/m}^3}$
- Factor C = $387,79 / 42,5 \text{ kg} = 9,12 \text{ bls}$
- Factor C = 9,12 bolsas por m³.

– *Determinación del peso del agregado grueso:*

Tabla 32. Peso del Agregado Grueso por Unidad del Volumen del Concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza del agregado fino (b/bx)			
	2.46	2.60	2.86	3.06
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
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
3"	0.87	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

- $\text{Peso del agregado grueso} = (b \times \text{PUC}) / b_0$
- $\text{Peso del agregado grueso} = 0,53 \times 1,455.08 \text{ Kg/m}^3$
- $\text{Peso del agregado grueso} = 771,19 \text{ Kg.}$

– *Determinación del volumen absoluto:*

- $\text{Cemento} = 387,79 / (3,15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000) = 0,123 \text{ m}^3.$
- $\text{Agua} = 216.00 / 1,000.00 = 0,216 \text{ m}^3$
- $\text{Aire} = 1 / 100 = 0,01 \text{ m}^3$
- $\text{Volumen de agregado grueso} = 771,19 / 2,540.00 = 0,304 \text{ m}^3$
- **Total, $\Sigma = 0,653 \text{ m}^3$**
- $\text{Volumen del agregado fino} = 1.00 \text{ m}^3 - 0,653 = 0,347 \text{ m}^3.$
- $\text{Vol. Agregado fino} = 0,353 \text{ m}^3.$

- Peso del A.F. = $0,353 \text{ m}^3 \times \text{Pe}$ (Peso Específico)
 - Peso A.F. $0,353 \text{ m}^3 \times 2,540.00 \text{ kg/m}^3 = 896,84 \text{ kg}$
 - **Peso A.F. = 896,84 kg**
- ***Presentación del Diseño:***
- Cemento: $387,79 \text{ kg/m}^3$
 - Agregado fino: $896,84 \text{ kg/m}^3$
 - Agregado grueso: $771,19 \text{ Kg.}$
 - **Agua: 189,18 Lt.**
- ***Presentación del Diseño en Estado Seco:***
- $\text{Peso seco} \times (\text{W}\% / 100) + 1 =$
 - Agregado fino = **853,52 kg.**
 - Agregado seco: $853,52 \text{ kg.} \times (5,08/100) + 1 = \mathbf{896,84 \text{ kg}}$
 - Agregado grueso: $771,19 \text{ kg}$
 - Agregado grueso = $771,19 \times (1,24/100) + 1 = \mathbf{780,77 \text{ kg}}$
- ***Aporte de Agua a la Mezcla***
- Agregado fino: $((\% \text{ W} - \% \text{ abs.}) \times \text{agregado seco}) / 100$
 - Agregado fino = $((5,08 - 2.06) \times 896,84) / 100 = \mathbf{27,08 \text{ lt.}}$
 - Agregado grueso = $((1,24 - 1,10) \times 780,77) / 100 = \mathbf{1,09}$
- Suma: a. f + a. g. = $27,08 + 1,09 = 28,17 \text{ Lt.}$
- Aporte de agua a la mezcla = **28,17 Lt.**
- ***Aporte de Agua Efectiva***
- Agua: $189,18 \text{ Lt.} - (- 28,17 \text{ Lt}) = 217,35 \text{ Lt.}$
 - Agua efectiva en total = **217,35 Lt.**

Tabla 33. Proporciones Diseño de Mezcla de concreto $F'c= 210$ Kg/Cm2.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
387.79 Kg.	896,84 kg.	780,77 kg.	189,18 Lt.
387,79/387,79	896,84 /387,79	780,77/387,79	189,18/387,79
Proporciones del Diseño experimental			
1,00 Kg	2,3127 kg	2,0134 kg	0,4878 Lt

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Proporciones de diseño de mezcla del concreto $F'c= 210$ Kg/Cm2.

RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA		
DISEÑO / ENSAYO	DISEÑO DE MEZCLA 210 Kg/cm2	
RESULTADOS		
METODO: ACI - 211	SIN CORREGIR Cemento: 387,79 Kg Agua: 216.00 Lt. Aire: 2.50% Agregado grueso: 771,19 Kg Agregado fino: 853,52 Kg Cemento: Andino Tipo I Relación A/C diseño: 0,56	CORREGIDO POR HUMEDAD Cemento: 387,79 Kg Agua: 189.17 Lt Aire: 2.50% Agregado grueso: 780,77 Kg. Agregado fino: 896,84 Kg.
AGREGADO GRUESO NTP 400.037 - HUSO # 7		
CANTERA: SACRAFAMILIA	T.M.: $\frac{3}{4}$ " T.M.N.: $\frac{1}{2}$ " Módulo de fineza: 6.52	PUS: 1,321.12 Kg/m3 PUC: 1,455.08 Kg/m3 Peso específico: 2.54 gr/cm3 Absorcion: 1.10%
AGREGADO FINO NTP 400.037		
CANTERA: SACRAFAMILIA	Módulo de fineza 4,09	PUS: 1,409.06 Kg/m3 PUC: 1,652.96 Kg/m3 Peso específico: 2.56 gr/cm3 Absorcion: 2.06%

Fuente: Laboratorio CECIC.

4.2.6. Preparación y Ensayo del Concreto Experimental:

4.2.6.1. Preparación y llenado de las Probetas:

Preparación de 36 probetas para los ensayos en total, 9 probetas patrón y 27 probetas con la incorporación de sílice en su mezcla, para el que prepararon probetas con concreto para una resistencia de diseño de $F'c=294 \text{ kg/Cm}^2$, con el métodos de diseño A.C.I. y para las dosificaciones con sus porcentajes respectivos del 5%, 10%, 15%, luego fueron sometidos a la prueba del Slump.

Tabla 35. Parámetro de Resistencia Mínima del Concreto

Edades de ensayos en días	% Resistencia a la compresión mínima
7	70
14	80
21	90
28	100

Fuente: ASTM C39 (American Society for testing and materials).

- **Proporción de materiales del concreto para probeta:**
 - Cemento: 0,86 Kg.
 - Agregado fino: 1,99 Kg
 - Agregado grueso: 1,74 Kg
 - Agua: 0,42 Kg
- **Calculo para el volumen total de probeta de 4" x 8" Pulg.:**
 - $V= \Pi \times r^2 \times h.$
 - $V= 3.1416 \times (5)^2 \times 20 \text{ cm}$
 - $V= 3.1416 \times 25 \text{ cm}^2 \times 20 \text{ cm}.$

- $V = 1,570.80 \text{ cm}^3$.
- La probeta PVC vacía pesa 202.00 gr y al llenar la mezcla pesa un promedio de 4,068.00 gr.
- En el presente experimento elaboramos la dosificación para que se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan colocar fácilmente el concreto sin segregación ni exudación excesiva.
- Para que se logre resistir las condiciones especiales de exposición a las que pueda estar sometido el concreto.
- Se evaluaron las dosificaciones con cada una de las adiciones de sílice al 5%, al 10% y al 15%.

Tabla 36. Dosificación de Mezcla de Concreto Patrón sin Adicionar

Materiales	Vol. Abs. De Materiales	Para concreto de 1.00 m3	Para concreto de 1.00 m3 corregido	Para 9 probetas de 10 x 20 cm.	Proporción Peso
CEMENTO	0,123	387,79	387,79	7,76	1,00
A. FINO	0,347	853,52	896,84	17,94	2,31
A. GRUESO	0,304	771,19	780,77	15,62	2,01
AGUA (L/m3)	0,216	216,00	189,17	3,78	3,78
AIRE	0,010	1%	1%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Proporción de Adición de Sílice

Aditivo	Und	(-)	Promedio	(*)
SILICE	%	5%	10%	15%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Cantidad de Agregado Fino con 5% de Sílice en la Mezcla

Materiales	Porcentaje de Materiales %	Para concreto de 1 m3	Concreto para 9 probetas de 10 x 20 cm.	Proporción Peso
CEMENTO	12,30	387,79	7,76	1,00
A. FINO	29,70	784,11	15,68	2,02
A. FINO SILICE	5,00	112,73	2,25	0,29
A. GRUESO	30,40	780,77	15,62	2,01
AGUA (L/m3)	21,60	189,17	3,78	3,78
AIRE	1,00	1%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Cantidad de Agregado Fino con 10% de Sílice en la Mezcla

Materiales	Porcentaje de Materiales %	Para concreto de 1 m3	Concreto para 9 probetas de 10 x 20 cm.	Proporción Peso
CEMENTO	12,30	387,79	7,76	1,00
A. FINO	24,70	671,38	13,43	1,73
A. FINO SILICE	10,00	225,46	4,51	0,58
A. GRUESO	30,40	780,77	15,62	2,01
AGUA (L/m3)	21,60	189,17	3,78	3,78
AIRE	1,00	1%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Cantidad de Agregado Fino con 15% de Sílice en la Mezcla

Materiales	Porcentaje de Materiales	Para concreto de 1 m3	Concreto para 9 probetas de 10 x 20 cm.	Proporción Peso
CEMENTO	12,30	387,79	7,76	1,00
A. FINO	19,70	558,65	11,17	1,44
A. FINO SILICE	15,00	338,19	6,76	0,87
A. GRUESO	30,40	780,77	15,62	2,01
AGUA (L/m3)	21,60	189,17	3,78	3,78
AIRE	1,00	1%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.2. Ensayo para el asentamiento del concreto con la prueba Slump.

El ensayo se realizó para determinar el asentamiento del concreto durante las fases de la investigación en el laboratorio basándonos en la sección 7 concreto MTC E. 705

- **Referencias normativas**

- NTP. 339.035 HORMIGON (CONCRETO), metodo de ensayo para la medición del asentamiento del concreto.
- NTP. 339.035. HORMIGON (CONCRETO) es el metodo de ensayo para medir el asentamiento del concreto

- ***Procedimiento***

- El ensayo se realizó una vez terminado de llenar la mezcla en las probetas para los cuales de las 9 probetas seleccionadas como concreto patrón en la probeta N° 1, la cual se puso al ensayo de prueba
- De las otras 9 probetas con adición de sílice al 5% seleccionamos otra probeta para el ensayo de prueba Slump a la probeta y mezcla N° 2.
- De las otras 9 probetas con adición de sílice al 10% seleccionamos otra para el ensayo de prueba Slump a la probeta y mezcla N° 3
- De las otras 9 probetas con adición de sílice al 15% seleccionamos otra probeta para el ensayo de prueba Slump a probeta y mezcla N° 4,
- Se empapa el molde interior con petróleo, luego se coloca sobre una superficie horizontal y no absorbente. Se sujeta para ser colmada con tres capas de concreto, a un tercio del volumen del molde.
- Realizar la compactación en cada capa con 25 golpes de varilla de fierro liso distribuidos uniformemente, para la capa al fondo se inclina la varilla dando la los golpes horizontales y verticales hacia el centro hasta que quede compactada.
- Después de compactar igualar al ras del molde y del borde del cono con concreto, luego retirarlo levantando en dirección vertical en el tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos.

- El ensayo completo, debe ejecutarse sin interrupción alguna en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos.
- El ensayo debe comenzar a los 5 minutos después de coger la muestra.
- Luego se mide el asentamiento, que es el espacio vacío entre el revenimiento del concreto y la altura total del cono de Abrams.

Tabla 41. Slump de la Mezcla concreto patrón

Probeta	F'c (Kg/Cm2)	Slump (cm)	C° Patrón	Slump (pulg)
3	210	10	C° Patrón	4.1"

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Slump del Concreto Patrón



Fuente: Elaboración propia

- *Mezcla y Probeta, con el 5% de sílice adicionado.*

Tabla 42. Slump del concreto con el 5% de sílice adicionado.

Probeta	F'c (Kg/cm2)	SLUMP (cm)	Sílice (%)	SLUMP (pulg)
5	210	8,89	5%	3.50"

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Slump medido con el 5% de Sílice en la mezcla



Fuente: Elaboración propia

- *Mezcla y Probeta, con el 10% de sílice adicionado.*

Tabla 43. Slump del concreto con 10% de sílice adicionado

Probeta	F'c (Kg/Cm2)	Slump (cm)	Sílice (%)	Slump (pulg)
21	210	9,65	10%	3.80"

Fuente: Elaboracion propia

Figura 28. Slump para el 10% de sílice adicionado



Fuente: Elaboracion propia

- *Mezcla y Probeta, con el 15% de sílice adicionado.*

Tabla 44. Slump del concreto con el 15 % de sílice adicionado

Probeta	F'c (Kg/cm2)	Slump (cm)	Sílice (%)	Slump (pulg)
11	210	8,12	15%	3.20"

Fuente: Elaboracion propia

Figura 30. Slump para el 15% de sílice adicionado.



Fuente: Elaboracion propia

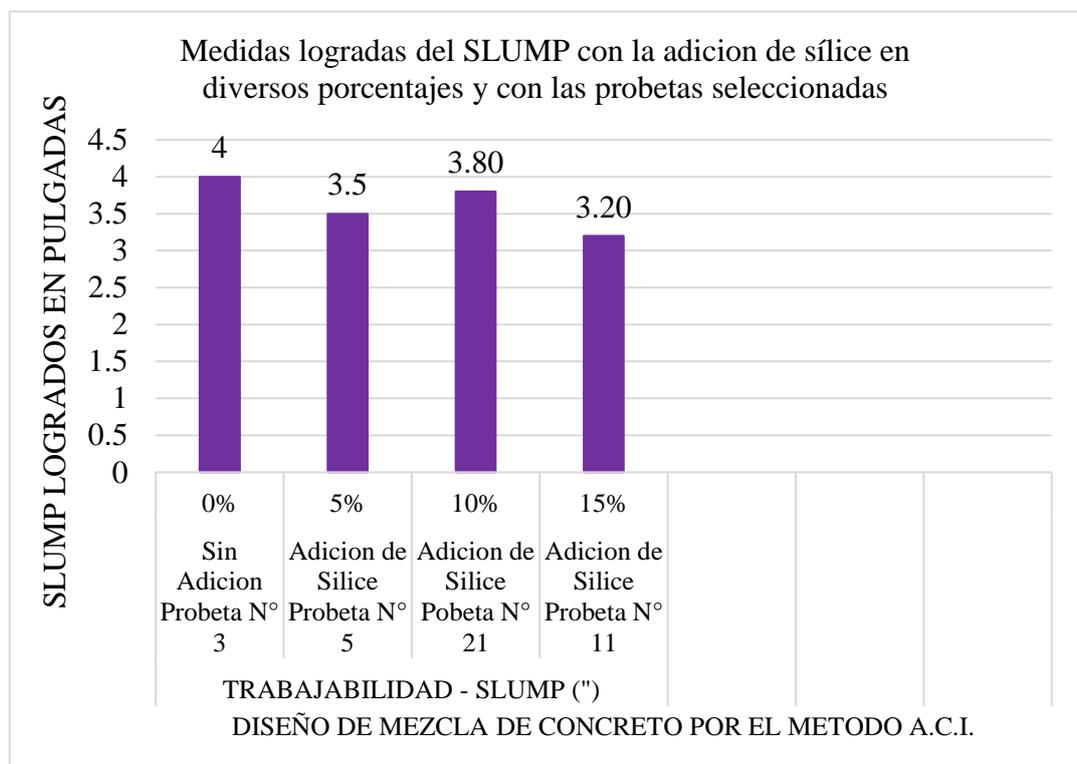
- *Cuadro comparativo entre las medidas del concreto patrón con los porcentajes de sílice adicionados y las probetas logradas*

Tabla 45. Cuadro comparativo de las medidas logradas entre el concreto patrón, las adiciones de sílice y las probetas seleccionadas

Descripción	Comparación	
Probeta 3 vs Probeta 5	Concreto patrón (Slump en Pulg.) 4"	Con el 5% de sílice adicionado (Slump en Pulg.) 3,50"
Probeta 3 vs Probeta 21	Concreto patrón (Slump en Pulg.) 4"	Con el 10% de sílice adicionado (Slump en Pulg.) 3,80"
Probeta 3 vs Probeta 11	Concreto patrón (Slump en Pulg.) 4"	Con el 15% de sílice adicionado (Slump en Pulg.) 3,20"

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Cuadro comparativo de las medidas logradas (ensayo del SLUMP)



Fuente: Elaboración propia

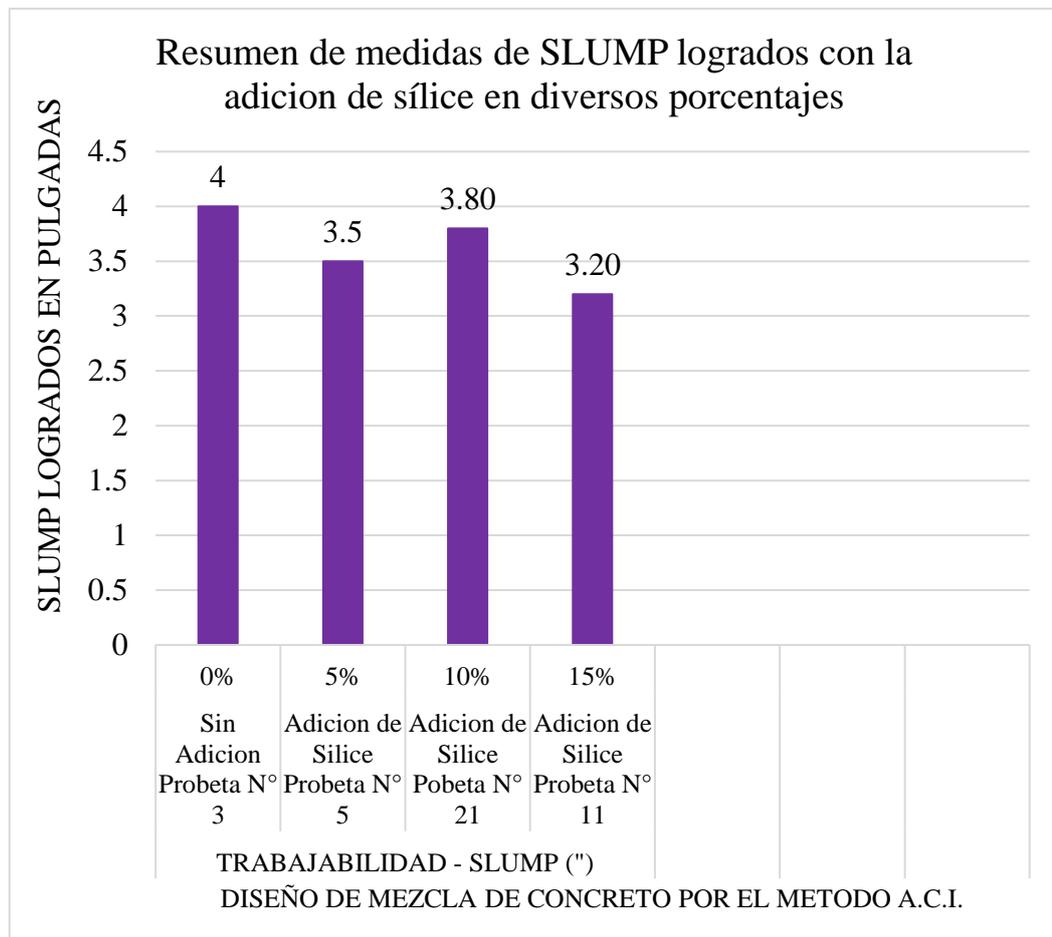
- **Resumen de medidas del SLUMP en las pruebas del concreto fresco.**

Tabla 43. Resumen de SLUMP en pruebas de Asentamiento.

Probetas	F'c= (kg/cm2)	Sílice (%)	SLUMP (pulg)
3	210	0.0	4.00"
5	210	5%	3.50"
21	210	10%	3.80"
11	210	15%	3.20"

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Resumen medidas de SLUMP de acuerdo a las probetas seleccionadas con la sílice adicionada.



Fuente: Elaboración propia

Debido a la relación entre el asentamiento y la adición de los porcentajes de la sílice que se demuestra en tablas N° 4.34, 4.35, 4.36 y 4.37 con las Figuras 4.19, 4.20, 4.21 y 4.22 de igual manera con los

gráficos 4.1 y 4.2. Estos resultados nos han permitido analizar que cuando la masa tiene un promedio medio de adición como es el 10% de sílice el Slump es mayor, pero cuando la adición de sílice es más alta el Slump es menor, resultando que el mayor asentamiento es el del 10% de sílice que es igual a 3.80” Pulgadas lo que es igual a 9.65 cm.

4.2.6.3. Curado de Probetas Cilíndricas de Concreto en Laboratorio

- ***Condiciones para el curado con agua en las probetas con concreto.***
 - En el laboratorio durante el curado de probetas de concreto, se sumerge en un baño de agua saturada con cal a 20 °C y con una humedad relativa superior al 95%. y es necesario realizar un curado constante
 - Con el propósito de determinar la resistencia potencial del concreto de una probeta, es imprescindible que esta sea curada en forma estandarizada y acorde a las normativas.
 - Se realizo el curado de probetas cilíndricas de concreto con la dosificación continua de agua según las normativas
 - El concreto se mantiene a una temperatura promedio de 10 °C después de llenado en las probetas y en condiciones de humedad hasta los 28 de lo contrario se corre el riesgo de que un choque térmico puede fisurarlo.

- ***Referencias normativas***

- NTP. 339.033: 1997. HORMIGON, método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra.
- ASTM C 31: 1999, Standard Practice for Making and curing concrete test specimens in the field.

4.2.6.4. Ensayo de rotura de concreto endurecido

- ***Informe de la rotura de probetas con concreto***

- Las probetas cilíndricas en pruebas de aceptación tienen un tamaño de 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), estas probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado es 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplea en el concreto.
- Al inicio del ensayo mecánico se anota el tipo de ruptura y de las muestras ya identificadas con sus respectivos registros al detalle sobre todo las fechas programadas para los ensayos de ruptura.
- Durante la prueba se anota la fecha en que se llenaron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de las probetas, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura, y todo defecto que presenten los cilindros o sus tapas.

- ***Referencias normativas:***

- NTP. 339.034. HORMIGON CONCRETO), método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

- ASTM C 39- 39M-2005 E2 Standard test method compressive strength of cylindrical concrete specimens.
- AASHTO T 22-2005. Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete.
- ***Ensayo de compresión axial de muestras cilíndricas***
 - Este ensayo se realizó por medio de una prensa que comprime la probeta hasta provocarle la rotura, obteniendo de esta manera el valor último de carga (llamado carga de rotura) con los ensayos de rotura a los 3, 7 y 28 días.
- ***Velocidad de Carga***
 - Se aplicara la carga constantemente la misma que esta comprendida dentro de su rango de $0,25 \pm 0,05$ MP a/s. ($35 \pm$ psi/s.), esta velocidad se matendra hasta la segunda mitad del ciclo de ensayo y no se ajustaron las velocidades dadas durante el ensayo porque esto puede adulterar los resultados
 - La velocidad de carga axial de compresión a las probetas cilíndricas se hizo con el esfuerzo hasta que presenta fallas en el concreto con una velocidad y resistencia a la compresión que se calcula dividiendo la carga aplicada durante el ensayo.

4.2.6.5. Resultados y análisis de la resistencia a la compresión

Los valores obtenidos están de acuerdo al tamaño y la forma de las probetas, teniendo en cuenta también el numero de probetas que han sido ensayadas en una misma fecha y de acuerdo a los procedimientos del

mezclado con sus métodos de muestreo, sus moldes fabricados, edad del curado, temperatura y humedad.

Estos resultados se usaran para el control de calidad de las mezclas, dosificación, colocación del concreto, para el control de evaluación y la eficacia de las adiciones de sílice incorporados y para el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

El resultado se muestra en la tabla N° 47, con relación a la resistencia a la compresión con diferentes porcentajes de sílice y a las edades de 3, días respectivamente.

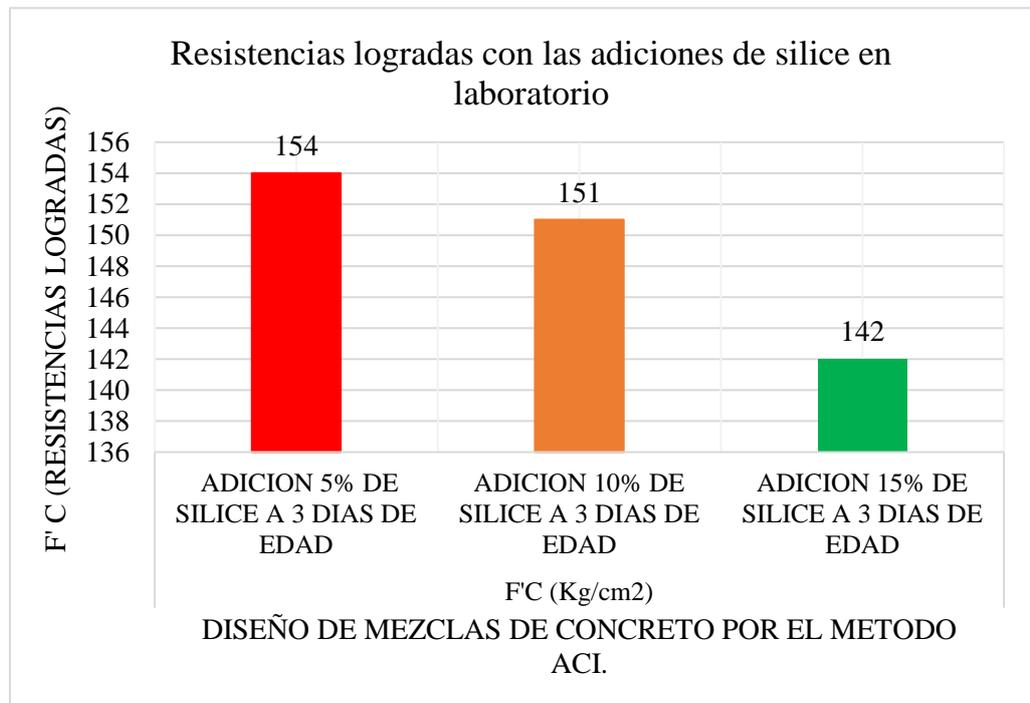
Tabla 44. Resultados de la resistencia a la compresión a los 3 días de edad con el concreto patrón y las adiciones de sílice.

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 3 DIAS							
N° de Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/Cm2	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
3	Concreto patrón	02/03/2023	05/03/2023	3	145,71	69,38%	67,49%
5	5% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	154,08	73,37%	69,52%
8	10% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	151,36	72,08%	71,27%
11	15% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	141,79	67,52%	66,02%

Fuente: Elaboracion propia

- Calculo de la resistencia promedio logradas a la edad de los 3 días es la probeta N° 5, con un Resultado de Resistencia F'c= 154.08 kg/cm2 con 73.37%.

Gráfico 3. Resultados de la resistencia a la compresión a los 3 días de edad con las adiciones de sílice.



Fuente: Elaboración propia

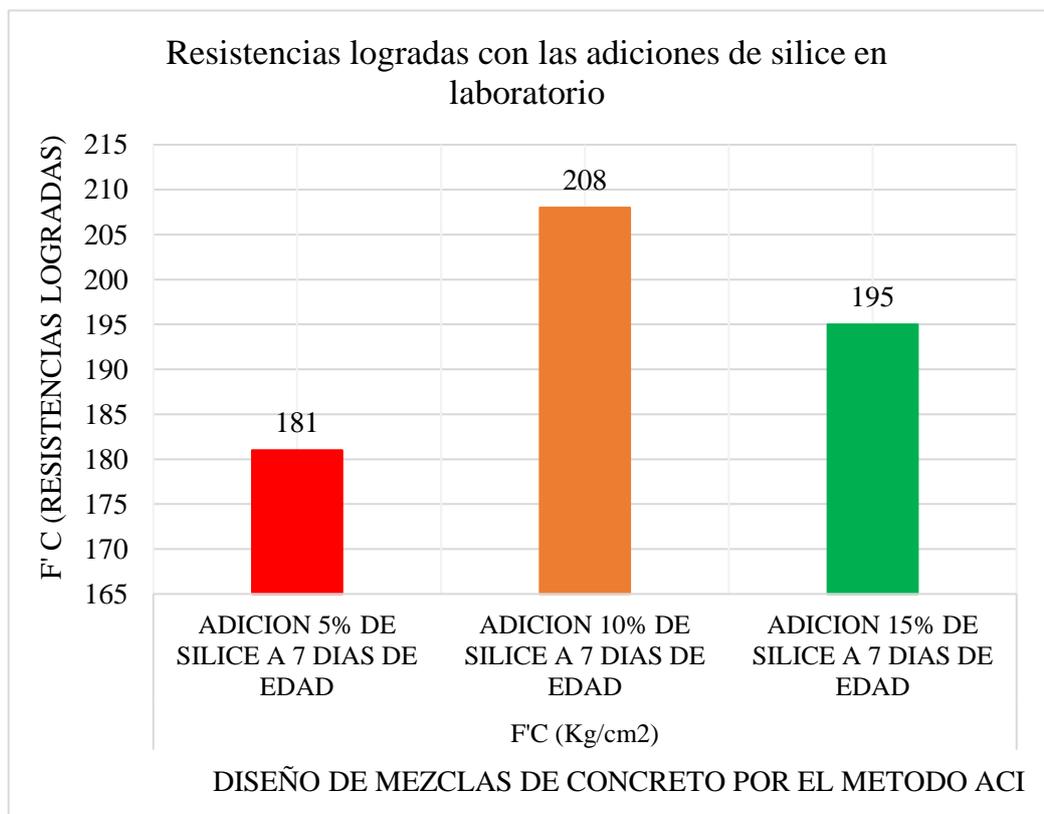
Tabla 45. Resultado de la resistencia a la compresión, a los 7 días la edad

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS DE EDAD							
N° de Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/Cm2	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
13	Concreto patrón	02/03/2023	09/03/2023	7	92.98	91,89%	91,45%
17	5% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	181.47	86,41%	85,85%
21	10% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	207.56	98,84%	98,02%
23	15% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	195.18	92,94%	92,28%

Fuente: Elaboracion propia

- Cálculo de resistencia promedio lograda a la edad de 7 días es la probeta N° 21, con un Resultado de F'c= 207.56 kg/cm², y con un porcentaje de 98,84%.

Gráfico 4. Resistencia lograda con adición de Sílice a los 7 días de edad



Fuente: Elaboracion propia

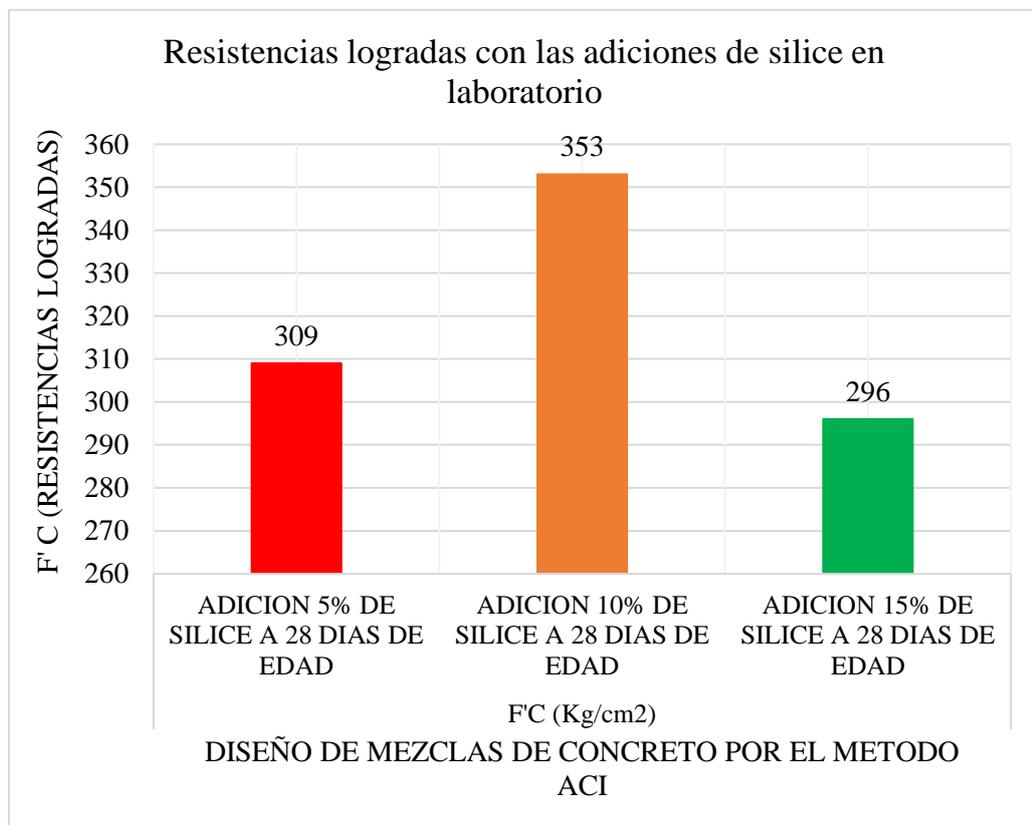
Tabla 46. Resultado de la resistencia a la compresión, a los 28 días de edad

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/Cm2	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
25	Concreto patrón	02/03/2023	30/03/2023	28	236.35	112,55%	111,36%
30	5% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	308.60	146,95%	145,89%
32	10% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	352.75	167,98%	167,36%
36	15% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	295.84	140,88%	140,88%

Fuente: Elaboracion propia

- Cálculo de la alta resistencia promedio logradas a la edad de 28 días de probeta N° 32, con un Resultado de F'c= 352.75 kg/cm2, y 167,98% de porcentaje.

Gráfico 5. Resultado de resistencia a la compresión, a los 28 días de edad



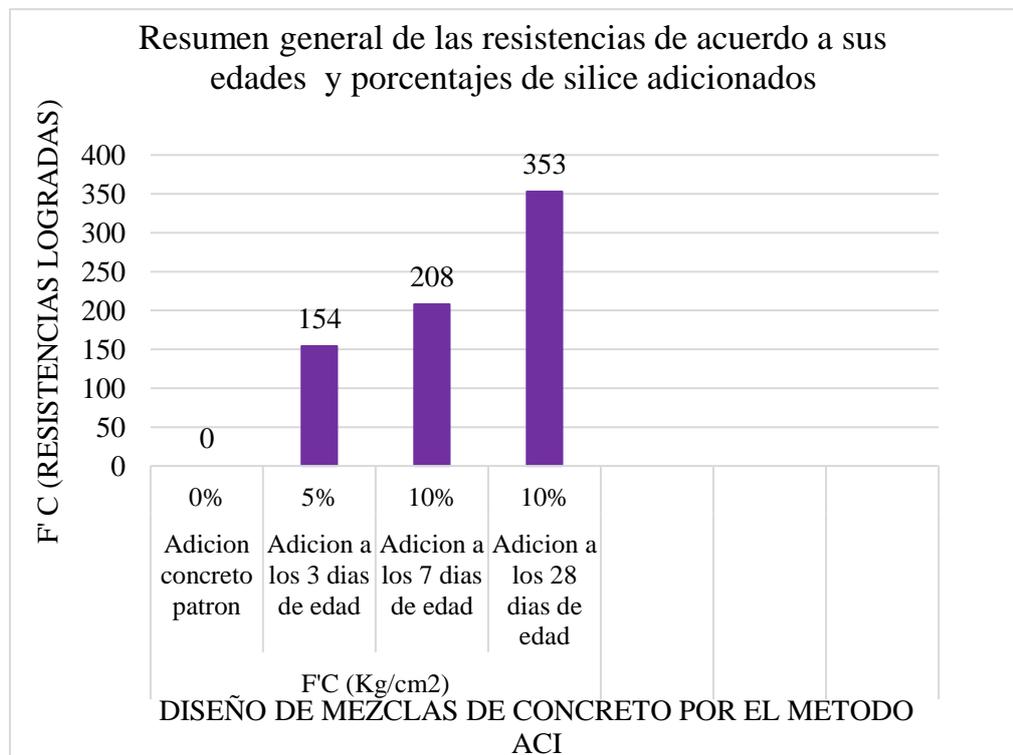
Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Resultado General de resistencia a la compresión

Nº de Probetas de 4" x 8"	Adicionado al agregado fino	Edades de ensayos en días	Esfuerzo (Kg/cm ²)	% Resistencia a la compresión lograda
3	Sin adición	3	145,71	69,38%
13	Sin adición	7	192,98	91,89%
25	Sin adición	28	236,35	112,55%
5	5%	3	154,08	73,37%
21	10%	7	207,56	98,84%
32	10%	28	352,75	167,98%

Fuente: ASTM C39 (American Society for testing and materials).

Gráfico 6. Resultado General de las resistencias a la compresión obtenidas en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

4.2.6.6. Comparaciones de resultados entre las probetas investigadas

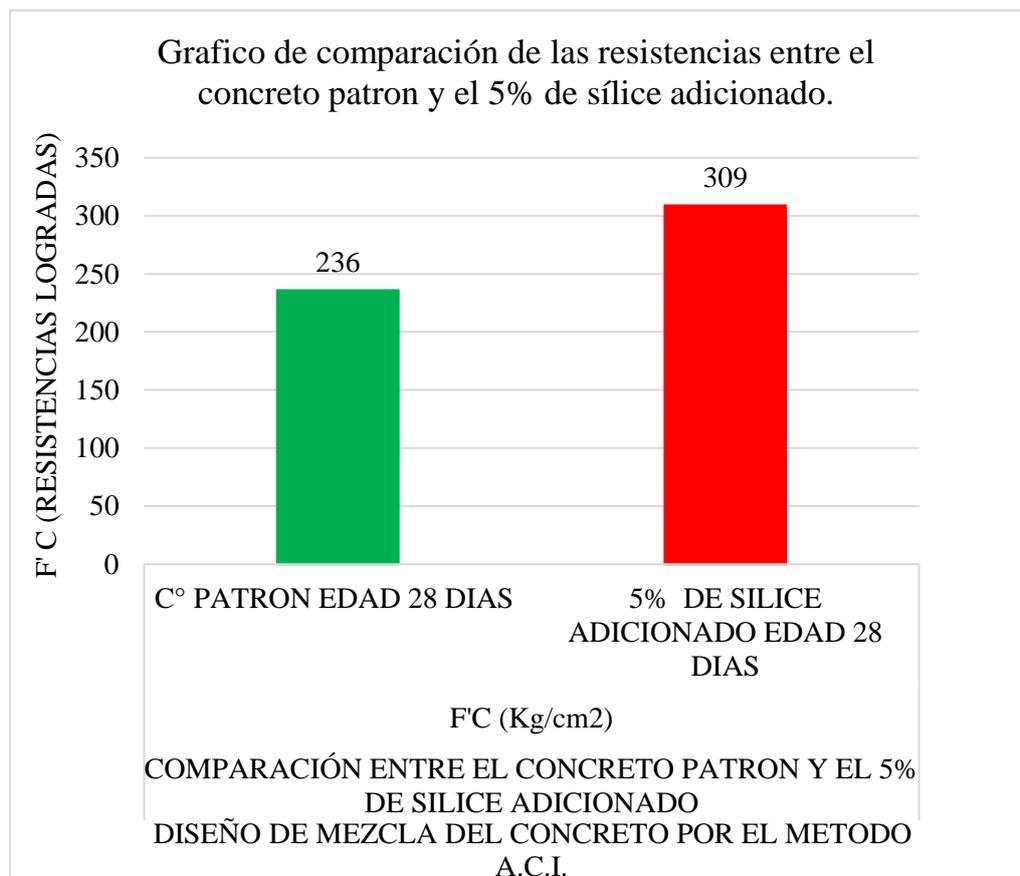
- *Probeta 25 en comparación con probeta 30*

Tabla 48. Comparación entre la resistencia alcanzada de la misma mezcla de concreto patron y con el 5% de sílice adicionado.

Probeta	F'c (Kg/Cm2)	Edad (días)	Descripción	F'c (Kg/Cm2)
25	210	28	C° Patron. Sin Adición	236,35
30	210	28	Con 5% adición sílice	308,60

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7. Comparacion de resistencias entre el concreto patrón con el 5% de sílice adicionado.



Fuente: Elaboración propia

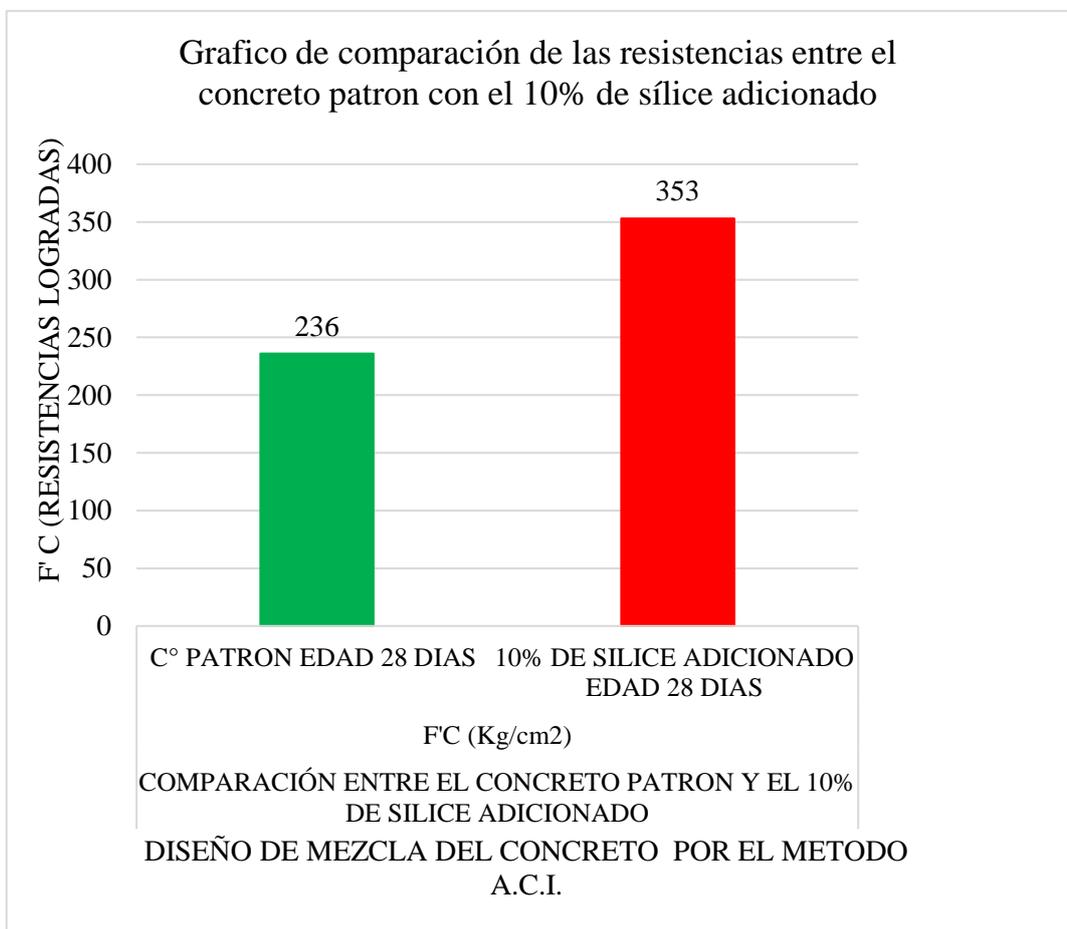
- *Probeta 25 en comparación con probeta 32*

Tabla 49. Comparación entre la resistencia alcanzada de la misma mezcla de concreto patrón y con el 10% de sílice adicionado.

Probeta	F'c (Kg/Cm2)	Edad (días)	Descripción	F'c (kg/cm2)
25	210	28	C° Patron. Sin sílice	236,35
32	210	28	Con 10% adición sílico	352,75

Fuente: Elaboración propia.

Grafico 8. Comparación de las resistencias entre el concreto patrón con el 10% de sílice adicionado.



Fuente: Elaboración propia

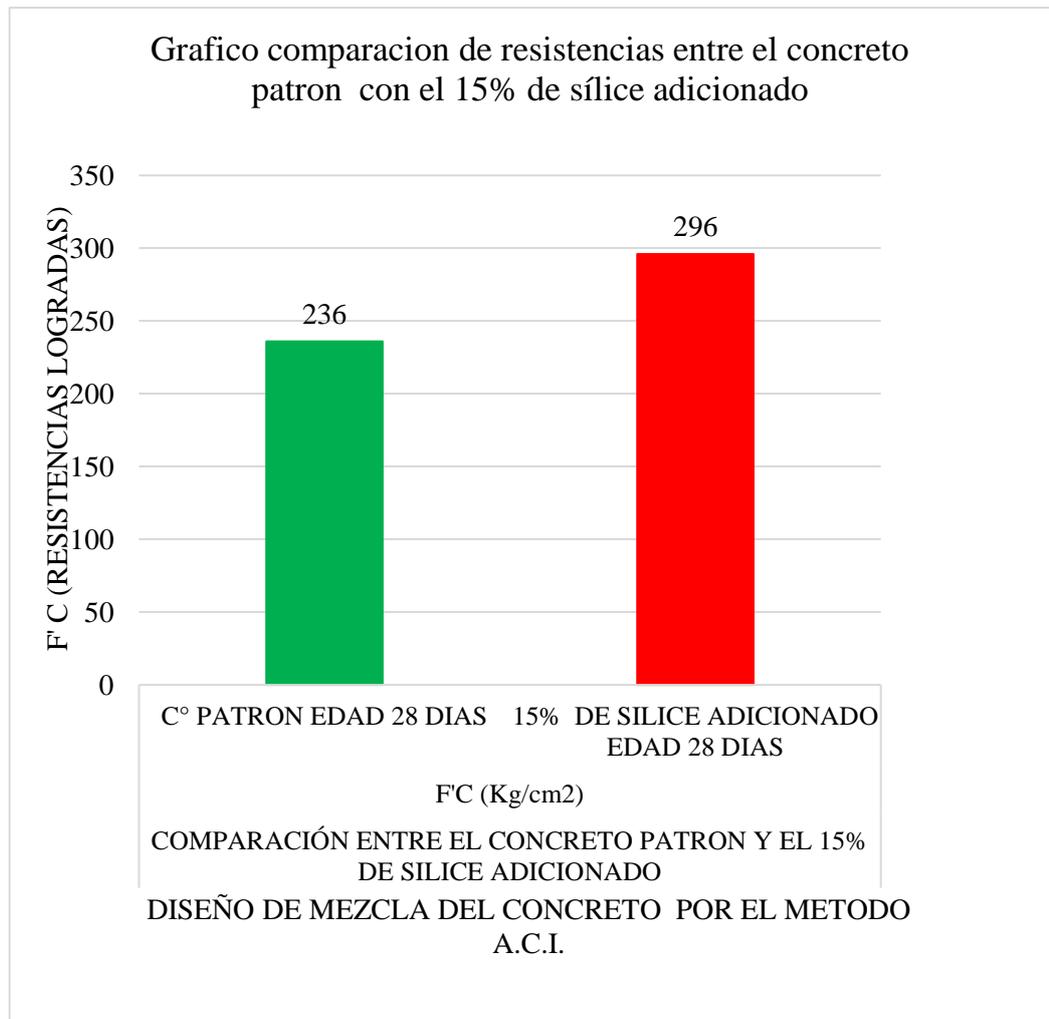
- *Probeta 25 en comparación con probeta 36*

Tabla 50. Comparación entre la resistencia alcanzada de la mezcla de concreto patrón y con el 15% de sílice adicionado.

Probeta	F'c (Kg/Cm2)	Edad (días)	Descripción	F'c (Kg/Cm2)
25	210	28	C° Patron. Sin sílice	236,35
36	210	28	Con 15% adición sílice	295,84

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Comparación de las resistencias entre el concreto patron y con el 15% de sílice adicionado



Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos a través de la rotura de concreto podemos mencionar que a la edad de 3 días se indican en la tabla 47 y el grafico 3 y de los resultados obtenidos a los 7 días nos indican en la tabla 48 y el grafico 4 de igual manera en la tabla 49 y el grafico 5 nos indican de los resultados obtenidos a los 28 días de edad del concreto, tanto para el concreto patrón con del concreto adicionados con sílice en un 5%, 10% y 15% respectivamente. Estos datos obtenidos nos muestran los resultados muy favorables para la investigación al obtenerse concretos mayores de lo esperado y sobrepasando al concreto $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

De las tablas N° 51, N° 52, N° 53 y de los gráficos N° 7, 8 y 9 se puede observar las comparaciones realizadas entre el concreto patrón y el concreto del 5%, 10% y 15% adicionado donde nos muestran cómo es que estas últimas sobrepasaron las expectativas propuestas en un inicio y nos dimos con la grata sorpresa de estos resultados especialmente con la adición del 10% de sílice sus resultados son muy halagadores especialmente del agregado fino sílice que despertara mucha atención para su utilización en las construcciones de las viviendas sociales en la ciudad de Cerro de Pasco ya que los resultados generales a los 3, 7 y 28 días la resistencia a la compresión del concreto en los distintos porcentajes de adición de sílice su resistencia a la compresión del concreto aumento considerablemente tal como se aprecia en las edades de 3, 7 y 28 días en las tablas y gráficos indicados.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Parametros del concreto $F'c= 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con adición de sílice

a) *Módulo de finura del agregado fino (Mf):*

El módulo de fineza para el agregado grueso es de 6.52 y el módulo de fineza para el agregado fino es de 4.09,

b) *Tamaño máximo y tamaño máximo nominal del agregado grueso*

El Tamaño máximo es la dimensión de las partículas del agregado grueso que se utiliza en la mezcla del concreto. Es la evidencia de la medida en centímetros de un promedio de varias partículas del agregado grueso.

Tabla 51. Valor del tamaño máximo nominal.

T.M.	T.M.N.
$\frac{3}{4}'' - 3.75 \text{ cm}$	$\frac{1}{2}'' - 1.25 \text{ cm}$

Fuente: Elaboración propia

El tamaño máximo del agregado grueso (TM) que se ha utilizado es 3.75 cm, equivalente a $\frac{3}{4}''$ de pulgada y el tamaño máximo nominal (TMN) es de $\frac{1}{2}''$ pulgada que equivale a 1.25 cm. Es el tamaño de la partícula del agregado grueso, como componente para la dosificación del concreto experimental estas medidas están admitidas dentro de las normativas peruanas.

c) *Cemento*

Se utilizó cemento andino portland tipo I los datos han sido tomados de las especificaciones técnicas de cemento andino y teniendo como antecedente la NTP. 334.009 y la ASTM C 150, con un peso específico de 3.18 gr/cm³.

d) *Sílice*

Se utilizó como adición del 5%, 10% y 15% de sílice de la localidad de Goyllarisquizga, en razón de que estos agregados tienen en su composición

hasta mas del 95% con tamaño de las partículas naturales sedimentadas, que tienen una luz de entre 0,1 y 0,8 mm, para cumplir con los objetivos de esta tesis, la sílice por sus buenas propiedades físicas, mecánicas y químicas para la investigación razones por lo cual se dieron los mejores resultados.

e) Agregados gruesos y finos

Los resultados han sido previamente analizados y trabajados en laboratorio antes, en el momento de los experimentos realizados junto al diseño de mezcla del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, estos son los que han incidido en los resultados de ensayos de resistencia a la compresión axial, de igual maera la trabajabilidad de las probetas de. Estos resultados servirán como punto de partida para la dosificación de concretos destinados a ser calculados por el método ACI (American Concrete Institute) con la adición de la sílice.

Tabla 52. Consolidado de los parámetros del concreto patrón

Características - Propiedades	Agregado fino	Agregado grueso
Perfil	Angular	
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1,409.06 Kg/m3	1,321.12 Kg/m3
Peso unitario compactado (Kg/m3)	1,652.96 Kg/m3	1,455.08 Kg/m3
Peso específico (Kg/m3)	2,56 Kg/m3	2,54 Kg/m3
Módulo de fineza (Mf)	4,09	6,52
Tamaño máximo nominal (TMN)	----	½" Pulg.
Porcentaje de absorción (% abs.)	2,06 %	1,10 %
Porcentaje de humedad (% W)	5,08 %	1,24 %

Fuente: Elaboración propia

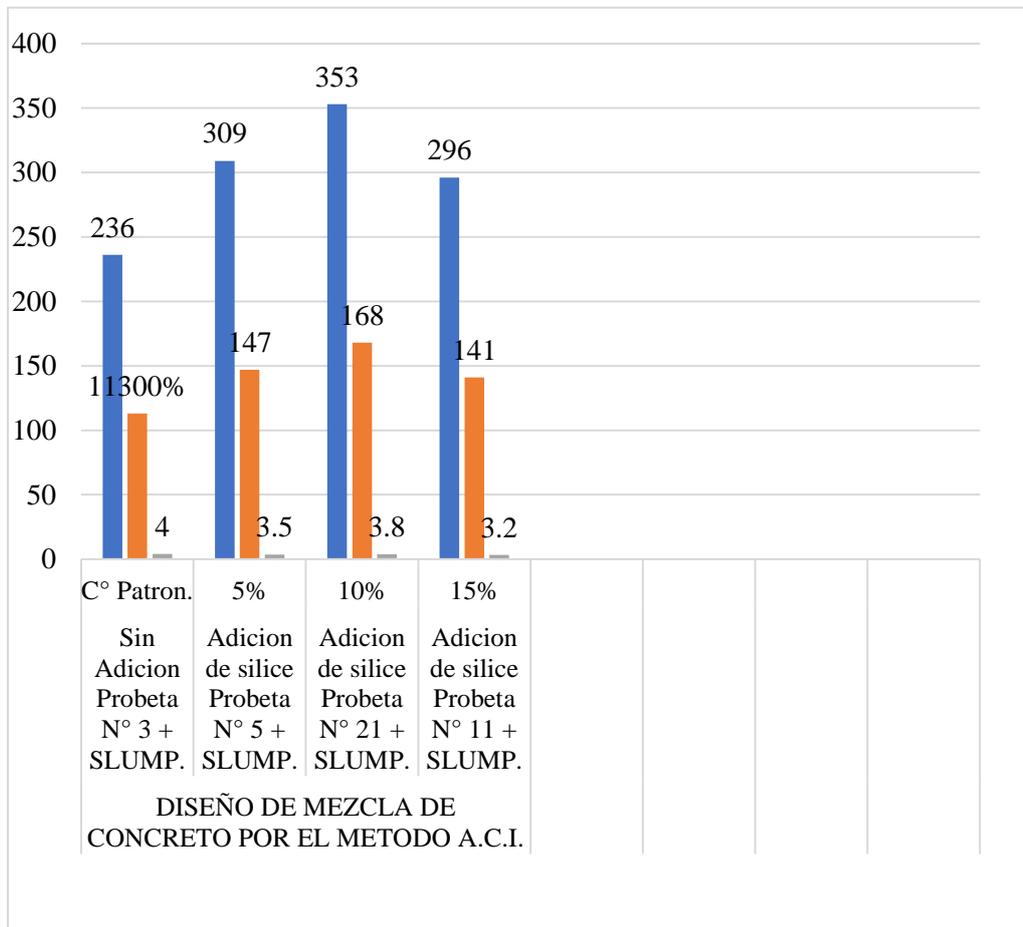
4.3.2. Comportamiento del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de sílice en diferentes dosificaciones.

Ensayo de compresión axial

En el grafico 10 podemos observar las resistencias logradas por el concreto patrón y las adicionadas con sílice en la mezcla teniendo como base para el logro de las investigaciones al concreto estándar con resistencia a la

compresión $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$, que con los resultados logrados tenemos el incremento de las resistencias con la adición de la sílice en más del 100%,

Gráfico 9. Promedio de resistencias logradas



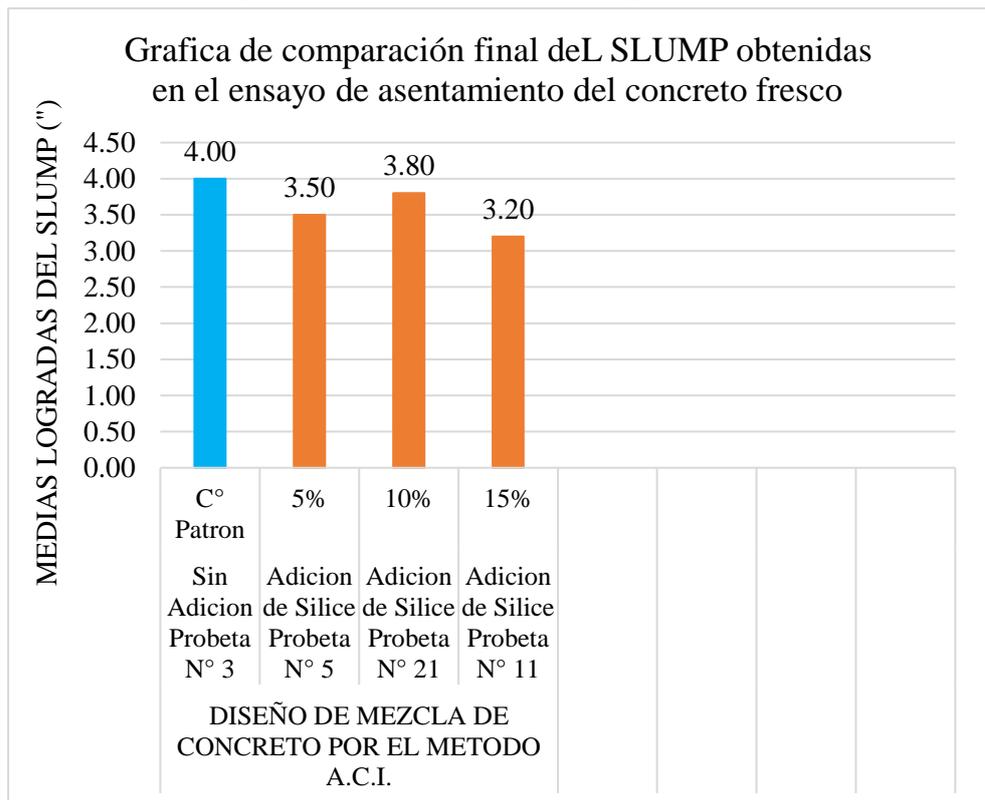
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 11 observamos que la adición de sílice al 5%, 10% y 15%, a la mezcla de concreto patrón $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$, que se incrementaron de forma positiva el experimento del 5% y 15% que son muy razonable y logran competir de manera muy cercana con la adición del 10% que ha sido se puede decir como el ganador experimental con alto valor porcentual resultado que queda establecida para emplear el agregado fino sílice en las obras de construcción civil a nivel de la Región Pasco y el Perú entero.

Trabajabilidad del concreto en concordancia con la prueba del slump

Los resultados de las pruebas nos indica que estas inciden positivamente en las resistencias logradas con las diferentes medidas alcanzadas del asentamiento del concreto, por el ensayo del “Cono del Abrams”.

Gráfico 10. Trabajabilidad del concreto con la prueba del SLUMP.



Fuente: Elaboración propia

Se indican que los asentamientos efectuados se encuentran dentro de lo estipulado y normalizado y con la interpretación a este cuadro se dará al tipo de consistencia que tiene el concreto y con los porcentajes de sílice adicionado a la mezcla, los resultados de asentamiento logrados están dentro de los limites estipulados que es de 3” – 4” pulgadas, esto nos indican una mezcla de consistencia media plástica que es ideal para construcciones de losas, muros, vigas, columnas y cimentaciones reforzadas.

Con el 5%, la mezcla de consistencia es semi - seca, buena para concreto simple, en losas poco reforzadas.

Con el 10% adicionado sabemos que es una mezcla de consistencia húmeda, ideal para elementos estructurales, de buen acabado y bien reforzados.

Resultados de la Resistencia a la compresión del concreto experimental

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las resistencias logradas con las probetas que fueron sometidas al ensayo de compresión axial el concreto patrón y las adicionadas en un 5%, 10% y 15% a la mezcla de concreto.

Tabla 53. Resumen experimental de resistencias logradas.

Probetas	F'c (Kg/cm2)	Edad (días)	Porcentaje	F'c (Kg/cm2)
25	210	28	C° Patron	236
30	210	28	5%	309
32	210	28	10%	353
36	210	28	15%	296

Fuente: Elaboración propia

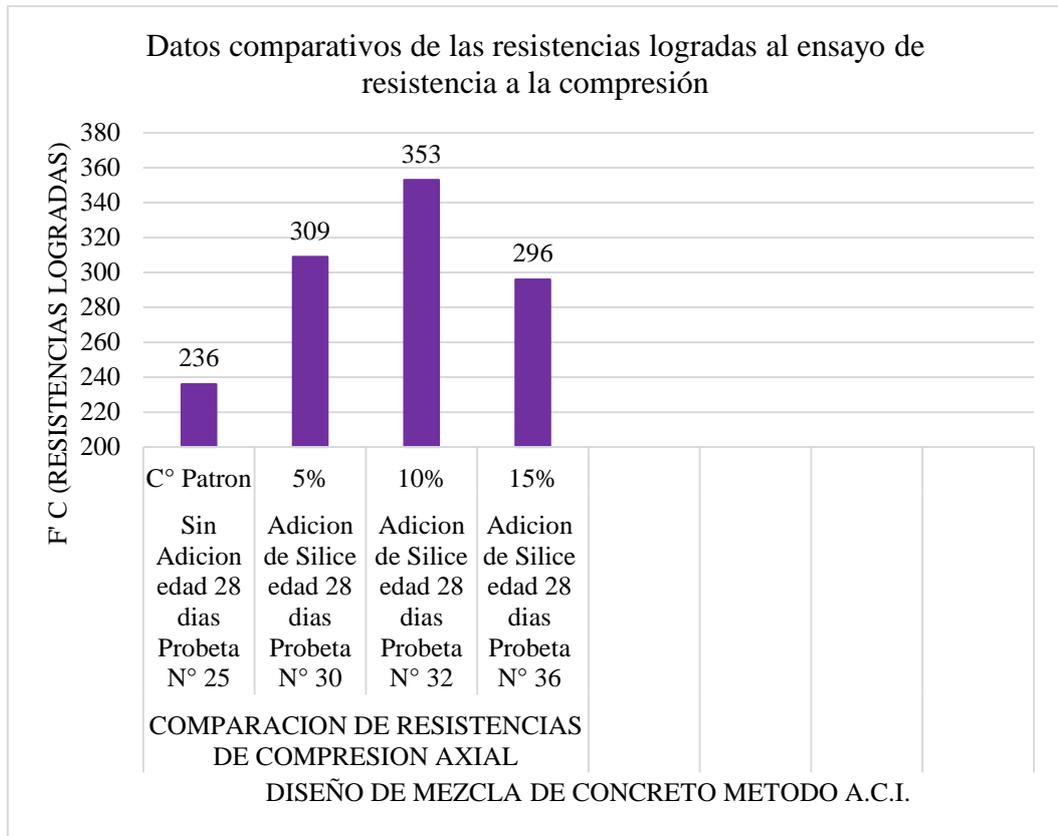
Tabla 54. Influencia al adicionar sílice en la resistencia del concreto F'c= 210

Kg/Cm2, para usos diferentes en las construcciones del Peru

Elemento estructural	Porcentaje de sílice adicionado	Influencia de la sílice adicionada la resistencia F'c en 210 Kg/cm2.	Sus usos en la industria de la construcción	Tolerancia minima F'c en 210 Kg/Cm2.
Elementos verticales	5%	351,00	Columnas y placas de resistencia media – alta moderada, muros de contención de concreto reforzado	280
	10%	352,75		
	15%	350,54		
Elementos horizontales	5%	351,00	Vigas, losas macizas y techos aligerados	280
	10%	352,75		
	15%	350,54		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11. Comparación de las resistencias a la compresión logradas en los ensayos de rotura



Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Resumen general de los Resultados logrados

Las tablas y los gráficos nos demuestran cada uno de los valores de resistencias logrados en los diversos ensayos realizados de compresión axial en las que se utilizaron 36 probetas en el laboratorio CECIC, que fueron elaboradas en las fechas especificadas y que fueron curadas durante 28 días desde el numero 1 hasta el numero 27 fueron adicionadas con sílice y las 9 probetas restantes fueron las del concreto patrón obteniéndose resultados favorables y expectantes según los porcentajes de sílice adicionados que se muestran en la gráfica siguiente.

En la gráfica nos indican las resistencias logradas de las probetas de concreto sometidas a ensayos de compresión axial, dando como resultados, que los porcentajes de sílice incorporado del 5%, 10%, y 15% sobrepasan el límite de

resistencia a comparación de la Probeta número 25, muestra patrón, que también pasa el límite, siendo esta de concreto patrón.

Resultados muy favorables para este trabajo de investigación, llegando a ser el porcentaje de 10% de sílice con la incorporación de la mezcla es el del valor de resistencia más alto logrado.

En los resultados finales de los ensayos de resistencia a los cuales han sido sometidos las probetas de concreto endurecido con una edad de 28 días de curado, viendo también la trabajabilidad que tuvo los porcentajes de sílice adicionados a la mezcla, las mejoras que se obtuvo en todo este proceso indican que el 5%, 10% y 15%, aumentan la resistencia de un concreto inclusive en el concreto patrón $F'c = 236 \text{ kg/cm}^2$, alcanzando los otros resultados de un $F'c = 309 \text{ kg/cm}^2$, para el 5%, $F'c = 353 \text{ kg/cm}^2$, para el 10%, $F'c = 296 \text{ kg/cm}^2$, para el 15% respectivamente.

Es decir que los concretos con la adición de estos porcentajes de sílice pueden ser utilizados sin ningún tipo de problema en construcciones civiles, puesto que la sílice hace que aumente la resistencia de un concreto convencional de un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ hasta más de $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, que viene a ser un concreto con resistencia media – alta moderada según el UNACEM, 2013.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. De los parámetros técnicos de dosificación

- Para la dosificación del trabajo de investigación con el concreto patrón $F'c = 236 \text{ Kg/Cm}^2$ obtuvimos los valores siguientes:
 - Para el agregado grueso el peso unitario suelto es de $1,321.12 \text{ Kg/m}^3$
 - Para el peso unitario compactado es de $1,455.08 \text{ Kg/m}^3$
 - El peso específico es de 2.54 gr/cm^3 , la absorción es de 1.10%

- El tamaño máximo TM es $\frac{3}{4}$ " y el tamaño máximo nominal TMN es 1.25 cm, equivalente a $\frac{1}{2}$ " pulg. De longitud de su partícula con un porcentaje de humedad de (%W) de 1.24 % y con un módulo de fineza de 6.52.
- También se obtuvo los valores para el agregado fino: tales como el
 - Para el agregado grueso el peso unitario suelto es de 1,409.06 Kg/m³
 - Para el peso unitario compactado es de 1,652.96 Kg/m³
 - El peso específico es de 2.56 gr/cm³, la absorción es de 2.06 %
 - El tamaño máximo TM es $\frac{3}{4}$ " y el tamaño máximo nominal TMN es 1.25 cm, equivalente a $\frac{1}{2}$ " pulg. De longitud de su partícula con un porcentaje de humedad de (%W) de 5.08 % y con un módulo de fineza de 4.09.
- De los parámetros conseguidos durante esta investigación podemos mencionar que todos estos cumplen con las normas técnicas peruanas NTP. 400.012.
- Por lo que se acepta la hipótesis "Los parámetros del concreto patrón F'c= 210 Kg/ cm², sin la adición de sílice están permitidos por las normas técnicas peruanas NTP. 400.012, donde los resultados de la tesis confirman la hipótesis mencionado ya que su análisis de sus agregados concluye que los valores encontrados son aceptables por las normas técnicas peruanas y además sus resultados nos indican que las propiedades halladas por el método del diseño A.C.I. son aceptables también por las normas técnicas peruanas de esta manera estos antecedentes confirman la hipótesis.

4.4.2. De la adición de la arena sílice

Con la adición de sílice en diferentes dosificaciones al diseño de mezcla del concreto patrón de un F'c = 210 kg/cm², con los siguientes valores de resistencias logradas como son: en los ensayos de compresión axial se obtuvieron los siguientes

resultados: en una probeta con una dosificación para la mezcla patrón $F'c = 236.35$ kg/cm², para el 5% de la muestra una fuerza a la compresión muestra una $F'c = 308.60$ kg/cm², para una dosificación al 10% muestra una $F'c = 352.75$ kg/cm², para un 15% muestra una $F'c = 295.84$ kg/cm², a la edad de 28 días que son aceptables por la norma técnica peruana.

4.4.3. De la comparación de los ensayos de resistencia

A la comparación de los resultados a los 28 días, frente al concreto con adiciones de sílice en su mezcla se obtuvo los siguientes valores; con los porcentajes del 5%, 10% y 15% que sobrepasan la resistencia de $F'c = 210$ kg/cm² que es el límite establecido en el diseño por medio del ensayo de compresión axial; de esta manera estos datos son favorables y aceptables por la razón que alcanzan las resistencias de 308.60 kg/cm², $F'c = 352.75$ kg/cm², $F'c = 295.84$ kg/cm², respectivamente, por lo que podemos mencionar que la resistencia lograda por el porcentaje del 10% es favorable y aceptable por el límite establecido, puesto que llega a un valor de más de $F'c = 210$ kg/cm², mientras que los porcentajes del 5% y 15%, son también favorables respectivamente, los valores obtenidos en la trabajabilidad del concreto patrón por el límite establecido en la norma técnica peruana NTP 339.035 y por la norma ASTM C 143, que es de un Slump de 2" a 4", para un concreto patrón de una $F'c = 210$ kg/cm², los demás valores obtenidos de los porcentajes del 5%, y 15%, también son aceptables por la norma técnica peruana, pero destinados para elementos estructurales con características especiales. De esta manera se acepta la hipótesis: "Los resultados al comparar los ensayos de resistencia del concreto $F'c = 210$ kg/cm², frente al concreto con la adición de sílice en diferentes dosificaciones, son favorables y aceptables por la norma técnica peruana, siendo el segundo más resistente que el concreto patrón,

donde los resultados de la tesis confirma la hipótesis aceptada, mencionando que la Sílice favorecen la resistencia mecánica de los concretos sobre todo con el porcentaje que corresponde al 10%. donde los resultados de adición de Sílice son aceptables a sus 28 días de edad y por último también se concluye que a los 28 días la muestra patrón cumplió y sobrepaso con el requerimiento de resistencia (establecido en 20 MPa).

4.4.4. De los resultados de las edades y de los porcentajes

De acuerdo a los resultados finales de los ensayos de resistencia a los cuales han sido sometidos las probetas de concreto endurecido con una edad de 28 días de curado, viendo también la trabajabilidad que tuvo cada porcentaje adicionado de sílice en su adición a la mezcla, las mejoras que se obtuvo con el concreto nos indican que el 5%, 10% y 15% de adición de sílice, aumentan la resistencia de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de una manera favorable, alcanzando las resistencias para los ensayos de compresión axial de 308.60 kg/cm^2 , $F'c = 352.75 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 295.84 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente.

4.4.5. De los resultados obtenidos para la industria de la construcción en el Perú

Con las adiciones y dosificaciones correctas de sílice podemos utilizar el concreto para los siguientes tipos de obras civiles como son: para cimentaciones de zapatas con o sin refuerzos considerados de resistencia media – alta moderada donde se pide un mínimo de una $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$; para elementos verticales como columnas y placas de resistencia media – alta moderada y muros de contención de concreto reforzado donde también se pide un mínimo de una $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, para elementos horizontales como vigas, lozas macizas y techos aligerados de resistencia media – alta moderada, donde se pide un mínimo de una $F'c = 210$

kg/cm², para elementos inclinados como escaleras reforzadas donde se pide un mínimo de una $F'c = 210$ kg/cm² y para elementos reforzados como por ejemplo: elementos pretensados como Trabes de puentes y edificios, losas extruidas, viguetas, de resistencia media – alta moderada, donde se pide un mínimo de una $F'c = 300$ kg/cm², para losas con refuerzo bidireccional, diafragmas de puentes, vigas hiperestáticas de resistencia media – alta moderada, donde se pide un mínimo de una $F'c = 300$ kg/cm². pues los resultados de la tesis confirman la hipótesis aceptada, mencionando que la sílice favorece la resistencia mecánica del concreto sobre todo en el porcentaje que corresponde al 10%. De igual manera para las edades tempranas son muy favorables tal como nos indican los ensayos de rotura a los 3 días ya que se alcanza más del 70% de resistencia mínima con el 5% de adición del sílice, de igual manera a los 7 días donde se alcanza el 98.84 % de $F'c = 210$ Kg/cm² con el 10% de adición de sílice y a los 28 días logramos llegar hasta los $F'c = 352.75$ kg/cm² con 167.98% con estos logros en la investigación favorecen para poder desencofrar a menos días de lo estipulado o para el empleo en cualquier construcción de emergencia de acuerdo a las normas técnicas peruanas, porque los resultados de la adición de sílice son muy aceptables y extraordinarios.

CONCLUSIONES

1. Que habiendo finalizado los trabajos en laboratorio con los ensayos y pruebas respectivas y en gabinete con los datos y cálculos respectivos para el diseño, sus dosificaciones para el concreto patrón sin adición de sílice y para las mezclas adicionadas al 5%, 10% y 15%, con lo que se llega a la conclusión que estos parámetros estándares están dentro de lo permitido y cumplen con lo que establecen las normas técnicas peruanas NTP.
2. Las probetas de los ensayos de resistencia del concreto fresco en el ensayo de asentamiento a través de la prueba Slump y del concreto endurecido para la obtención de las resistencias a la compresión, se llega a la conclusión que estas se encuentran en el rango de aceptación de la norma técnica peruana NTP y la norma americana ASTM C.
3. La adición de sílice a la mezcla del concreto patrón hace que aumente la resistencia con la adición del 5%, 10% y 15% y además que con la dosificación del 10% nos muestra que es una dosificación y mezcla del concreto sea la más mejor que el concreto patrón y está permitido por las normas técnicas peruanas.
4. A la comparación de los ensayos de resistencia de la probeta de concreto patrón $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, con las otras probetas adicionadas al 5%, 10% y 15% en las que muestran su trabajabilidad del diseño de mezcla del concreto son aceptables por lo que se llega a la conclusión que el sílice adicionado al 10% es positiva y favorable que está dentro de los parámetros de diseño y dosificación, mientras que el 5% y el 15% son también favorables y están dentro de los parámetros de diseño y de las normas técnicas peruanas NTP.

5. En la fase experimental en laboratorio y gabinete se llegó a identificar los parámetros del concreto en su diseño de mezcla por el método A.C.I., el comportamiento del concreto durante el ensayo de compresión axial.
6. Al realizar la evaluación de los resultado realizando comparaciones entre las probetas patrón con las probetas que contienen adiciones de sílice en diversos porcentajes como el 5%, 10% y el 15%, con sus respectivas dosificaciones, su trabajabilidad por lo que se llega a la conclusión de que el 10% de la adición con sílice a la mezcla del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, influye positivamente en la mejora de la resistencia elevando a $F'c = 352.75 \text{ kg/cm}^2$ que es el más optimo logrado hasta la actualidad.
7. Los porcentajes de 5% y 15% también son influyentes positivos para la mejora de la resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, son aceptados por los indicadores para el diseño de mezcla y por las normas técnicas peruanas (NTP 339.034 y la NTP 339.084) y la norma americana ASTM C, y hace que estas adiciones sean utilizadas en otros elementos estructurales que demanden de mayor resistencia a la compresión, confirmándose de esta manera nuestra hipótesis de investigación.

RECOMENDACIONES

Habiendo finalizado la investigación debo opinar algunas recomendaciones para que en el futuro puedan utilizar las propiedades que tiene la arena sílice para las adiciones en diversos porcentajes en las mezclas de concreto y tener la posibilidad de ampliar las investigaciones con este recurso natural.

- Se sugiere realizar otras investigaciones con otros tipos de concreto, implementando adiciones de sílice, para obtener bajos costos en la construcción con la compra como agregado fino para utilización en concretos y acabados (tarrajeo de muros)
- Realizar estudios con resistencias similares a las planteadas en la presente investigación, utilizando mayores porcentajes de arena de sílice.
- Se recomienda estudiar el comportamiento de la resistencia para edades mayores a los 28 días; entre 56 a 120 días, para la certificación de la calidad del producto
- Se recomienda seguir el uso y la dosificación de la arena sílice, para que sea sostenible y sustentable el concreto ya que esta arena tiene muchas reservas a nivel nacional.
- Es necesario crear en nuestro país, una normativa de agregados que rijan el uso de la arena de sílice como agregado fino, para utilizarse como remplazo de la arena fina que vienen de las canteras del Departamento de Lima con contenidos de sulfatos y otros que muestran su baja calidad en acabados de muros interiores y exteriores.
- Para el diseño de estructuras se recomienda realizar más investigación con sílice para concretos de alto desempeño y estudios en concretos livianos de alta resistencia utilizando como agregado fino a la sílice,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beltran Romero, G. (2016). Fraguado de concreto. <https://prezi.com/wtr30fgju1t/fraguado-del-concreto/>.

Benavides Altamirano, E. O. (2021). Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento. Chiclayo - Perú.

Caballero Arredondo, P. W., Damiani Lazo, C. A., & Ruiz Piso, Á. A. (2021). Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa. Arequipa - Perú.

Calle Ullauri, O. F. (2015). Elaboración de bloques con sílice para mampostería no portante. Cuenca - Ecuador.

Camargo Loco, V. R. (2022). Efecto de la adición del nanosílice en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido empleando agregados de la ciudad de Abancay—Apurímac—2019. Abancay - Apurímac - Perú.

Cardenas Jaramillo, D. L., & Patiño Guaraca, F. E. (2010). Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, Provincia del Azuay. Cuenca - Ecuador.

Carpio Ronquillo, M., Torre Antay, J., & Fuentes Palomino, J. (2018). Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la Región Pasco. Lima - Perú.

Carrasco Diaz, E. L., & Tinoco Orihuela, D. C. (2018). Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa/Oroya—Yauli—Junín. Huancayo - Perú.

Cobbing, J., Quispesivana Q., L., & Paz M., M. (1996). Geología de los cuadrangulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores. Lima - Perú.

González Sálamo, M. J., & Marín Paz, C. E. (2017). Factibilidad técnica y económica del empleo de arena de sílice y microsílice como sustituto porcentual del cemento portland en mezclas de concreto estructural. Caracas - Venezuela.

Grey Medina, S. I. (2010). Influencia de la granulometría de la Arena Sílice en el consumo de Resina y Catalizador en la Mezcla de Moldeo autofraguante en la Unidad Estatal Básica Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel. Moa - Cuba.

INACAL. (2023). Boletín muestra una agrupación temática de las últimas Normas Técnicas Peruanas y Textos Afines, aprobadas por la Dirección de Normalización. Lima - Perú.

Laura Huanca, S. (2006). Diseño de Mezclas de Concreto. Puno - Perú.

Linn Chong Kam, L. M. (2015). Caracterización y potencial económico de las arenas silíceas del sur de Amazonas Norte del Perú. Piura - Perú.

Márquez Ortiz, C. (2012). Caracterización de un árido granítico para fabricación de hormigón. Madrid - España.

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2001). Investigación Educativa. España.

Moncaleano Acosta, C. J., & Jaramillo Campuzano, J. G. (2016). Uso de diferentes agregados finos y fibras en el concreto fabricado con cuarzo como agregado grueso. Bogotá - Colombia.

Moraño Rodríguez, A. J., Guillén Viñas, J. L., Martínez Alarcón, J. A., Martínez Alarcón, M., & Díaz Hospital, J. (2022). El caolin y la arena silicea como materiales de construcción.

<https://minasyenergia.upm.es/res%C3%BAmenes-aceptados.html?id=1871#:~:text=Caolina%20comercializa%20su%20arena%20sil%C3%ADcea,de%20construcci%C3%B3n%20drenante%20y%20filtrante>.

Norma E.060, SENCICO. (2019). Norma E.060: Concreto Armado. Lima - Perú.

NTP 339.215. (2016). NTP. 339.215 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas a edades mayores. Lima - Perú.

Pérez López, T. (2015). Concreto Armado: Caracterización y Alteraciones. Coyoacan - México.

Pérez Tirado, A. J. (2019). Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado. Cajamarca - Perú.

Salas, M., Jacay, J., Ayala, F., Galvan, J., Huaytan, R., & Moreyra, D. (2010). Evolución sedimentaria del grupo Goyllarisquizga en su localidad tipo. Evidencias de facies eólicas (Cerro de Pasco-Perú Central). Lima - Perú.

Sanjuán Barbudo, M. Á., & Chinchón Yepes, S. (2014). Introducción a la fabricación y normalización del Cemento Portland. España.

SYCA. (2023). Arena sílice. <https://syca.net/productos/arena-silice>.

Valdivia Mejia, E. A., & Valdivia Benero, M. R. (2014). Investigación del efecto del óxido de silicio en la determinación del porcentaje de agregado en los cementos puzolanicos utilizando el método de difracción de rayos x. Arequipa - Perú.

Zhunaula Saca, C. E. (2016). Caracterización físico-química de las arenas silíceas con fines de industrialización, ubicadas en el sector San Roque, Parroquia Pachicutza, cantón el Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe. Loja - Ecuador.

ANEXOS

.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENSAYOS EN LABORATORIO

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.017 / ASTM C 29

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
Cantera : Sacrafamilia
Fecha de Ensayo : 05/11/2022
Fecha de Emisión : 10/11/2022
N° Registro : A6 - 22 - 55 - 03

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1 Peso de la muestra mas recipiente	kg	6.314	6.285	6.301	6.3
2 Peso del recipiente	kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3 Peso de la muestra	kg	3.755	3.726	3.742	3.741
4 Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5 Peso unitario suelto	kg/m3	1326.07	1315.82	1321.47	1321.12

Peso unitario suelto (P.U.S.) = 1,321.12 kg/m3

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1 Peso de la muestra mas recipiente	kg	6.652	6.684	6.702	6.679
2 Peso del recipiente	kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3 Peso de la muestra	kg	4.093	4.125	4.143	4.120
4 Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5 Peso unitario compactado	kg/m3	1445.43	1456.73	1463.09	1455.08

Peso unitario compactado (P.U.C.) = 1,455.08 kg/m3



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuerdas del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.021 / ASTM C 127

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
Cantera : Sacrafamilia
Fecha de Ensayo : 07/11/2022
Fecha de Emisión : 10/11/2022
N° Registro : A4 - 22 - 55 - 05

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO: NTP 400.021 / ASTM C 127

		UND	M - 1	M - 2
Peso de la muestra seca al aire	A	gr	2668	2706
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	B	gr	2698	2735
Peso saturado sumergido + canastilla		gr	2317	2404
Peso de la canastilla		gr	701	701
Peso sumergido	C	gr	1616.00	1703

		UND	M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso especifico aparente (Pea)	A/(A-C)	gr/cm3	2.54	2.70	2.62
Peso especifico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	B/(B-C)	gr/cm3	2.49	2.65	2.57
Peso especifico de la masa (Pem)	A/(B-C)	gr/cm3	2.47	2.62	2.54
Absorcion	B-A/A	%	1.12%	1.07%	1.10%

CECIC



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

CONTEENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.021 / ASTM C 127 - NTP 339.185 / ASTM D 556

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
Cantera : Sacrafamilia
Fecha de Ensayo : 04/11/2022
Fecha de Emisión : 10/11/2022
N° Registro : A13 - 22 - 55 - 07

HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO: NTP 339.185 / ASTM D 556

	UND	M - 1	M - 2	M - 3
Peso de la muestra húmeda + Tara	gr	10234.00	10234.00	10234.00
Peso de la muestra seca + Tara	gr	10114.00	10114.00	10114.00
Peso de la tara	gr	449.00	449.00	449.00
Masa de la muestra húmedad	W gr	9785.00	9785.00	9785.00
Masa de la muestra seca en gramos	D gr	9665.00	9665.00	9665.00
Contenido de humedad	(W-D)/D	1.24%	1.24%	1.24%
Promedio		1.24%		

HUMEDAD DEL AGREGADO FINO: NTP 339.185 / ASTM D 556

	UND	M - 1	M - 2	M - 3
Peso de la muestra húmeda + Tara	gr	11282.00	11282.00	11282.00
Peso de la muestra seca + Tara	gr	10770.00	10770.00	10770.00
Peso de la tara	gr	682.00	682.00	682.00
Masa de la muestra húmedad	W gr	10600.00	10600.00	10600.00
Masa de la muestra seca en gramos	D gr	10088.00	10088.00	10088.00
Contenido de humedad	(W-D)/D	5.08%	5.08%	5.08%
Promedio		5.08%		



CECIC Laboratorio y capacitaciones

990270829 / 963600813



APVU - Mz "II", lote 4, San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813

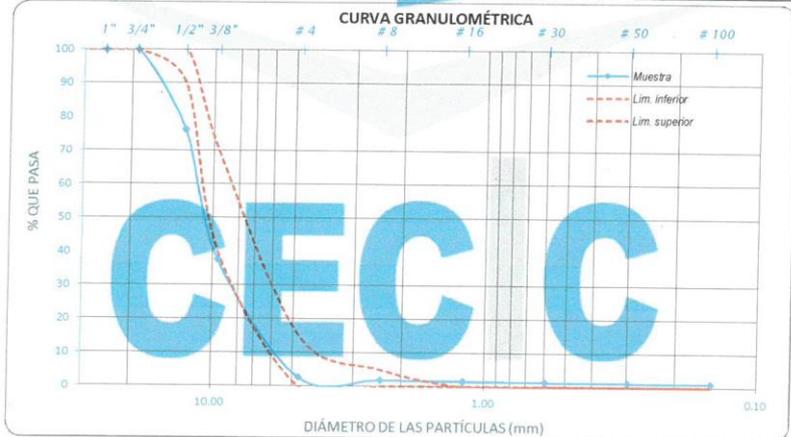


Capacitaciones.cic@gmail.com

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO
 NTP 400.012 / ASTM C 136

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI
 Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
 Cantera : Sacrafamilia
 Fecha de Ensayo : 04/11/2022
 Fecha de Emisión : 10/11/2022
 N° Registro : A10 - 22 - 55 - 01

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% DE PESO RETENIDO	% DE PESO ACUMULADO	% PASA	HUSO:7	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75	-	-	-	100.00	100.0	Tamaño Máximo 3/4"
2 1/2"	63	-	-	-	100.00	100.0	Tamaño Máximo Nominal : 1/2"
2"	50	-	-	-	100.00	100.0	Modulo de Fineza 6.52
1 1/2"	37.5	-	-	-	100.00	100.0	Agregado grueso
1"	25	-	-	-	100.00	100.0	PUS 1,321.12 kg/m3
3/4"	19.05	-	-	-	100.00	100.0	PUC 1,455.08 kg/m3
1/2"	12.7	831	23.74	23.74	76.26	90.0	Peso específico 2.54 gr/cm3
3/8"	9.525	1350	38.57	62.31	37.69	40.0	Absorción 1.10%
# 4	4.75	1226	35.03	97.34	2.66	0.0	Agregado fino
# 8	2.38	28.96	0.83	98.17	1.83	0.0	PUS 1,409.06 kg/m3
# 16	1.19	8.79	0.25	98.42	1.58	0.0	PUC 1,652.96 kg/m3
# 30	0.595	5.62	0.16	98.58	1.42	0.0	Peso específico 2.56 gr/cm3
# 50	0.297	5.28	0.15	98.73	1.27	0.0	Absorción 2.06%
# 100	0.148	4.81	0.14	98.87	1.13	0.0	
OBSERVACIONES							
CAZOLETA	-	39.54	1.13	100.00	-	-	El material fue proveido por el solicitante
TOTAL	-	3500	-	-	-	-	





CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO NTP 400.017 / ASTM C 29

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
Cantera : Sacrafamilia
Fecha de Ensayo : 05/11/2022
Fecha de Emisión : 10/11/2022
N° Registro : A7 - 22 - 55 - 04

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1 Peso de la muestra mas recipiente	kg	6.512	6.539	6.596	6.549
2 Peso del recipiente	kg	2.56 kg	2.56 kg	2.56	2.559
3 Peso de la muestra	kg	3.953	3.98	4.037	3.99
4 Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5 Peso unitario suelto	kg/m3	1395.99	1405.52	1425.65	1409.06

Peso unitario suelto (P.U.S.) = 1,409.06 kg/m3

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1 Peso de la muestra mas recipiente	kg	7.263	7.248	7.208	7.240
2 Peso del recipiente	kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3 Peso de la muestra	kg	4.704	4.689	4.649	4.681
4 Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5 Peso unitario compactado	kg/m3	1661.20	1655.90	1641.78	1652.96

Peso unitario compactado (P.U.C.) = 1,652.96 kg/m3



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO NTP 400.017 / ASTM C 29

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
Cantera : Sacrafamilia
Fecha de Ensayo : 05/11/2022
Fecha de Emisión : 10/11/2022
N° Registro : A7 - 22 - 55 - 04

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1 Peso de la muestra mas recipiente	kg	6.512	6.539	6.596	6.549
2 Peso del recipiente	kg	2.56 kg	2.56 kg	2.56	2.559
3 Peso de la muestra	kg	3.953	3.98	4.037	3.99
4 Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5 Peso unitario suelto	kg/m3	1395.99	1405.52	1425.65	1409.06

Peso unitario suelto (P.U.S.) = 1,409.06 kg/m3

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1 Peso de la muestra mas recipiente	kg	7.263	7.248	7.208	7.240
2 Peso del recipiente	kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3 Peso de la muestra	kg	4.704	4.689	4.649	4.681
4 Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5 Peso unitario compactado	kg/m3	1661.20	1655.90	1641.78	1652.96

Peso unitario compactado (P.U.C.) = 1,652.96 kg/m3



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
 Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
 Cantera : Sacrafamilia
 Fecha de Ensayo : 05/11/2022
 Fecha de Emisión : 10/11/2022
 N° Registro : A7 - 22 - 55 - 04

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1) Peso de la muestra mas recipiente	kg	6.512	6.539	6.596	6.549
2) Peso del recipiente	kg	2.56 kg	2.56 kg	2.56	2.559
3) Peso de la muestra	kg	3.953	3.98	4.037	3.99
4) Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5) Peso unitario suelto	kg/m3	1395.99	1405.52	1425.65	1409.06

Peso unitario suelto (P.U.S.) = 1,409.06 kg/m3

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1) Peso de la muestra mas recipiente	kg	7.263	7.248	7.208	7.240
2) Peso del recipiente	kg	2.559	2.559	2.559	2.559
3) Peso de la muestra	kg	4.704	4.689	4.649	4.681
4) Volumen del recipiente	m3	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5) Peso unitario compactado	kg/m3	1661.20	1655.90	1641.78	1652.96

Peso unitario compactado (P.U.C.) = 1,652.96 kg/m3





CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'c= 210 kg/cm²

Solicitante : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Atención : Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
Obra/Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"
Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
N° Informe : C - 22 - 055

DATOS

Recepción de Muestras : 03/11/2022
Fecha de Emisión : 10/11/2022
Diseño de mezcla : 210.0 kg/cm²
Cantera : Sacrafamilia
Muestra : M1
Cemento requerido : Andino tipo I

RESUMEN

DISEÑO / ENSAYO	RESULTADO			
Diseño de mezcla 210 kg/cm ²				
Método: ACI - 211	SIN CORREGIR			
	Cemento	387.79 kg		
	Agua	216.00 lt		
	Aire	2.50 %		
	Agregado grueso	771.19 kg		
	Agregado fino	853.52 kg		
	Cemento	Andino tipo I		
	Relación A/C diseño	0.56		
	CORREGIDOS POR HUMEDAD			
	Cemento	387.79 kg		
Agua	189.18 lt			
Aire	2.50 %			
Agregado grueso	780.77 kg			
Agregado fino	896.84 kg			
AGREGADO GRUESO NTP 400.037 - HUSO # 7				
CANTERA: Sacrafamilia	T.M.	3/4"	PUS	1,321.12 kg/m ³
	T.M.N.	1/2"	PUC	1,455.08 kg/m ³
	Módulo de fineza	6.52	Peso específico	2.54 gr/cm ³
			Absorción	1.10%
AGREGADO FINO NTP 400.037				
CANTERA: Sacrafamilia	Módulo de fineza	4.09	PUS	1,409.06 kg/m ³
			PUC	1,652.96 kg/m ³
			Peso específico	2.56 gr/cm ³
			Absorción	2.06%



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN



OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

PROYECTO

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE:

: Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO

UBICACIÓN DE PROYECTO

: Yanacancha - Pasco - Pasco

TIPO DE MUESTRA

: Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto Patron)

F'c DE DISEÑO

: 210 kg/cm2

FECHA DE EMISIÓN

: 24/03/2023

N° Registro

: C6-23-008-01

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	Concreto Patron	18/03/2023	21/03/2023	3	10.319	20.32	83.636	11960.00	5	143.00	68.10
2	Concreto Patron	18/03/2023	21/03/2023	3	10.498	20.43	86.552	11810.00	5	136.45	64.98
3	Concreto Patron	18/03/2023	21/03/2023	3	10.501	20.33	86.612	12620.00	5	145.71	69.38

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: GOD4.1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante.

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN

CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuerdas del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'_c=210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto Patron)
 f'_c DE DISEÑO : 210 kg/cm²
FECHA DE EMISIÓN : 24/03/2023
N° Registro : C6-23-008-01

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm ²)	% de Resistencia
1	Concreto Patron	18/03/2023	21/03/2023	3	10.319	20.32	83.636	11960.00	5	143.00	68.10
2	Concreto Patron	18/03/2023	21/03/2023	3	10.498	20.43	86.552	11810.00	5	136.45	64.98
3	Concreto Patron	18/03/2023	21/03/2023	3	10.501	20.33	86.612	12620.00	5	145.71	69.38

OBSERVACIONES:

1. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004.1993)
2. Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD : 120000 kgf
MARCA : PERUTEST
MODELO : PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN : La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN : CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD : CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN : CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto con 10% de sílice)
F^c DE DISEÑO : 210 kg/cm²
FECHA DE EMISIÓN : 24/03/2023
N° Registro : C6-23-008-03

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Máxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm ²)	% de Resistencia
1	+10% sílice	18/03/2023	21/03/2023	3	10.359	20.32	84.275	12750.00	5	151.29	72.04
2	+10% sílice	18/03/2023	21/03/2023	3	10.617	20.33	88.531	13400.00	5	151.36	72.08
3	+10% sílice	18/03/2023	21/03/2023	3	10.623	30.15	88.625	12970.00	5	146.35	69.69

OBSERVACIONES:

- 1 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004:1993)
- 2 Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 N° 001 S. CONCEPCION HANCCO
 RESERVA CIVIL CIP PASCO
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto con 15% de sílice)
F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm2
FECHA DE EMISIÓN : 24/03/2023
N° Registro : C6-23-008-04

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	+15% sílice	18/03/2023	21/03/2023	3	10.515	20.32	86.832	11740.00	5	135.20	64.38
2	+15% sílice	18/03/2023	21/03/2023	3	10.329	20.33	83.787	11880.00	5	141.79	67.52
3	+15% sílice	18/03/2023	21/03/2023	3	10.417	30.15	85.227	11840.00	5	138.92	66.15

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004.1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f

CECIC



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
[Signature]
MARCIAL S. CANEPA MANCCO
INGENIERO CIVIL - C° 168608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4, San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

CECIC
PROYECTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO
 NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO

UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco

TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto Patron)

F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm2

FECHA DE EMISIÓN : 28/03/2023

Nº Registro : C6-23-008-05

Nº	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	Concreto Patron	18/03/2023	25/03/2023	7	10.351	20.32	84.155	16240.00	5	192.98	91.89
2	Concreto Patron	18/03/2023	25/03/2023	7	10.377	20.43	84.568	16240.00	5	192.04	91.45
3	Concreto Patron	18/03/2023	25/03/2023	7	10.360	20.33	84.291	16110.00	5	191.12	91.01

OBSERVACIONES:

1. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004 1993)
2. Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

PROYECTO

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE:

: Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO

UBICACIÓN DE PROYECTO

: Yanacancha - Pasco - Pasco

TIPO DE MUESTRA

: Especimenes cilindricos 4" x 8" (Concreto Patron)

F'c DE DISEÑO

: 210 kg/cm2

FECHA DE EMISIÓN

: 28/03/2023

Nº Registro

: C6-23-008-05

Nº	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Area	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	Concreto Patron	18/03/2023	25/03/2023	7	10.351	20.32	84.155	16240.00	5	192.98	91.89
2	Concreto Patron	18/03/2023	25/03/2023	7	10.377	20.43	84.568	16240.00	5	192.04	91.45
3	Concreto Patron	18/03/2023	25/03/2023	7	10.360	20.33	84.291	16110.00	5	191.12	91.01

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004.1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL

TRAZABILIDAD

CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN

CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
MARCOS S. SANCAPA HANCCO
INGENIERO CIVIL, CIP 168608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM², CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilindricos 4" x 8" (Concreto con 10% de silice)
F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm²
FECHA DE EMISIÓN : 28/03/2023
N° Registro : C6-23-008-07

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm ²)	% de Resistencia
1	+10% silice	18/03/2023	25/03/2023	7	10.514	20.32	86.821	17700.00	5	203.67	97.08
2	+10% silice	18/03/2023	25/03/2023	7	10.542	20.33	87.284	17990.00	5	206.11	98.15
3	+10% silice	18/03/2023	25/03/2023	7	10.464	30.15	85.997	17850.00	5	207.56	98.84

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI. G004 1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
MORICAT S. CANCAYA HANCCO
INGENIERO CIVIL - C.P. 168608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
 TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto con 15% de sílice)
 F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm2
 FECHA DE EMISIÓN : 28/03/2023
 N° Registro : C6-23-008-08

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	+15% sílice	18/03/2023	25/03/2023	7	10.612	20.32	88.447	17210.00	5	194.68	92.66
2	+15% sílice	18/03/2023	25/03/2023	7	10.574	20.33	87.815	17140.00	5	195.18	92.94
3	+15% sílice	18/03/2023	25/03/2023	7	10.679	30.15	89.568	17160.00	5	191.59	91.23

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004.1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

PROYECTO

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE:

: Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO

UBICACIÓN DE PROYECTO

: Yanacancha - Pasco - Pasco

TIPO DE MUESTRA

: Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto Patron)

F'c DE DISEÑO

: 210 kg/cm2

FECHA DE EMISIÓN

: 18/04/2023

N° Registro

: C6-23-008-09

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	Concreto Patron	18/03/2023	15/04/2023	28	10.291	20.32	83.183	19660.00	5	236.35	112.55
2	Concreto Patron	18/03/2023	15/04/2023	28	10.439	20.43	85.582	19790.00	5	231.24	110.12
3	Concreto Patron	18/03/2023	15/04/2023	28	10.411	20.33	85.128	19920.00	5	234.00	111.43

OBSERVACIONES:

1. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004 1993)
2. Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisismicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
 TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilindricos 4" x 8" (Concreto con 5% de silice)
 F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm2
 FECHA DE EMISIÓN : 18/04/2023
 N° Registro : C6-23-008-010

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	+5% silice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.428	20.32	85.412	25560.00	5	299.25	142.50
2	+5% silice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.333	20.33	83.863	25810.00	5	307.76	146.55
3	+5% silice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.333	30.15	83.863	25880.00	5	308.80	146.95

OBSERVACIONES:
 1. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004-1993)
 2. Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD : 120000 kgf
MARCA : PERUTEST
MODELO : PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN : La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN : CA - LF - 0167 - 2021
 EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD : CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
 INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN : CELDA DE CARGA PF -001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
 TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto con 10% de sílice)
 F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm2
 FECHA DE EMISIÓN : 18/04/2023
 N° Registro : C6-23-008-011

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm2)	% de Resistencia
1	+10% sílice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.292	20.32	83.199	29210.00	5	351.09	167.18
2	+10% sílice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.343	20.33	84.025	29640.00	5	352.75	167.98
3	+10% sílice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.330	30.15	83.814	28980.00	5	345.76	164.65

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004-1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Marcel S. YANACANCHA FIANCCO
 INGENIERO CIVIL - O.P. 168608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4, San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMA DE ENSAYO: NTP 339-034

PROYECTO

: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM², CON LA ADICIÓN DE SILICE EN DIFERENTES EDADES Y PORCENTAJES - PASCO 2022"

SOLICITANTE: : Bach. Jesus Aurelio MUÑASQUI SALCEDO
UBICACIÓN DE PROYECTO : Yanacancha - Pasco - Pasco
TIPO DE MUESTRA : Especímenes cilíndricos 4" x 8" (Concreto con 15% de sílice)
F'c DE DISEÑO : 210 kg/cm²
FECHA DE EMISIÓN : 18/04/2023
N° Registro : C6-23-008-012

N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad	d (cm)	Long (cm)	Área	Fuerza Maxima Kgf	Tipo de falla	Esfuerzo (Kg/cm ²)	% de Resistencia
1	+15% sílice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.374	20.32	84.527	24680.00	5	291.98	139.04
2	+15% sílice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.364	20.33	84.356	24530.00	5	290.79	138.47
3	+15% sílice	18/03/2023	15/04/2023	28	10.352	30.15	84.166	25200.00	5	299.41	142.57

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su localidad (GUIA PERUANA INDECOPI: G004.1993)
- Las probetas fueron elaboradas, identificadas y remitidas por el solicitante

PRENSA DE CONCRETO

CAPACIDAD 120000 kgf

MARCA PERUTEST

MODELO PC-120

MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0167 - 2021
EQUIPO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL

TRAZABILIDAD CELDA DE CARGA MARCA: PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas
INDICADOR DE MARCA PUCP Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

PATRÓN DE CALIBRACIÓN CELDA DE CARGA PF - 001 CAPACIDAD 150000 kg-f



CECIC Laboratorio y capacitaciones



990270829 / 963600813



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

Tabla 55. Diseño experimental 1

FASE EXPERIMENTAL			AGREGADOS			MUESTRAS
Edad días	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	N° de ensayos	Agregado grueso de 1/2"	Agregado fino arena segunda	Agregado fino arena sílice	Total Especímenes
3	Concreto patron	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 1
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 2
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 3
3	5% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 4
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 5
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 6
3	10% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 7
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 8
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 9
3	15% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 10
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 11
3		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Diseño experimental 2

FASE EXPERIMENTAL			AGREGADOS			MUESTRAS
Edad días	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	N° de ensayos	Agregado grueso de 1/2"	Agregado fino arena segunda	Agregado fino arena sílice	Total Especímenes
7	Concreto patron	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 13
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 14
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 15
7	5% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 16
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 17
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 18
7	10% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 19
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 20
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 21
7	15% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 22
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 23
7		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Diseño experimental 3

FASE EXPERIMENTAL			AGREGADOS			MUESTRAS
Edad días	Concreto F ['] c= 210 Kg/cm2.	N° de ensayos	Agregado grueso de 1/2"	Agregado fino arena segunda	Agregado fino arena sílice	Total Especímenes
28	Concreto patron	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 25
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 26
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	-	Probeta 27
28	5% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 28
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 29
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 30
28	10% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 31
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 32
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 33
28	15% de adición de sílice para el concreto	1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 34
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 35
28		1	P.T. de 1/2"	Arena gruesa	Arena sílice	Probeta 36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Resultado General: resistencia a la compresión, a la edad de 3 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION F ['] C= 210 KG/CM2.							
Probetas 4" x 8%	Concreto F ['] c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
1	Concreto patron	02/03/2023	05/03/2023	3	143,00	68,10%	67.49%
2		02/03/2023	05/03/2023	3	136,45	64,98%	
3		02/03/2023	05/03/2023	3	145,71	69,38%	
4	5% de adición de sílice en el concreto	02/03/2023	05/03/2023	3	140,94	67,11%	69.52%
5		02/03/2023	05/03/2023	3	154,08	73,37%	
6		02/03/2023	05/03/2023	3	142,94	68,07%	
7	10% de adición sílice en el concreto	02/03/2023	05/03/2023	3	151,29	72,04%	71.27%
8		02/03/2023	05/03/2023	3	151,36	72,08%	
9		02/03/2023	05/03/2023	3	146,35	69,69%	
10	15% de adición sílice en el concreto	02/03/2023	05/03/2023	3	135,20	64,38%	66.02%
11		02/03/2023	05/03/2023	3	141,79	67,52%	
12		02/03/2023	05/03/2023	3	138,92	66,15%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Resultado optimo: resistencia a la compresión, a la edad de 3 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 3 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
3	Concreto patron	02/03/2023	05/03/2023	3	145,71	69,38%	67,49%
5	5% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	154,08	73,37%	
8	10% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	151,36	72,08%	
11	15% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	141,79	67,52%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Resultado General: resistencia a la compresión, a la edad de 7 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION F'c= 210 KG/CM2.							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
13	Concreto patron	02/03/2023	09/03/2023	7	192,98	91,89%	91,45%
14		02/03/2023	09/03/2023	7	192,04	91,45%	
15		02/03/2023	09/03/2023	7	191,12	91,01%	
16	5% de adición de sílice en el concreto	02/03/2023	09/03/2023	7	181,08	86,23%	85,85%
17		02/03/2023	09/03/2023	7	181,47	86,41%	
18		02/03/2023	09/03/2023	7	178,28	84,90%	
19	10% de adición sílice en el concreto	02/03/2023	09/03/2023	7	203,87	97,08%	98,02%
20		02/03/2023	09/03/2023	7	206,11	98,15%	
21		02/03/2023	09/03/2023	7	207,56	98,84%	
22	15% de adición sílice en el concreto	02/03/2023	09/03/2023	7	194,58	92,66%	92,28%
23		02/03/2023	09/03/2023	7	195,18	92,94%	
24		02/03/2023	09/03/2023	7	191,59	91,23%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Resultado optimo: resistencia a la compresión, a la edad de 7 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
13	Concreto patron	02/03/2023	09/03/2023	7	192,98	91.89%	91,45%
17	5% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	181,47	86.41%	85,85%
21	10% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	207,56	98.84%	98,02%
23	15% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	195,18	92.94%	92,28%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Resultado General: resistencia a la compresión, a la edad de 28 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION F'C= 210 KG/CM2.							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
25	Concreto patron	02/03/2023	30/03/2023	28	236,35	112,55%	111,36%
26		02/03/2023	30/03/2023	28	231,24	110,12%	
27		02/03/2023	30/03/2023	28	234,00	111,43%	
28	5% de adición de sílice en el concreto	02/03/2023	30/03/2023	28	302,77	144,17%	145,89%
29		02/03/2023	30/03/2023	28	307,76	146,55%	
30		02/03/2023	30/03/2023	28	308,60	146,95%	
31	10% de adición sílice en el concreto	02/03/2023	30/03/2023	28	351,09	167,18%	167,36%
32		02/03/2023	30/03/2023	28	352,75	167,98%	
33		02/03/2023	30/03/2023	28	350,54	166,92%	
34	15% de adición sílice en el concreto	02/03/2023	30/03/2023	28	291,98	139,04%	139,46%
35		02/03/2023	30/03/2023	28	290,79	138,47%	
36		02/03/2023	30/03/2023	28	295,84	140,88%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Resultado óptimo: resistencia a la compresión, a la edad de 28 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F[']c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Dias)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
25	Concreto patron	02/03/2023	30/03/2023	28	236.35	112,55%	111,36%
30	5% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	308.60	146,95%	145,89%
32	10% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	352.75	167,98%	167,36%
36	15% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	295.84	140,88%	140,88%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Resultado Final; resistencia a la compresión, a la edad de 3 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 3 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F[']c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Dias)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
3	Concreto patron	02/03/2023	05/03/2023	3	145,71	69,38%	67,49%
5	5% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	154,08	73,37%	69,52%
8	10% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	151,36	72,08%	71,27%
11	15% de sílice	02/03/2023	05/03/2023	3	141,79	67,52%	66,02%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Resultado Final: resistencia a la compresión, a la edad de 7 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
13	Concreto patron	02/03/2023	09/03/2023	7	192.98	91,89%	91,45%
17	5% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	181.47	86,41%	85,85%
21	10% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	207.56	98,84%	98,02%
23	15% de sílice	02/03/2023	09/03/2023	7	195.18	92,94%	92,28%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Resultado Final: resistencia a la compresión, a la edad de 28 días y sus porcentajes logrados con adición de sílice

RESULTADOS GENERALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS							
Probetas 4" x 8"	Concreto F'c= 210 Kg/cm2.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje De Resistencia	Porcentaje De Promedios
25	Concreto patron	02/03/2023	30/03/2023	28	236.35	112,55%	111,36%
30	5% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	308.60	146,95%	145,89%
32	10% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	352.75	167,98%	167,36%
36	15% de sílice	02/03/2023	30/03/2023	28	295.84	140,88%	140,88%

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Mejoramiento de la resistencia a la compresión del Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes - Pasco – 2022”				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p>Problema General:</p> <p>¿En qué medida la adición de sílice en distintas edades y porcentajes mezclados con cemento, agua, arena gruesa y arena fina mejoraran la resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?</p> <p>Problema Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medidas los parámetros del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con las edades establecidas y sin la adición de sílice puedan mejorar la resistencia a la compresión del concreto? • ¿En qué medida la adición de sílice con sus características y propiedades además las edades y porcentajes puedan influenciar en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto? • ¿Cuál será la resistencia a la compresión del concreto elaborado con los agregados extraídos de las canteras de Sacrafamilia y Goyllarisquizga con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes? 	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar en qué medida de adición con sílice en diversas edades y porcentajes en combinación con los agregados de Sacrafamilia y Goyllarisquizga puedan mejorar la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar los parámetros del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con las edades establecidas sin la incorporación de sílice en el diseño y en la mezcla del concreto. • Analizar el comportamiento de las características del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con adición de sílice en sus diferentes edades y porcentajes. • Evaluar los resultados al comparar los ensayos de resistencia del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, frente a los resultados de resistencia del concreto con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes. 	<p>Hipótesis General:</p> <p>La adición de sílice, influye en la mejora de la resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, para evaluar su desempeño en las estructuras de concreto.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Los parámetros del concreto patrón $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, sin la adición de sílice, están dentro de lo establecido en las normas Técnicas Peruanas. ✓ El comportamiento del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con la adición de sílice en diferentes edades y porcentajes son aceptados por las normas Técnicas Peruanas. ✓ Los resultados al comparar los ensayos de resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ patrón frente al concreto con adiciones de sílice en diferentes edades y porcentajes serán favorables y están de acorde a los parámetros del diseño de mezcla del concreto. 	<p>Variables Independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Arena Sílice <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ m^3 <p>Variables Dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Kg/cm^2 ✓ pulgadas ✓ % y edades ✓ Kg ✓ Lt. 	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>La investigación presente reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, en razón, que se utilizaron conocimientos de las Ciencias, por su finalidad de estudio, por el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, con el objetivo general y objetivos específicos a fin de aplicarlas en el Proceso de Gestión de evaluación del concreto.</p> <p>Métodos de Investigación:</p> <p>La presente investigación se fundamenta en el planteamiento y preparación de diseños de mezcla de concreto de resistencia a la compresión; realizado a partir de un mezcla patrón y 3 diseños de mezcla con los diferentes porcentajes de adiciones de sílice en un 5%, 10% y 15% cuyo complemento a lo mencionado y con los resultados observables, descriptibles, medibles, verificables y explicables en el campo de la investigación científica, están a la vista a una brecha tecnológica que se ensancha con los problemas constructivos.</p> <p>Diseños de Investigación:</p> <p>La investigación es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental realizado en un corto tiempo por tanto será de corte transversal.</p> <p>Población y Muestra:</p> <p>Población:</p>

				<p>la población está conformada por 36 probetas de dimensiones establecidas por la norma técnica peruana NTP de 10 cm de diámetro x 20 cm de alto, elaboradas con diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, por el método A.C.I.</p> <p>Muestra:</p> <p>El estudio, 100% objetivo y realizado por conveniencia, incluyó un total de 36 probetas de 10 cm x 20 cm para los ensayos de compresión.</p>
--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración Propia